

HOHE TAUERN



MINERAL & ERZ

NATURHISTORISCHES MUSEUM
WIEN

MINERAL & ERZ
in den
HOHEN TAUERN

Unterstützende Firmen, Gesellschaften, Institutionen:

Großglockner Hochalpenstraßen AG
Leica Aktiengesellschaft, Wien
Freytag-Berndt u. Artaria KG., Wien
Optoteam Wien, Nikon Instruments, Sony Wien
Philips Kommunikationssysteme u. Elektroinstallationen GmbH
Raiffeisen Zentralbank, Wien
Salzburger Land – Tourismus Gesellschaft
Salzburger Nationalparkfond
Schauhöhlenbetrieb „Entrische Kirche“, Dorfgastein
Steinbaufirma Lauster, Krastal
Telenorma Aktiengesellschaft, Wien
Wildkogelbahnen AG, Neukirchen/Grv.
Wolframbergbau Mittersill, Schaubetrieb

Fachliche Beratung und Kooperation:

Österreichischer ALPENVEREIN, Innsbruck
Dr. Michael ALRAM (Münzkabinett, Kunsthistorisches Museum Wien)
Dr. Günther DEMSKI (Münzkabinett, Kunsthistorisches Museum Wien)
Dr. Wilhelm GÜNTHER (Salzburger Landesregierung)
Rudolf Franz ERTL, Wien
Dr. Gudrun HEMPL (Österreichisches Museum für Volkskunde, Wien)
Dr. Fritz MOOSLEITNER (Salzburger Museum Carolino Augusteum, Salzburg)
Univ.-Prof. Dr. Werner PAAR (Universität Salzburg)
Univ.-Doz. Dr. Gernot PICCOTTINI (Landesmuseum für Kärnten, Klagenfurt)
Dr. Arnulf ROHSMANN (Kärntner Landesgalerie, Klagenfurt)
Dr. Karl SCHULZ (Münzkabinett, Kunsthistorisches Museum Wien)
Dr. Rudolf TASSER (Landesbergbaumuseum Sterzing)

Titelbild

Der Großglockner von der Adlersruhe; Markus Pernhart, ca. 1857 (Ölbild 74 × 58 cm, Kärntner Landesgalerie)
Im Vordergrund: Bergkristallgruppe aus der Wiesbachrinne, Habachtal (22 × 12 cm); leg. Andreas Steiner, Habach.
Foto: Gemälde: Kärntner Landesgalerie. Mineral und Ensemble: Alice Schumacher, Naturhistorisches Museum Wien.

Abbildung Seite 3

Epidotstufe aus der Knappenwand, Untersulzbachtal, bei Neukirchen am Großvenediger.
Historischer Fund von 1870. Sammlung Karls-Universität Prag. Höhe der Stufe ca. 12 cm.
Foto: Alice Schumacher, Naturhistorisches Museum Wien.

MINERAL & ERZ
in den
HOHEN TAUERN



Eine Ausstellung des Naturhistorischen Museums Wien

Wanderausstellung
„Mineral & Erz in den Hohen Tauern“
zu den Themen

Geologie – Gesteine und Erz
Mineralogie – Kristall und Schmuck
Prähistorik – Bergbau und Kultur
Naturschutz und Lebensraum

Konzeption und Organisation: Dr. Robert Seemann

Gestaltung, Aufbau und Öffentlichkeitsarbeit: Dr. Reinhard Golebiowski, Wolfgang Reichmann, Mag. Brigitte Schmid
Fachliche Mitarbeit: Dr. Gerhard Niedermayr, Doz. Dr. Friedrich Koller, Prof. Dr. Volker Höck, Mag. Peter Haßlacher, Gerold Benedikter
Sekretariat, Schreibearbeit, Mithilfe: Elfriede Brunhölzl, Rosa Schönmann, Getrude Tadler

Präparation: Georg Sverak

Grafik: Krimhild Repp, Dr. Robert Marschallinger, Christian Stejskal

Redaktion Broschüre: Dr. Robert Seemann

Ausstellungsbau und Lichttechnik: Tumultimedia, Kandlgasse 12, 1070 Wien

Ehrenschutz:

Bundesminister f. Wissenschaft u. Forschung Dr. Erhard Busek
Landeshauptmann von Salzburg Dr. Hans Katschthaler

Die Ausstellung wurde finanziert aus Mitteln des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung,
des Nationalparkfonds Hohe Tauern aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie
und aus Mitteln der Teilrechtsfähigkeit des Naturhistorischen Museums.

Der Druck der Ausstellungsbrochure wurde finanziert aus Mitteln des Bundesministeriums für auswärtige Angelegenheiten
und Mitteln der Teilrechtsfähigkeit des Naturhistorischen Museums.

Herausgeber:
Naturhistorisches Museum Wien

© 1994 Naturhistorisches Museum Wien

© bei den Autoren

2. Auflage

Für den Inhalt verantwortlich: die jeweiligen Autoren
Alle Rechte vorbehalten – Printed in Austria

Grafische Gestaltung, Layout: Hannes Weinberger, Druckhaus Grasl
Gesamtherstellung: Druckhaus Grasl, A-2540 Bad Vöslau

INHALT

Dr. Erhard Busek

VORWORT 7

Dr. Hans Katschthaler

GELEITWORT 8

Dr. Robert Seemann

EINLEITUNG: ZUM BEGRIFF DER HOHEN TAUERN UND DES
TAUERNFENSTERS 11

Dr. Heinz Slupetzky

DIE HOHEN TAUERN IN DER EISZEIT UND NACHEISZEIT 15

Dr. Volker Höck, Dr. Friedrich Koller, Dr. Robert Seemann
GEOLOGISCHER WERDEGANG DER HOHEN TAUERN – VOM OZEAN
ZUM HOCHGEBIRGE 29

Dr. Gerhard Niedermayr

DIE MINERALVERGESELLSCHAFTUNGEN DER HOHEN TAUERN 55

Dr. Werner Paar

ERZE UND LAGERSTÄTTEN 89

Dr. Fritz Moosleitner

DIE TAUERNREGION IN UR- UND FRÜHGESCHICHTLICHER ZEIT 103

Dr. Wilhelm Günther

ENTWICKLUNG DES BERG- UND HÜTTENWESENS UND IHRE
WIRTSCHAFTLICHE UND KULTURELLE BEDEUTUNG 113

Dr. Arnulf Rohsmann

DER BERG IM BILD – ANEIGNUNG UND VERDRÄNGUNG 127

Mag. Peter Haßlacher

NATIONALPARK HOHE TAUERN UND NATURSCHUTZ 137

VORWORT

Vizekanzler Dr. Erhard Busek
Bundesminister für Wissenschaft und Forschung

Am 21. Oktober 1971 haben Kärnten, Salzburg und Tirol in einer gemeinsamen Deklaration die Errichtung des Nationalparks Hohe Tauern beschlossen. Dies geschah mit der Zielsetzung, die Schönheit und die Ursprünglichkeit dieser eindrucksvollen Kultur- und Naturlandschaft zu bewahren.

Die Nationalparkregion ist aber auch Lebens- und Erholungsraum für viele Menschen, die hier zum Teil leben, zum weit größeren Teil aber Entspannung vom Alltagsstreß suchen. Vor allem für den letztgenannten Personenkreis, den Touristen, wird das Miterleben unserer großartigen Bergwelt mit ihrer Flora, Fauna und ihrer Gesteins- und Mineralvielfalt sowie die bäuerliche, der Gebirgsregion angepaßte Kultur- und Lebensform ein faszinierendes Erlebnis.

Die Idee des Nationalparks umfaßt aber nicht nur die Konservierung letzter ökologischer Nischen, die Bewahrung traditioneller Lebensformen und die Verhinderung jedweden negativen menschlichen Einflusses.

Durch wissenschaftlich fundierte Dokumentation auf allen Wissensgebieten und durch gebietsspezifische Grundlagenforschung müssen die im Nationalpark Hohe Tauern anstehenden Fragestellungen auch systematisch aufgearbeitet werden.

Es ist die Pflicht der heute Lebenden, die Natur für die nach uns kommenden Generationen zu bewahren, es ist aber auch die Pflicht, uns mit dieser Natur aktiv auseinanderzusetzen, wollen wir nicht Gefahr laufen, in einer von zunehmender Technisierung geprägten Umwelt jegliches Verständnis für sie zu verlieren. Die wissenschaftliche Erforschung der Hochgebirgsregion ist eine wesentliche Voraussetzung dafür. Wissenschaft und Schutz der Natur sollen sich somit zum Wohle aller Menschen unseres Landes, besonders aber im Interesse der in der Nationalparkregion lebenden und arbeitenden Menschen ergänzen.

In diesem Sinne möchte ich dieser Begleitbroschüre zur Ausstellung „Mineral & Erz in den Hohen Tauern“ eine gute Aufnahme und viele internationale Leser wünschen.

Die Ausstellung und der Katalog führen uns in eindrucksvoller Weise die Vernetzung vieler naturwissenschaftlicher Disziplinen und deren Einfluß auf die Entwicklung eines so sensiblen Bereiches, wie es die Hochgebirgsregion nun einmal ist, vor Augen.

GELEITWORT

Dr. Hans Katschthaler
Landeshauptmann von Salzburg
Ressortzuständiges Regierungsmitglied für Nationalparkangelegenheiten
Vorsitzender des Nationalparkrates

Die Idee, Nationalparks zu errichten, geht in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts zurück und hat sich als Antithese zur großen Entwicklungs-Euphorie in den USA verstanden. So haben 1872 US-Kongreß und Senat den Yellowstone-Nationalpark errichtet, der ein Ausmaß so groß wie das Bundesland Kärnten hat. Die Idee hat auf Europa übergegriffen und wurde vor allem von Johann Heinrich Riehl propagiert, der in der Zeit der Industrialisierung in einem Nationalpark ein Symbol des Innehaltens, des Schutzes von Grundsubstanzen sah. Salzburgs Bemühungen um Tier- und Pflanzenartenschutz lassen sich weit zurückverfolgen.

1909 erwarb der Verein Naturschutzpark Hamburg-Stuttgart in den Salzburger Hohen Tauern – im Gebiet des Sulzbachtales und angrenzend – bedeutende Grundflächen, um einen Naturpark zu errichten.

1926 kauften die Naturfreunde ca. 10 km² im Bereich des Sonnblicks für ein Schutzgebiet. 1929 wurde in Salzburg ein Naturschutzgesetz beschlossen. 1950 entstand eine Denkschrift des Österreichischen Naturschutzbundes, 1970, im Jahr des europäischen Naturschutzes, wurde schließlich der Vorstoß für die Ländervereinbarung vom 21. Oktober 1971 gegeben, welche dann die Landeshauptleute Lechner, Sima und Wallnöfer in Heiligenblut feierlich unterzeichneten. Schließlich beschloß der Salzburger Landtag am 19. Oktober 1983 das Gesetz über die Errichtung des Nationalparks Hohe Tauern in Salzburg. Zur Verwirklichung der Nationalpark-Idee bedurfte es umfassender Schritte. Von 1950 bis 1971 war die Zeit raumordnungs- und naturschutzrechtlicher Vorkehrungen. Schließlich gab es in dem Gebiet immer schon sehr verschiedene Nutzungsansprüche. Es bedurfte besonderer Tatkraft, um die Krimmler Ache und deren Einzugsbereich von energiewirtschaftlicher Nutzung freizuhalten. Einseitige Schutzgedanken und Erklärungen wie „... in einem Nationalpark kann der Mensch bestenfalls noch geduldet werden ...“, mußten die einheimische Bevölkerung gegen die Nationalpark-Idee aufbringen und den Eindruck der Fremdbestimmung vermitteln. So war im Jahr 1974 die Stimmung bei der Bevölkerung am Tiefpunkt angelangt. In der Folge, 1974 bis 1981, entwickelte sich die Zeit der Mitbestimmung und Partnerschaft. Es wurden in allen Nationalparkgemeinden Versammlungen abgehalten und die Nationalpark-Idee auf breiter Ebene diskutiert. Dabei gab es zwar harte Auseinandersetzungen, die aber durch stetes Bemühen um eine gute Gesprächsbasis mit allen Beteiligten gemildert werden konnten.

Die vierte Periode – die Zeit der Entstehung tragfähiger gesetzlicher Strukturen – dauerte von 1981 bis 1983. Am Beginn stand in dieser entscheidenden Phase der Wille des damaligen Landeshauptmanns Dr. Wilfried Haslauer, der Landesregierung, des Landtages und der Gemeinden. Die Grundsätze des Gesetzes lauteten: Gemeinsam und nicht einsam, Schützen und Nützen, Mensch und Natur als Einheit. Der Nationalpark Hohe Tauern erstreckt sich über die drei Bundesländer Kärnten, Salzburg und Tirol und umfaßt ca. 1.800 km². Allein der Salzburger Anteil beträgt 804 km². Der Nationalpark Hohe Tauern umfaßt eines der schönsten Gebiete der Ostalpen, das noch weitgehend unerschlossen geblieben ist. Das „Tauernfenster“ führt uns diese unverwechselbare Eigenart der Landschaft eindrucksvoll vor Augen. Die Kernzone des Nationalparks besteht aus alpinem Urland. Mächtige Gebirge, überragt von

Großglockner und Großvenediger, steile Felswände, ewiges Eis und sprudelnde Gletscherbäche bestimmen den Charakter dieser Landschaft. Die Randzone des Nationalparks wurde vom Menschen mitgestaltet. Almen, Bergmäher und Schutzwälder führen vor Augen, was der Mensch in Harmonie mit der Natur über Jahrhunderte geschaffen hat. Sie werden weiter gepflegt und erhalten.

Der Nationalpark Hohe Tauern ist in seiner Vielfalt von hervorragender Bedeutung für die Erforschung, vor allem zur Erfassung der naturräumlichen Gegebenheiten, Prozesse und Wechselwirkungen.

Der Erforschung der belebten und unbelebten Umwelt kommt somit eine besondere Bedeutung zu.

Dies gilt vor allem auch für Langzeitprogramme, für Studien in ungestörten Hochgebirgsökosystemen.

Der Nationalpark Hohe Tauern und die Nationalparkregion eignen sich besonders auch zur Erforschung der vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Natur und Mensch. Diesem Forschungsziel wird entsprechende Aufmerksamkeit gewidmet, da es zur Lösung zentraler Probleme des Schutzes der Natur und ihrer Nutzung durch den Menschen, z. B. für Bildung, Gesundheit und Erholung, beitragen kann.

Der Nationalpark Hohe Tauern ist für Besucher frei zugänglich. Wer die Tier- und Pflanzenwelt respektiert und wer die Landschaft schont, kann dieses großartige Naturerlebnis erwandern.

Der Nationalpark als neue Chance für den Fremdenverkehr hat nicht die Eigenheit der Selbsttätigkeit, vielmehr bedarf es der Anstrengung: gute Qualität der Leistung, gute Organisation des Angebotes, Wandern, Erleben, wissenschaftliche Information, echtes Brauchtum.

Im Nationalpark Hohe Tauern wird das Schützen immer auch mit dem Fördern verbunden. Gilt der Vorrang dem Schützen, so ist das Fördern dazu kein Widerspruch. Diese dem Nationalpark und der Nationalparkregion zukommende, vielfältige, konzeptive und animierende Hilfe ist Anregung zum eigenen Handeln. Die Förderung bezieht sich auf die Erhaltung, Pflege und Gestaltung der Landschaft, die Erforschung der Natur, der Bereitstellung von Bildungseinrichtungen und einen naturschonenden Fremdenverkehr. Der Nationalpark Hohe Tauern ist aber auch eine große Chance für die Umweltbildung. Zu den wichtigsten Zielsetzungen der Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit gehört die allgemeine Natur- und Umweltschutzerziehung. Die Bildungsarbeit im Nationalpark muß daher über seine Grenzen hinaus wirken und auf eine Förderung des allgemeinen Verständnisses für den Natur- und Umweltschutz, seine Ziele, Aufgaben, Inhalte und seine Notwendigkeiten ausgerichtet sein. Die effektive Bildungsarbeit kann dann geleistet werden, wenn inhaltlich wie pädagogisch und didaktisch entsprechende, zielgruppenorientierte Programme und Einrichtungen angeboten werden. Die Ausstellung über Minerale und Erze in den Hohen Tauern leistet dazu einen wertvollen Beitrag.

Der Nationalpark Hohe Tauern bedeutet für uns aber auch Natur und Kultur verstehen, erleben, schätzen und schützen. Natur, Mensch und Kultur der Nationalparkregion sind ja untrennbar miteinander verbunden. Die freie, natürliche Entwicklung und die freie Entfaltung des menschlichen Geistes ohne direkten materiellen Nutzen verbinden den Nationalpark mit den Menschen im Leben mit Kultur.

Zur Verwirklichung der Nationalpark-Idee bedarf es auch der Planung, Entwicklung und Betreuung durch die Nationalparkverwaltung. Bezogen auf die Größe des Gebietes und den Umfang der Aufgaben haben wir in Salzburg wohl den kleinsten Mitarbeiterstab. Die Experten der IUCN würdigten ganz ausdrücklich die Aufbauarbeiten für den Nationalpark, die Einbeziehung der Bevölkerung und den bisher erreichten Erfolg.

Das Land Salzburg strebt die internationale Anerkennung für den Nationalpark an. Aber nicht um jeden Preis. Die Anerkennung des Nationalparks durch die Menschen in der Region gewährleistet nachhaltig die Verwirklichung der Nationalpark-Idee.

Die Wanderausstellung zum Thema „Mineral & Erz in den Hohen Tauern“ und die begleitende Broschüre tragen mit dazu bei, daß die Besonderheiten in dieser Region an viele Menschen herangetragen werden. Möge dies zu einem tieferen Verständnis, Vertrauen, Sympathie und Grundlage für eine häufige Begegnung mit unserem Nationalpark Hohe Tauern führen.

Einleitung

Zum Begriff der Hohen Tauern und des Tauernfensters

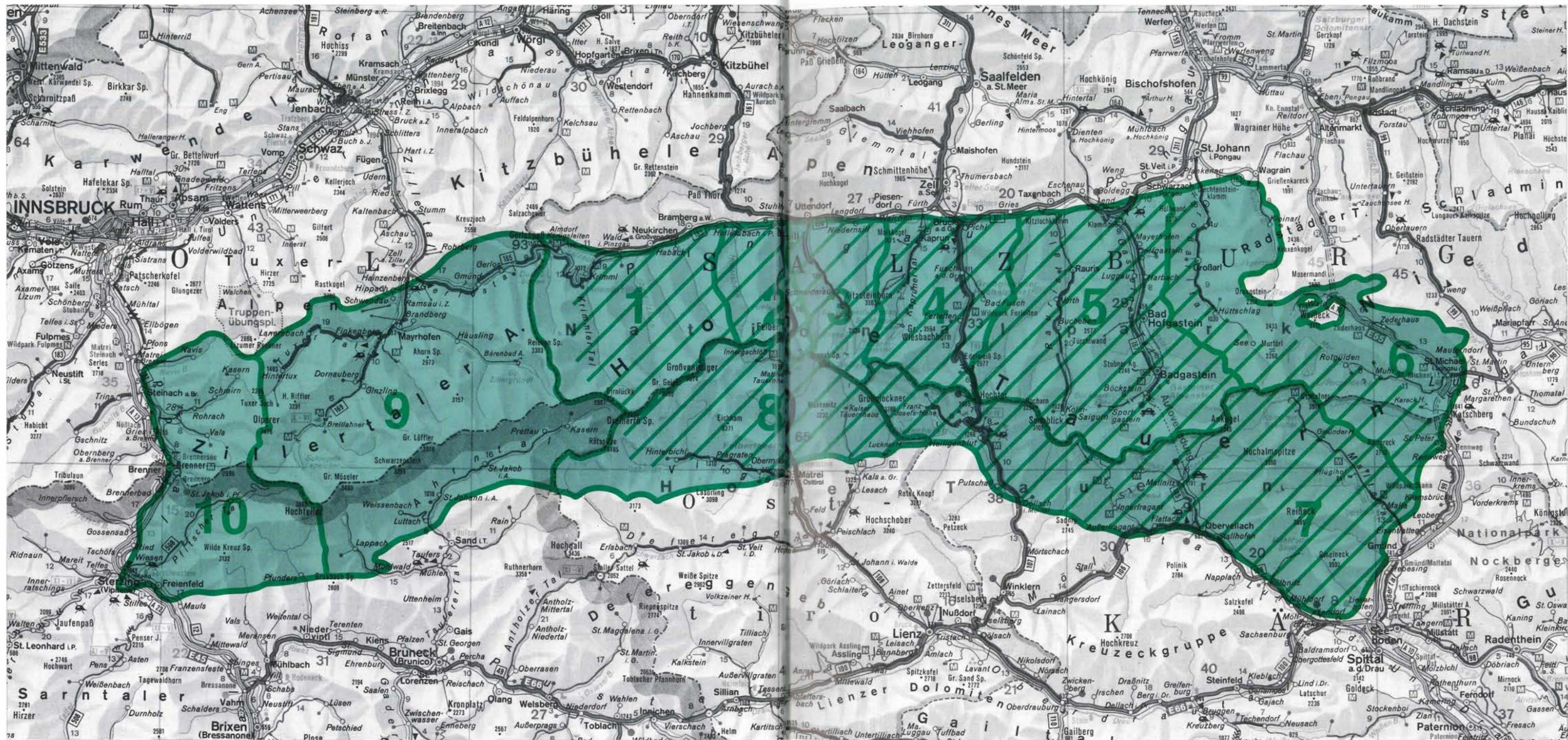
Die Hohen Tauern sind der höchste Gebirgskomplex der Ostalpen. Die heute sich darbietende eindrucksvolle und vielfältige Landschaft ist ein Produkt langandauernder geologischer und klimatischer Prozesse. Bei der Abtragung wirkt hier in nicht unerheblichem Ausmaß die Biosphäre und abschließend auch ein wenig der Mensch mit. Die letzte große morphologische Gestaltung hat diese Region in den vergangenen Eiszeiten erfahren. Großflächige Abtragungen erfolgten durch Auflast-

druck und Bewegungen der enormen Eismassen. Ein Vorgang, der gemeinsam mit den Ablagerungen bis weit hinaus ins Alpenvorland reichte. Durch das Abschmelzen der großen Eismassen wurden einerseits die nivellierenden Schuttmengen beseitigt bzw. umgelagert, andererseits auch tiefeingeschnittene Abflurrinnen vor den rückschreitenden Gletschern geschaffen. Die Nachprofilierung des Panoramas erfolgte dabei bevorzugt nach vorgegebenen geologischen Stör- und Schwäche-

zonen. In gleicher Weise sind auch Lagerung und Beschaffenheit der Gesteine mitentscheidend. Die Landschaft der Hohen Tauern, so wie wir sie heute mit ihren vielen Tälern, Graten und Gipfeln kennen (Abb. 1), ist somit kein Zufallsprodukt, sondern eine Folge der zum Teil sehr weit zurückreichenden geologischen Vorgeschichte. Will man den gesteinsmäßigen Aufbau und den geologischen Werdegang dieser Region verstehen, muß man zwei Begriffe deutlich auseinanderhalten. Es ist

Abb. 1: Der Großglockner aus dem Nordosten. Mit 3798 m ist er der höchste Berg der Hohen Tauern und auch Österreichs. Der Gipfelaufbau besteht aus Grüngesteinen (Prasiniten), die ursprünglich, vor etwa 160 Millionen Jahren, Basalte am Meeresboden des Peninischen Ozeans waren. Dabei ergibt sich der scheinbare Widerspruch, daß der höchste Berg unseres Landes einerseits der tiefsten geologischen Baueinheit (Peninikum) der Ostalpen angehört, die eigentlich dem westalpinen System zuzurechnen ist. Andererseits besteht er aus Material eines ehemaligen Ozeanbodens, das im Zuge der frühalpiner Gebirgsbildung bis in eine Tiefe von fast 30 km abgetaucht wurde. Foto: Kärntner Nationalparkverwaltung, Döllach.





© FREYTAG - BERNDT u. ARTARIA, WIEN

Abb. 2: Die Lage der Hohen Tauern und des Tauernfensters im Bereich Nord-, Ost- und Südtirols sowie in Salzburg und Kärnten.

	Tauernfenster	3	Stubachtal, Mühlbachtal	7	Maltatal, Mallnitztal, Mölltal
	Hohe Tauern	4	Kapruner Tal, Fuscher Tal	8	Kaiser Tal, Dorfer Tal, Tauernthal, Virgental, Umbalital
1	Wildgerlostal, Krimmler Achantal, Obersulzbachtal, Untersulzbachtal, Habachtal	5	Rauriser Tal, Gasteiner Tal	9	Gerlostal, Zillertal, Tuxer Tal, Ahrntal
2	Hollersbachtal, Felber Tal	6	Großarlital, Kleinarlital, Zederhaustal, Oberes Murtal, Katschberg, Pöllatal	10	Wipptal, Navistal, Schmirntal, Brenner, Eisacktal, Pfitscher Tal

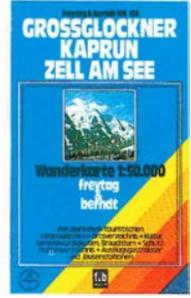
Ausschnitt aus: freytag&berndt Autokarte Österreich 1:500 000

Für Wanderungen in den Hohen Tauern empfehlen wir folgende Blätter aus der freytag & berndt Wanderkarten-Serie im Maßstab 1:50 000:

- WK 121: Großvenediger-Oberpinzgau
- WK 122: Großglockner-Kaprun-Zell am See
- WK 123: Deferegggen und Virgental
- WK 193: Sonnblick-Großglocknerstraße-Unterpinzgau
- WK 382: Zell am See-Kaprun-Saalbach



GROSSVENEDIGER OBER-PINZGAU



GROSSGLOCKNER KAPRUN ZELL AM SEE

W 247/93

einerseits der geographische Begriff der *Hohen Tauern* und andererseits der geologische Begriff des *Tauernfensters*. Die Hohen Tauern sind ein durch Landschaft und Funktion geprägter Abschnitt aus dem Zentralteil der Ostalpen (Abb. 2). Die Funktion ist schon im Namen zu finden. „Tauern“ ist auf die alte keltische Bezeichnung für Paß oder Gebirgsübergang zurückzuführen. Eine Bedeutung, die bis heute vollständig erhalten geblieben ist. Als Nordgrenze der Hohen Tauern fungiert das Salzachtal. Im Süden bildet eine nicht so deutlich ausgeprägte Linie von Spittal an der Drau über Matrei in Osttirol bis ins Virgental die Grenze. Der Abschluß im Westen ist durch die Birnlücke, im Osten durch den Katschberg gegeben. Die bekanntesten Gebirgskomplexe der Hohen Tauern sind von West nach Ost: das Venedigermassiv, die Granatspitzgruppe, die Großglocknergruppe, die Sonnblick-Hocharngruppe sowie die Ankogel-Hochalmspitz-Gruppe. Gleichzeitig gehören diese genannten Gebirgsgruppen auch dem *Tauernfenster* an, einer geologischen Einheit, die neben den Hohen Tauern auch noch die

Zillertaler Alpen und Teile der Tuxer Alpen umfaßt. Dieser ca. 160 km lange und 30–40 km breite Ausschnitt aus dem Alpenhauptkamm reicht vom Brenner im Westen bis ebenfalls zum Katschberg im Osten (Abb. 2). Im Ostbereich stimmt auch die Nord- und Süd-Begrenzung größtenteils mit der der Hohen Tauern überein, muß aber nach Westen bis Sterzing bzw. zum Navistal verlängert werden.

Der Begriff „*Geologisches Fenster*“, wie er hier vorgegeben ist, findet auf eine Situation in einem Deckengebirge Anwendung, bei der sozusagen ein Loch (Fenster) in der oberen Decke auftritt, durch das die untere sichtbar wird. Die Differenzierung zwischen Fenster und Fensterrand gelingt im Tauernfenster nicht etwa durch Unterschiede im geologischen Alter oder in der gesteinsmäßigen Zusammensetzung, sondern durch Zuordnung zu zwei verschiedenen Deckenstapeln im Komplex der Ostalpen, die sich – stark generalisiert – ursprünglich nebeneinander befanden und heute übereinander liegen. Und jede dieser Decken beinhaltet Hunderte von Millionen Jahren an bewegter Erdge-

schichte – nicht schön geordnet, sondern innig vermengt, umgewandelt und verfaltet. Es wird daher verständlich, daß diese komprimierte Vorgeschichte eine enorm bunte Vielfalt an Gesteinsvergesellschaftungen wie auch Erz- und Minerallagerstätten zur Folge hat.

Diese Fülle an wichtigen Rohstoffen war auch die Basis für die sehr früh einsetzende enge Beziehung des Menschen zu dieser eher lebensfeindlichen hochalpinen Region. Aus gezielter Suche nach Rohstoffen entwickelte sich auf der einen Seite sehr schnell Lagerstättenkunde, Geowissenschaften und benachbarte Naturwissenschaften. Auf der anderen Seite gab es wichtige und immer wieder neue Impulse für die Besiedlungspolitik und Kultur in den Talschaften rund um die Hohen Tauern. Der Reichtum machte die Landschaft aber auch zur begehrten und zum Teil umkämpften Region. Die Schwerpunkte haben sich heute verlagert, nicht mehr die Lagerstätten sind der Reichtum der Landschaft, sondern die Landschaft selbst, als einzigartiges Beispiel für eine über Jahrtausende entstandene positive Verzahnung von Natur und Kultur.

Die Hohen Tauern in der Eiszeit und Nacheiszeit

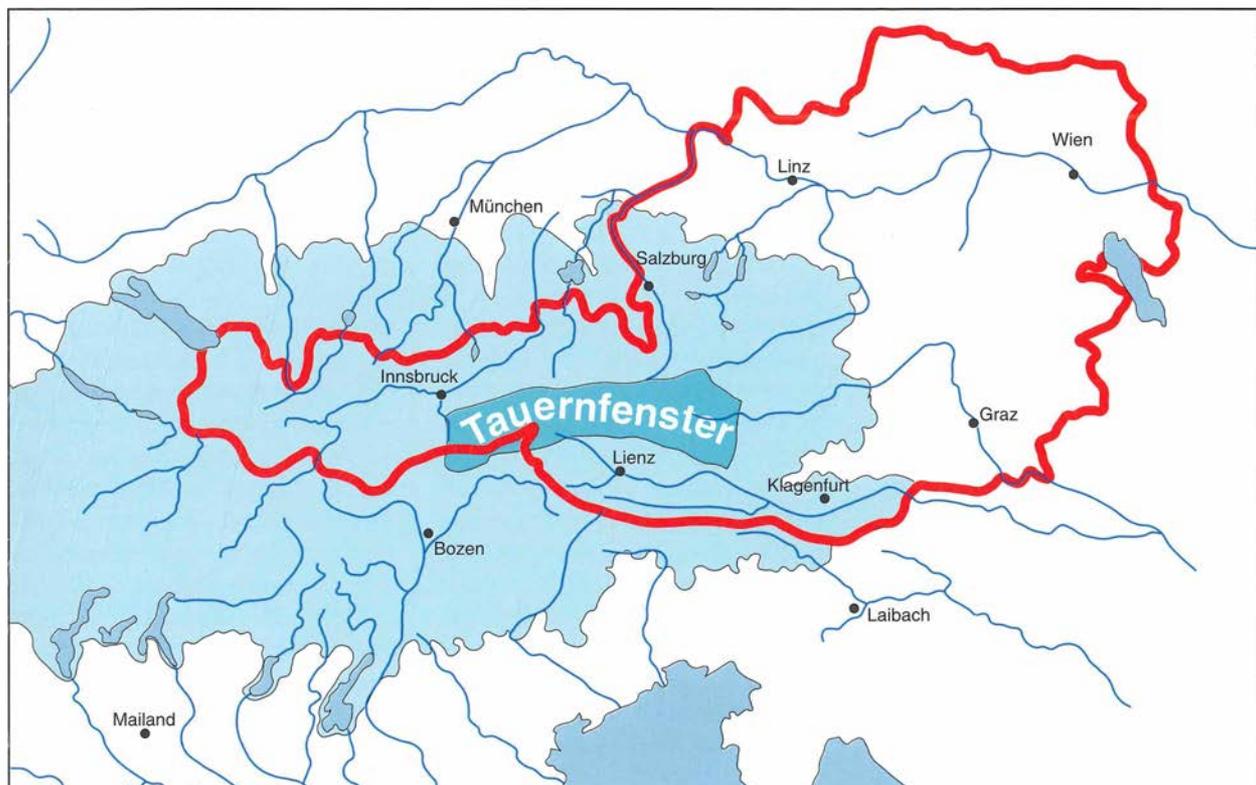
1. Die Eiszeit

Während der Eiszeit haben die großen Gletscher in den Alpen nach dem geologischen Werden das vorhandene Relief nachhaltig überformt. Die eiszeitlichen Gletscher waren daher der letzte große landschaftsgestaltende Faktor im Alpenraum. Die Hohen Tauern waren während der Eiszeit das Nährgebiet von großen Gletschern. Durch die Wirkung der eiszeitlichen Gletscher ist der sog. eiszeitliche (glaziale) Formenschatz entstanden, wie er in den Hohen Tauern besonders typisch vorkommt. In der Erdgeschichte hat es mehrmals Eiszeiten gegeben, sie sind an und für

sich ein eher seltenes Ereignis. Die jüngste Eiszeit (Quartär) wurde mit einer beginnenden Abkühlung des Klimas vor etwa 30 Mio. Jahren eingeleitet. Schon vor 3 Mio. Jahren erreichten die Temperaturen eiszeitliche Tiefwerte. In den vergangenen 2–3 Mio. Jahren schwankte das Klima extrem, wobei Perioden mit starker Vergletscherung während der sogenannten Kaltzeiten (Glaziale) mit Warmzeiten (Interglaziale) abwechselten. Während der Höhepunkte der Kaltzeiten war die Erde 30 % vergletschert gegenüber heute 10 %. Der Wechsel von kalten und warmen Klimaperioden dauerte jeweils hunderttausende Jahre, wobei die Zwischenphasen dieser Extreme – wie man

heute weiß – in sich durch weitere Schwankungen immer wieder unterbrochen wurden, durch die sogenannten Stadiale, in denen die eiszeitlichen Gletscher kleiner waren. Heute leben wir in einer Warm- bzw. Interglazialzeit, die daher auch als Zwischeneiszeit bezeichnet wird. Die letzte Vergletscherungsperiode wird in den Alpen Würm-Eiszeit genannt. Auch in dieser Zeit gab es große Klimaschwankungen, wobei der letzte große würmeiszeitliche Vorstoß vor ca. 22.000 Jahren einsetzte, um 18.000 vor heute sein Maximum erreichte und vor 14.000–15.000 Jahren wieder zu Ende ging. Während des Hochglazials war die Schneegrenze um 1.200–1.300 m tiefer

Abb. 1: Das Eisstromnetz (hellblau) zur Zeit der letzten großen Vereisung (Würm). Die Hohen Tauern waren das Hauptnährgebiet der umgebenden Großgletscher, u. a. Salzach- und Draugletscher.





*Abb. 2: Das Nährgebiet des Taku-Gletschers (Juneau Icefield, Küstengebirge Alaskas). Die Gebirgstäler sind noch in der Gegenwart vergletschert, nur die höchsten Gipfel und Grate ragen aus dem Eis heraus; ähnlich haben die Hohen Tauern während der Eiszeit ausgesehen.
Foto: H. Slupetzky*

als heute, die Sommertemperaturen lagen um 10 Grad und mehr tiefer. Daß der Wald bzw. das Vegetationskleid der Zwischeneiszeiten immer wieder verdrängt wurde, liegt auf der Hand.

Die Alpen hatten eine sogenannte Talnetzvergletscherung bzw. ein Eisstromnetz, bei Austritt ins Alpenvorland bildeten sich zumeist große Vorlandgletscher (Abb. 1, nach VAN HUSEN, 1987). Die Hohen Tauern waren Nährgebiet für den Salzachgletscher im Norden und für den Draugletscher im Süden.

Die Eisoberfläche lag über dem Kalser und Felber Tauern nur wenig über 2.600 m und war auch in den obersten Sammelbecken der Täler nicht viel höher. Die Eisstromhöhe betrug jedoch im Salzachtal noch 2.600 m, da es zu

einem Rückstau an den Kitzbühler Alpen kam. Nur wenige Berggipfel dieser Region ragten aus dem Eisstrom heraus.

Der eiszeitliche Salzachgletscher hatte zur Zeit seiner maximalen Ausdehnung in der Würm-Kaltzeit eine Fläche von ca. 6.800 km². Einen ähnlichen Vergletscherungstyp findet man heute z. B. im St. Elias Gebirge in Alaska: Der Malaspina-Gletscher breitet sich mit einer Fläche von 2.200 km² als Vorland-(oder Piedmont-) Gletscher am Gebirgsrand aus, das gesamte Einzugsgebiet hat eine Fläche von 5.200 km². In einzelnen Gebirgen Alaskas findet man heute noch Verhältnisse, wie sie während der Eiszeit in den Alpen geherrscht haben (Abb. 2 und 3).

2. Gletscher- und Klimaentwicklung im Spät- und Postglazial

Der Rückzug des Würm-Gletschers und der Zerfall des Eisstromnetzes in den Tälern fallen in die sogenannte Spätglazialzeit. Das Alpine Spätglazial begann vor ca. 16.000–17.000 Jahren und endete vor 10.000 Jahren. Der Eisrückzug wurde mehrmals durch Kälterückfälle und damit verbundene Vorstöße der Gletscher unterbrochen. Bei Jochberg in den Kitzbühler Alpen liegen Moränen eines spätglazialen Gletscherstandes, die zeigen, daß der Paß Thurn zu dieser Zeit noch von Eis überflossen wurde, das Salzachtal war daher noch weitgehend eisgefüllt. Während des Gschnitz-



Abb. 3: Talnetzvergletscherung im Küstengebirge Alaskas bei Juneau. Vom großen Juneau Eisfeld fließen die Gletscherströme durch die Haupttäler an den Gebirgsrand. Das Zusammenströmen z. B. des eiszeitlichen Salzach- und Lammergletschers im Salzachtal ist mit den im Foto sichtbaren Eisströmen vergleichbar. Foto: H. Slupetzky

stadiums (im Pinzgau lokal als Gerlos-Stadium bezeichnet, um 13.000 vor heute) reichten manche Tauerngletscher noch bis ins Salzach-Haupttal, die Schneegrenze lag 650–700 m tiefer als heute. So erreichten der Ober- und der Untersulzbachgletscher noch das Salzachtal und füllten mit einer gemeinsamen Gletscherzunge das Becken von Rosental (die Burgruine Hieburg steht auf der dazugehörenden Moräne). Der Stubach-Gletscher erreichte gerade nicht mehr den Talausgang, das Ende des Kapruner Gletschers lag an der Einmündung ins Salzachtal. Im Fuschertal sind beim Ort Fusch modellartig Moränen dieses Gschnitz-Standes erhalten. Um 12.000 vor heute – dem Daunstadium – waren die Gletscher

schon beträchtlich kürzer (Schneegrenze 300–400 m tiefer). Die Sommertemperaturen lagen 3–4 Grad unter den gegenwärtigen. Im Stubachtal z. B. reichten die Daun-Gletscherzungen – eine aus dem Tauernmoosbachtal, die andere aus dem Weißbachtal – gerade noch bis zum Enzingerboden auf eine Höhe von rund 1.500 m herab. Das Egesenstadium ist die letzte spätglaziale Vorstoßperiode (ca. 300 m Schneegrenzdepression). Dies entspricht einer nur um 2–3 Grad kühleren Sommertemperatur. Danach, um 10.000 vor heute, trat eine rasche Erwärmung auf gegenwärtige Verhältnisse ein.

Im Alpenen Postglazial schwankten das Klima und die Gletscher mit geringer Schwankungsbreite um gegenwärtige

Verhältnisse (Abb. 4, aus G. PATZELT, 1980), d. h., so wie die Gletscher in den letzten Jahrhunderten zwischen einem maximalen Vorstoß um 1850 und der Rückzugsperiode bis in die jüngste Zeit schwankten, variierten ihre Ausmaße in den letzten 10.000 Jahren in ähnlicher Art.

Man weiß heute, daß es keine – wie man früher annahm – 6.000 Jahre lange Zeit mit wesentlich wärmerem Klima als heute gab (Abb. 4). Die Postglazialzeit ist charakterisiert durch Klima-, Gletscher- und Waldgrenzschwankungen in einer relativ engen und ähnlichen Bandbreite. Es gab mindestens acht Gletschervorstoßperioden, wobei die Schneegrenze ca. 100 m abgesenkt war, was einer längerfristigen Abnahme der

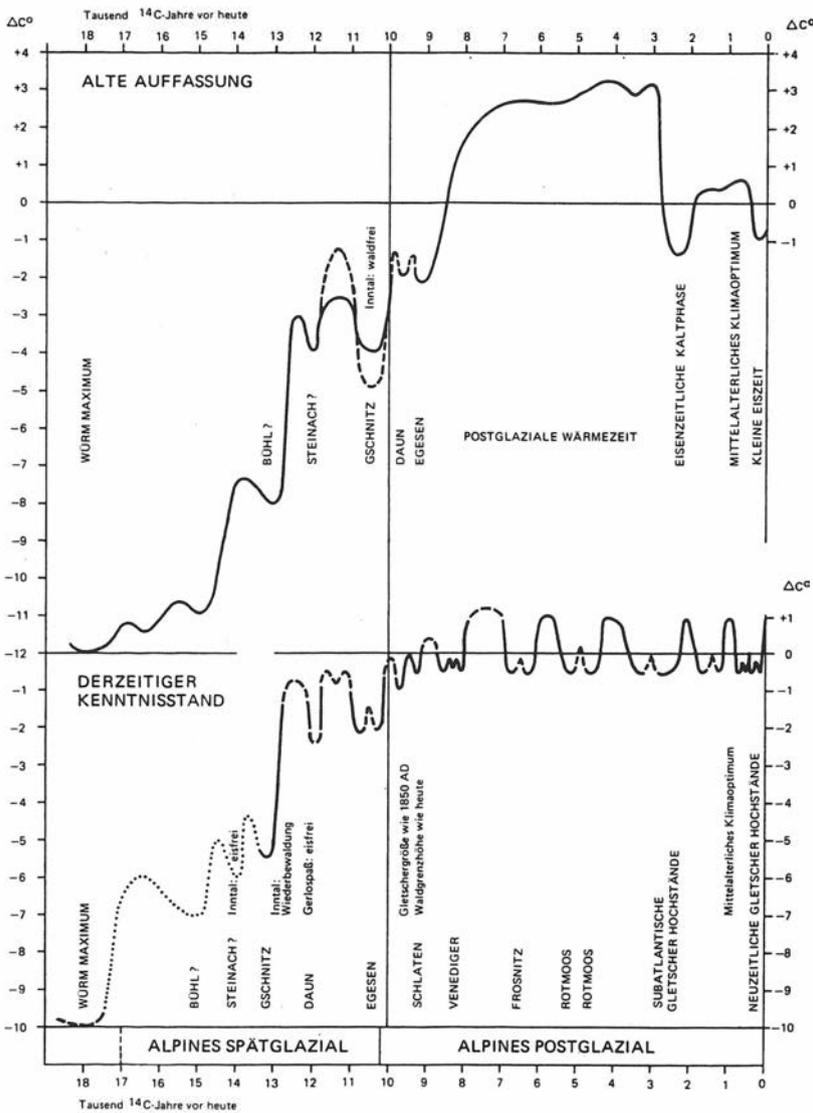


Abb. 4: Die Klima- und Gletscherschwankungen in den Alpen in der Spät- und Nacheiszeit. (Aus: PATZELT, 1980, S. 12.) Seit dem Würmmaximum (die Ausdehnung der riesigen eiszeitlichen Gletscher zeigt Abb. 1) hat sich das Klima bis etwa 10.000 vor heute auf gegenwärtige Temperaturverhältnisse erwärmt, das Eisstromnetz verschwand. In der Nacheiszeit schwankte das Klima und damit die Größe der Alpengletscher in einem engen Rahmen.

Sommertemperatur um 0,6 Grad C entspricht. In wärmeren Phasen lag die Waldgrenze 100–150 m höher als bei den gegenwärtigen Klimaverhältnissen. Die Waldgrenze schwankte daher nur in einem Bereich von 200–250 m, die Sommertemperatur innerhalb eines Bereiches von ca. 1,6 Grad C.

3. Die Entstehung des eiszeitlichen (glazialen) Formenschatzes

Nach dem Schwinden der eiszeitlichen Gletscher ist ein Formenschatz zurückgeblieben, der den Hohen Tauern ein charakteristisches Gepräge gibt und der sie erst richtig zum Hochgebirge stempelt. Der mehrmalige Wechsel von Eis-

zeiten und Zwischeneiszeiten verursachte eine nachhaltige Formung und Überformung des Gebirges. Die Gletscher räumten den älteren Schutt aus dem Gebirgsinneren ins Vorland hinaus, verschärften die Unterschiede zwischen steil und flach, und vergrößerten den Gegensatz zwischen den Tälern und der Hochregion. Der sogenannte glaziale Formenschatz mit Kare, Trogtälern usw. prägt heute die Hohen Tauern (Abb. 5).

Man muß sich jedoch bewußt sein, daß die eiszeitlichen Gletscher ein bestimmtes Relief vorgefunden hatten, mit Tälern, Becken und Bergkämmen, und bestimmte vorgegebene geologische Strukturen. Dieser schon präglazial, d. h. voreiszeitlich vorhandene For-

menschatz hatte daher einen bedeutenden Einfluß auf die Wirkung der Gletscher. So war z. B. der Stufenbau in den Tauerntälern schon vorhanden, die Gletscher vertieften die Talböden zu Becken und versteilten die Stufen. Aus sanften Bergen wurden durch das Eintiefen der Kare scharfe Grate und Gipfel, aus Quelltrichtern und hochgelegenen Mulden wurden Kare.

Um den gegenwärtigen eiszeitlichen Formenschatz in den Hohen Tauern zu verstehen, muß man wenigstens einige wichtige Vorgänge und Prozesse der Gletscherbewegungen näher erläutern (Abb. 6, aus VAN HUSEN, 1987).

Ein Gletscher (Abb. 7) hat ein Nährgebiet (Akkumulationsgebiet) und ein Zehrgebiet (Ablationsgebiet). Im Nähr-



Abb. 5: Typischer glazialer Formenschatz in den Zillertaler Alpen (Wallbachspitze, Gr. Löffler) mit zugeschärften Graten und Gipfeln und eiszeitlichen Karen; während der Eiszeiten haben nur die höchsten Erhebungen aus dem Eisstromnetz herausgeragt (vgl. Abb. 2), heute kommen nur mehr kleine Kargletscher vor. Foto: H. Slupetzky

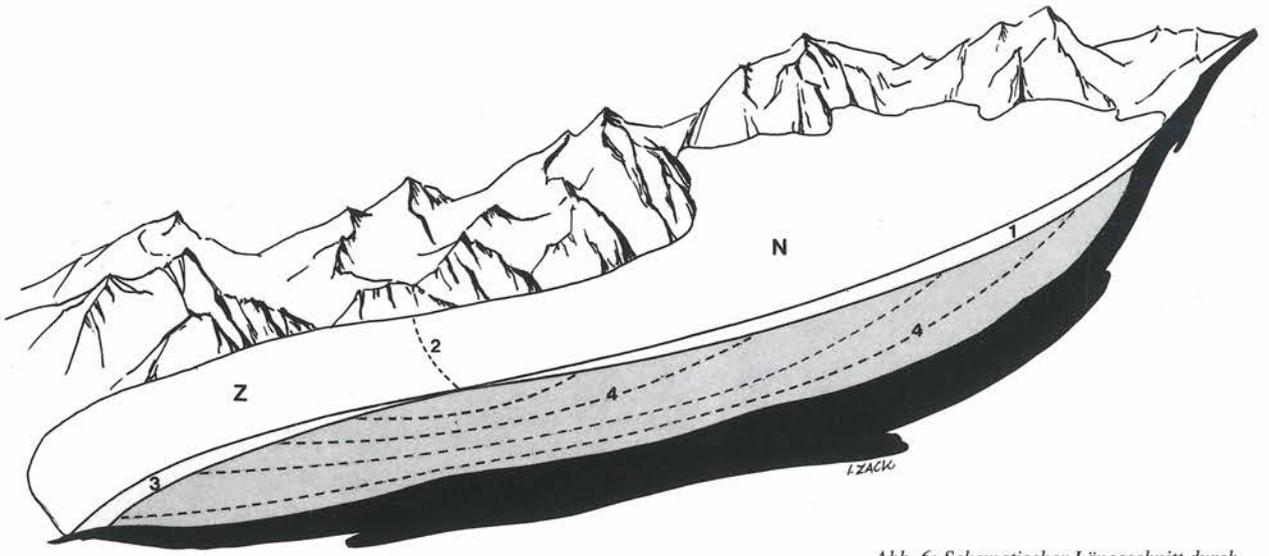


Abb. 6: Schematischer Längsschnitt durch einen Modellgletscher. (Aus: VAN HUSEN, 1987, S. 6.) Aus dem Nährgebiet (N) fließt das aus den jährlichen Schneeablagerungen (1) hervorgegangene Eis talwärts in das Zehrgebiet (Z). Das Nähr- und Zehrgebiet wird durch die Gleichgewichtslinie (2) getrennt, oberhalb findet im Durchschnitt vieler Jahre Massenzuwachs, unterhalb Massenverlust durch die Abschmelzung von Eis (3) statt. Der Eistransport geschieht durch laminares Fließen, d. h. die Stromlinien (4) überkreuzen sich nicht. Es geht ein ständiger Eisnachschub vor sich, der die Abschmelzung auf der Gletscherzunge unterhalb der Gleichgewichtslinie mehr oder weniger kompensieren kann.

gebiet wird jedes Jahr mehr oder weniger Schnee von der Winterperiode am Ende des Sommers liegenbleiben, im Zehrgebiet findet je nach Sommer viel oder wenig Ablation (Abschmelzung), zumeist von Eis, statt. Die Trennlinie zwischen beiden Gebieten wird Gleichgewichtslinie – weil sich Auftrag und Abtrag die Waage halten – oder „Schneegrenze“ genannt. Die im Nährgebiet abgelagerten, im Laufe der Jahre zu Eis umgewandelten Schneeschichten werden mit der Schwerkraft abwärts transportiert. Der Gletscher versucht durch diese Fließbewegung seine Dimension zu erhalten oder sich wegen geänderter Klimaverhältnisse, d. h. geänderter Ernährungsbedingungen, durch eine neue Größe des Gletschers anzupassen. Über einen längeren Zeitraum kann sich nur theoretisch ein Gleichgewichtszustand einstellen, bei dem aus dem Nährgebiet so viel Eis ins Zehrgebiet nachfließt, daß die Zunge „ernährt“ werden kann bzw. so viel Eis durch Nachfließen ersetzt wird, als im Sommer abschmilzt. Meistens reicht der Ernährungszustand des Gletschers mehr oder weniger stark von diesem idealen Gleichgewichtszustand ab. Entweder es herrschen wärmere Klimabedingungen vor, so daß im Nährgebiet im Laufe der Jahre weniger Schnee abgelagert wird; die bestehende Gletscherzunge ist zu groß für diese Klimabedingungen, sie

schmilzt zurück, weil weniger Eis nachfließt. Oder es herrschen im Durchschnitt kältere Klimabedingungen, dabei wird mehr Schnee im Nährgebiet abgelagert; es wird damit auch mehr Eis durch den Gletscher fließen. Wenn mehr Eismasse nachfließt als im Sommer abschmilzt, kann die Stirn vorstoßen.

Es wurde ein wichtiger Zusammenhang aufgezeigt, den man sich bewußt machen muß: Die Gletscher sind in ein bestimmtes Klima eingebettet, von dem ihre „Existenz“ abhängt. Ändert sich das Klima, muß sich der Gletscher an diese geänderten Bedingungen anpassen. Klimaschwankungen verursachen daher Gletscherschwankungen.

Die Fließgeschwindigkeit der Gletscher hängt von verschiedenen Komponenten ab: von der Ernährung, dem Gefälle des Untergrundes und der Eisoberfläche (je steiler um so rascher), vom Querschnitt (je enger um so rascher) aber z. B. auch von der Temperatur oder von der sommerlichen Wasserschicht am Gletscherbett. Die Gletscher in den Hohen Tauern haben eine jährliche Fließgeschwindigkeit von wenigen Metern bis etwa 30 m. Wie Messungen ergeben haben, kommen bei der Pasterze Jahresbewegungen zwischen ca. 15 m (gegen das Gletscherende) und etwa 100 m (unterhalb des Hufeisenbruches) vor. Die eiszeitlichen Gletscher flossen mit Geschwindigkeiten von mehreren 100 m

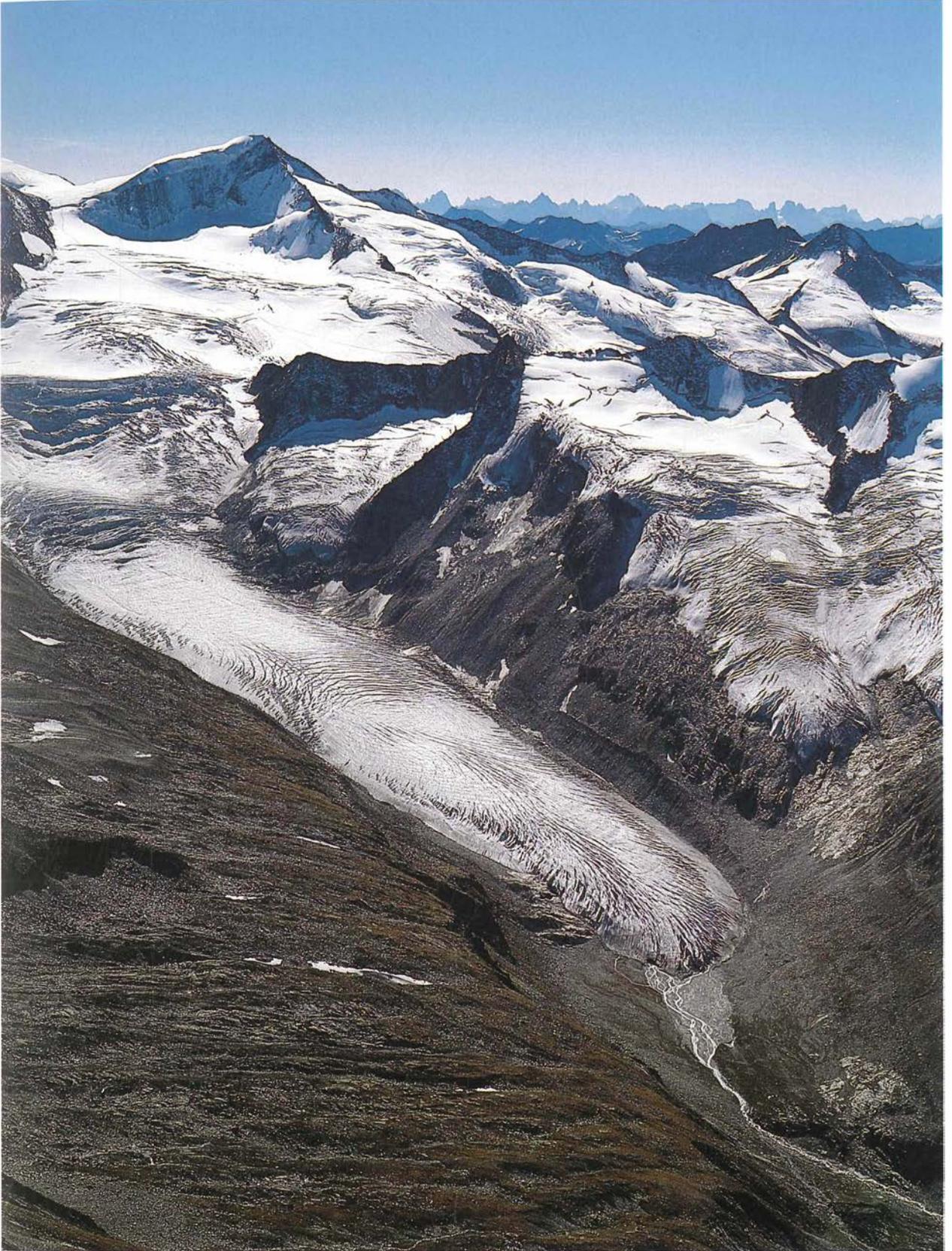


Abb. 7: Das Untersulzbachkees mit rund 6 km Länge ist ein Talgletscher mit modellhafter Gletscherzunge (Großvenediger). Foto: H. Slupetzky

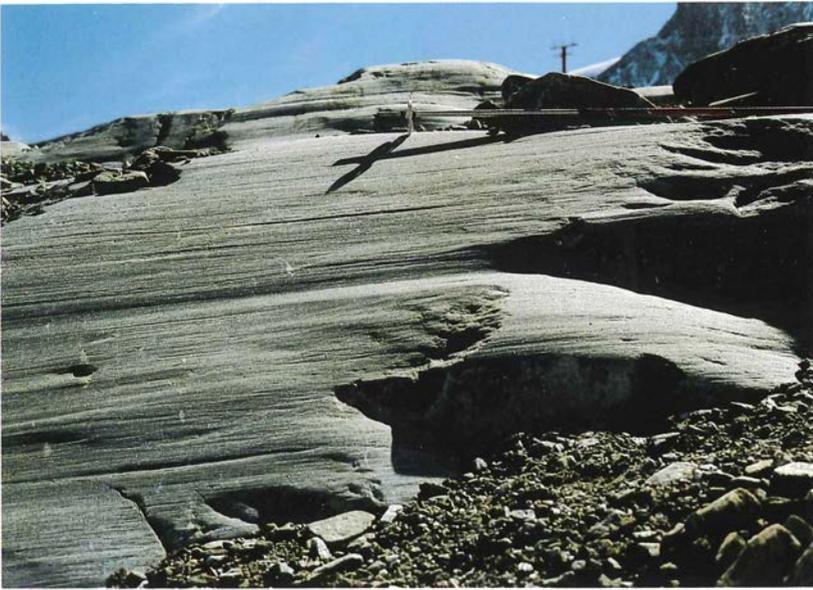


Abb. 8: Gletscherschliff im Gletschervorfeld des Schmiedingerkeeses (Glocknergruppe). Im Eis eingefrorener Sand hat den Fels beim Darüberfließen wie mit Sandpapier abgeschliffen, mitbewegte Felsblöcke haben Rillen hinterlassen, sog. Gletscherschrammen. Der Gletscher floß von rechts nach links und übte großen Druck aus, nur dadurch konnte der Gletscherschliff entstehen. Als typisches Zeichen für die Wirkung der Gletscher bleiben nach dem Rückschmelzen abgeschliffene, spindelförmige Felsbuckel zurück, sog. Rundhöcker. Foto: H. Slupetzky

bis vielleicht 1 km pro Jahr. Im Gletscher herrschen relative Unterschiede im Bewegungsausmaß, die für die Gletschererosion von Bedeutung sind. Da ein ständiger Austausch von Masse aus höheren in tiefere Lagen stattfindet, bearbeitet ein Gletscher beim Talabfließen ständig das Felsbett.

Auf Grund der Gletscherbewegung, die im Bereich des Gletscherbettes der Zunge nach unten und zur Seite gerichtet ist, kann der Gletscher Tiefen- und Seitenerosion leisten. Dieser Prozeß muß nur lange genug vor sich gehen, um als Folge davon ein Trog-Profil im Talquerschnitt zu erzeugen.

Hierbei muß man aber wissen, daß das Eis allein nicht das Gestein abtragen (erodieren) kann. Zuzufolge der dem Eis typischen physikalischen Eigenschaften (plastisch-zähflüssig) paßt sich das Eis beim Überfließen des Geländes den Felsunebenheiten „plastisch“ an, wenn der Druck eine gewisse Größe überschreitet. Trotzdem verursacht der Gletscher beträchtliche Abtragungen. Dies geschieht dadurch, daß im Gletscherbett zwischen der Grundmoräne und dem Eis eine Übergangszone vorhanden ist. Im Eis mitbewegte Felsblöcke und mitbewegter Sand schleifen den Untergrund ab. Es entstehen Gletscherschliffe und Gletscherschrammen (Abb. 8). Aber auch durch Anfrieren des Eises wird Gestein losgerissen. Unter Druck stehendes Schmelzwasser schwemmt das zerkleinerte und zerriebene Gesteinsmaterial

immer wieder weg (ausgeschwemmte Partikel unter 0,2 mm erzeugen die trübe „Gletschermilch“ des Gletscherbaches). Eine Kombination all dieser Vorgänge ergibt die Erosionsleistung des Gletschers. Auch wenn diese glaziale Abtragung an und für sich nicht sehr groß ist, wird durch den langen Zeitraum der Eiszeit manchmal eine beträchtliche Erosionstiefe erreicht.

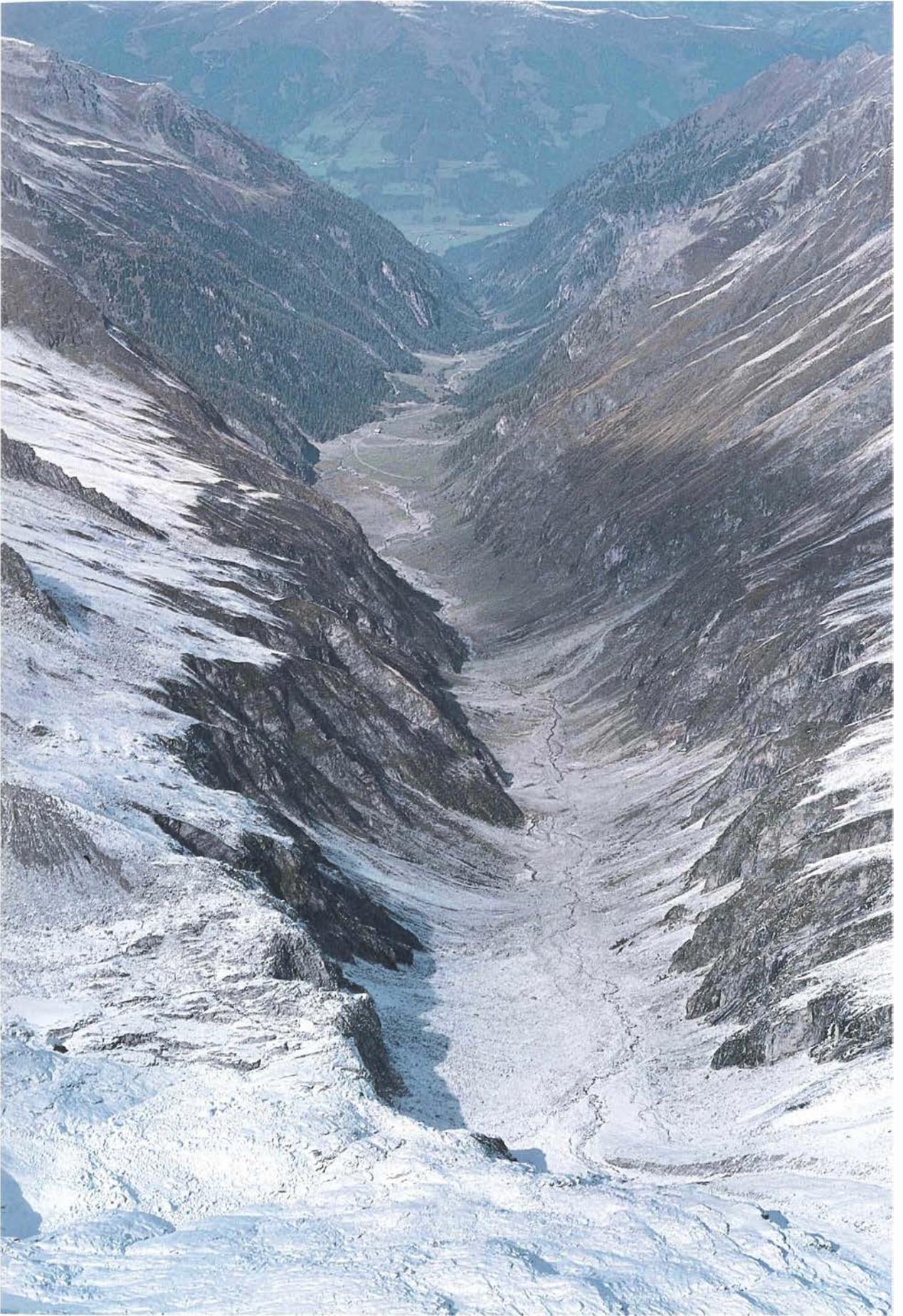
An den oberen Rändern des Nährgebietes im Bereich des eiszeitlichen Bergschlundes, sind besondere Abtragungsprozesse im Gang gewesen, die zur Entstehung der Kar-Rückwände geführt haben, einer Versteilung zwischen Gipfelhang und Karboden. So wie während der Eiszeit gehen diese Prozesse auch bei den heutigen Gletschern vor sich.

4. Der eiszeitliche (glaziale) Formenschatz der Hohen Tauern

Bei der Wirkung der Gletscher unterscheidet man zwei große Formengruppen: Abtragungsformen und Aufschüttungsformen. Aufschüttungsformen findet man in der Regel im Zehrgebiet, d. h., im allgemeinen beim Austritt der Eiszeitgletscher ins Vorland, den glazialen Erosionsformenschatz dagegen in den (ehemaligen) Nährgebieten, wo Abtragung vorgeherrscht hat. Die glazialen Abtragungsformen prägen die Landschaft in den Hohen Tauern, sie sind ein charakteristisches Element des Hochgebirges. Zu den Leitformen zählt

Abb. 9: Das Habachtal ist ein typisches alpines Trogtal. Alle Tauerntäler sind Trogtäler, wobei die vor der eiszeitlichen Vergletscherung vorhanden gewesen Kerb- und Muldentäler während der Eiszeit zu Trogtälern mit U-förmigem Querschnitt umgestaltet wurden. Moränenablagerungen und Schuttkegel haben in der Nacheiszeit den Boden des Trogtales zugeschüttet.

Foto: L. Beckel;
Freigabe BMFLV:
ZL. RAbt. B. 13080/704-1.6/78.



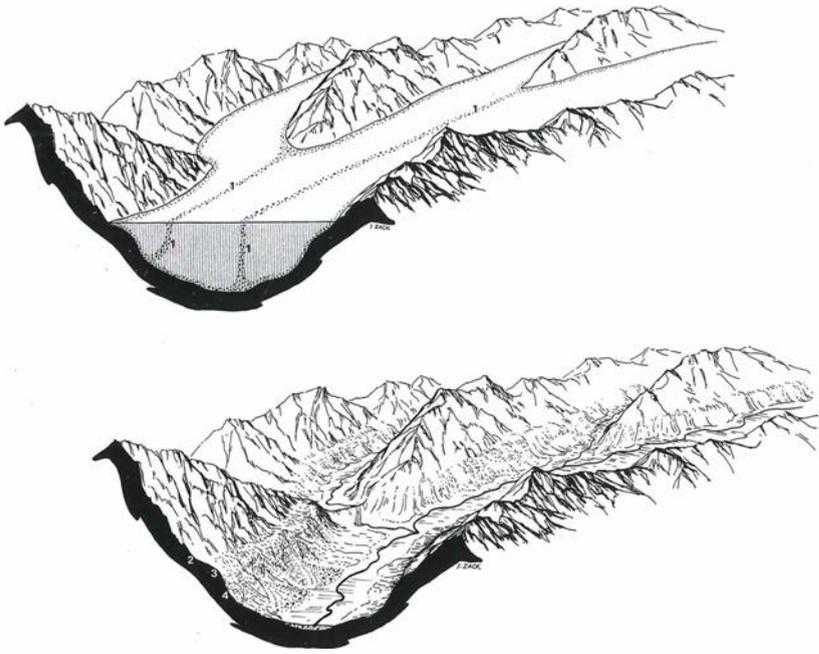


Abb. 10: Überformung eines Tales durch Eisströme. (Aus: VAN HUSEN, 1987, S. 10.) Beim Zusammenströmen von Gletschern bilden sich sog. Mittelmoränen (1). Die Täler sind mit Eismassen gefüllt und werden von den talwärts fließenden Gletschern im Laufe von vielen Jahrtausenden ausgeschürft und abgetragen. Nach dem Abschmelzen des Eisstromnetzes bleibt ein alpiner Trog mit Trogschulter (3) und Trogwand (4) zurück. Die Obergrenze der abschleifenden Wirkung der Gletscher bildet die Schliiffkehle (2). Außerhalb der Eisströme hat der Frost in den Nährgebieten der Gletscher den Fels verwittert und zu scharfkantigen Gipfeln und Graten geführt.

der alpine Trog. Diese Täler entstanden aus voreiszeitlichen Kerb- und Muldentälern und wurden von den Gletschern umgestaltet. Alle Tauertäler sind Trogtäler, wobei besonders das Habachtal modellartig ausgebildet ist (Abb. 9). Die glazialen Tröge haben einen charakteristischen Begleitformenschatz: Die Trogwände sind von Wasserfällen zerschnitten, der Trogboden ist durch nacheiszeitliche Mur- und Steinschlagkegel und Talzuschüttungen verdeckt (Abb. 10, aus VAN HUSEN, 1987). Der Stufenbau mancher nördlicher Tauertäler ist durch die Gletscher nur umgeformt, aber nicht primär geschaffen worden. Sie waren aufgrund bestimmter geologischer Strukturen (z. B. harte Gesteinszonen) und bestimmter morphologischer Prozesse schon vor der Eiszeit vorhanden und wurden von den Eiszeitgletschern umgestaltet und versteilt, z. B. im Kapruner-, Stubach- und Krimmlertal.

Eine weitere glaziale Leitform ist das Kar. Mulden und Quelltrichter (z. B. bei der Pihapper Spitze im Felbertal, Abb. 11) aus der Vor-Eiszeit sind zu Sammelbecken des Schnees bzw. Eises im Nährgebiet geworden und wurden durch die Glazialerosion und durch die Frostverwitterung zu Hohlformen, eben

die Kare, umgeformt. Zur typischen Formengemeinschaft gehören der Karboden, der Karsee, die Karschwelle, die Karrückwand und darüber die Steinschlag- bzw. Lawinenrinnen. Berg Rücken und Gipfel, die aus dem Eis herausragten, wurden durch die Frostverwitterung und die Rückverlegung der Karwände und Gipfelhänge zu scharfen Graten umgewandelt, wobei die Verschneidung mehrerer Kare zu Karlingen geführt hat (z. B. der Großglockner). Sie tragen zumeist auch Namen mit „Horn“, wie z. B. das Wiesbachhorn. Die abtragende und abschleifende Wirkung des fließenden Eises zusammen mit dem mitgeführten Moränenmaterial ließ Rundhöcker entstehen (Abb. 8). Sie sind vor allem in den Karböden und auf den Trogschultern zu finden.

Beim Gletscherformenschatz müssen auch die Gletschertöpfe genannt werden. Im Bereich der Hohen Tauern gibt es etliche Beispiele, wie im Krimmler-, Obersulzbach-, Habach- und besonders im Stubachtal. Ihre Entstehung verdanken sie weniger einem Wasserfall von der Oberfläche des Gletschers bis zum Untergrund, als vielmehr dem im Gletscher und an der Basis zwischen Eis und Fels unter großem hydrostatischen Druck stehenden Wasser, das durch Spalten,

Röhren und Gänge von der Oberfläche in die Tiefe gelangt ist. Dieses Wasser kann wegen der großen Fließgeschwindigkeit Moränenblöcke und Sand mitbewegen, und bei rotierender Bewegung Rinnen und Töpfe im Fels ausmahlen. Hier sind zwei Begriffe zu unterscheiden: Gletschermühlen sind Rinnen und Röhren an der Eisoberfläche, durch die das Schmelzwasser die erste Strecke zurücklegt, Gletschertöpfe sind eine zylindrische Hohlform im Gestein – als Ergebnis der Erosionsprozesse des Wassers unter dem Gletscher.

5. Die spät- und postglazialen morphologischen Prozesse

Der hocheiszeitliche Formenschatz hat in der Spät- und Nacheiszeit eine nachhaltige Umgestaltung erfahren. Nach dem etappenweisen Eisfreiwerden der Alpentäler und dem Auftauen des Dauerfrostes – während der Kältephasen war ja der Boden, der Fels ganzjährig bis in große Tiefe gefroren – wurden bisher festgehaltene Schuttmassen umgelagert. Von den Hängen wurde das Lockermaterial abgeschwemmt, mächtige Moränendecken wurden von den Bächen und Flüssen weitertransportiert, Seitenbäche schütteten Schwemmkegel auf, aus

Gräben wurden Murkegel abgelagert. Auch Bergstürze ereigneten sich. Die von den Gletschern ausgeräumten Haupttäler, wie z. B. das Salzachtal, wurden aufgefüllt. Vielfach waren zu-erst zahlreiche Seen vorhanden, die nach und nach verlandeten.

Diese in der Hauptsache fluviatilen, d. h. vom Wasser verursachten Prozesse waren zu Ende, als sich eine geschlossene Vegetationsdecke gebildet hatte. An der Wende Spät-Postglazial bestand schon ein geschlossenes Waldkleid, das die Umlagerung von Lockermaterial weitgehend unterband (erst die menschlichen Eingriffe haben wieder Abtragungsprozesse aktiviert).

6. Jüngere Gletscherschwankungen

Wir haben festgestellt, daß es in der Nacheiszeit (seit 10.200 vor heute) mindestens 8 Vorstoßperioden der nacheiszeitlichen Gletscher gab (Abb. 4).

Wie haben sich die Tauerngletscher in den letzten Jahrhunderten verhalten?

- 09.–11. Jh. Mittelalterliches Klimamaximum
- 12.–13. Jh. Vorstoß der Gletscher, vielfach so groß wie in der Mitte des vorigen Jahrhunderts („neuzeitliche Größe“).
- 14.–16. Jh. Nur kurze Rückzugsperiode, durch Vorstoßphasen immer wieder unterbrochen.
- 2. H. d. 16. Jh. Klimaverschlechterung, erster Höhepunkt zu Beginn des 17. Jh., Gletscher reagieren mit kräftigem Vorstoß.
- 17.–18. Jh. Mehrfach hohe Gletscherstände.
- 19. Jh. Letzter kräftiger Vorstoß mit Höhepunkt um die Mitte des Jahrhunderts.

Die Vorstoßperiode vom 17. bis zum 19. Jh. wird mit „Neuzeitliche Gletscherschwankungen“ bezeichnet. Der letzte allgemeine Vorstoß ereignete sich zwischen 1810 und 1850. Fast alle Glet-

scher der Hohen Tauern haben zwischen 1850 und 1855 die größte Ausdehnung dieser Vorstoßperiode erreicht.

Bald nach 1860 schmolzen alle Gletscher wieder stark zurück, zwischen ca. 1875 und 1880 verlangsamte sich der Rückzug, nur sehr vereinzelt stießen Gletscher vor (z. B. Stubacher Sonnblückees um 1880). Zur Jahrhundertwende gab es erneut eine etwas stärkere Vorstoßphase, ca. 50 % der Ostalpengletscher wuchsen. Um 1915 begann ein kräftiger Vorstoß, der Höhepunkt war in den 20er Jahren. Fast alle Tauerngletscher haben den sog. 1920er-Moränenwall aufgeschoben.

Seit Ende der 20er Jahre kam es zu einem allgemeinen, jahrzehntelangen Rückzug der Gletscher, mit einem Maximum in den 40er Jahren.

Das vom Gletscher freigegebene Gelände zwischen der 1850er-Moräne und dem heutigen Gletscherende wird als Gletschervorfeld bezeichnet. Es ist charakterisiert durch junge morphologische Vorgänge und Einwandern der Vegetation.

Die Alpen und damit auch die Tauerngletscher befinden sich also seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts in einer Rückschmelzphase, die nur durch wenige Stillstände bzw. Vorstöße unterbrochen wurde. Hohe Stirn- und Ufermoränenwälle und die großen, eisfrei gewordenen Gletschervorfelder zeugen von dem ehemaligen Hochstand der Gletscher. Drastisch ist dies am Beispiel der Pasterze zu sehen: Sie ist seit 1850 um 2 km kürzer geworden und hat 1,2 Milliarden m³ an Masse verloren. Die Fläche reduzierte sich um rund ein Drittel.

Der allgemeine starke Rückzug ist auf eine Erwärmung des Klimas, die sich in einer Zunahme der mittleren Sommer-temperatur um rund 1 Grad widerspiegelt, seit Mitte des vorigen Jahrhunderts zurückzuführen.

7. Das Verhalten der Tauerngletscher in jüngster Zeit

Durch Fotovergleiche, Längenmessungen der Gletscher im Rahmen des Alpenvereins-Meßprogrammes und verschiedene gletscherkundliche Forschungen sind wir über die Schwankungen der Gletscher in unserem Jahrhundert gut unterrichtet. Mit Massen-

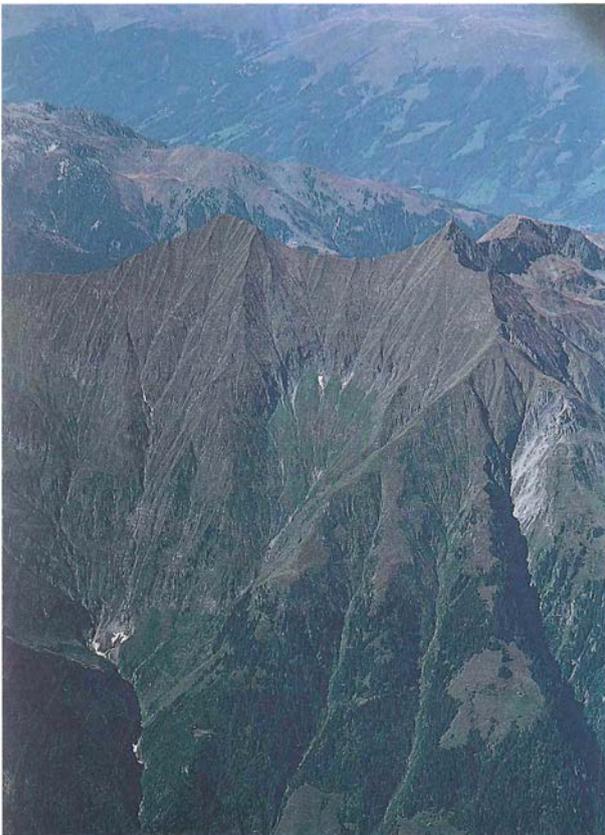


Abb. 11: Quelltrichterkar (beim Pihapper, Felbertal). In dem Quelltrichter befand sich während jeder Eiszeit ein kleiner Gletscher. Durch glaziale Abtragungsvorgänge und die Frostverwitterung wurde der Quelltrichter zu einem Kar umgeformt. Mit steilen Felswänden ist das Kar in den Hang eingesenkt. Foto: H. Slupetzky

haushaltsuntersuchungen, wie z. B. am Stubacher Sonnblickkees wurde überdies in den letzten Jahrzehnten die gesamte Wirkungskette: Klimaschwankungen – Massenbilanz des Gletschers – Reaktion durch Änderung der Fließbewegung – Aufschieben einer Moräne erfaßt.

Der allgemeine Rückzug der Alpengletscher war um 1920 unterbrochen worden, damals begannen die Gletscher wieder vorzustößen. In den Jahren 1915 bis 1920 waren ca. 70 % der erfaßten Gletscher im Vorstoß und hatten dabei eine Moräne aufgeschoben. Dem Vorstoß war eine kühle Klimaphase seit Beginn des Jahrhunderts bis Ende der 10er Jahre vorausgegangen. Mit Beginn der 20er Jahre setzte eine Erwärmung des Klimas ein, die rund 4 Jahrzehnte dauerte und die ihren Höhepunkt in den 40er Jahren erreichte: es war dies bis dahin das wärmste Jahrzehnt seit 1850. Besonders extrem warm war der Sommer 1947 mit einer Abweichung der Temperatur vom langjährigen Mittel um über 2 Grad. Als Folge davon schmolzen die Alpengletscher stark zurück.

In den 50er Jahren zeichnete sich erstmals wieder eine Umkehr ab. Von 1950 bis 1980 sanken die Sommertemperaturen im Gebirge im Mittel um 1 Grad ab. Mit dem Jahr 1965 setzte die jüngste

Vorstoßphase der Gletscher ein. Sie erreichte 1980 ihren Höhepunkt. Diese Vorstoßphase hat bei vielen Gletschern eine junge Vorstoßmoräne hinterlassen. Bei den Gletscherforschungen am Stubacher Sonnblickkees wurde dieser Vorstoß durch detaillierte Messungen erfaßt. Das Sonnblickkees hatte aufgrund der kühlen Klimaphase von 1964 bis 1981 rund 10 Mio. m³ an Masse zugenommen. Die Eisdicke nahm zunächst im Nährgebiet zu. Diese zusätzliche Eismasse begann rascher abzufließen, die Fließgeschwindigkeit verdoppelte bis vervierfachte sich. Die Gletscherzunge wurde dicker – bis zu 14 m innerhalb von 10 Jahren –, es wurde mehr Eis nachgeschoben als abschmolz: die Gletscherstirn rückte vor. War der Gletscher von 1960 bis 1973 noch rund 21 m zurückgeschmolzen, so stieß er von 1973 bis Juli 1982 um 25 m vor.

Kleinere, höher gelegene Gletscher haben auf die gletschergünstigen Klimaverhältnisse rascher mit einem Vorstoß reagiert. Bei größeren Gletschern und Talgletschern dauerte die Reaktionszeit länger, sie antworteten erst nach mehreren Jahren oder erst nach ein, zwei Jahrzehnten und mehr mit einem Vorstoß. So hatte die Pasterze (mit 9,2 km Länge) zwar wegen des Massenzuwachses mit einer Verdoppelung der

Fließgeschwindigkeit im oberen und mittleren Teil der Zunge reagiert, die Massenwelle erreichte jedoch nicht das Zungenende. Für die große Pasterze war die Klimaabkühlung zu kurz, sie schmilzt weiterhin zurück.

Die jüngste Vorstoßphase der Gletscher in den Alpen, und damit auch der in den Tauern, ist wieder vorbei. Ganz im Gegenteil, in den 80er Jahren verringerte sich die Anzahl der vorstoßenden Gletscher mehr und mehr. 1991/92 waren 98 % der österreichischen Gletscher im Rückzug, nur mehr 1 % stießen vor; solche Werte wurden seit 30 Jahren nicht mehr beobachtet (PATZELT, 1993). Die Gletscherzungen verflachen beim Abschmelzen mehr und mehr und zeigen oft Zerfallserscheinungen (Abb. 12).

Der Massenzuwachs des Stubacher Sonnblickkeeses von 10 Mio. m³ im Zeitraum von 17 Jahren wurde von 1982 bis 1993 mehr als abgebaut, der Gletscher verlor 12,7 Mio. m³ innerhalb von 11 Jahren; dies entspricht einem Dickenverlust von fast 8 m über den ganzen, 1,6 km² großen Gletscher. Seit dem letzten Maximalstand von 1850 hatte das Sonnblickkees noch nie eine so geringe Masse. Von 1982 bis 1993 wurde der Gletscher um 30 m kürzer. Der starke Massenverlust betrifft mehr oder weniger alle Tauerngletscher.

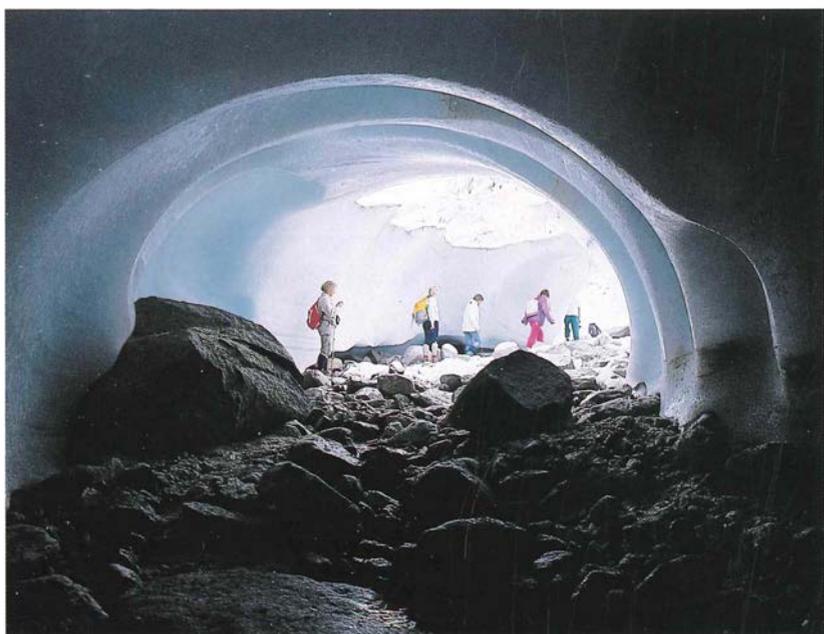


Abb. 12: Gletscherhöhle im Stubacher Sonnblickkees (Granatspitzgruppe). Foto: H. Slupetzky

In den Nährgebieten der Gletscher sind die Firnschichten von vielen Jahrzehnten abgeschmolzen, besonders in den Hohen Tauern waren die Gletscher nie mehr so stark ausgeapert wie seit 1947. Die Abschmelzung in den Nährgebieten der Alpengletscher hat ein Ausmaß erreicht, wie es in der Postglazialzeit nur selten der Fall war. Ein Hinweis dafür ist der kulturhistorisch einmalige Fund des „Mannes vom Tisenjoch“ („Ötzi“) in den Ötztaler Alpen, der vor rund 5.300 Jahren gelebt hat (HÖPFEL et al., 1992). Durch das starke Rückschmelzen der Gletscherzungen wird in den Gletschervorfeldern Gelände frei, das in der Nacheiszeit immer wieder eisbedeckt war. Zum Beispiel wurden an der Pasterzenzunge Bäume gefunden, die vor rund 9.000 bzw. 10.000 Kalenderjahren dort wuchsen, wo sich heute noch die Paster-

zenzunge befindet (SLUPETZKY, 1990). Infolge der Klimaerwärmung seit Mitte des vorigen Jahrhunderts ist bei den Gletschern ein starker Schwund zu beobachten. In der Nacheiszeit hat es, wie man heute weiß, mehrmals natürliche Gletschervorstöße und -rückzüge als Folge von kühlen bzw. warmen Klimaphasen gegeben (Abb. 4). Es verdichten sich mehr und mehr die Hinweise, daß die jüngste Klimaerwärmung nicht mehr „natürlich“ ist, sondern durch anthropogene Einflüsse überlagert wird (die 80er Jahre gehören zu den wärmsten bisher beobachteten).

Durch den Treibhauseffekt könnte die zukünftige Klimaerwärmung ein Mehrfaches an Temperaturerhöhung bringen als in den bisherigen nacheiszeitlichen Warmphasen. Der Rückzug der Gletscher, auch in den Hohen Tauern, wäre

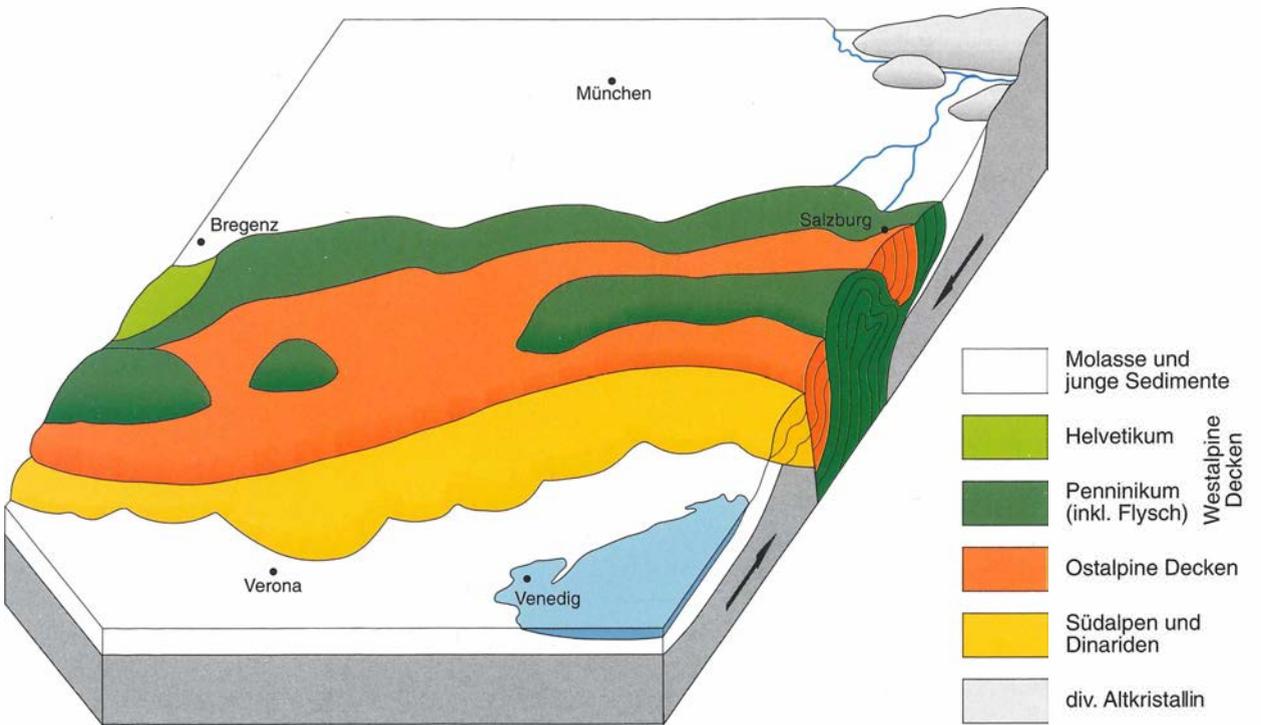
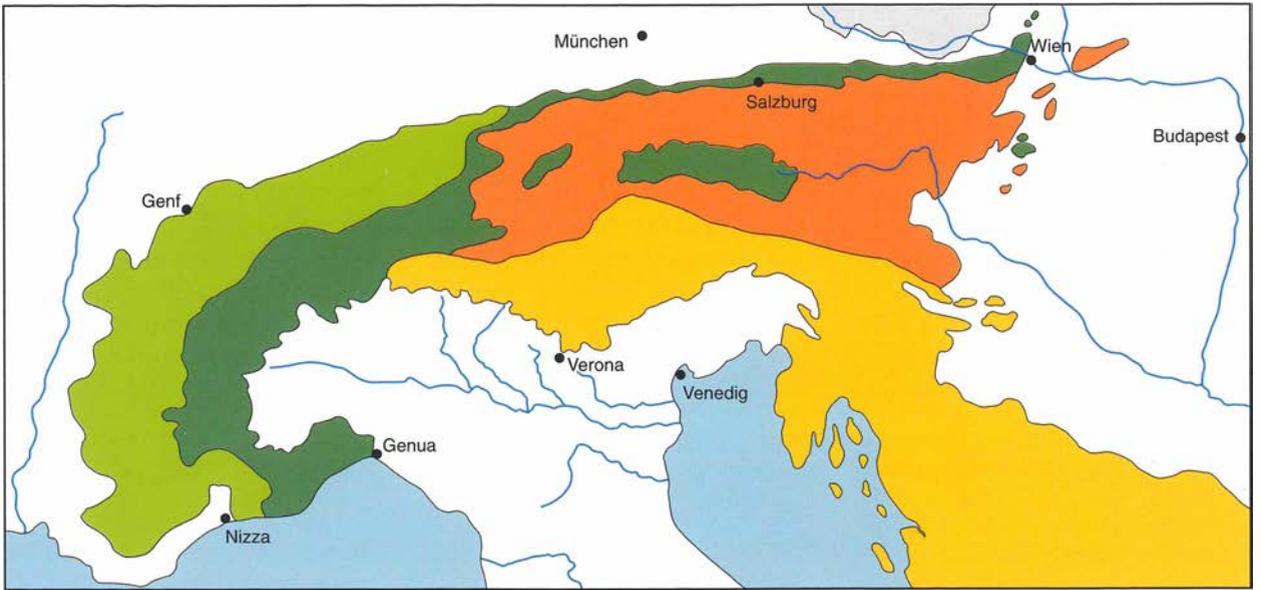
dann so stark, daß nur mehr die höchsten Gipfelregionen vergletschert wären.

Die eiszeitlichen Gletscher haben die Hohen Tauern in der Vergangenheit nachhaltig überprägt, der Schnee und die Gletscher sind auch heute ein nicht wegzudenkendes Wahrzeichen des Hochgebirges und damit auch der Hohen Tauern. Im Bereich des Nationalparks bietet sich die gute Gelegenheit, dem Besucher das Werden des glazialen Formenschatzes näherzubringen und mit Hilfe der Ergebnisse der Gletscherforschungen das Verständnis für die im Hochgebirge ablaufenden natürlichen Prozesse zu vertiefen.

*Adresse des Autors:
Univ.-Prof. Dr. Heinz Slupetzky,
Institut für Geographie, Universität Salzburg,
Hellbrunnerstraße 34, A-5020 Salzburg*

Weiterführende (und teilweise verwendete) Literatur:

- BÜDEL, J. u. U. GLASER (Schriftl.): Neue Forschungen im Umkreis der Glocknergruppe (1969). – Wiss. Alpenvereinshefte (München) Nr. 21, 321 S.
- DONGUS, H. (1984): Grundformen des Reliefs der Alpen. – Geograph. Rundschau 8, 388–394.
- HÖPFEL, F., W. PLATZER u. K. SPINDLER (Hrsg.) (1992): Der Mann im Eis. Bd. 1. Veröff. Univ. Innsbruck 187, 464 S.
- KASSER, P. u. W. HAEBERLI (Red.) (1979): Die Schweiz und ihre Gletscher. Von der Eiszeit bis zur Gegenwart. – Bern/Zürich: Kümmerli und Frey Geograph. Verlag 191 S.
- MÜLLER, G. u. H. SUIDA (Hrsg.) (1983): Salzburger Generalinformation (2. Auflage), Salzburg: Residenzverlag
- PATZELT, G. (1973): Die neuzeitlichen Gletscherschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). – Zeitschr. Gletscherkunde u. Glazialgeologie IX/1, 5–57.
- PATZELT, G. (1973): Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). – Zeitschr. Geomorphologie, N. F., 16, 25–72.
- PATZELT, G. (1975): Spät- und postglaziale Landschaftsentwicklung. – Tirol, ein geographischer Exkursionsführer, Route 15: Unterinntal – Zillertal – Pinzgau – Kitzbühel. – Innsbrucker Geograph. Studien, Bd. 2, 309–329.
- PATZELT, G. (1980): Neue Ergebnisse der Spät- und Postglazialforschung in Tirol. – Jahresber. Österr. Geogr. Ges., Zweigver. Innsbruck, 11–18.
- PATZELT, G. (1984): Gletschermeßbericht. – Mitteil. Österr. Alpenverein 39 (109)/2, 39–44
- PATZELT, G. (1985): The period of glacier advances in the Alps, 1965 to 1980. – Zeitschr. Gletscherkunde u. Glazialgeologie 21, 403–407.
- PATZELT, G. (1993): Gletscherbericht 1991/92. Mitt. OeAV. Jg. 48 (118), H. 2/93, 16–20.
- SEEFELDNER, E. (1961): Salzburg und seine Landschaften. Das Bergland Buch. – Salzburg/Stuttgart, 573 S.
- SLUPETZKY, H. (1986): Zeugen der Eiszeit und Nacheiszeit und die heutigen Gletscher in den Hohen Tauern. Ausbildungsunterlagen für Nationalpark-Wanderführer. Nationalparkverwaltung Salzburg. 93–112.
- SLUPETZKY, H. (1990): Holzfunde aus dem Vorfeld der Pasterze. Erste Ergebnisse von 14 C-Datierungen. Zeitschr. Gletscherkunde u. Glazialgeologie 26/2, 179–187.
- VAN HUSEN, D. (1987): Die Ostalpen in den Eiszeiten. – Populärwiss. Veröff. Geol. B.-A. Wien., 24 S., 1 Karte.
- WEINHARD, R. (1973): Rekonstruktion des Eisstromnetzes der Ostalpen-nordseite zur Zeit des Würmmaximums mit einer Berechnung seiner Flächen und Volumina. – Sammlung Quartärmorpholog. Studien I. Heidelberger Geogr. Arbeiten 38, 158–178.



Geologischer Werdegang der Hohen Tauern vom Ozean zum Hochgebirge

Die Erforschung der Hohen Tauern in ihrem geologischen Sinn, nämlich zwischen Brenner und Katschberg und damit auch eines Gebietes, das als Nationalpark in den Bundesländern Salzburg, Kärnten und Tirol eingerichtet wurde, reicht bis weit in das letzte Jahrhundert hinein. Insbesondere wegen der Goldvorkommen setzten sich schon sehr bald einige Arbeiten mit der Geologie und der Mineralogie der Goldgänge und ihrer umgebenden Gesteine auseinander. In den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts begann dann ein rasch anwachsender Aufschwung in der geologischen Bearbeitung der Hohen Tauern, nachdem 1903 von TERMIER im Rahmen des Internationalen Geologenkongresses die Tauern als geologisches Fenster (siehe S. 30) erkannt wurden. Seit diesem Zeitpunkt läßt sich eine durchgehende Kette wissenschaftlicher Arbeiten über Geologie, Petrologie, Mineralogie und Vererzung in den Hohen Tauern bis in die Gegenwart verfolgen. Leider sind viele dieser Publikationen in der Öffentlichkeit kaum bekannt. Das Wissen um die geologische Bedeutung des Tauernfensters für die Deckentektonik im allgemeinen und den geologischen Bau der Ostalpen im speziellen ist wenigen Fachleuten vorbehalten und kaum im Bewußtsein weiter Bevölkerungskreise verankert. Die Schaffung des Nationalparks Hohe Tauern und damit verbundene Ausstellungen sind gute Anlässe, nicht nur die landschaftli-

chen Schönheiten der Tauern, sondern auch ihre geologischen, petrologischen und mineralogischen Besonderheiten zu vermitteln.

Die geologische Grundstruktur der Alpen

Im Zuge der jahrzehntelangen geologischen Erforschung der Alpen ist bereits in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts (z. B. TERMIER 1903, E. SUESS 1909, KOBER 1923) ein geologisches Modell zur Beschreibung des Alpenbaues entwickelt worden. Trotz mehrfacher Abänderungen – vor allem nach dem Durchbruch der Theorie der Plattentektonik (siehe Begriffserklärung 1.1), deren Vorläufer in den Alpen entstanden sind (AMPFERER 1942, F. E. SUESS 1949, CLAR 1953, 1965) – ist dieses Grundschema im wesentlichen erhalten geblieben. Dementsprechend lassen sich die gesamten Alpen in vier große geologisch-tektonische Zonen untergliedern. Diese sind das Helvetikum, das Penninikum, das Ostalpin und schließlich das Südalpin. Während die ersten drei Einheiten generell eine Bewegung der entsprechenden Krustenabschnitte nach Norden und Nordwesten zeigen, ist für die Südalpen ein grundsätzlich anderer Baustil, nämlich eine Bewegung nach Süden, charakteristisch. Eine tiefgreifende Störungslinie, die sogenannte alpin-dinarische Naht, trennt im geologischen Sinne die Südalpen von den drei Einheiten der Nordalpen. Im folgenden werden wir uns auf die nordbewegten Einheiten beschränken.

Wie die Abbildung 1 zeigt, sind die Einheiten recht ungleichmäßig über den gesamten Alpenkörper verteilt. Das Helvetikum hat, wie sein Name schon sagt, sein Hauptverbreitungsgebiet in der Schweiz und im westlichen Anteil der

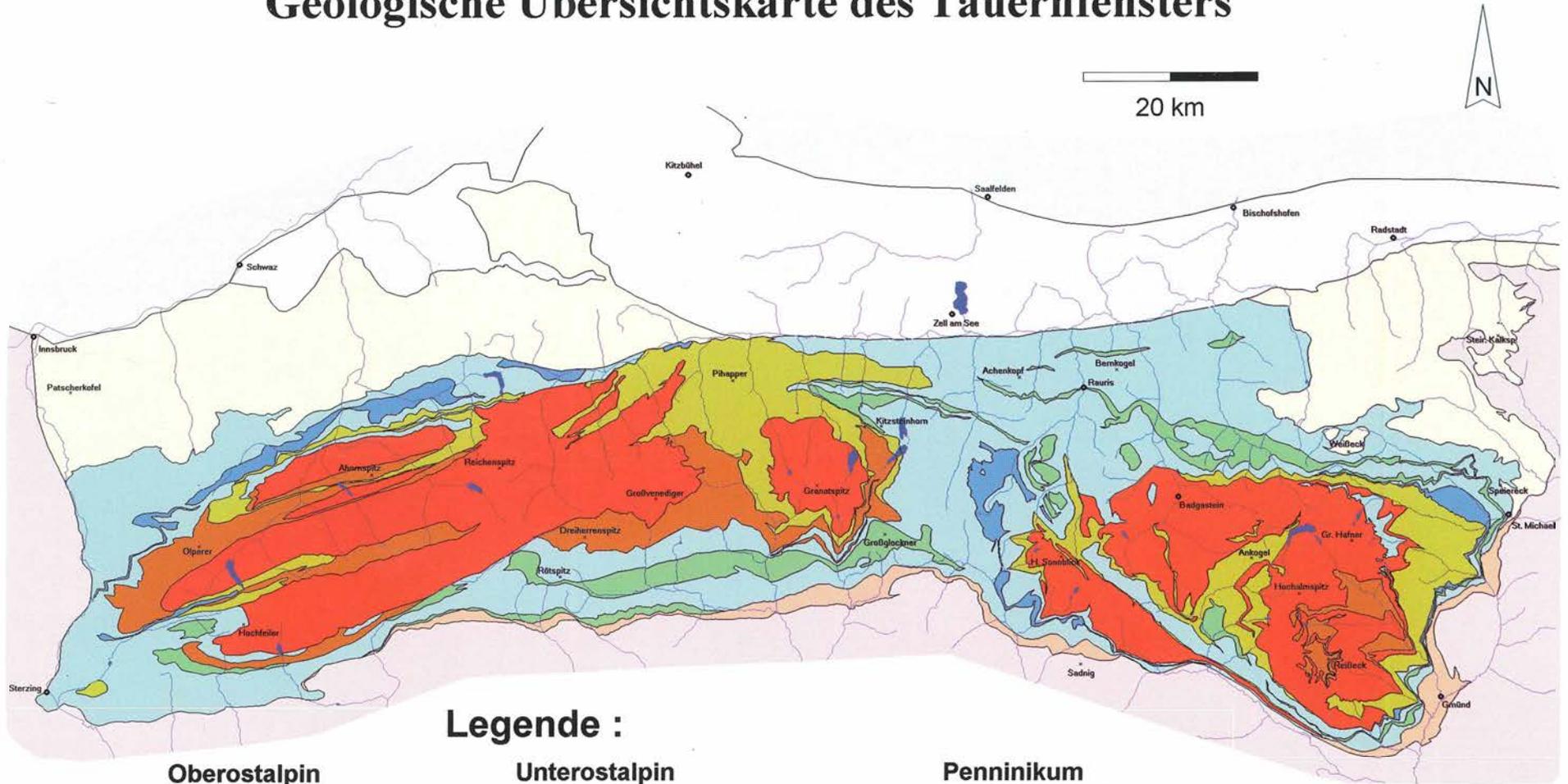
französischen Alpen. Es ist maßgeblich an der Formung des Alpenbogens zwischen Genua und Genf beteiligt. Im Bereich der Ostalpen findet sich das Helvetikum nur in wenigen geringmächtigen Schuppen und Lagen. Es ist dort ganz intensiv mit der Flyschzone verschuppt und verfault. Beide Einheiten gemeinsam bilden eine schmale Zone am Nordrand der Alpen zwischen Rhein und Donau (Rhenodanubischer Flysch). Das Penninikum ist ebenfalls in den Schweizer Zentralalpen und den französisch-italienischen Westalpen am weitesten verbreitet. Es tritt aber auch innerhalb der Ostalpen in nur relativ eng begrenzten Zonen auf, die allseitig von den ostalpinen Einheiten überlagert werden. Derartige Strukturen, bei denen die Gesteine der strukturell tieferen Einheit allseitig von denen der höheren Einheit umgeben werden und unter diese untertauchen, werden „Geologische Fenster“ genannt. Das Penninikum findet sich also in den Ostalpen nur in Form geologischer Fenster. Das dritte und höchste Stockwerk schließlich, das Ostalpin, hat sein Verbreitungsgebiet – auch hier ist es wieder ausschlaggebend für den Namen – im wesentlichen in den Ostalpen und findet sich im Westalpenbereich nur in schmalen Zonen und Ausläufern.

Das charakteristische Strukturmerkmal der Alpen ist der geologische Deckenbau. Dies bedeutet, daß weitläufige Abschnitte der Erdkruste von vielen Kilometern Breite und Länge, aber nur wenigen Kilometern Dicke, im Verhältnis Breite bzw. Länge zur Dicke also einer Decke vergleichbar, mechanisch übereinander gestapelt wurden. Dies gilt sowohl großräumig für die drei Großeinheiten (STAUB 1924, KOBER 1938, TOLLMANN 1963) Helvetikum, Penninikum, Ostalpin, die als riesige Decken über-

Abb. 1 (links, S. 28): Geologische Übersichtskarte über die Alpen. Dargestellt sind nur die wichtigsten Großeinheiten: das Helvetikum, das Penninikum inkl. der Flyschzone, das Ostalpin und die Südalpen einschließlich der Dinariden.

Geologische Übersichtskarte des Tauernfensters

30



Legende :

Oberostalpin	
	Nördliche Kalkalpen
	Grauwackenzone
	Altkristallin

Unterostalpin	
	Radstädter Tauern (Osten) Quarzphyllitzone (Westen)
	Matreier Zone Katschbergzone

Penninikum	
	Bündnerschiefer
	Grüngesteine
	Triaskarbonatgesteine

Paläozoikum	
	Zentralgneise
	Habachformation
	Altkristallin

Abb 2: Geologische Übersichtskarte des Tauernfensters und seines Rahmens.

einander liegen, als auch für den Innenaufbau dieser Einheiten selbst, die in zahlreiche kleinere oder größere Deckenkörper zerfallen. Aus dem Konzept des Deckenbaues der Alpen ergibt sich, daß sich die Gesteine nicht dort gebildet haben können, wo sie heute liegen (z. B. die nördlichen Kalkalpen), sondern in Bereichen, die von ihrer jetzigen Position viele Kilometer entfernt liegen können. Die Rekonstruktion der ursprünglichen Ablagerungsräume und des Weges, den die dort gebildeten Gesteine während der Gebirgsbildung genommen haben, um in die heutige Position zu gelangen, ist eine wesentliche Aufgabe der alpinen Geologie.

Auch wenn die Form und die Breite der einzelnen Ablagerungsräume, aus denen die späteren Baueinheiten hervorgehen sollten, zum Teil sehr kontroversiell diskutiert werden, so besteht doch einhellige Ansicht darüber, daß innerhalb der Ostalpen die Gesteine des Helvetikums relativ im Norden, die des Penninikums südlich anschließend und die Einheiten des Ostalpins bzw. Südalpins ganz im Süden des ursprünglichen Ablagerungsraumes beheimatet waren (vgl. TOLLMANN 1963), von wo aus sie nach Norden bewegt wurden.

Im Sinne der Plattentektonik (siehe Begriffserklärung 1.1 bis 1.5) liegt der Ablagerungsraum der Alpen zwischen zwei großen Platten – der europäischen im Norden bzw. im Westen und der afrikanischen Platte im Süden bzw. im Osten. Dazwischen erstreckt sich vom Atlantik ausgehend ein schmaler – der penninische – Ozean. Die Schließung dieses Ozeanbeckens im Zuge der Subduktion führt zum Verschwinden des Ozeans zur Kollision des europäischen Kontinents mit dem afrikanischen Kontinent. Der Kollisionsprozeß wiederum führt zur Abspaltung relativ dünner Krustensedimente und zur Stapelung der Krustenabschnitte in Form von Decken. Der Deckenbau verdickt die kontinentale Kruste ganz beträchtlich, so daß zwischen ihr und der schwereren Umgebung (oberer Erdmantel) ein Ungleichgewicht entsteht wie beim Eintauchen eines relativ leichten Eisberges in das geringfügig schwerere Wasser. Als Folge dieses Ungleichgewichtes beginnt die verdickte Kruste – dem Eisberg ähnlich – langsam aufzutauchen und das

Hochgebirge zu formen, das wir heute in den Alpen vor uns sehen.

Das Tauernfenster

Bei der Kollision des europäischen und des afrikanischen Kontinents (Gondwana) wurden die dazwischen liegenden, zum Teil kontinentalen, zum Teil ozeanischen Krustensegmente als ganze, selbständige Deckeneinheiten übereinander geschoben (vgl. letztes Kapitel). Die Bewegung des Gesamtorgans verläuft in zwei Richtungen: der Großteil der Einheiten wurde nach Norden bzw. nach Nordwesten überschoben, zunächst das Helvetikum auf das Vorland des europäischen Kontinents (Fortsetzung der Böhmisches Masse), darüber das Penninikum und schließlich als höchste Einheit, in sich wieder kompliziert gegliedert, das Ostalpin. Die ursprünglich südlichst gelegene Baueinheit, das Südalpin wurde südwärts bewegt. Im Bereich der Ostalpen bedeckt das Ostalpin die meisten Teile der tieferen Einheiten und läßt diese nur an wenigen Stellen an die Oberfläche kommen. So finden wir z. B. das Penninikum in Form einiger geologischer Fenster, die in der Zentralzone der Alpen entlang einer Ost-West-Achse auftauchen. Vom Westen ausgehend ist dies das Unterengadiner Fenster, das Tauernfenster und schließlich eine Gruppe von vier kleinen Fenstern am Alpenostrand, die als Rechnitzer Fenstergruppe bezeichnet werden. In diesen tektonischen Fenstern taucht der Gesteinsinhalt der penninischen Zone auf und dient so als entscheidender Hinweis auf die Deckennatur des alpinen Gebirges.

Das Tauernfenster (Abb. 2) ist das größte tektonische Vorkommen des Penninikums in den Ostalpen. Es erstreckt sich vom Brenner bis zum Katschberg über eine Länge von etwa 120 km, bei einer Breite zwischen 40 und 60 km. Unmittelbar umrahmt wird das Tauernfenster im Süden und Osten von einer schmalen Zone, der Matreier bzw. der Katschberg Zone. Im Nordosten schieben sich die Radstädter Tauern zwischen das Penninikum und das ostalpine Altkristallin, und schließlich trennt im Nordwesten die Quarzphyllitzone die Tauern von der Grau-

wackenzone. Alle diese Zonen werden dem Unterostalpin als Rahmen des Tauernfensters zugerechnet. Während der alpidischen Gebirgsbildung wurde die penninische Zone und damit auch der Gesteinsinhalt des heutigen Tauernfensters in tiefe Krustenteile versenkt und die Gesteine dabei unter hohen Drucken und Temperaturen umgewandelt. Dieser Prozeß wird als Metamorphose bezeichnet und führt zu einer mineralogischen wie strukturellen Umprägung der Gesteine. Dabei wird meistens auch ein möglicher Fossilinhalt zerstört, so daß eine altersmäßige Einstufung der umgewandelten (metamorphen) Gesteine sehr erschwert wird. Lithologische Vergleiche mit nicht-metamorphen Gesteinen sowie isotopengeologische Altersbestimmungen (z. B. die Rb/Sr- oder die U/Pb-Methode) bilden in metamorphen Zonen des Penninikums die wesentlichen Grundlagen einer Alterseinstufung (z. B. CLIFF 1981).

Die Gesteinsfolgen

Die derzeitige stratigraphische Zuordnung der Gesteinsserien im Tauernfenster (siehe Begriffserklärung 5) geht auf eine grundlegende Studie von FRASL (1958) zurück, die auf die hervorragende und sehr detaillierte Monographie von CORNELIUS & CLAR (1939) aufbaut. FRASL trennt fünf verschiedene Serien (heute Formationen genannt) ab, von denen zwei paläozoisches oder präpaläozoisches(?) Alter und drei mesozoisches Alter besitzen. Diese grundsätzliche Gliederung hat – von einigen kleinen Korrekturen abgesehen – bis heute ihre Gültigkeit bewahrt und ist durch die spärlichen Fossilfunde in den Hohen Tauern (z. B. MUTSCHLECHNER 1956, KLEBERGER et al. 1981, REITZ & HÖLL 1988) auch bestätigt worden. Nicht inkludiert in diese Gliederung sind die Zentralgneise, ehemalige Granite, Granodiorite und Tonalite (siehe Begriffserklärung 2.1), die während der variszischen Gebirgsbildung (siehe Begriffserklärung 4) zu Ende des Paläozoikums vor etwa 320 Millionen Jahren in die damals bereits vorhandenen Gesteine der beiden älteren paläozoischen bzw. präpaläozoischen Formationen eingedrungen sind. Die nachfolgende Beschreibung der einzelnen Forma-

tionen und ihre Abgrenzungen bezieht sich schwerpunktmäßig auf den Salzburger Anteil. Alle Formationen finden sich jedoch im gesamten Tauernfenster zwischen Brenner und Katschberg.

Die Altkristallinformation

Im Gegensatz zu allen anderen entsprechend ihrem Gesteinsinhalt und ihrer Schichtfolge definierten Formationen ist das Altkristallin durch eine kräftige voralpidische Metamorphose (siehe Begriffserklärung 2.2) charakterisiert. Für die Zuordnung von Gesteinen zu dieser Formation ist nicht so sehr ihre Lithologie und Abfolge maßgebend, sondern eine Metamorphose, die sich von der alpidischen als eindeutig älter abtrennen läßt. Sie wurde den Gesteinen während der variszischen Gebirgsbildung bzw. im Zusammenhang mit der Intrusion des Zentralgneismagmas aufgeprägt. FRASL (1958) faßte darunter im wesentlichen granatführende Amphibolite, Hornblende-Plagioklasgneise, pegmatitische Gneise und Muskovitgneise des sogenannten Zwölferzuges zwischen Stubach- und Felbertal zusammen. FRASL und FRANK (1966) erweiterten das Altkristallin um die „Serie der alten Gneise“ und rechneten noch den Basisamphibolit und den Serpentinistock des Enzingerbodens dazu. Altkristalline Äquivalente finden sich weiters im Zusammenhang mit den Zentralgneisen auch im westlichen und östlichen Tauernfenster. Es handelt sich dabei im wesentlichen um Migmatite (Gesteine, die noch nicht vollständig aufgeschmolzen wurden). Sie finden sich hauptsächlich im Zillertal und seinen Seitentälern im westlichen Tauernfenster, östlich des Großvenedigers und im Osten im Bereich des Maltatales und der Reißbeckgruppe (Abb. 2).

Die Habachformation

Ihr größtes geschlossenes Verbreitungsgebiet mit einer N-S-Erstreckung von über 20 km erreicht die Habachformation zwischen Krimmler Achenal und Kapruner Tal. Vergleichbare Gesteine finden sich in den westlichen Hohen Tauern (z. B. in der Greinermulde zwischen der Berliner Hütte und dem Pfitzschertal oder in der Schönachmulde

südlich und südwestlich von Gerlos), aber auch in den östlichen Hohen Tauern in der Seebachmulde zwischen Mallnitz und dem Ankogel oder in großen Teilen der Storzformation, am Ostrand des Tauernfensters im obersten Murtal und im Pöllatal bis in den Bereich westlich von Gmünd (Abb. 2).

Die Auffindung und der Abbau von Wolfram-Vererzungen (HÖLL 1975) gaben der Erforschung der Habachformation speziell im Bereich Felbertal-Hollersbachtal zahlreiche neue Impulse. Trotz vieler Einzeluntersuchungen und einer großen Anzahl chemischer Analysen läßt sich noch kein wirklich klares, allgemein anerkanntes Bild der Habachformation entwickeln. Die nachfolgende Gliederung in drei Abfolgen – sie baut auf frühere Versuche von HÖLL 1975, KRAIGER 1989 und HÖCK 1993 auf – ist am ehesten mit den Einzelbefunden kompatibel:

- die Ophiolithabfolge,
- die Inselbogenabfolge und
- die Eiserfolge (Biotit-Porphyroblastenschiefer).

Die erste Gruppe umfaßt im wesentlichen alle Teile einer Ophiolithabfolge (siehe Begriffserklärung 3), allerdings sind die Ophiolithabschnitte aufgrund der zum Teil mehrfachen metamorphen Überprägung nur mit Mühe rekonstruierbar. Am besten läßt sich der Ophiolithkomplex im Bereich Felbertal-Hollersbachtal und Habachtal studieren. Vergleichbare Gesteinsabfolgen finden sich jedoch auch im östlichen Tauernfenster zwischen dem obersten Murtal und dem Pöllatal, sowie in der Reißbeck Gruppe. Die Basis der Ophiolithe besteht aus häufig isolierten Serpentinlinsen, zum Teil auch Hornblenditen, die vermutlich auf Klinopyroxenite zurückzuführen sind. Die Grobkornamphibolite sind noch gut erkennbare, metamorphe Gabbros (Taf. 1, Fig. 1), die die plutonische Abfolge in den Ophiolithen vertreten. Prasinite und Amphibolite repräsentieren die vulkanischen Anteile der Ophiolithe. Im einzelnen ist jedoch aufgrund der Metamorphose die Zuordnung zu Gängen oder Laven schwierig durchzuführen. An einigen Stellen, insbesondere im Habachtal, sind Reste alter Gänge (sheeted dikes) noch erhalten (Taf. 1, Fig. 2). Das läßt sich an den Kontakten der einzelnen Gänge zuein-

ander ablesen, jedoch zeigen diese Ergebnisse, daß vermutlich nicht unbedeutende Teile der Amphibolite dem Gang-Komplex der Ophiolithe zuzurechnen sind. In diesem Punkt unterscheiden sich die paläozoischen Ophiolithe der Habachformation grundsätzlich von denen der weiter unten beschriebenen mesozoischen Ophiolithe. Detaillierte geochemische Untersuchungen weisen darauf hin, daß diese Ophiolithe einem vermutlich kleinen ozeanischen Randbecken entstammen, das im Zusammenhang mit einer Subduktionszone (siehe Begriffserklärung 1.3) entstanden ist.

Über den Ophiolithen liegt eine Abfolge metamorpher Vulkanite (siehe Begriffserklärung 2.1), nämlich basische Laven und Tuffe, sowie intermediäre und saure Laven und Tuffe (ehemalige Andesite und Rhyolithe; Taf. 2, Fig. 3). Aufgrund der Metamorphose sind die Gesteine, die petrographisch Prasinite, epidotreiche Prasinite, Epidot-Albit-Gneise und schließlich Albitgneise darstellen, nur schwer ihren Ausgangsgesteinen zuzuordnen. Hier helfen reliktsch erhaltene Gefüge, wie vulkanoklastische Bildungen oder Mandelsteine (Vulkanite mit ehemaligen Gasblasen), für die Rekonstruktion der Ausgangsgesteine. Bereits die Gesteinsabfolge selbst – sie ist am besten im Habachtal bzw. weiter im Osten zwischen Stubach- und Kaprunertal erhalten – läßt auf einen vulkanischen Inselbogen schließen. Geochemische Studien zeigen, daß bestimmte Spurenelemente, wie Zirkonium und Titan, Phosphor, Cer und andere, relativ angereichert sind (HÖCK 1993); dies unterstützt die Vorstellung, daß die Vulkanite im Zusammenhang mit einer Subduktionszone gebildet und auf kontinentaler Kruste abgelagert wurden, vergleichbar den Inselbogenvulkanen (siehe Begriffserklärung 1.3) der Anden in Südamerika. Über diesen Vulkaniten liegen – mit ihnen durch Übergänge und stratigraphisch verknüpft – helle und dunkle Phyllite, die sogenannten Habachphyllite.

Als eigenes Schichtglied muß die Eiserfolge (Biotit-Porphyroblastenschiefer = Basisschieferfolge sensu HÖLL 1975) betrachtet werden. Sie besteht aus ehemaligen Grauwacken und graphitführenden Sandsteinen mit basischen,

Tafel 1



Fig. 1: Metamorpher Gabbro der Ophiolithfolge in der Habachformation mit Gängen ehemaliger Basalte (Amphibolite). Habachtal (Foto: V. Höck).



Fig. 2: Noch gut erkennbare Gänge in Amphiboliten (ehemalige Basalte) aus der Ophiolithfolge der Habachformation. Habachtal (Foto: V. Höck).

Tafel 2



Fig. 3: Enge Wechsellagerung von ehemaligen sauren Vulkaniten (Rhyolithen) und Basalten. Inselbogenabfolge. Ankogelgebiet (Foto: V. Höck).

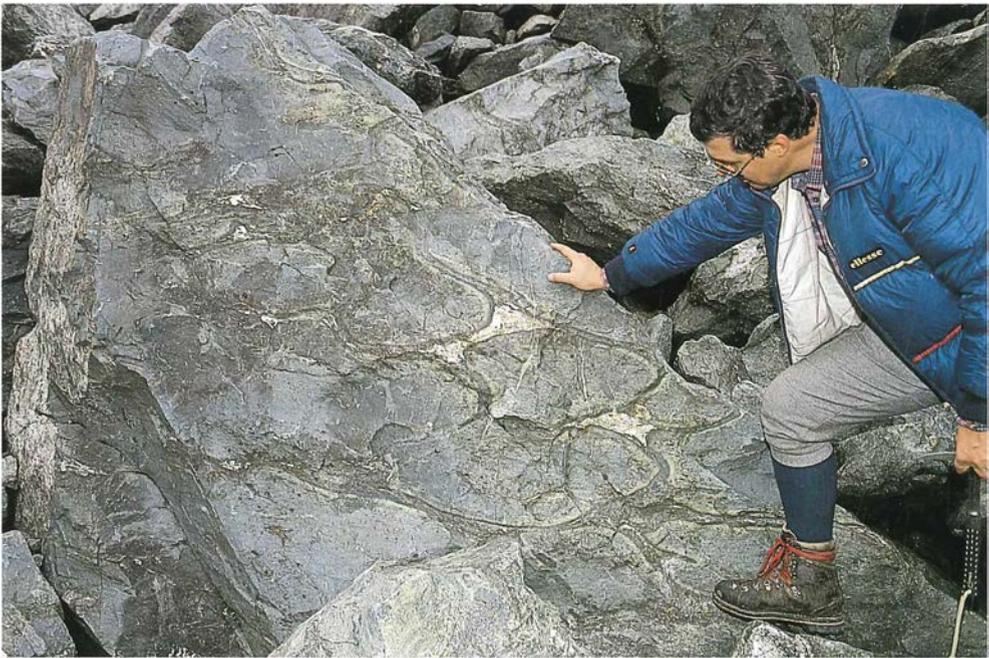


Fig. 4: Reliktisch erhaltene Strukturen von Pillowlaven der mesozoischen Ophiolithabfolge. Froßnitztal, Osttirol (Foto: R. Seemann).

intermediären und sauren Vulkaniten. An einer Stelle, zwischen Felbertal und Amertal, konnte eine diskordante Überlagerung der Biotit-Porphyroblastenschiefer über die Basisamphibolite nachgewiesen werden (PESTAL 1983). Das Alter der Habachformation wird in letzter Zeit intensiv diskutiert. Es gibt zahlreiche, mit unterschiedlichen Methoden gewonnene Altersdaten, die jedoch in sich widersprüchlich und nicht konsistent sind. Die U-Pb Altersbestimmungen an Zirkonen aus Gesteinen, die der Ophiolithabfolge zuzurechnen sind (QUADT 1992), weisen auf deren kambro-silurisches Alter (500–540 Millionen Jahre), Fossilfunde in den Habachphylliten (Acritarchen, REITZ und HÖLL 1988) weisen auf oberproterozoisches Alter hin (600–700 Millionen Jahre). Funde von Blättern farnähnlicher Samenpflanzen (Pteridophyllum) in Metasedimenten deuten auf oberkarbonisches Alter (FRANZ et al. 1990). Jüngste, noch unpublizierte U-Pb-Alter von Zirkonen aus Albitgneisen (Rhyolithen) der Inselbogenabfolge (HÖCK und PEINDL, unpubliziert) ergeben Alter zwischen 350–360 Millionen Jahren. Sie entsprechen also einer Bildung dieser Vulkanite an der Grenze Devon – Karbon. Gerade hier ergeben sich Widersprüche zu dem oberproterozoischen Alter der Habachphyllite, da diese mit den Inselbogenvulkaniten (devonisch bis unterkarbonisch) durch primär stratigraphische Übergänge verknüpft sind.

Die Zentralgneise

Das tiefste Stockwerk des Penninikums im Tauernfenster bilden die Zentralgneise (KARL 1959), welche in Form mehrerer autochthoner „Kerne“ auftreten (Abb. 2): Tuxer/Ahorn-, Zillertaler- und Venedigerkern im westlichen Tauernfenster, der Granatspitzkern im Mittelabschnitt und im östlichen Tauernfenster der Sonnblick-, Hochalm- und Gößgrabenkern (FRASL 1957, EXNER 1982, FINGER and STEYRER 1988). Die einzelnen Zentralgneiskerne sind zum Teil durch ihre primäre Hülle, das Altkristallin bzw. die Habachformation, zum Teil aber auch durch die mesozoischen Formationen voneinander getrennt. Die Zentralgneise sind auf ursprüngliche grani-

tische Gesteine mit recht heterogener Zusammensetzung zurückzuführen (siehe Begriffserklärung 1.4). Granite sind Tiefengesteine (Plutonite), die aus Quarz, Kalifeldspat, Plagioklas und etwas Glimmer (sowohl Biotit als auch Muskovit), bestehen. Je nach Variation der wesentlichen Minerale Quarz, Kalifeldspat und Plagioklas finden sich granodioritische bis tonalitische Typen (plagioklasreich), syenitische Variationen (kalifeldspatreich) oder auch Diorite (quarzarm). Durch die alpidische Gebirgsbildung und Metamorphose sind die ursprünglichen Granite und ihre verwandten Gesteine überprägt und umgewandelt.

In petrographischer Hinsicht stellen sich die Zentralgneise als eine recht heterogene Gesteinsgruppe dar, in welcher granitische und granodioritische Typen über tonalitische, syenitische und dioritische Varietäten dominieren. Primär-magmatische textuelle Unterschiede wurden durch die alpidische Überprägung modifiziert – beispielsweise wurden porphyrische Granitoide häufig zu den charakteristischen Augengneisen deformiert. Geochemischen Untersuchungen zufolge (HOLUB und MARSCHALLINGER 1989, MARSCHALLINGER und HOLUB 1990, FINGER and STEYRER 1988) dominieren unter den Zentralgneisen I-Typ Granitoide (s. CHAPPELL and WHITE 1974) mit einer Spurenelementverteilung, die typisch für subduktionsbezogene Granitoide ist (PEARCE et al. 1984). Lediglich der Granatspitzkern und mengenmäßig untergeordnete leukokrate Zentralgneisvarietäten des östlichen Tauernfensters zeigen S-Typ-Affinität. Diese Typeneinteilung bezieht sich auf das Ausgangsgestein, aus dem die granitische Schmelze entstanden ist. I-Typ-Granite stammen aus einem magmatischen Ausgangsgestein (Igneous-source), S-Typ-Granite sind auf sedimentäres Ausgangsgestein zurückzuführen.

Absoluten Altersbestimmungen zufolge (LAMBERT 1964, BESANG et al. 1968, CLIFF et al. 1971, CLIFF 1981, PESTAL 1983) handelt es sich bei den Zentralgneisen um (spät)variszische Intrusionen (ca. 320 bis 240 Millionen Jahre); das „Alte Dach“ der Zentralgneise bilden die präpermischen Anteile der Schieferhülle im Tauernfenster – die

Altkristallinformation und die Habachformation (FRASL 1958).

Zusammen mit den Gesteinen der Altkristallinformation sowie der Habachformation bilden die Zentralgneise eine während der variszischen Gebirgsbildung konsolidierte, kontinentale Kruste, die als Basis für die Ablagerung der mesozoischen Formationen (Wustkogelformation, Triaskarbonatgesteine und Teile der Bündnerschieferformation) diene. Ihre Ablagerung zum Teil auf bereits deformierten Graniten zeigt, daß in der Folge der variszischen Gebirgsbildung kräftige Hebungen und Abtragungen im Gange gewesen sein mußten, welche die in der Tiefe erstarrten Plutone an die Oberfläche brachten und bereits zu einem hohen Grade erodierten.

Die Wustkogelformation

Die erste nachvariszische Formation ist geringmächtig, findet sich aber weit verbreitet im gesamten Tauernfenster. Ihr locus typicus, der Wustkogel, liegt in den mittleren Hohen Tauern, nahe dem Scheitelpunkt der Großglockner Hochalpenstraße.

Auf der geologischen Karte (Abb. 2) ist die Wustkogelformation zusammen mit den Karbonatgesteinen der Trias dargestellt, da eine eigene Signatur auf diesem Maßstab nicht möglich ist.

Weitere Vorkommen finden sich in den östlichen Hohen Tauern im obersten Murtal: dort ist die Wustkogelserie sehr eng mit Zentralgneisen verknüpft und nur äußerst schwierig von diesen abzutrennen. Auch im westlichen Tauernfenster ist die Wustkogelserie sehr weit verbreitet, nämlich im Bereich Gerlos und im Abschnitt zwischen dem Penken bei Mayrhofen im Zillertal und dem Tuxerjoch.

Sie besteht im wesentlichen aus hellgrünen Quarziten, Metaarkosen und phengitreichen Schiefern, die z. T. von sauren Vulkaniten (Quarzporphyren) herzuleiten sind. Ein meist heller Quarzithorizont leitet zu den Karbonatgesteinen der Trias über. Zum Teil aber können sich die Gesteine der Wustkogelformation auch aus Abtragung- und Verwitterungsprodukten der Zentralgneise bilden. Stratigraphisch ist die Wustkogelformation in das Perm und die untere Trias (Skyth) einzuordnen.

Formation der Triaskarbonatgesteine

Ihre schönste und wichtigste Entwicklung liegt im Bereich des Seidlwinkltales (Abb. 2). Mitteltriadische Kalke und Dolomite bilden den Kern der Abfolge, der nach oben hin in Rauhacken übergeht. Bemerkenswert sind Gipse, die nicht selten gangförmig in den Dolomiten und Rauhacken auftreten. Quarzite mit Fuchsit, einem chromführenden Hellglimmer und Turmalin, sowie helle, z. T. auch dunklere Chloritoidschiefer und Chloritoidquarzite werden als Äquivalente der helvetischen Quartarschiefer betrachtet und stratigraphisch damit in den Keuper gestellt. Die maximale Mächtigkeit beträgt nur wenige 100 m.

Die Bündnerschieferformation (Abb. 2)

Schon der Name „Bündnerschieferformation“ für die posttriadische Gesteinsabfolge weist auf die grundsätzliche Ähnlichkeit dieser Gesteine mit etwa gleichaltrigen in den Schweizer Alpen (Graubünden) hin, deren jurassisches Alter dort durch Fossilien gut belegt ist. Die spärlichen Fossilfunde in den Hohen Tauern (z. B. KLEBERGER et al. 1981: *Lamellaptychus*) bestätigen ein jurassisches bis unterkretazisches Alter (130–150 Millionen Jahre).

Wenn man von der z. T. wenigstens ebenfalls nachtriadischen Schwellenfazies der Hochstegenkalkabfolge – sie liegt im Westen des Tauernfensters und besteht aus Quarziten Schiefern und dem Hochstegenkalk – als ursprünglich nördlichsten Teilbereich absieht, lassen sich nach FRASL und FRANK (1966) drei verschiedene Faziesbereiche innerhalb der Bündnerschieferformation abgrenzen. Entsprechend ihrer wahrscheinlichen paläogeographischen Anordnung von N nach S im Gesamtrog der Bündnerschieferentwicklung sind das: die Brennkogelfazies, die Glocknerfazies und die Fuscherfazies.

Die tonig-sandige Brennkogelfazies (Taf. 3, Fig. 5) ist an ihrer Basis stratigraphisch mit der Seidlwinkltrias verbunden und wird im wesentlichen durch dunkle Phyllite, weiße bis gelbliche Quarzite (z. T. disthenführend) und

Kalkglimmerschiefer repräsentiert. Bemerkenswert sind Lagen von verschiefert Breccien, deren dolomitische Komponenten entweder in kalkige, tonige oder sandige Bindemittel eingebettet wurden. Daneben finden sich Metaarkosen, Karbonatquarzite und Granatglimmerschiefer. Grüngesteine sind zwar vorhanden, spielen aber in dieser Fazies mengenmäßig eine untergeordnete Rolle.

Die mergelreiche Glocknerfazies enthält vorwiegend Kalkphyllite, Kalkglimmerschiefer und seltener Glimmermarmore, aber auch Schwarzphyllit und Granatmuskovitschiefer. Die großen Massen der Grüngesteine, nämlich die Serpentinite, die eher seltenen Metagabbros und vor allem die Prasinite werden dieser Fazies zugerechnet (Taf. 3, Fig. 6). Im allgemeinen stehen die Prasinite, Gabbros und Ultrabasite untereinander nicht im engen primären Verband, sondern liegen häufig in separierten Lagen in den begleitenden Metasedimenten vor. Am schönsten erhalten haben sich die ursprünglichen Zusammenhänge in den Grüngesteinslagen in einem Streifen zwischen Stubachtal, Mühlbachtal und Kaprunertal. Hier findet man tatsächlich noch die Ophiolithfolge: Ultrabasil-Metagabbro-Metabasalt (HÖCK 1983, HÖCK und MILLER 1987). Wegen ihrer Bedeutung für die Entwicklung der Hohen Tauern ist den Ophiolithen ein eigenes Kapitel gewidmet.

Die Fuscherfazies, die dem am südlichsten gelegenen Faziestrog entstammen dürfte, ist in mancher Hinsicht mit der Brennkogelfazies zu vergleichen. Die Schichtfolge ist hauptsächlich durch klastische Sedimente gekennzeichnet, also z. B. durch Metaarkosen, Quarzite und Dolomitbreccien. Tonige und mergelige Metasedimente wie Schwarzphyllite und Kalkphyllite sind ebenfalls weit verbreitet. Im Gegensatz zur Brennkogelfazies finden sich reichlich z. T. recht grobkörnige Metabasite mit reliktschen Klinopyroxenen.

Am nordöstlichen Rand des Tauernfensters liegt eine Zone mit mächtigen schwach metamorphen Mergelkalken, die Klammkalkzone. Sie ist benannt nach den vielen Klammern, zu denen sich die Täler verengen, sobald sie den Klammkalk durchqueren. Früher wurde

diese Zone dem unterostalpinen Rahmen zugeordnet, heute wird sie jedoch einhellig zum Penninikum gestellt, da sie mit den Bündnerschiefern durch primäre Übergänge verknüpft ist.

Die ursprünglichen Zusammenhänge und Übergänge zwischen den Faziesstreifen, aber auch die stratigraphische Gliederung und Reichweite der einzelnen Abfolgen in diesen Streifen sind noch nicht hinreichend bekannt. Die Sedimentation dürfte durch Zuschub des Penninischen Troges von Süden her bereits in der oberen Kreide zu Ende gewesen sein (FRANK et al. 1987).

Die mesozoischen Ophiolithe im Tauernfenster

Trotz der durchgreifenden Regionalmetamorphose im Tauernfenster sind die alten Relikte des penninischen Ozeans in Form von Ophiolithen noch recht gut erkennbar. Der Großteil der ursprünglichen Mineralogie und die meisten magmatischen Gefüge wurden zwar weitgehend ausgelöscht, es sind jedoch noch genügend Merkmale vorhanden, die auf die ursprünglichen Gesteine schließen lassen. Zwei zusammenhängende Einheiten, die umgewandelte Ophiolithe enthalten – und zwar sowohl Serpentinite als auch Metagabbros und Metabasalte –, können in den mittleren Hohen Tauern auskartiert werden. Diese beiden Einheiten liegen an der nördlichen bzw. südlichen Abdachung des Tauernhauptkammes (Abb. 2). Ihre Grenze zu den darunterliegenden Kalkglimmerschiefern und Gesteinen der Brennkogelfazies ist tektonisch (HÖCK 1983, HÖCK und MILLER 1987).

Die ophiolithische Abfolge (Abb. 3) beginnt an der Basis mit Serpentiniten, die zum Teil nur wenige Meter – max. 100 bis 200 m – mächtig werden. Die Serpentinite sind komplett umgewandelt, d. h. sie bestehen ausschließlich aus Serpentinmineralen und enthalten keinerlei Relikte der ursprünglichen Mineralogie. Sie dürften aber von Harzburgiten, das sind Mantelgesteine, die fast ausschließlich Olivin und Orthopyroxen enthalten, herzuleiten sein. Über den Serpentiniten findet man an einigen Stellen relativ kalziumreiche Tremolith-Chlorit-Antigoritschiefer. Mit den Serpentiniten sind oft sehr dunkle Gesteine, nämlich Gab-

Tafel 3

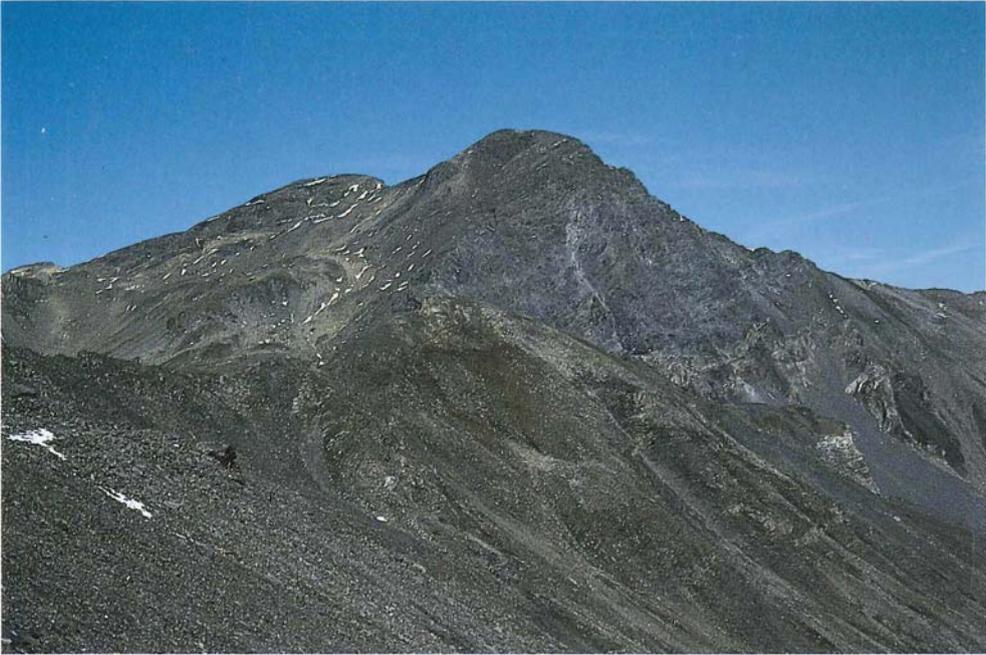
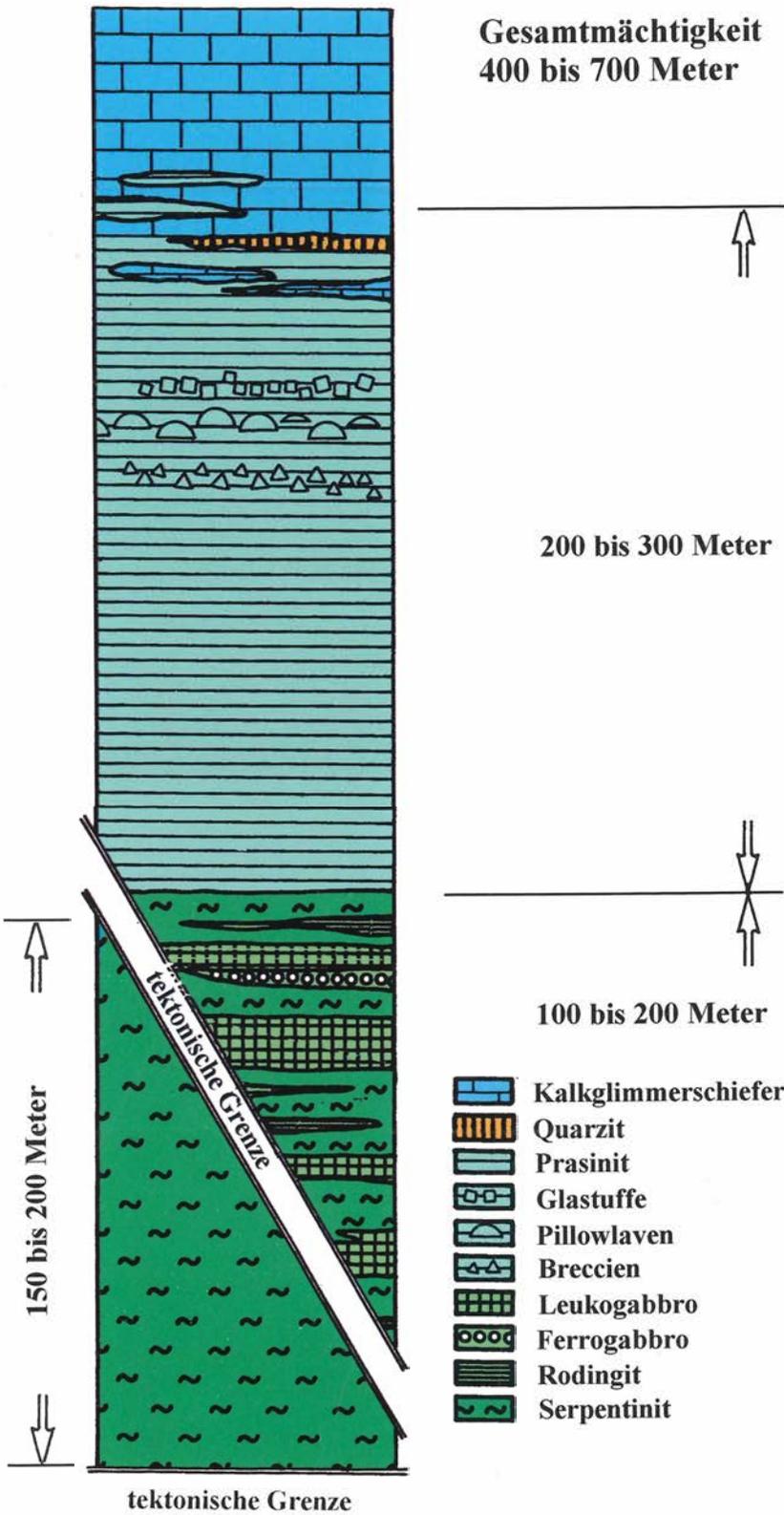


Fig. 5: Blick vom Hochtorn (Scheitelstrecke der Großglockner-Hochalpenstraße) nach Nordwesten zum Brennkogel. Die Basis (rechte Bildseite) und der Gipfelbereich des Brennkogels wird aus Quarziten, Schwarzphylliten und Breccien aufgebaut. Dazwischen liegt eine mehrere hundert Meter mächtige Platte von Serpentin (ehemalige Erdmantelgesteine) (Foto: V. Höck).



Fig. 6: Blick vom Brennkogel nach Südwesten zum Großglockner. Der Gipfelaufbau des Großglockners und die Richtung Westen anschließende Wand besteht aus Prasiniten (ehemaligen Basalten der Ophiolithabfolge) (Foto: V. Höck).



Säulenprofil der Ophiolithabfolge

Abb. 3: Säulenprofil der Ophiolithabfolge im Tauernfenster. Gegenüber klassischen Ophiolithprofilen (vgl. Abb. 14) ist die Mächtigkeit der Ophiolithe im Penninikum mit einigen hundert Metern sehr gering. Vielfach ist auch nicht die ganze im Profil dargestellte Folge, sondern nur einzelne Teile aufgeschlossen.

bros verknüpft, die außerordentlich hohe Eisen- und Titangehalte aufweisen. Sie werden als Ferrogabbros bezeichnet und liegen häufig als kleine Linsen in den Serpentiniten vor. Über diesen liegen magnesiumreiche Leukogabbros, deren ursprüngliche grobkörnige Gefüge noch erhalten sind. Ihr magmatischer Mineralbestand ist aber den alpidischen Metamorphosebedingungen angepaßt. Die vulkanische Abfolge der Ophiolithe umfaßt 200 bis 600 m mächtige metamorphe Basalte, an denen hin und wieder Reste von massiven Lavaflüssen, von Pillowlaven (Taf. 2, Fig. 4), von Glastuffen und Breccien erkennbar sind. Vervollständigt wird das ophiolithische Profil mit einer bis zu 400 m mächtigen Sedimentabfolge von ehemaligen Mergeln und Tonschiefern, die manchmal an der Basis der Sedimentabfolge mit den darunterliegenden Vulkaniten wechselagern. Verschiedentlich liegt zwischen den basischen Vulkaniten und den Mergeln bzw. Schieferen ein schmaler Quarzithorizont, der auf alte Radiolarite zurückzuführen ist.

Geochemisch lassen sich die Prasinite als tholeiitische Basalte klassifizieren. Ihre Haupt- und auch die Spurenelemente stimmen überraschend gut mit den Elementkonzentrationen von Basalten überein, die aus dem Atlantik bzw. dem Pazifik stammen. Auch die geochemische Variabilität läßt sich mit der aus Basalten des zentralatlantischen Ozeanbodens gut vergleichen. Es sprechen also alle Indizien dafür, daß die mesozoischen Ophiolithe tatsächlich einen alten Ozeanboden repräsentieren, der an einem mittelozeanischen Rücken generiert wurde (HÖCK und KOLLER 1989, HÖCK und SCHARBERT 1989).

Abgesehen von den Ophiolithen finden sich nicht-ophiolithische basische Vulkanite, ehemalige Laven, Tuffe (Taf. 4, Fig. 7) und Tuffite in einem langgestreckten schmalen Zug, der sich vom Nordosten des Tauernfensters über dessen Ostrand bis an den Südrand des Tauernfensters erstreckt. Ultrabasite (Serpentinite) und Gabbros fehlen. Diese Vulkanite zeigen sowohl im Liegenden als auch im Hangenden primäre Kontakte mit den benachbarten Sedimenten. Sie wurden also während der Sedimentation eruptiert und abgelagert, während die Ophiolithe die ozeanische

Kruste und damit die Unterlage der mergelig-tonigen Sedimente bilden. Gegenüber den ophiolithischen Basalten und damit auch rezenten Ozeanbodenbasalten zeigen die nicht-ophiolithischen Tuffe und Laven deutliche Unterschiede: ihre Variationsbreite ist wesentlich höher; vor allem aber sind bestimmte Spurenelemente wie z. B. Niob, Phosphor, Titan, Zirkonium, Lanthan oder Cer gegenüber den ophiolithischen Basalten deutlich angereichert. Sie entsprechen eher vulkanischen Gesteinen, die nicht den Plattenrändern (mittel-ozeanische Rücken) entstammen, sondern dem Inneren von Platten. Im speziellen Falle dürfte es sich um Vulkanite handeln, die auf dem bereits existierenden Ozeanboden eruptierten.

Metamorphose

Auch die Metamorphose im Tauernfenster reflektiert die lange und vielfältige Geschichte des Penninikums. Für die Entzifferung der geodynamischen Entwicklung ist sie von wesentlicher Bedeutung, denn sie zeigt, in welche Tiefen bestimmte Krustenteile versenkt wurden. Das jüngste prägende Ereignis ist die tertiäre Metamorphose, die alle Gesteine des Tauernfensters entweder in Grünschieferfazies oder in Amphibolitfazies erfaßt. Trotz der intensiven jüngeren Überprägung lassen sich ältere Ereignisse erkennen, die sowohl während der variszischen Gebirgsbildung, als auch in frühen Stadien der al-

pidischen Entwicklung stattgefunden haben. Es lassen sich also metamorphe Prägungen nachweisen, die der variszischen Orogenese zuzuordnen sind und vor ca. 300 bis 320 Millionen Jahren stattgefunden haben und solche, die dem alpidischen Orogenzyklus angehören. Diese sind wiederum sehr vielfältig und erstrecken sich über einen langen Zeitraum vor ca. 20 bis 70 Millionen Jahren. Im folgenden wird die Metamorphoseentwicklung beginnend mit den älteren Ereignissen fortschreitend bis zur jüngsten Überprägung betrachtet.

Die variszische Metamorphose ist naturgemäß nur mehr sehr bruchstückhaft zu erkennen und nur dort eindeutig nachzuweisen, wo sie relativ kräftig wirkte und die alpidische relativ gering war. Zunächst führte die Intrusion der variszischen Granite in die Gesteine der Habachformation zu einer relativ weitverbreiteten Migmatitbildung, von der kaum noch Mineralrelikte, die eine genaue Angabe der damals herrschenden Temperaturbedingungen erlauben würden, vorhanden sind, wohl aber typische Strukturrelikte wie z. B. Bänderungen. An wenigen Stellen läßt sich klar erkennen, daß unabhängig von dieser Migmatitbildung voralpidische Metamorphoserelikle vorhanden sind – so z. B. im Südosten der sogenannten Habachzunge, in der almandinreiche Granaten und Formrelikte von Andalusiten in Granatglimmerschiefern vorkommen. An Granat-Klinopyroxengesteinen aus derselben Gegend wurden

Temperaturen von 400 °C und Drucke von 2 kbar (das entspricht einer geringen Tiefe von nur wenigen km) abgeleitet (KOLLER und RICHTER 1984, GRUNDMANN 1989).

Eine deutliche höhere Metamorphose zeigen hingegen gebänderte Amphibolite und Gneise, sowie Granatamphibolite aus dem sogenannten Zwölferzug. Die Metamorphose ist ebenfalls variszischen Alters, zeigt aber ganz klar amphibolitfazialen Charakter. Eine moderne petrologische Studie über die Druck-Temperatur-Bedingungen dieser Metamorphose steht allerdings noch aus. Amphibolitfaziale Metamorphite, vermutlich auch sogar Eklogite des Variszikums finden sich auch noch im östlichen Teil des Tauernfensters und in seinen westlichen Abschnitten. Die präalpidischen Eklogite dürften bei Temperaturen von 600 °C und 12 kbar (d. i. in einer Tiefe von über 30 km) entstanden sein (DROOP 1983, ZIMMERMANN und FRANZ 1989)

Abgesehen von der variszischen Metamorphose ist auch das alpidische Metamorphosegeschehen sehr vielfältig. Es lassen sich zumindest drei Metamorphoseereignisse unterscheiden, die ganz unterschiedliche Umwandlungsbedingungen und geodynamische Signifikanz aufweisen. Das erste führt zur Bildung der Eklogite, das sind Gesteine, die sich meist aus basischem (basaltischem) Ausgangsmaterial nur bei extrem hohen Drucken bilden. Die mesozoischen Eklogite sind an eine schmale Zone gebunden, die sich an der Südabdachung

Abb. 4: Karte der Verbreitung der Eklogite und der Blauschieferfazies in den mittleren Hohen Tauern. Die geologischen Grenzen sind eingetragen, sie entsprechen denen in Abbildung 2. Der Übersichtlichkeit wegen sind die Signaturen weggelassen.

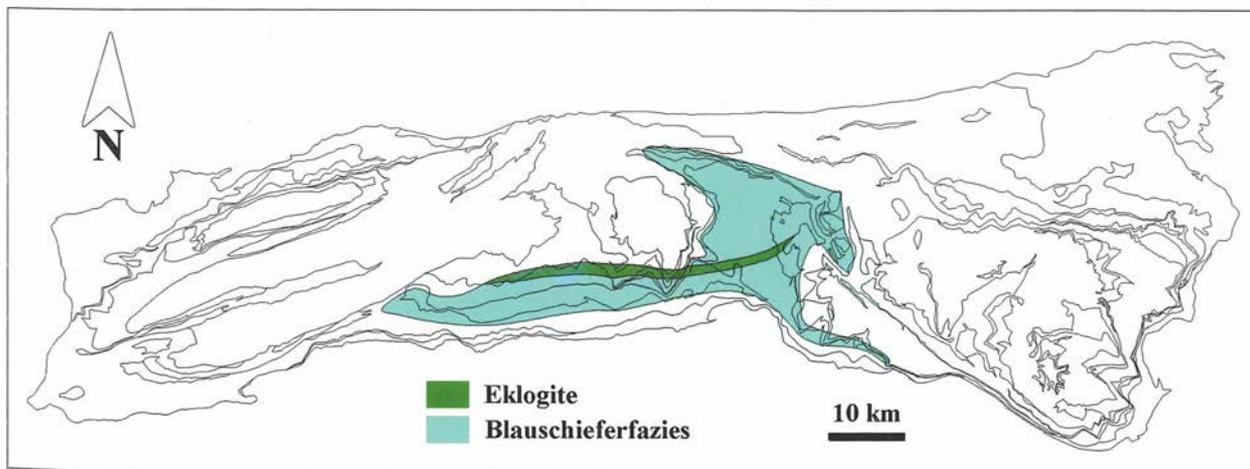
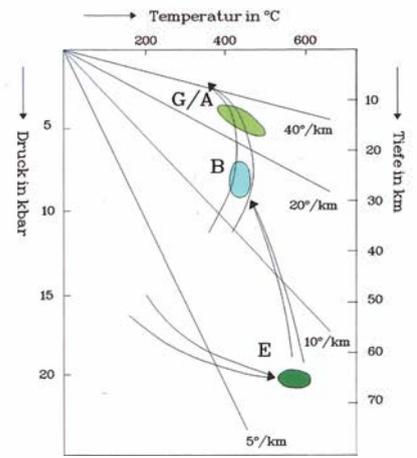


Abb. 5: Druck-Temperaturdiagramm für die Metamorphoseentwicklung im Tauernfenster. Die Felder bezeichnen die Druck- und Temperaturbereiche (Versenkung in Kilometern), bei der die einzelnen Ereignisse stattgefunden haben. E – Eklogit, B – Blauschiefer, G/A-Grünschiefer-Amphibolitfazies. Die Pfeile stellen die vermutlichen Pfade der Krustenabschnitte dar, die in den entsprechenden Metamorphosebereichen umgewandelt wurden. Zur Verdeutlichung sind auch noch die thermischen Gradienten in °C/km angegeben. Bemerkenswert ist, daß die Eklogitbildung bei sehr geringen thermischen Gradienten zwischen 5–10 °C/km erfolgte.

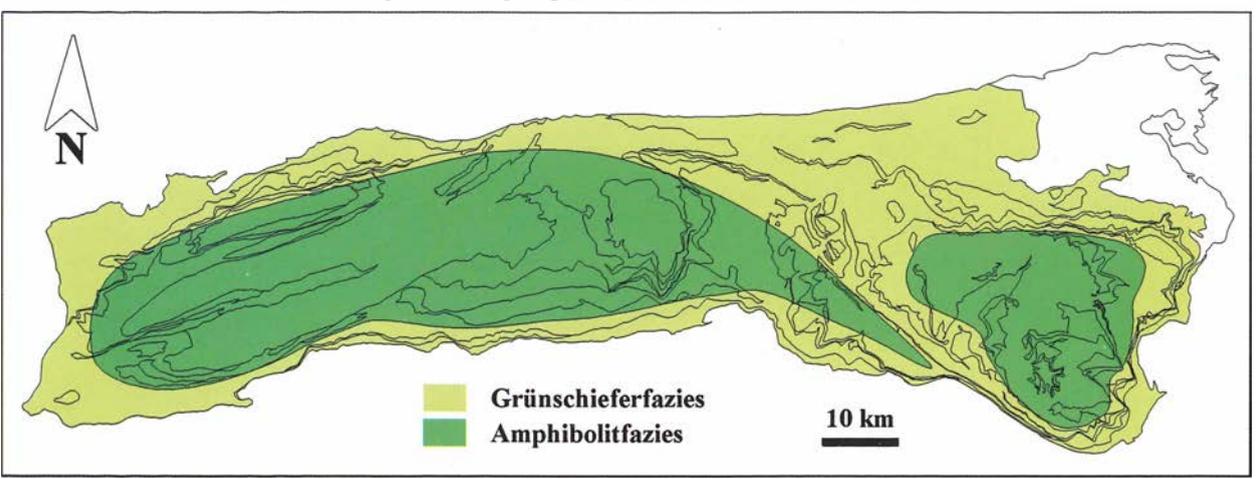


der Hohen Tauern, zum Teil auch auf den Hauptkamm übergreifend, erstreckt (Abb. 4). Eklogite bestehen vorwiegend aus natriumreichem Klinopyroxen und Granat und können, je nach Chemismus und Umwandlung, noch andere Minerale wie Disthen, Talk, Paragonit, Glaukophan, Rutil, Phengit oder Quarz aufweisen. Sie zeigen damit eine sehr komplizierte Entwicklungsgeschichte an. Aus der Magnesium- und Eisenverteilung zwischen Granat und Klinopyroxen lassen sich für die Tauerneklogite (Abb. 5) Bildungsdrucke von 20 kbar (entsprechend einer Versenkung von mindestens 60 km) und Temperaturen von 550–600 °C ablesen (HOLLAND 1979, MILLER et al. 1980). Bisher ist es nicht gelungen, die Bildung der Eklogite genau zu datieren, es gibt jedoch Hinweise darauf, daß sie dem frühalpinen

Ereignis, das in der Oberkreide stattfand, zuzuordnen sind. Im Gegensatz zu der Bildung von Eklogiten läßt sich das zweite Ereignis, die Bildung von Blauschiefern, nicht so klar definieren (FRANK et al. 1987). Dieses kann nur an einigen Mineralrelikten wie z. B. an Pseudomorphosen nach Lawsonit (Taf. 4, Fig. 8) oder extrem siliziumreichen Phengiten in Metavulkaniten und Kalkschiefern abgelesen werden. Zusätzlich finden sich immer wieder Relikte von Natriumamphibolen wie z. B. Glaukophan oder Crossit. Die petrographischen Untersuchungen zeigen klar, daß das Blauschieferereignis jünger als die Bildung der Eklogite ist. Die Verbreitung dieser Relikte ist auf die mesozoischen Ophiolithe und die Gesteinszonen, die tiefer liegen als diese, beschränkt (Abb. 4). Zumindest in den mittleren und

östlichen Hohen Tauern konnten in strukturell höher liegenden Gesteinschichten keine Relikte von Blauschiefern gefunden werden. Aufgrund der nur vereinzelt Mineralrelikte sind Temperatur und Druck nur schwer abzuschätzen, sie dürften bei etwa 450 °C und 7–9 kbar (20–25 km Tiefe), vielleicht auch etwas höher gelegen sein (Abb. 5). Im Gegensatz zum Eklogit- und Blauschieferereignis, das auf bestimmte Zonen innerhalb des Tauernfensters beschränkt ist, erfaßte die jüngste grünschiefer- bis amphibolitfaziale Metamorphose den gesamten Bereich des Tauernfensters und ohne Unterschied alle Gesteinstypen (FRANK et al. 1987). Die Verteilung wichtiger Indexminerale zeigt, daß die Metamorphose generell von den Rändern des Tauernfensters zum Zentrum hin zunimmt (Abb. 6).

Abb. 6: Verteilung der tertiären Metamorphose mit den Bereichen, die in Grünschieferfazies bzw. Amphibolitfazies umgewandelt wurden. Als Grundlage dienen die geologischen Grenzen aus der Übersichtskarte Abb. 2.



Tafel 4



Fig. 7: Verfalteter metamorpher Tuff, der nichtophiolithischen Abfolge aus dem östlichen Tauernfenster. Die hellen Lagen sind karbonatreich, die dunklen grünen chloritreich und die gelblichen epidotreich. Großarlal.

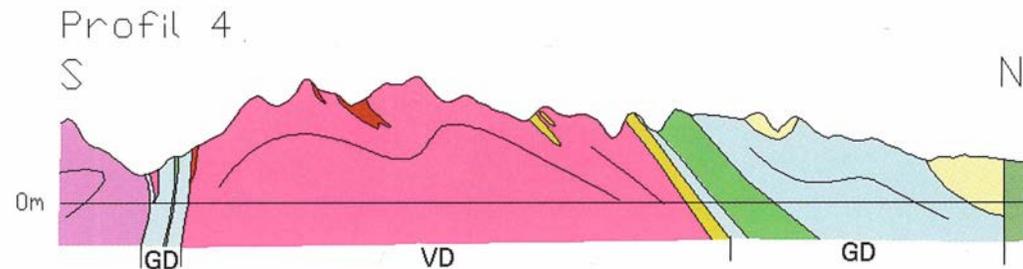
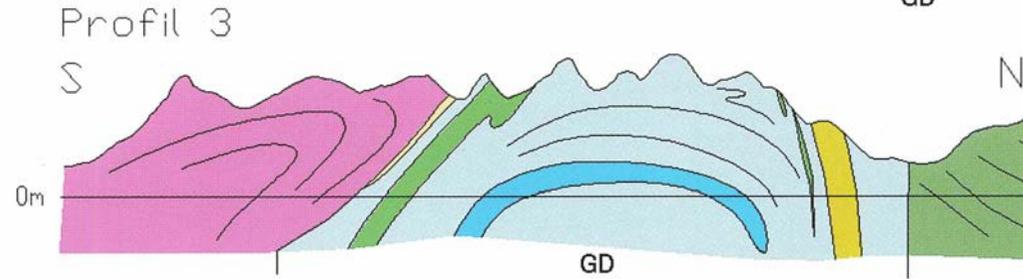
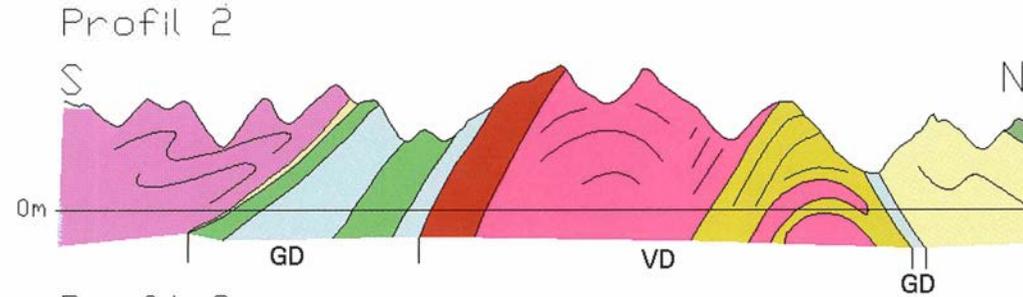
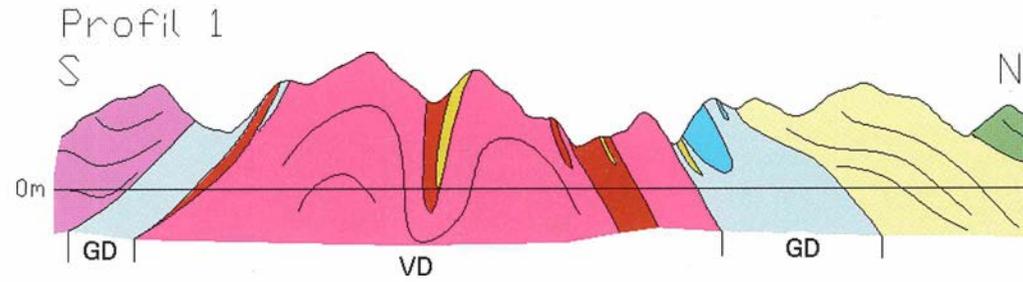


Fig. 8: Prasinite aus der Ophiolithabfolge mit Pseudomorphosen nach Lawsonit (weiße Flecken). Die ehemaligen Lawsonite zeigen, daß dieser Basalt in der Blauschieferfazies metamorphosiert und später von der Grünschieferfazies überprägt wurde. Großglockner.



Fig. 9: Blick vom Brennkogel nach Osten auf das Diesbachkar. Die hellen Lagen in der Mitte des Bildes – sie fallen nach Norden ein – bilden den Kern der großen Faltenstruktur (Wustkogelformation und Karbonatgesteine der Trias), die um den Sonnblickkern herumzieht und hier nach Norden abtaucht. Die Gesteine unmittelbar darüber und darunter formen den hangenden bzw. liegenden Flügel dieser Falte in Brennkogelfazies. Die hellen Berge im Hintergrund gehören zu den Radstädter Tauern, auf der linken Bildseite ist der Dachstein (Nördliche Kalkalpen) zu erkennen.

4 geologische Profile durch das
Tauernfenster von W nach E
2,5 fache Überhöhung

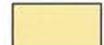
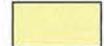


Legende

Penninikum

-  Bündnerschiefer
-  Grüngesteine
-  Triaskarbonatgesteine
-  Zentralgneis
-  Altkristallin
-  Habachformation

Unterostalpin

-  Matreierzone
-  Quarzphyllite
Radstädter Tauern

Oberostalpin

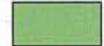
-  Oberostalpin
Kristallin
-  Grauwackenzone

Abb. 7: Vier geologische Profile durch die Hohen Tauern, angeordnet von West (Profil 1) bis Ost (Profil 4). Die Zentralgneise, das Altkristallin und die Habachformation können unter dem tektonischen Begriff Venedigerdecke (VD), die Triaskarbonatgesteine, die Bündnerschieferfazies und die Grüngesteine unter dem Begriff Glocknerdecke (GD) subsummiert werden.

Das äußert sich z. B. im steigenden Kalziumgehalt der Plagioklase in Gneisen, Arkosen, Prasiniten oder Amphiboliten. Dementsprechend findet man an den Rändern des Tauernfensters eine Zone mit Albit (fast reiner Na-Feldspat), in den zentralen Teilen eine Oligoklaszone mit Anorthitgehalt von ungefähr 20 %. Der Oligoklas umrahmt daher teilweise den Albit, zum Teil koexistiert er mit dem Albit in Form einzelner kleiner Körner. Das erste Auftreten von Granat – sofern geeignete Chemismen vorliegen – deckt sich weitgehend mit dem ersten Erscheinen von Oligoklas. Innerhalb der Granatzone findet sich bei entsprechendem Chemismus gelegentlich noch Disthen. Staurolith, ein Mineral, das ganz typisch für die Amphibolitfazies ist, fehlt im zentralen Teil der Hohen Tauern, findet sich aber sowohl im Westende als auch am Ostrand der Hohen Tauern. Entsprechend der Metamorphosezunahme variiert auch die Temperatur, die während der Metamorphose geherrscht haben muß, vom Außenrand des Tauernfensters bis in sein Zentrum. Während am Rand 400° bis max. 450 °C herrschten (Abb. 5), sollten bei der Bildung der zentralen Teile Temperaturen von etwa 500 °C im Bereich Großglockner (FRANK et al. 1987) und zumindest 540° bis 550 °C, vielleicht sogar höhere Temperaturen bei der Bildung der staurolithführenden Mineralvergesellschaftungen (vgl. SELVERSTONE et al. 1984 aus dem westlichen Tauernfenster) geherrscht haben. Die Druckabschätzungen schwanken von mindestens 4–5 kbar bis zu 7–8 kbar (12–20 km Tiefe). Was die Verteilung der Metamorphosezonierung betrifft, so ist bemerkenswert, daß die Albit-Oligoklasgrenze und damit der Grenzbereich zwischen Grünschiefer- und Amphibolitfazies schräg durch das Verbreitungsgebiet der Blauschieferrelikte durchzieht (vgl. Abb. 4 und 6). Das bedeutet, daß zwischen beiden Metamorphoseereignissen größere tektonische Bewegungen stattgefunden haben müssen.

Tektonische Gliederung

Die interne Tektonik und Deckengliederung im Tauernfenster ist sehr kompliziert, der Baustil in den einzelnen Abschnitten uneinheitlich und deshalb

schwierig in einem gesamten Deckenkonzept zu integrieren. Stark vereinfachend könnte man zunächst die Hohen Tauern tektonisch in zwei Stockwerke teilen: (1) in die tieferen Zentralgneise samt ihren Intrusionskontakten und dem Altkristallin, und (2) in die Schieferhülle (Abb. 7). Die Deckennatur und damit die Allochthonie der Schieferhülle ist allgemein akzeptiert. Ob auch die tieferen Zentralgneise Deckenkörper darstellen oder höchstens parautochthon sind, wird zur Zeit noch diskutiert. Es gibt zunehmend Argumente für die Deckennatur von zumindest Teilen der Zentralgneise, wie das etwa am Nordwestrand des Zillertaler Kerns, in den Sulzbach- und Habachzungen erkennbar ist (Abb. 7, Profil 2). Andererseits konnte durch jüngste Studien im östlichen Tauernfenster gezeigt werden, daß die dort lange Zeit angenommene Deckenstruktur, insbesondere die Tonalitgneisdecke, nicht als selbständiger tektonischer Körper existiert, sondern eine geringmächtige plattenartige Intrusion im gesamten Zentralgneisverband darstellt (HOLUB und MARSCHALLINGER 1989). Zweifellos gibt es aber alpidische Deckenstrukturen auch in tieferen Stockwerken des Altkristallins und der Zentralgneise. So konnte durch sorgfältige Geländestudien gezeigt werden, daß sich das Altkristallin unmittelbar östlich des Zillertaler Kerns relativ zum Zentralgneis autochthon verhält. Weiter gegen Osten zieht es um den Granatspitzkern herum und wird zu einer alpidischen Decke – der Riffeldecke – ausgewalzt, die vom Zentralgneis des Granatspitzkerns und seiner autochthonen Hülle unterlagert und von Bündnerschiefern überlagert wird. FRISCH hat 1976 alle tieferen tektonischen Strukturen – sie umfassen lithologisch den Zentralgneis, das Altkristallin und die Habachformation sowie einige wenige tieferen Anteile der Bündnerschiefer – zum System der Venedigerdecke zusammengefaßt und sie der strukturell höheren Glocknerdecke, die ausschließlich aus Bündnerschiefern mit wenig Trias an der Basis und den Ophiolithen besteht, zugerechnet (Abb. 7). Auch diese tektonische Großeinheit ist ebensowenig wie die Venedigerdecke eine kohärente, durchgehend verfolgbare Struktur, sondern in verschiedene, zum

Teil unabhängige tektonische Zonen aufgelöst. Man hat deshalb früher viel treffender vom Deckensystem der oberen Schieferhülle gesprochen. Zwischen diese beiden Großeinheiten legt sich – allerdings lokal beschränkt um den Sonnblickkern herum – eine weitere Großstruktur, die sogenannte Seidlwinkldecke. Sie besteht aus Permotrias und Bündnerschiefern in Brennkogelfazies und schlingt sich als riesige liegende, in ihrem Nord- und Nordwestteil nach Norden überkippte Faltenstruktur nach Süden her um den Sonnblickkern herum. Der interne Bau dieser Faltenstruktur ist am besten in einem Panoramablick von der Edelweißspitze nach Osten zu studieren (Taf. 4, Fig. 9), wo im Seidlwinkltal und im Diesbachkar sowohl der hangende als auch der liegende Schenkel im nach Norden überkippten Bereich aufgeschlossen ist.

Die geodynamische Entwicklung

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, spielt das Tauernfenster in der Rekonstruktion des Werdens der Alpen eine zentrale Rolle. Die Erkenntnis der Fensteratur der Hohen Tauern zu Beginn dieses Jahrhunderts konnte dem Konzept des Deckenbaues als tektonische Grundstruktur der Alpen zum Durchbruch verhelfen. Aber im Tauernfenster liegen noch andere Schlüsselbereiche, z. B. die mesozoischen Ophiolithe und ihre Metamorphose. Aber bereits während des Paläozoikums wurden Schichtfolgen, die heute in das Tauernfenster eingebunden sind, an geodynamisch entscheidenden Positionen gebildet, wie etwa die paläozoische Ophiolithabfolge oder die Inselbogengesteine der Habachformation.

Zur Zeit ist es noch äußerst schwierig, ein zusammenhängendes geodynamisches Entwicklungsbild des Penninikums für das Paläozoikum zu entwerfen. Dies ist einerseits den sehr problematischen Altersdatierungen in der Habachformation als Ganzes, aber auch den noch recht unklaren geologischen Beziehungen der einzelnen Untereinheiten der Habachformation zueinander zuzuschreiben. Trotzdem läßt sich aus den bisherigen, vor allem geochemischen Untersuchungen einiges ableiten: ver-

mutlich bildete sich die Habachformation entlang eines langlebigen aktiven Kontinentalrandes, der einen großen offenen Ozean begrenzt haben muß. Ein rezentes Vergleichsbeispiel dazu könnte im pazifischen Kontinentalrand Nordamerikas gesehen werden. An diesen Kontinentalrand wurden im Laufe der Zeit größere oder kleinere geologische Einheiten angebaut. Da sind z. B. die Ophiolithe als Reste eines oder mehrerer ozeanischer Randbecken und da sind Inselbögen kontinentaler oder auch ozeanischer Herkunft. Diese Anbauprozesse dauerten möglicherweise mehrere hundert Millionen Jahre und reichten vom obersten Proterozoikum (600 bis 700 Millionen Jahre) bis ins Unterkarbon (ca. 350 bis 340 Millionen Jahre). Aufgrund dieser fortdauernden geologischen Prozesse entstand während der gesamten Zeitdauer eine dicke kontinentale Kruste, in welche die granitischen Magmen der späteren Zentralgneise während der variszischen Gebirgsbildung eindringen.

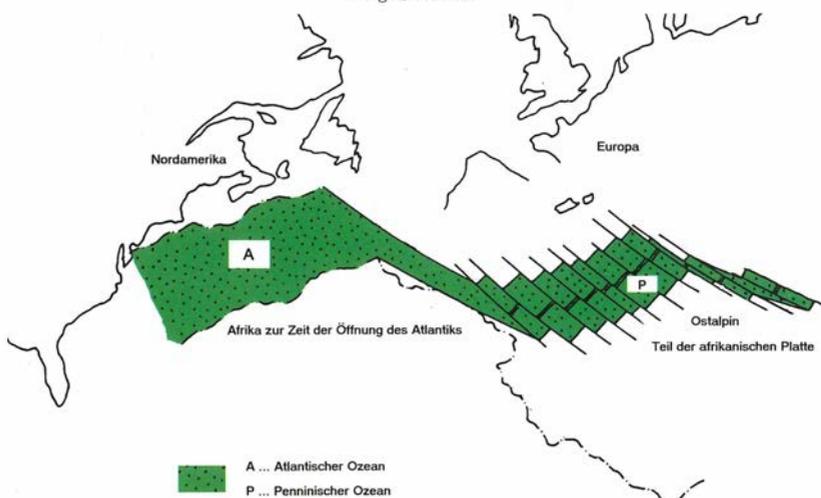
Wie die anderen (prä?)paläozoischen Ereignisse innerhalb des penninischen Tauernfensters ist auch die variszische Gebirgsbildung und Metamorphose markiert. Die magmatische Aktivität jedoch in Verbindung mit dem doch relativ weit verbreiteten Vorkommen einer möglicherweise variszischen Regionalmetamorphose läßt darauf schließen, daß die in Europa weit verbreitete variszische Gebirgsbildung auch im penninischen Raum stattgefunden hat. Die Reste von Ophiolithen, von Inselbogenvulkanismus, die Metamorphose und das Eindringen großer Mengen granitischer Magmen läßt darauf schließen, daß, ähnlich wie bei der alpidischen Gebirgsbildung (siehe Erklärungen), die Schließung eines alten Ozeans mit nachfolgender Kontinent-Kontinent Kollision den wesentlichen Prozeß darstellte, der zum Aufbau eines Hochgebirges mit anschließender Erosion geführt hat. Denn an der Perm-Trias-Grenze (vor 220 bis 250 Millionen Jahren) mußten die ursprünglich in der Tiefe erstarrten Granite, Granodiorite und Tonalite der Zentralgneise, bereits an der Oberfläche liegen und die darüberliegende Kruste abgetragen sein, da die permo-skythische Wustkogelformation und später die

triadischen Karbonatgesteine zum Teil direkt auf dem Zentralgneis abgelagert wurden. Die zum Teil sehr enge Verknüpfung zwischen den Zentralgneisen und den Arkosen und Sandsteinen der Wustkogelformation deuten auf eine tiefgreifende Verwitterung in einem sehr warmen Klima hin.

Die alpidische Entwicklung beginnt mit der Transgression eines flachen Schelfmeeres, in dem zunächst Arkosen und Sandsteine, untergeordnet auch Schiefer (Wustkogelformation), später dann Kalke und Dolomite der Trias zur Ablagerung kamen. Die Schichtfolge, insbesondere in der Obertrias mit Dolomiten, Gipsen, Sandsteinen und Schiefern, hat Ähnlichkeit mit der Triasentwicklung in Deutschland und weist auf die enge geologische Verbindung zwischen beiden Räumen hin. Paläogeographisch war auch der penninische Raum zusammen mit dem helvetischen, der vor allem in der Schweiz gut ausgebildet ist, dem Schelfbereich der deutschen Trias am nächsten. Demgegenüber zeigt das südlich anschließende Unterostalpin mit den Radstädter Tauern und der noch weiter südlich gelegene Ablagerungsbereich der Nördlichen Kalkalpen eine ganz andere Entwicklung mit mächtigen Kalk- und Dolomitplattformen, Riffentwicklungen und Lagunenbildungen. Möglicherweise bereits in der Obertrias, sicher aber im Jura setzte im pennini-

schen Raum eine grundlegende platten-tektonische Umgestaltung ein, nämlich die Herausbildung des penninischen Ozeanbeckens, dessen Öffnung mit der des frühen Zentralatlantiks verknüpft ist (Abb. 8). Dieser Prozeß begann mit der Dehnung, der Ausdünnung und dem Zerbrecen der kontinentalen Kruste entlang von Störungen (Abschiebungen) und der langsamen Herausbildung eines passiven Kontinentalrandes (Abb. 9a). Dies führte zu kleinräumigen Sedimentationsbecken mit rasch wechselnden Ablagerungen klastischer Sedimente wie Sandsteinen, Arkosen, Breccien und Schiefern (Brennkogel bzw. Fuscher Fazies). Erste basaltische Vulkanite in den Sedimenten können als Vorläufer des eigentlichen ozeanischen Vulkanismus gesehen werden. Der setzt im Laufe des Jura ein und führt zum Aufbau einer richtigen ozeanischen Kruste und eines mittelozeanischen Rückens (Abb. 9b), mit Einschränkungen der heutigen Atlantikküste vergleichbar. Die vulkanische Tätigkeit blieb aber nicht auf den mittelozeanischen Rücken beschränkt, Eruptionen erfolgten auch im Inneren des penninischen Ozeanbeckens mit Tuffen und Laven (KOLLER und HÖCK 1990). Sowohl in ihrem Aufbau als Ophiolith als auch in ihrer geochemischen Zusammensetzung ist die ozeanische Kruste von den Vulkaniten innerhalb des Ozeanbeckens zu unter-

Abb. 8: Zusammenhang des penninischen Ozeans mit dem sich langsam öffnenden Atlantik. Zur Verdeutlichung ihrer relativen Positionen im Jura sind die Kontinente schematisch eingezeichnet.



Entwicklung des Penninischen Ozeans

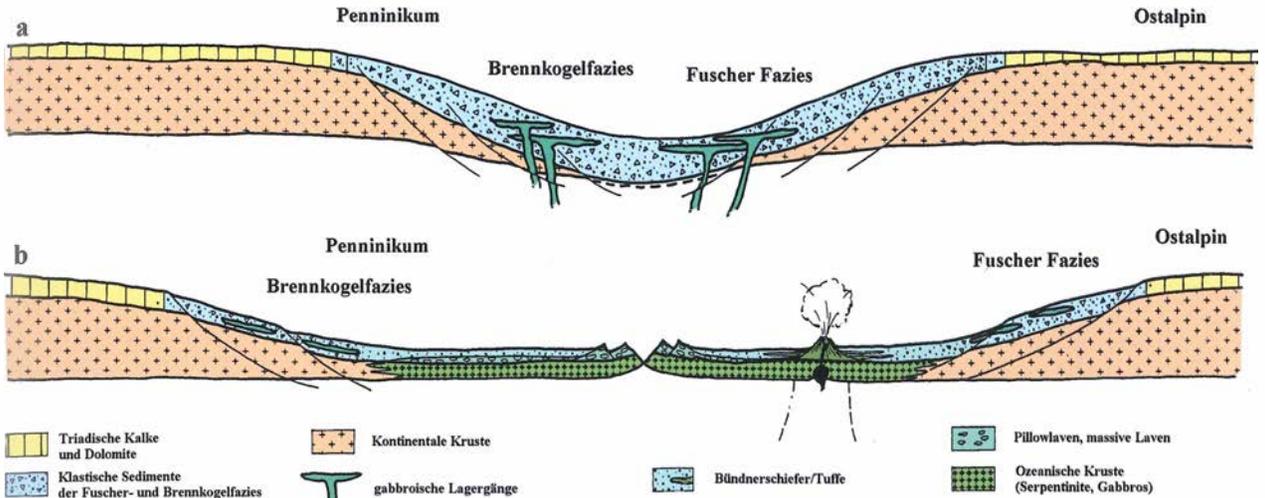


Abb. 9: Entwicklung des penninischen Ozeans. Profil a zeigt schematisch das Auseinanderbrechen der kontinentalen Kruste zu Beginn des Jura mit der Ablagerung klastischer Kontinentalrandsedimente und dem ersten Eindringen basischer Magmen. Profil b zeigt die fortgeschrittene Entwicklung des Ozeanbeckens mit einer ozeanischen Kruste und einem dieser Kruste aufgesetzten Vulkanismus.

scheiden (Abb. 9b). Die Dauer der vulkanischen Aktivitäten in beiden Bereichen ist nicht genau bekannt, mußte aber spätestens bei Beginn der Subduktion des penninischen Ozeans unter das Ostalpin in der Kreide zu Ende sein. Die geodynamische Entwicklung im Tauernfenster ist durch Mehrphasigkeit gekennzeichnet. Auf die Dehnungsphase im Jura folgte eine Einengungsphase mit der Schließung des penninischen Ozeans durch Subduktion der ozeanischen Kruste unter die kontinentale Kruste des Ostalpins. Sie beginnt innerhalb des Ozeans vor vermutlich 60 bis 80 Millionen Jahren und führt zu einer Versenkung bis zu 60 km sowohl eines Teiles der ozeanischen Kruste als auch Anteilen des europäischen Kontinentalrandes (Abb. 10a). Mineralogisch drückt sich dies in einer Reihe von Hochdruckparagenesen aus, die sich in verschiedene Stadien aufgliedern lassen (FRANK et al. 1987). Die erste Hochdruckphase führte am ehemaligen europäischen Kontinentalrand zur Bildung von Eklogiten, die in einer schmalen Zone in der Südabdachung der Hohen Tauern an der Basis der höheren Deckeneinheit (= Glocknerdecke im Sinne von TOLLMANN 1977) liegen (MILLER et al. 1980, HOLLAND 1979,

DACHS 1986). Frühalpidisches Alter für die Eklogite wird aufgrund von strukturellen Überlegungen als wahrscheinlich angenommen. Eine jüngere Subduktionsphase erfaßte auch vermutlich vor 50–70 Millionen Jahren den Südrand des penninischen Ozeans (Abb. 10b). Die Subduktion selbst führt aber nicht zur Eklogitbildung, sondern nur zur Blauschieferfazies in den Ophioliten und den Sedimenten der Glocknerdecke. Gleichzeitig beginnen die Eklogite wieder aufzusteigen und werden ebenfalls von diesem Blauschieferereignis überprägt. Die vollständige Schließung des Ozeans führt in der penninischen Zone selbst zu einer großräumigen nordvergenten Faltenbildung in einem Zentralteil (Seidlwinkldecke) und zur Überschiebung dieser Falte durch die Ophiolite (Abb. 10c). Das gesamte Penninikum wird dabei von den altkristallinen Gesteinen des Ostalpins überdeckt, die die jüngere tertiäre Regionalmetamorphose verursachte, deren Höhepunkt vor ca. 30 Millionen Jahren lag (CLIFF et al. 1971, SATIR 1975, RAITH et al. 1978, FRANK et al. 1987, DACHS 1990). Ihr Temperaturmaximum liegt mit ca. 500 bis 550 °C im Grenzbereich Grünschieferfazies – Amphibolitfazies bei einem Gesamtdruck von 5 bis 7 kbar. Die er-

sten Deckenüberschiebungen innerhalb des Tauernfensters erfolgten bereits im Zusammenhang mit der Hochdruckmetamorphose in Blauschieferfazies, aber vor der Regionalmetamorphose. Den Abschluß der Entwicklung bildete die Aufwölbung und der Aufstieg der Tauernkuppel (Abb. 10d). Sie hat ihre Ursache in der enormen Krustenverdickung, die durch die Überschiebung des Ostalpins (Altkristallin + Grauwackenzone + Nördliche Kalkalpen) auf das durch den Deckenbau ebenfalls schon verdickte Penninikum entstanden ist. Dies führt zu einem großen Gesteinstapel mit verhältnismäßig geringer Dichte in einer Umgebung von Gesteinspaketen mit höherem spezifischen Gewicht. Diese inhomogene Dichteverteilung führt zum Aufstieg der leichten Gebirgstteile (Ostalpin und Penninikum) ähnlich wie Eisberge, die wegen ihres geringeren spezifischen Gewichtes zu einem Zehntel ihrer Größe aus dem Wasser auftauchen. Die Freilegung der Hohen Tauern in der jetzigen Form wurde erst durch das Abgleiten der Grauwackenzone und der Nördlichen Kalkalpen aus der sich aufwölbenden Gebirgsachse nach N ermöglicht. Der Aufstiegsvorgang hält bis in die Gegenwart an (SENFTEL und EXNER 1973).

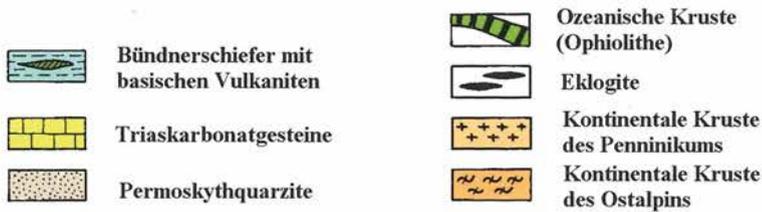
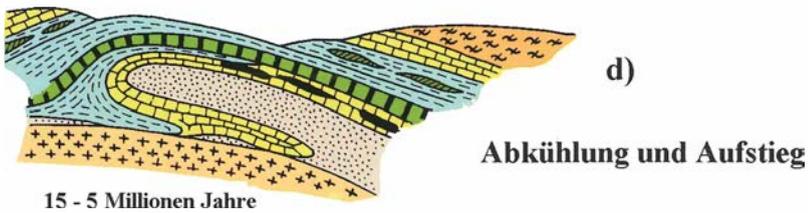
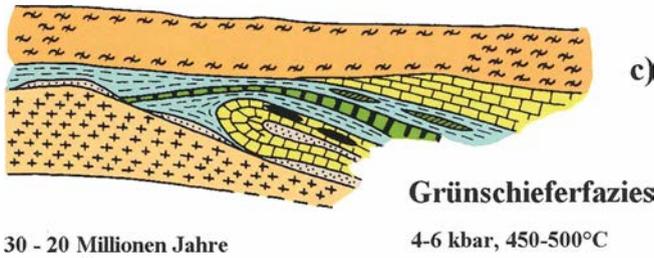
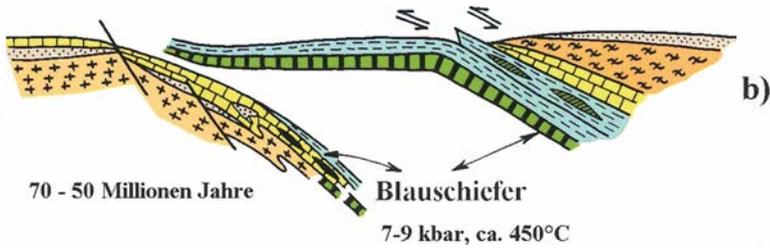
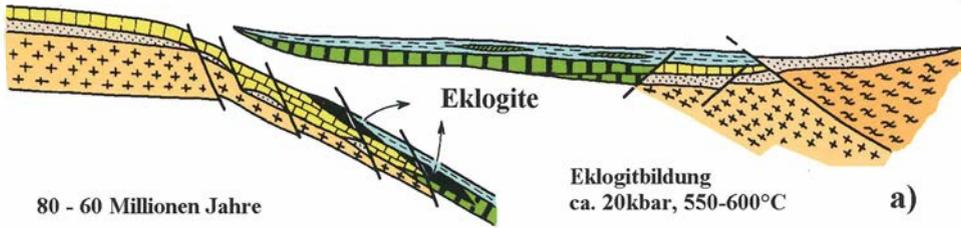


Abb. 10: Schematische Entwicklung des Penninikums von der ozeanischen Kruste bis zu seinem Aufstieg.

- Beginn der Subduktion eines Teiles des penninischen Ozeans mit rascher Versenkung in große Tiefen unter Bildung der Eklogite. Dabei wird auch ausgedünnte Kontinentalkruste in die Tiefe mitgeführt.
- Entwicklung einer weiteren Subduktionszone des penninischen Ozeans unter die Kontinentalkruste des Ostalpins unter Ausbildung der Blauschiefer.
- Interner Deckenbau des Penninikums, Überschiebung der Ophiolithe über die tieferen penninischen Einheiten bei gleichzeitiger Überdeckung des gesamten Penninikums durch das Ostalpin.
- Aufstieg und Aufwölbung des Tauernfensters am Ende des Deckenbaues und der Metamorphose.

Ausblick

Wie bereits zu Beginn erwähnt, sind geologisch-petrologisch-mineralogische Arbeiten im Gebiet der Hohen Tauern bereits seit über 100 Jahren im Gange und haben sich bis in die Gegenwart kontinuierlich und fruchtbar entwickelt. Allerdings lassen die Öffentlichkeitsarbeit in der Geologie und die Darstellung der geologischen Arbeit und ihrer Probleme für ein breiteres Publikum zu wünschen übrig. Die Ausstellung Minerale und Erze in den Hohen Tauern und die damit verbundenen Informationsschriften und Broschüren sollen diese Situation verbessern. Sicher

aber wird der Nationalpark Hohe Tauern eine bessere Information für Bewohner und Besucher der Nationalparkregion stimulieren. Vielversprechende Ansätze dafür gibt es bereits. Beispiele mögen das belegen: die geologische Reliefdarstellung der Hohen Tauern im Nationalparkhaus Döllach, die geologische Informationsstelle an der Großglocknerstraße (Elendgrube), Schautafeln im Hollersbach- und im Felbertal, ein geologischer Lehrpfad im Habachtal und im Untersulzbachtal sowie mehrere Naturführer für diverse Tauerntäler (z. B. Hollersbachtal) mit entsprechenden geologischen Einführungen und Darstellungen.

Danksagung: Für das Schreiben des Manuskriptes danken wir Frau C. LUBLASSER und Frau I. ADAMLE sowie den Herren Dr. R. MARSHALLINGER und Mag. Ch. STEJSKAL für die Mithilfe bei der Anfertigung der Abbildungen und Grafiken.

Adressen der Autoren:

Univ.-Prof. Dr. Volker Höck, Institut für Geologie und Paläontologie, Universität Salzburg, Hellbrunner Straße 34, A-5020 Salzburg

Univ.-Doz. Dr. Friedrich Koller, Institut für Petrologie, Universität Wien, Dr. Karl-Lueger-Ring 1, A-1010 Wien

Dr. Robert Seemann, Mineralogische-Petrographische Abt., Naturhist. Museum, A-1014 Wien, Pf. 417

Literatur

- AMPFERER, O. (1942): Über die Bedeutung von Gleitvorgängen für den Bau der Alpen – Sitz. Ber. Akad. Wiss. m.-n. Kl., **151**, 9–26.
- BESANG, K., HARRE, W., KARL, F., KREUZER, H., LENZ, H., MÜLLER, K. & WENDT, I. (1968): Radiometrische Altersbestimmungen (Rb/Sr und K/Ar) an Gesteinen des Venediger-Gebietes (Hohe Tauern, Österreich) – Geol. Jb., **86**, 835–844.
- CHAPPELL, B. W. & WHITE, A. J. R. (1974): Two contrasting granite types – Pacific Geology, **8**, 173–174.
- CLAR, E. (1953): Zur Einfügung der Hohen Tauern in den Ostalpenbau – Verh. Geol. B.-A., **1953**, 93–104.
- CLAR, E. (1965): Zum Bewegungsbild des Gebirgsbaues in den Ostalpen – Verh. Geol. B.-A., Sh. G., 11–35.
- CLIFF, R. A. (1981): Pre-Alpine History of the Pennine Zone in the Tauern Window, Austria: U-Pb and Rb-Sr Geochronology – Contrib. Mineral. Petrol., **77**, 262–266.
- CLIFF, R. A., NORRIS, R., OXBURGH, E. R. & WRIGHT, R. C. (1971): Structural, Metamorphic and Geochronological Studies in the Reißbeck and the Southern Ankogel Groups, the Eastern Alps – Jb. Geol. B.-A., **114**, 121–272.
- CORNELIUS, H. P. & CLAR, E. (1939): Geologie des Großglocknergebietes, Teil I. – Abh. Zweigst. Wien, Reichsanst. f. Bodenforsch., **25**, 350 S.
- DACHS, E. (1986): High-pressure mineral assemblages and their breakdown-products in metasediments South of the Grossvenediger, Tauern Window, Austria. – Schweiz. mineral. petrogr. Mitt., **66**, 145–161.
- DACHS, E. (1990): Geothermobarometry in metasediments of the southern Grossvenediger area, Tauern window, Austria. – J. metamorphic Geol., **8**, 217–230.
- DROOP, G. (1983): Pre-Alpine eclogites in the Penninic Basement Complex of the Eastern Alps. – J. metamorphic Geol., **1**, 3–12.
- EXNER, CH. (1982): Geologie der zentralen Hafnergruppe (Hohe Tauern) – Jb. Geol. B.-A., **125**, H. 1–2, 51–154.
- FINGER, F. & STEYRER, H. P. (1988): Granite types in the Hohe Tauern (Eastern Alps, Austria) – Some aspects on their correlation to Variscan plate tectonic processes. – Geodin. Acta, **2**, 75–87.
- FRANK, W., HÖCK, V. & MILLER, CH. (1987): Metamorphic and Tectonic History of the Central Tauern Window – In: FLÜGEL, H. W. & FAUPL, W. (eds): Geodynamics of the Eastern Alps. Deuticke, 34–54.
- FRANZ, G., MOSBRUGGER, V. & MENGE, R. (1990): Pteridophyll leaf fragments from the Maurertal/Großvenediger. – Mitt. Österr. Mineral. Ges., **135**, 24–25.
- FRASL, G. & FRANK, W. (1966): Zur Einführung in die Geologie und Petrologie des Penninikums des Tauernfensters. – Sh. 15: Zur Mineralogie und Geologie des Landes Salzburg und der Tauern, DER AUFSCHLUSS, Herausgegeben von der Vereinigung der Freunde der Mineralogie und Geologie (VFMG) e. V., 30–52.
- FRASL, G. (1957): Der heutige Stand der Zentralgneisforschung in den Ostalpen – Mineral. Mitt. Bl. Joanneum, **2/1957**, 41–63.
- FRASL, G. (1958): Zur Seriengliederung der Schieferhülle in den Mittleren Hohen Tauern – Jb. Geol. B.-A., **101**, 323–472.
- FRISCH, W. (1976): Ein Modell zur alpidischen Evolution und Orogenese des Tauernfensters – Geol. Rundsch., **65**, 375–393
- GRUNDMANN, G. (1989): Metamorphic Evolution of the Habach Formation. A Review. – Mitt. österr. geol. Ges., **81** (1988), 133–149.
- HÖCK, V. & KOLLER, F. (1989): Magmatic evolution of the Mesozoic ophiolites in Austria. – Chemical Geology, **77**, 209–227.
- HÖCK, V. & MILLER, CH. (1987): Mesozoic ophiolitic sequences and non-ophiolitic metabasites in the Hohe Tauern – In: FLÜGEL, H. W. & FAUPL, P. (eds): Geodynamics of the Eastern Alps. Deuticke Wien, 16–33.
- HÖCK, V. & SCHARBERT, S. (1989): Metabasalts from the Central Part of the Hohe Tauern (Austria): Genetic implications from Sr-isotope and trace element studies – Mitt. österr. geol. Ges., **81**, 151–165.
- HÖCK, V. (1983): Mesozoic ophiolites and non-ophiolitic metabasites in the central part of the Tauern window (Eastern Alps, Austria) – Ofioliti, **8(1)**, 103–126.
- HÖCK, V. (1993): The Habach-Formation and the Zentralgneis – A Key in Understanding the Paleozoic Evolution of the Tauern Window (Eastern Alps) – In: v. RAUMER, J. F. and NEUBAUER, F. (eds.): Pre-Mesozoic Geology in the Alps, 361–374, Springer.

- HÖLL, R. (1975): Die Scheelitlagerstätte Felbertal und der Vergleich mit anderen Scheelitvorkommen in den Ostalpen – Abh. bayer. Akad. Wiss., math.-natwiss. Kl., **157** A, 114 S.
- HOLLAND, T. J. B. (1979): High water activities in the generation of high pressure kyanite eclogites in the Tauern Window, Austria – J. Geology, **87/1**, 1–27.
- HOLUB, B. & MARSCHALLINGER, R. (1989): Die Zentralgneise im Hochalm-Ankogel-Massiv (östliches Tauernfenster). Teil I: petrographische Gliederung und Intrusionsfolge – Mitt. österr. geol. Ges., **81** (1988), 5–31.
- KARL, F. (1959): Vergleichende petrographische Studien an den Tonalitgneisen der Hohen Tauern und den Tonalit-Graniten einiger periadriatischer Intrusivmassive – Jb. Geol. B.-A., **102**, 1–192.
- KLEBERGER, J., SÄGMÜLLER, J. J. & TICHY, G. (1981): Neue Fossilfunde aus der mesozoischen Schieferhülle der Hohen Tauern zwischen Fuschertal und Wolfbachtal (Unterpinzgau/Salzburg) – Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **10**, 275–288.
- KOBER, L. (1923): Bau und Entstehung der Alpen – 1. Aufl., Bornträger Berlin, 283 S.
- KOBER, L. (1938): Der geologische Aufbau Österreichs – Springer Verlag Wien, 204 S.
- KOLLER, F. & HÖCK, V. (1990): Mesozoic ophiolites in the Eastern Alps – In: MALPAS, J., MOORES, E. M., PANAYIOTOU, A., XENOPHONTOS, C. (Editors): Ophiolites, Oceanic Crustal Analogues, Proceedings of the Symposium “TROODOS 1987”, 253–263.
- KOLLER, F. & RICHTER, W. (1984): Die Metarodngite der Habachformation, Hohe Tauern (Österreich) – Tschermarks Min. Pet. Mitt., **33**, 49–66.
- KRAIGER, H. (1989): Die Habachformation – ein Produkt ozeanischer und kontinentaler Kruste – Mitt. österr. geol. Ges., **81**, 47–64.
- LAMBERT, R. S. J. (1964): Isotopic Age Determination on Gneisses from the Tauernfenster, Austria – Verh. Geol. B.-A., **1964**, H. 1, 16–27.
- MARSCHALLINGER, R. & HOLUB, B. (1990): Die Zentralgneise im Hochalm-Ankogel-Massiv (östliches Tauernfenster). Teil II: Geochemische und zirkontypologische Charakteristik – Mitt. österr. geol. Ges., **82**, 19–48.
- MILLER, CH., SATIR, M. & FRANK, W. (1980): High-pressure metamorphism in the Tauern window – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72**, 89–97.
- MUTSCHLECHNER, G. (1956): Über das Alter des Hochstegenkalkes bei Mayerhofen (Zillertal) – Mitt. Geol. Ges. Wien, **48** (1955), 155–165.
- PEARCE, J. A., HARRIS, N. B. W. & TINDLE, A. G. (1984): Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks – J. Petrol. **25**, 953–983.
- PESTAL, G. (1983): Beitrag zur Kenntnis der Geologie in den Mittleren Hohen Tauern im Bereich des Amer- und Felbertales (Pinzgau, Salzburg). Unveröffentl. Diss. Univ. Wien, 117 S.
- QUADT, A. VON (1992): U-Pb zircon and Sm-Nd geochronology of mafic and ultramafic rocks from the central part of the Tauern Window (Eastern Alps) – Contrib. Mineral. Petrol., **110**, 57–67.
- RAITH, M., RAASE, P., KREUZER, H. & MÜLLER, P. (1978): The Age of the Alpidic Metamorphism in the Western Tauern Window, Austrian Alps, according to Radiometric Dating – In: CLOSS, H. et al. (eds): Alps, Apennines, Hellenides, 140–148.
- REITZ, E. & HÖLL, R. (1988): Jungproterozoische Mikrofossilien aus der Habachformation in den mittleren Hohen Tauern und dem nordostbayerischen Grundgebirge – Jb. Geol. B.-A., **131**, 329–340.
- SATIR, M. (1975): Die Entwicklungsgeschichte der westlichen Hohen Tauern und der südliche Ötztalmasse auf Grund radiometrischer Altersbestimmungen – Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, **30**, 84 p.
- SELVERSTONE, J., SPEAR, F. S., FRANZ, G. & MORTEANI, G. (1984): High-Pressure Metamorphism in the SW Tauern Window, Austria: P-T. Paths from Hornblende-Kyanite-Stauroilite Schists – J. Petrol. **25**, 501–531
- SENFTEL, E. & EXNER, CH. (1973): Rezente Hebung der Hohen Tauern und geologische Interpretation – Verh. Geol. B.-A., **1973**, 209–234.
- STAUB, R. (1924): Der Bau der Alpen – Beitr. Geol. Kt. Schweiz, **52** (N. F. **82**), 270 S.
- SUCESS, E. (1909): Das Antlitz der Erde – 3. Bd., 2. Hälfte, Temsky und Freytag, 789 S.
- SUCESS, F. E. (1949): Bausteine zu einem System der Tektogenese – Mitt. Geol. Ges. Wien, **36–38**. Bd., 29–230.
- TERMIER, M. P. (1903): Les nappes des Alpes Orientales et la Synthèse des Alpes – Bull. Soc. geol. France, **4**, S. 3, 711–766.
- TOLLMANN, A. (1963): Ostalpensynthese – Deuticke Wien, 256 S.
- TOLLMANN, A. (1977): Geologie von Österreich Bd. 1. Die Zentralalpen – Deuticke Wien, 766 S.
- ZIMMERMANN, R. & FRANZ, G. (1989): Die Eklogite der Unteren Schieferhülle; Frosnitzal/Südvenediger (Tauern, Österreich) – Mitt. österr. geol. Ges., **81** (1988), 167–188.

ERKLÄRUNG VON BEGRIFFEN

1. Plattentektonik

1.1. Allgemeines

Die Erde ist ein dynamisches Gebilde, das sich unter anderem durch Erdbeben und im Werden und Vergehen von Vulkanen und vulkanischen Inseln (z. B. Paricutin, Monte Nuovo, Surtsey) manifestiert. Die Dynamik reicht bis in die tieferen Teile der Erdkruste, sogar bis in den Mantel hinein. Vor allem die großen Gebirge der Erde zeigen die gewaltigen Bewegungsmechanismen, die zu ihrer Entstehung führten und in der Bildung von kilometerweit überschobenen Deckenstapeln ihren Höhepunkt fanden. Es war daher auch die Frage nach den Ursachen der Gebirgsbildung, die bei allen geotektonischen Hypothesen eine wesentliche Stellung einnahm, bis vor wenigen Jahrzehnten die Ozeanforschung im weitesten Sinne die Akzente etwas verschob, sodaß die Frage nach Entstehung der Ozean-

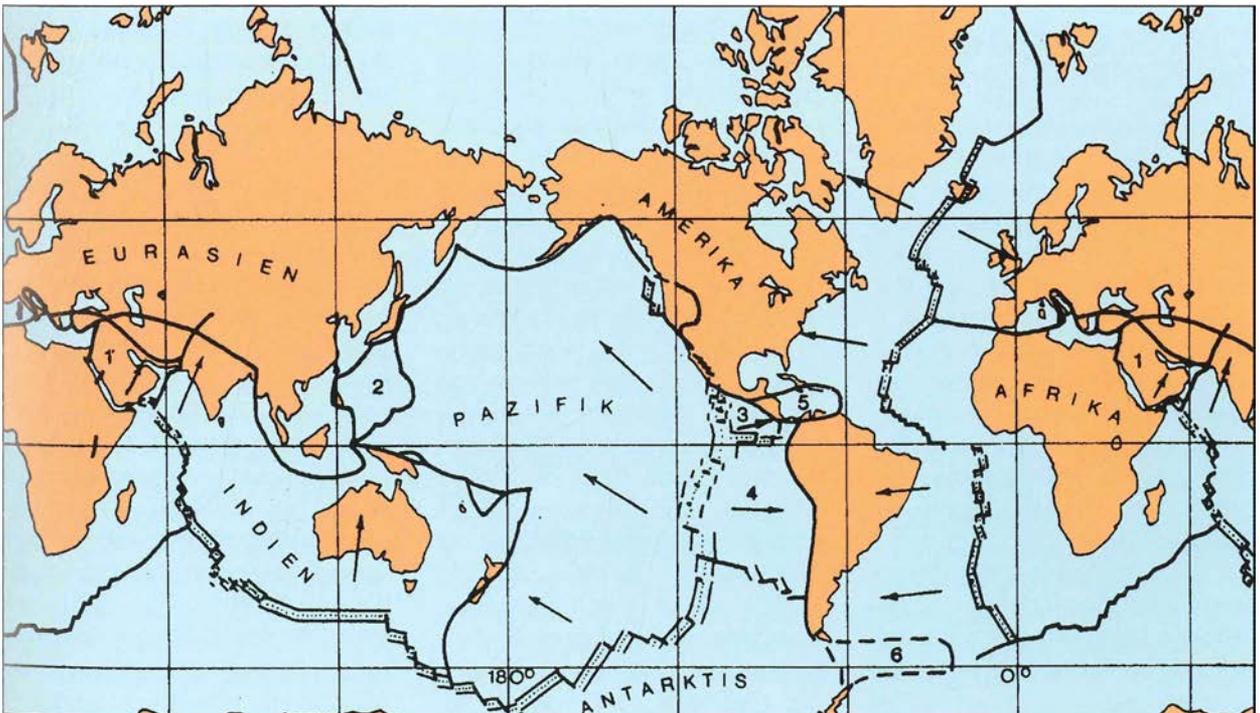
böden von gleicher Bedeutung ist wie die Frage nach Wesen und Ursache der Orogenese.

Die Grundidee Wegeners, daß sich verschiedene Teile der Kruste auf Gesteinen des obersten Mantels driftend in Bewegung befinden, wurde durch die jüngsten Untersuchungen glänzend bestätigt, ebenso die Trennung Amerikas von Europa bzw. Afrika in den letzten 100 Millionen Jahren. Inzwischen ist es auch gelungen, die Umriss der einzelnen Krustenteile (=Platten), die sich in voneinander unabhängiger Bewegung befinden, mit Hilfe der Geophysik etwas besser zu erfassen: Betrachtet man nämlich die Verteilung der Erdbebenherde über die ganze Erde, so ist leicht zu sehen, daß die überwiegende Anzahl der Epizentren an schmalen Streifen einerseits entlang der jungen alpidischen Orogene (Alpen-Himalaya-Kette und zirkumpazifisches Orogen) und entlang

der mittelozeanischen Schwellen lokalisiert sind. Dazwischen liegen weite Räume sowohl auf den Kontinenten als auch im Bereich der Ozeane, die weitgehend arm oder sogar frei an Erdbeben sind. Die Erdbebenzonen werden nun mit gutem Grund als Plattengrenzen, an denen die Bewegung zwischen den einzelnen Platten stattfindet und damit seismische Aktivitäten auslöst, zugeordnet. Die wichtigsten sechs auf diese Weise abgrenzbaren Platten sind die eurasische, afrikanische, indische, pazifische, amerikanische und die antarktische Platte (Abb. 11).

Der Seismik verdanken wir auch die Erkenntnis, daß die Erdkruste unter den Ozeanen wesentlich geringmächtiger ist als die Kruste unterhalb der Kontinente. Zwischen beiden Krustentypen bestehen wesentliche Unterschiede. Die ozeanische Kruste ist dünner, nur etwa 10–15 km dick, besitzt dafür aber

Abb. 11: Übersicht über die wichtigsten Platten der Erdoberfläche. Die Kontinente sind braun, die Ozeane blau eingefärbt. Die Platten bestehen vielfach sowohl aus ozeanischer als auch kontinentaler Kruste.



höheres spezifisches Gewicht, da sie aus relativ schwerem Gestein besteht wie Peridotit, Gabbro und Basalt. Die kontinentale Kruste ist wesentlich dicker, 30–40 km, und besteht im wesentlichen aus Graniten, Gneisen und Glimmerschiefern. Sie weist eine etwas geringere Dichte auf als die ozeanische Kruste, ist also leichter. Während die kontinentale Kruste durch die ganze Erdgeschichte hindurch im wesentlichen erhalten blieb und langsam aber ständig anwuchs, ist die ozeanische Kruste – sogenannt deshalb, weil sie die Gesteinsbasis der großen Ozeane bildet – in geologischen Dimensionen gesehen eher kurzlebig. Sie wird an den mittelozeanischen Rücken im Zuge vulkanischer Tätigkeit gebildet und taucht entlang von Subduktionszonen unter die Kontinente ab, da sie ja deutlich schwerer ist als diese. So finden wir in den Kontinenten Gesteine, die zwischen 3 und 4 Milliarden Jahre alt sind, während die ältesten Anteile der heutigen ozeanischen Kruste aber nur ein Alter von 100–200 Millionen Jahren aufweisen. Diese Abtauchprozesse sind es auch, die die kontinentalen Schollen zueinander treiben lassen und ihre Kollision und damit die Gebirgs- und Deckenbildung verursachen.

1.2. Ozeanbodenbildung an den mittelozeanischen Rücken

Die Eigenheiten der mittelozeanischen Rücken (dünne Kruste, seismische Aktivität, hoher Wärmefluß) werden mit der Annahme erklärt, an eben diesen Rücken würde ozeanische Kruste neu gebildet, und zwar in der Form, daß Mantelmaterial in aufsteigenden Strömen bis knapp unter den Ozeanboden dringe, dort erkalte und so neue Kruste schaffe, die sich langsam – von noch jüngerer Kruste auseinander gedrängt – von den mittelozeanischen Rücken entferne.

Die ältesten Gesteine der Ozeanböden sind zwischen 150 und 200 Millionen Jahre alt. Das bedeutet, daß sich der überwiegende Teil der ozeanischen Kruste (ein großer Teil

der Erdkruste) erst seit der Kreide (Jura) gebildet hat. Die enorme Krusten Neubildung in erdgeschichtlich kurzer Zeit ist nur zu verstehen, wenn eine entsprechende Menge Krustenmaterial bei gleichbleibender Erdoberfläche verschluckt und dem Erdmantel wiederum einverleibt wurde. Im Konzept der Plattentektonik stellt das Abtauchen und Wiederaufschmelzen von Ozeanboden ein wesentliches Element der Dynamik des Krusten-Mantel-Bereiches dar.

1.3. Subduktion

An verschiedenen Stellen des Pazifiks, z. B. im Bereich der japanischen Inseln, der Philippinen, der Kurilen oder auch vor der Küste Süd- und Mittelamerikas vertieft sich der Ozeanboden zu langgezogenen tiefen Gräben, die bis über 10.000 m unter die Wasseroberfläche reichen. Räumlich mit diesen Gräben verbunden sind Erdbeben zu lokalisieren, deren Hypozentren mit zunehmender Entfernung zum Graben auf dessen einer Seite immer tiefer zu liegen kommen, und zwar bis 700 km tief! Trägt man die Hypozentren in einem gedachten Profilschnitt auf, so ist leicht zu sehen, daß sie sich an einer Fläche anordnen, die vom Graben ausgehend mit etwa 45° Neigung bis in den Mantel hineinreicht. Die Gräben und die Erdbebenherde markieren also die Abtauchzonen (Subduktionszonen), entlang denen die kalte Kruste wieder in die Tiefe des Mantels absinkt.

In Zonen, in denen nun ozeanische Kruste und kontinentale Kruste, die verschiedenen Platten angehören, zusammentreffen, ist leicht einzusehen, daß im allgemeinen die spezifisch schwerere ozeanische Kruste ($D > 3$) unter die leichtere kontinentale Kruste ($D < 3$) abtauchen wird. Dies ist im gesamten zirkumpazifischen Raum der Fall, wo der Pazifikboden im E unter Süd- und Mittelamerika im N und W unter die Inselbögen des ostasiatischen Orogens abtaucht. Damit ist auch schon die Geometrie der Subduktions-

zonen angedeutet. In vielen Fällen, besonders in Ostasien, aber auch im karibischen Bereich, sind die Tiefseegräben bogenförmig angeordnet, und zwar immer in der Form, daß die konkave Seite des Bogens die Abtauchrichtung markiert. Mit den Gräben vergesellschaftet sind häufig Inselketten, deren konvexer Außenrand seinerseits das Ende der stabilen, kontinentalen Platte anzeigt (Inselbögen).

Auf ihrem Weg in die Tiefe führt die abtauchende ozeanische Kruste in ihrem Porenraum große Mengen Wasser mit sich. Bei den Temperaturen von vielen hundert Grad, die im oberen Mantel herrschen, wird das Wasser in gasförmiger Form frei und steigt in die darüberliegende kontinentale Kruste. Die immer noch sehr hohen Temperaturen in der Kruste, kombiniert mit den großen Wassermengen, führen zu einem partiellen Aufschmelzen der Kruste und zur Bildung von Magmaherden mit sehr wasserreichem Magma. An der Erdoberfläche treten dann meist in einiger Entfernung von den Gräben Vulkane auf, in deren z. T. sehr explosiver Tätigkeit sich die Magmenkammern entleeren. Es sei hier nur auf die japanischen oder indonesischen Vulkane (Krakatau) verwiesen, die wohl im Zusammenhang mit den abtauchenden Platten zu sehen sind (Inselbogenvulkanismus).

1.4. Ursachen von Metamorphose und Granitbildung

Zunächst werden im Verband mit einer kontinentalen Platte, aber bereits auf Ozeanboden Sedimente abgelagert, vorwiegend Tone und Mergel, die auch von Basalten bzw. basaltischen Tuffen durchsetzt sein können. Zu gleicher Zeit können durchaus auch am Kontinentalrand selbst Sedimente – meist Karbonatgesteine – sedimentiert werden. In weiterer Folge führt die Ozeankruste bei ihrer Unterschiebung auch das ihr auflagernde Sedimentmaterial mit sich in die Tiefe unter die Kontinentalkruste. Kruste und Sediment

geraten unter extrem hohen Druck, etwa 10.000 bar bei einer Versenkungstiefe von ca. 25 km. Die Versenkung geht wesentlich rascher vonstatten als die Aufwärmung der Gesteine durch die in dieser Tiefe herrschende Wärme. Die Gesteine – Kruste wie Sedimente – werden zwar umgewandelt (metamorphosiert), aber anfangs unter besonderen Bedingungen: nämlich hohen Drucken (7–8 kbar, d. i. eine Tiefe von 15–25 km), aber niedrigen Temperaturen (300–350 °C). Aus Basalten bilden sich Eklogite, aus Sedimenten Schiefer, mit einem nach Chemismus charakteristischem Mineralbestand: Aragonit, Lawsonit, Jadeit, Glaukophan, Pumpellyit u. a. Die schwere basaltische Kruste sinkt als Eklogit nun weiter in den Mantel und wird sukzessive aufgeschmolzen. Das Sedimentmaterial mit geringer Dichte befindet sich im tieferen Krusten – bis oberen Mantelbereich mit seiner großen Dichte in einem Ungleichgewicht und zeigt daher Auftriebstendenzen. Folge: Der Druck nimmt ab, da die Sedimente langsam höher steigen. Gleichzeitig steigt aber die Temperatur, da sich inzwischen thermisches Gleichgewicht zwischen heißer Umgebung und ursprünglich kalter Kruste eingestellt hat. Die Sedimenthülle gerät in äußere Bedingungen, die sich mineralogisch in der Grünschieferfazies manifestiert (4–5 kbar, 450–500 °C). Als charakteristische Minerale treten u. a. Albit, Zoisit, Klinozoisit, Aktinolith, Calcit auf. Der alte Mineralbestand wird teilweise dem neuen angepaßt, teils bleibt er reliktsch erhalten. Tatsächlich ist diese Abfolge: älterer Hochdruckmineralbestand – jüngere Grünschieferfazies genau das, was man in den vielen Gebirgsgürteln, u. a. auch in den Alpen, sowohl den Westalpen als auch in den Ostalpen (Tauernfenster), vorfindet.

Doch zurück zur abtauchenden Platte: kommt sie in noch größere Tiefen, etwa 50 bis 60 km, dann tritt der vorher erwähnte Mechanismus ein, nämlich das von der kühlen Ozeanplatte mitgeführte Wasser

wird frei und steigt auf. Wenn die dadurch entstehenden, meist kiesel-säurereichen Magmen nun nicht die Erdoberfläche erreichen, dann intrudieren sie als Granite bzw. Granodiorite oder Tonalite in das werdende Orogen.

1.5. Kollision

Die Subduktionsprozesse führen also zum Abtauchen der ozeanischen Kruste und damit zu ihrer Zerstörung. Sie wird in der Tiefe des Mantels wieder aufgeschmolzen und die Schmelze wird in den Erdmantel eingebaut. Diese Abbaumechanismen der ozeanischen Kruste werden, wie zum Beispiel im Pazifik, durch Neubildung ozeanischer Gesteine entlang der mittelozeanischen Rücken ausgeglichen. Kommt aber die Bildung neuen Krustenmaterials zum Stillstand, beginnt sich der Ozean entlang der Subduktionszone zu schließen und die Kontinente, die beidseitig der Subduktionszone liegen, zueinander zu bringen. Dieses Aufeinanderdriften der Kontinente endet in der Kollision beider Kontinente, die aufgrund ihres geringen spezifischen Gewichts nicht gänzlich einer unter den anderen subduziert werden. Die beiden Kontinentalblöcke verkeilen sich ineinander, bilden Decken aus, die sich übereinander legen und die Kruste zum Teil drastisch verdicken. Diese Verdickung der Kruste bis zu 60–70 km führt in deren Tiefe zu einer Hochtemperaturmetamorphose bei entsprechend hohen Drucken. Gleichzeitig beginnt aber durch das Ungleichgewicht, das zwischen der relativ leichten Kruste und ihrer schweren Umgebung herrscht, eine Auftriebstendenz zu wirken, die zum Aufstieg der verdickten Kruste und zur Bildung von Hochgebirgen führt.

2. Einteilung der Gesteine

Um die Entstehung von Gesteinen und in weiterer Folge die Entstehung von Gebirgen ausreichend erklären zu können, stellt die Klassifizierung von Gesteinen eine wesentliche Voraussetzung dar. In erster Annäherung kann man die Gesteine in drei

Gruppen gliedern. Das sind die Magmatite, Metamorphite und die Sedimente.

Dieser Gruppengliederung liegen unterschiedliche physikalisch-chemische Prozesse zugrunde. Kristallisieren Minerale oder Gläser aus einer silikatischen Schmelze (Magma), spricht man von magmatischen Prozessen, aus diesen resultieren die magmatischen Gesteine. Rekrystallisieren Minerale oder werden neue Minerale durch gegenseitige Reaktionen im festen Zustande ohne Beteiligung einer Gesteinschmelze gebildet, spricht man von metamorphen Prozessen und als deren Ergebnisse von Metamorphiten.

Die sedimentären Prozesse sind vielschichtig, sie beginnen mit der Verwitterung, umfassen den Transport der verwitterten Produkte durch Luft oder Wasser und schließlich die Wiederablagerung und Verfestigung dieser Produkte als Sedimentgestein.

2.1. Magmatische Gesteine

Die magmatischen Gesteine entstehen also durch Kristallisation von Mineralen aus dem Magma einer silikatischen Gesteinschmelze. Die Schmelze selbst wird bei hohen Temperaturen und Drucken im Erdmantel oder in der Erdkruste gebildet. Da sie eine geringere Dichte aufweist als die umgebenden Gesteine, beginnt sie aufzusteigen. Ein Teil der Schmelze erreicht dabei die Oberfläche und fließt als Lava in den verschiedenen als vulkanisch bezeichneten Erscheinungsformen aus. Dabei wird die heiße Gesteinschmelze (900–1.200 °C) rasch abgekühlt, wobei nur wenige Minerale gut auskristallisieren (Einsprenglinge), andere als dichte Grundmasse vorliegen. Es kann auch vorkommen, daß die Schmelze zu nichtkristallisiertem vulkanischen Glas erstarrt. Alle Gesteine, die auf Erstarrung der Schmelze an der Oberfläche zurückzuführen sind, werden als Vulkanite bezeichnet. Die wichtigsten Vertreter der Vulkanite sind die Basalte (Abb. 12).

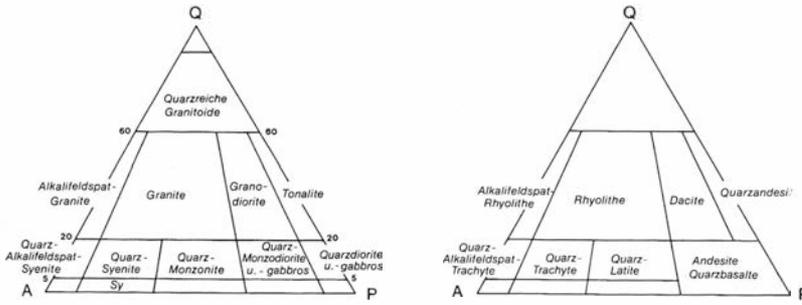


Abb. 12: Diagramm zur Darstellung plutonischer und vulkanischer Gesteine anhand der Minerale Alkalifeldspat, Plagioklas und Quarz.

Vielfach erreichen die Schmelzen nicht die Oberfläche und erstarren langsam in unterschiedlichen Tiefen innerhalb der Erdkruste. Erfolgt die Abkühlung an der Oberfläche sehr rasch, so kühlen die Gesteine innerhalb der Erdkruste sehr langsam aus und haben genügend Zeit, alle Minerale gut auskristallisieren zu lassen. Diese in der Tiefe erstarrten vollkristallisierten Gesteine werden als Plutonite oder Tiefengestein bezeichnet. Ihre wichtigsten Vertreter sind die Granite. Sie bestehen im wesentlichen aus Quarz, Kalifeldspat, Plagioklas, Biotit und oder Muskovit. Je nach Variation der Minerale Quarz, Plagioklas und Kalifeldspat unterscheidet man verschiedene Typen (Abb. 12).

2.2. Metamorphite

Alle Gesteine können vor allem bei Gebirgsbildungsprozessen Bedingungen unterworfen werden, die abweichen von denen, unter welchen diese Gesteine entstanden sind. Dabei wird sich der Mineralbestand und auch das Gefüge den neuen Bedingungen anpassen. Diese Vorgänge werden unter dem Namen Gesteinsumbildung und Metamorphose zusammengefasst (Abb. 13), sie finden im festen Zustand statt. Welche Gesteine bei der Metamorphose tatsächlich entstehen, hängt von zwei Gruppen von Faktoren ab:

1. vom Mineralbestand und der Chemie der Ausgangsgesteine
2. von Druck und Temperatur bei der Gesteinsumbildung.

Letztere Faktoren werden qualitativ durch die Mineralfazies beschrieben. Im Bereich der Grünschieferfazies z. B. herrschen Temperaturen von 300–450 °C und Drucke von 2–6 kbar. Das entspricht einer Versenkung in 5–15 km Tiefe. Die Amphibolitfazies hat etwa den gleichen Druckbereich, aber Temperaturen von 450–600 °C. Diese Fazieszonen sind dem untenstehenden Diagramm zu entnehmen. Diesen vielfältigen Faktoren entsprechend ist die Einteilung und Nomenklatur der Gesteine sehr komplex. Deshalb können hier nur einige wenige Beispiele aufgezeigt werden. Aus Ba-

salten z. B. werden in der Grünschieferfazies Prasinite, in der Amphibolitfazies Amphibolite, in der Eklogitfazies Eklogite. Aus Graniten und ihren verwandten Gesteinen werden Gneis z. B. Granitgneis, Tonalitgneis etc. Aus Tonen werden bei schwacher Metamorphose Phyllite, bei starker Metamorphose verschiedene Glimmerschiefer. Ist die Metamorphose relativ gering und der Ausgangszustand noch erkennbar, setzt man vor die Originalbezeichnung die Vorsilbe: Meta-

3. Was sind Ophiolithe?

Als Ophiolith bezeichnet man nicht ein bestimmtes Gestein, sondern eine ganze Gesteinsassoziation, die aus ultrabasischen Gesteinen (Peridotiten oder Serpentiniten), Kumulaten, gabbroischen Gesteinen sowie aus einer basaltischen Abfolge mit massigen Lavaströmen, Pillowlaven, Glastuffen und Tuffen besteht (Abb. 14). Beschlossen wird die Ophiolithabfolge durch Sedimente mit kieseligem bzw. karbonatischem Charakter. In der älteren Literatur wird diese Abfolge nach ihrem Erstbeschreiber G. Steinmann auch häufig als „Steinmann Trinität“ be-

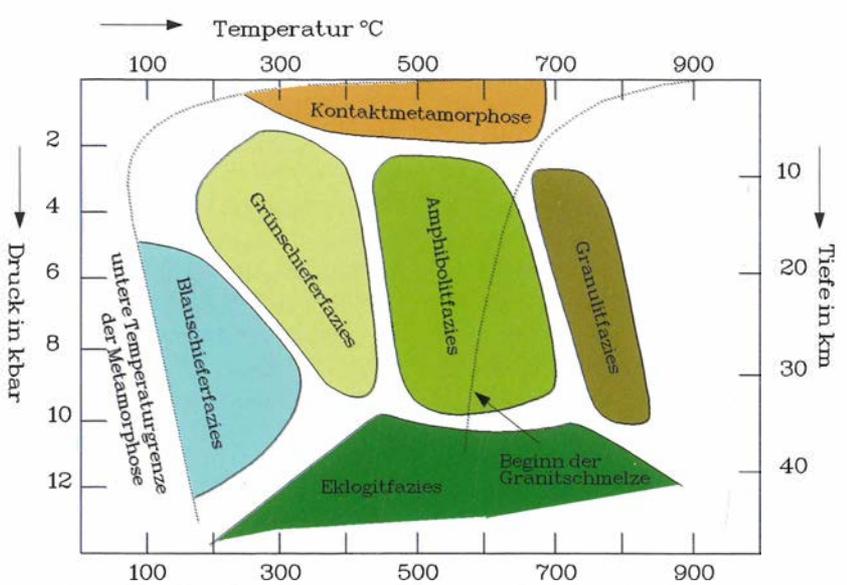


Abb. 13: Druck- und Temperaturdiagramm zur Darstellung der wichtigsten Metamorphosefazies. Die Felder zeigen die ungefähren Druck-Temperatur-Bereiche und damit die Tiefenversenkung für die einzelnen Fazieszonen. Die Grenzbereiche zwischen den Fazieszonen dienen nur der besseren Übersichtlichkeit. Die gepunktete Linie zeigt den Druck-Temperaturpfad, bei dem sich die ersten Granitschmelzen bilden.

Schematisches Säulenprofil durch einen Ophiolith

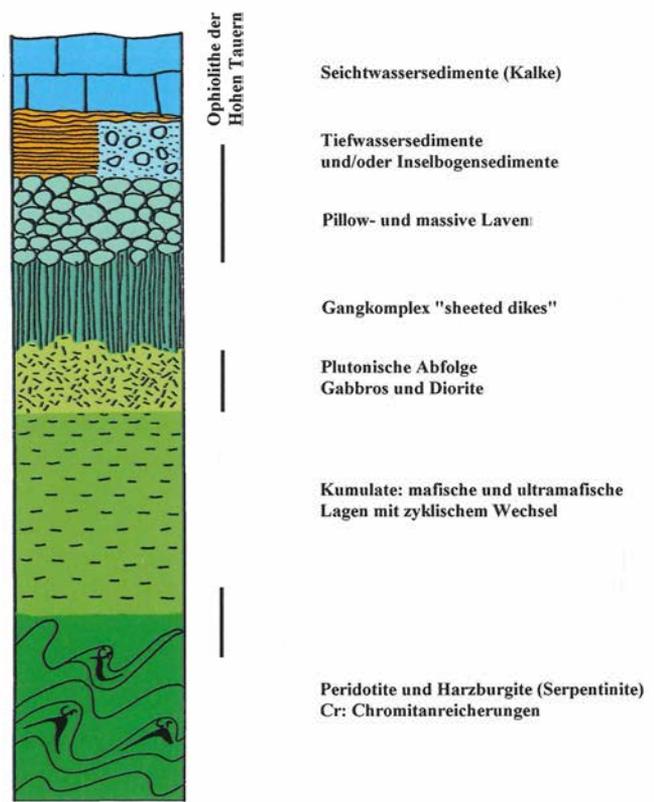


Abb. 14: Schematisches Säulenprofil durch einen Ophiolith. Dieses Profil zeigt die vollständige Abfolge (nicht maßstäblich) eines Ophioliths. Die Gesamtmächtigkeit einer solchen Abfolge beträgt sehr oft 6–8 km. Die Verbreitungsstriche auf der Seite des Profils zeigen an, welche Teile der gesamten Abfolge in den Ophiolithen der Hohen Tauern vorkommen. Sie sind nicht nur fragmentarisch sondern auch viel gering mächtiger ausgebildet.

zeichnet. Ophiolithe finden sich im Laufe der gesamten Erdgeschichte, konzentriert in den großen Gebirgsgürteln der Erde. Die jüngsten Studien an den Ozeanen haben gezeigt, daß in verschiedenen Bereichen der Ozeane Gesteinsassoziationen zu finden sind, die den Ophiolithen entsprechen, nämlich: im Bereich der mittelozeanischen Rücken, an Inselbögen selbst und in den „back arc basins“, kleinen ozeanischen Becken im Hinterland der Inselbögen (z. B. das japanische Meer oder die philippinische See). Das obenstehende Säulenprofil stellt einen schematisierten Schnitt durch eine Ophiolithabfolge dar. Die klassischen Ophiolithprofile (Zypern, Oman) zeigen eine enorme Mächtigkeit von 5 bis 10 km, deren größten Teil die ultramafischen Gesteine und die Kumulatabfolge einnehmen. Typisch für viele Ophiolithe ist ein Gangkomplex (sheeted

dikes), der das Bindeglied zwischen den plutonischen Abschnitten (massive Laven und Pillowlaven) darstellt. Diese Gangkomplexe werden als Zufuhrkanäle interpretiert, die das Magma aus der Magmenkammer an die Oberfläche leiten.

4. Gebirgsbildungszyklen

Seit ältesten, geologisch nachweisbaren Zeitaltern treten immer wieder Gebirgsbildungen (Orogenesen) auf. Sie sind nicht gleichmäßig durch die gesamte Erdgeschichte verteilt, sondern konzentrieren sich auf bestimmte, relativ kurze Zeitabschnitte. So lassen sich im Proterozoikum zahlreiche Gebirgsbildungen belegen, in den letzten 500 Millionen Jahren der Erdgeschichte kam es zu drei wesentlichen Gebirgsbildungszyklen, das ist

- der Kaledonische Gebirgsbildungszyklus im Ordovizium,

- der Variszische Gebirgsbildungszyklus im Karbon mit Vorläufern im Devon und schließlich
- der Alpine Gebirgsbildungszyklus in Kreide und Tertiär.

Im Bereich des alpinen Gebirges sind auch noch die älteren Gebirgsbildungsphasen, insbesondere die variszische, zum Teil noch sehr gut nachzuweisen.

5. Erdzeitalter

Die Erde existiert seit ca. 4,6 Milliarden Jahren. Davon nehmen allein das Archaikum und das Proterozoikum über 4 Milliarden Jahre ein. Der geologische Kenntnisstand über diesen fast unvorstellbar langen Zeitraum ist nach wie vor sehr lückenhaft und wird, je weiter man in der Zeitrechnung zurückgeht, immer spärlicher. Vor ca. 570 Millionen Jahren beginnt das Phanerozoikum mit dem Paläozoikum,

dem Mesozoikum und dem Känozoikum. Zu diesem Zeitpunkt erscheint eine Fülle von Lebewesen (daher auch der Name), sodaß sich aufgrund des entsprechend reichen Fossilgehaltes eine detaillierte stratigraphische und zeitliche Gliederung durchführen läßt. Die folgende

stratigraphische Tabelle (Abb. 15) gibt einen Überblick über die verschiedenen Zeitalter seit dem Paläozoikum mit den wichtigsten Zeitmarken. Ebenso ist die vermutliche bzw. gesicherte Einstufung der Formationen im Tauernfenster angegeben.

Zeitalter		Periode	Alter in Mill. Jahren	Formationen im Tauernfenster
Känozoikum	Tertiär	Quartär	1.6	
	Mesozoikum	Kreide	65	
		Jura	145	Bündnerschieferformation
Paläozoikum	Trias		208	Triaskarbonat- gesteine
		Perm	245	Wustkogel- formation
	Oberkarbon		290	Zentralgneis- intrusion
			325	
Paläozoikum	Archaikum Proterozoikum		570	
		Kambrium	510	
	Ordovizium		439	
		Silur	409	
	Devon		363	
		Unterkarbon	325	
				? ← — Altkristallin- und Habachformation — →

Abb. 15: Stratigraphische Tabelle mit den Zeitaltern und Perioden sowie den wichtigsten absoluten Altern an der Grenze zwischen den Perioden. In einer zusätzlichen Spalte ist die vermutete zeitliche Verbreitung der Formationen im Tauernfenster angegeben.

Die Mineralvergesellschaftungen der Hohen Tauern

Geschichtliche Daten zum Mineraliensammeln in den Hohen Tauern

Zweifellos hat bereits der frühe Mensch als Jäger und Sammler auch den alpinen Bereich durchstreift. Ein schöner und spektakulärer Beweis dafür ist der erst vor einiger Zeit bekannt gewordene „Eismann vom Hauslabjoch“ in den Ötztaler Alpen, von der Bevölkerung auch liebevoll „Ötzi“ genannt, der vor rund 5000 Jahren gelebt hat und durch einen glücklichen Umstand im Eis des Niederjochferners konserviert worden ist. Es wird auch angenommen, daß zu römischer und vorrömischer Zeit in den Hohen Tauern Goldbergbau und die Waschgoldgewinnung in den Tauernbächen betrieben worden ist (WIESSNER, 1950).

Die Berichte von Plinius d. Älteren (23/24 n. Chr.–79) über die Kristalle der Alpen sind in sehr eindrucksvoller Weise erst kürzlich durch neue Funde von spektakulären Quarzkristallen im keltisch-römischen Handelszentrum auf dem Magdalensberg bestätigt worden (NIEDERMAYR, 1993a). Plinius beschreibt in seiner „Naturalis historia“ etwa „ritzartig aussehende Haare“ in den Kristallen (die man für Rutilnadelchen halten könnte) und daß man solche Kristalle zur Herstellung von Kugeln, die – bei Sonnenlicht als Brennläser benutzt – zum Ausbrennen von Wunden dienten, verwendet hat. Plinius berichtet uns aber auch, daß – vor allem schöne und reine – Kristalle am liebsten ungeschnitten aufbewahrt worden sind, diese somit als zur damaligen Zeit geheimnisumflorte Schauobjekte gedient haben müssen oder als Weihegeschenke an die Götter betrachtet worden sind. Wohl gibt Plinius die Fundstellen für Kristalle (Bergkristalle) im allgemeinen mit „In-

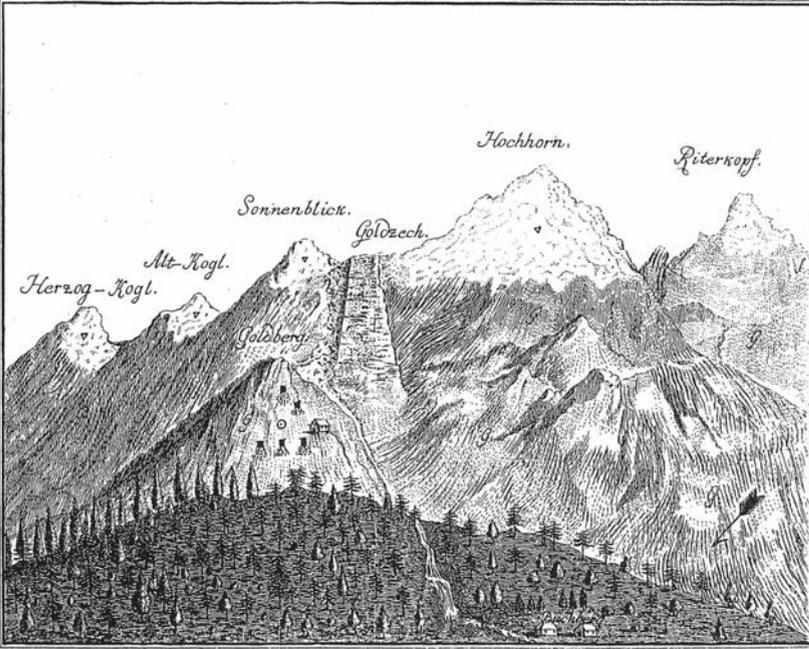
dien, Kleinasien, Zypern und die Alpen“ an. Sein Hinweis, daß sich Kristalle nur dort finden, „wo Winterschnee strengste Kälte bringt“, weist aber mit großer Wahrscheinlichkeit auf Fundorte in den Alpen (und eventuell im Kaukasus) hin. Sie sollen hier auch mittels Seilen aus den Felswänden geborgen worden sein. Die auf dem Magdalensberg ausgegrabenen Quarze lassen sich jedenfalls aufgrund von Tracht, Habitus und Einschlüssen zu einem nicht unerheblichen Teil auf die Rauris als wahrscheinlichstes Liefergebiet beziehen, stammen aber auf alle Fälle aus dem alpinen Bereich. Auch die südliche Goldberggruppe, Ankogel-Hochalmgruppe, das Gebiet des südlichen Venedigers oder das Ahrntal – im Einzugsgebiet der keltischen und römischen Händler liegend – kämen teilweise ebenfalls dafür in Betracht. Die Funde vom Magdalensberg sind damit die vermutlich frühesten,

vom Menschen bewußt gesammelten und bis heute als solche erhalten gebliebenen Mineralstufen aus den Hohen Tauern.

Nach Gold, Silber, Kupfer, Eisen und Arsen ist im Tauernbereich mit mehr oder minder mäßigem Erfolg bis in die Gegenwart geschürft worden, aber erst seit der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts haben sich Belege aus derartigen Vorkommen erhalten und scheinen auch Berichte über solche Mineralfunde in der Literatur auf. Auf einer Landkarte aus dem Jahre 1774 gibt Peter Anich die Anmerkung „Olperer, wo Krystall zu finden“, und Joseph Rohrer beschreibt 1796 sogenannte „Stuffenhändler“, die in den Sommermonaten in den Zillertaler Alpen nach seltenen Mineralien suchten (zitiert nach UNGERANK, 1991). Als die wohl eindrucksvollsten Zeugnisse des Mineralreichtums der Hohen Tauern und der angrenzenden Gebiete



25 cm großer Bergkristall in normal-rhomboedrischem Habitus aus dem keltisch-römischen Handelszentrum auf dem Magdalensberg in Kärnten. Sammlung: Landesmuseum für Kärnten. Foto: Alice Schumacher, Wien

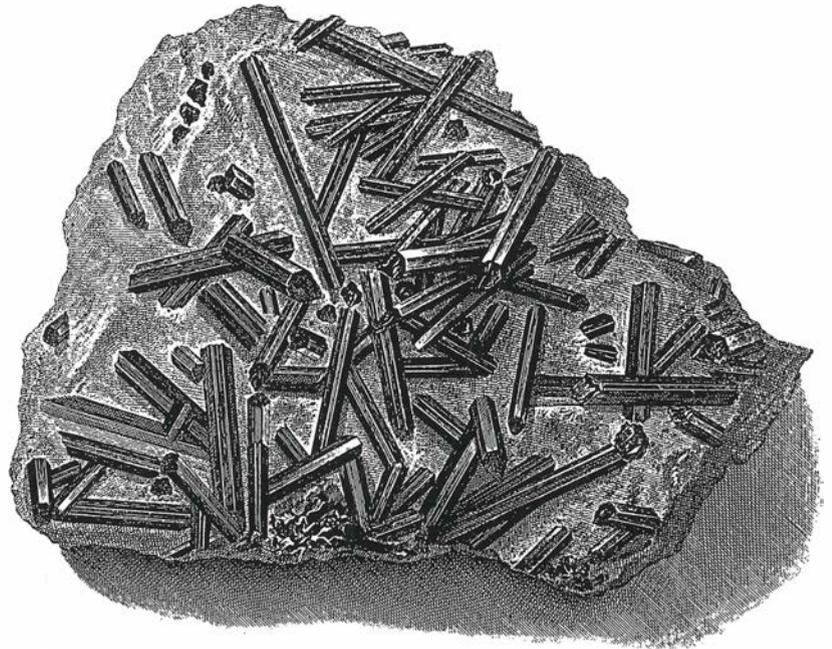


Die Goldbergbaue in der Rauris
(aus HACQUET, 1784).

zu dieser Zeit sind die beiden wunderbaren Reisebeschreibungen des bekannten Arztes und Naturforschers Bel-sazar v. Hacquet, der mit gutem Recht als Begründer einer interdisziplinären Durchforschung des Ostalpenraumes gelten kann, anzusehen. In seiner „Mineralogisch-botanischen Lustreise von dem Berg Terglou in Krain, zu dem Berg Glokner in Tyrol“, in den Jahren 1779 und 81 und „In der Reise durch die Norischen Alpen“ (HACQUET, 1784, 1791) hat er nicht nur etliche Bergbaue beschrieben, sondern auch Mineralien aus dieser Region (wie z. B. Quarz, Siderit, Rutil, Feldspäte, Calcit, Aquamarin, Gold, Pyrit, Arsenopyrit, Chalkopyrit, Galenit u. v. a.) erwähnt. Über die Schörlkristalle aus dem Bereich des Greiners im Zillertal berichtet bereits 1777 der „k. k. Bergwesen-Direktions-rath und Vicefactor zu Schwaz“ Franz Joseph Müller (später Freiherr von Reichenstein) an Hofrat Ignaz von Born (BORN, 1778).

Belege aus dieser frühen Zeit finden sich heute noch in alten Sammlungen dokumentiert, wenn es z. T. auch schwer ist, das Material eindeutig bestimmten Sammlerpersönlichkeiten zuzuordnen. Schöne Beispiele dafür sind der älteste, von Abbé Andreas Stütz in den Jahren 1797 bis 1806 verfaßte Katalog der Mineraliensammlung des Naturhistorischen Museums in Wien bzw. das noch etwas ältere „Einschreibebuch“, das

1780 begonnen worden ist, und in denen Mineralstufen aus den Zillertaler Alpen, dem Venedigerggebiet und auch aus dem Bereich Rauris-Gastein bereits genannt werden. Mineralstufen aus dem Alpenraum finden sich um diese Zeit aber auch in vielen privaten Sammlungen. Der prominenteste Sammler salzburgischer und Tiroler Mineralstufen am Beginn des 19. Jahrhunderts war zweifellos Erzherzog Johann (1782–1859), der Sohn Kaiser Leopolds II. Er war österreichischer Feldmarschall und deutscher Reichsverweser, widmete sich aber nach den Napoleonischen Kriegen vor allem historischen und naturwissenschaftlichen Studien. Seine Mineraliensammlung enthielt neben vorzüglichen Stücken aus Tirol unter anderem die ersten bekannten Smaragde aus dem Habachtal (damals „Heubachthal“ geschrieben), die er mit Sicherheit vom Hofkammerrath und späteren k. k. Regierungsrath und Bergwerksdirektor Kaspar Melchior Schroll erhalten hat. Schroll verfaßte auch die erste Mineralogie Salzburgs (SCHROLL, 1786). Für



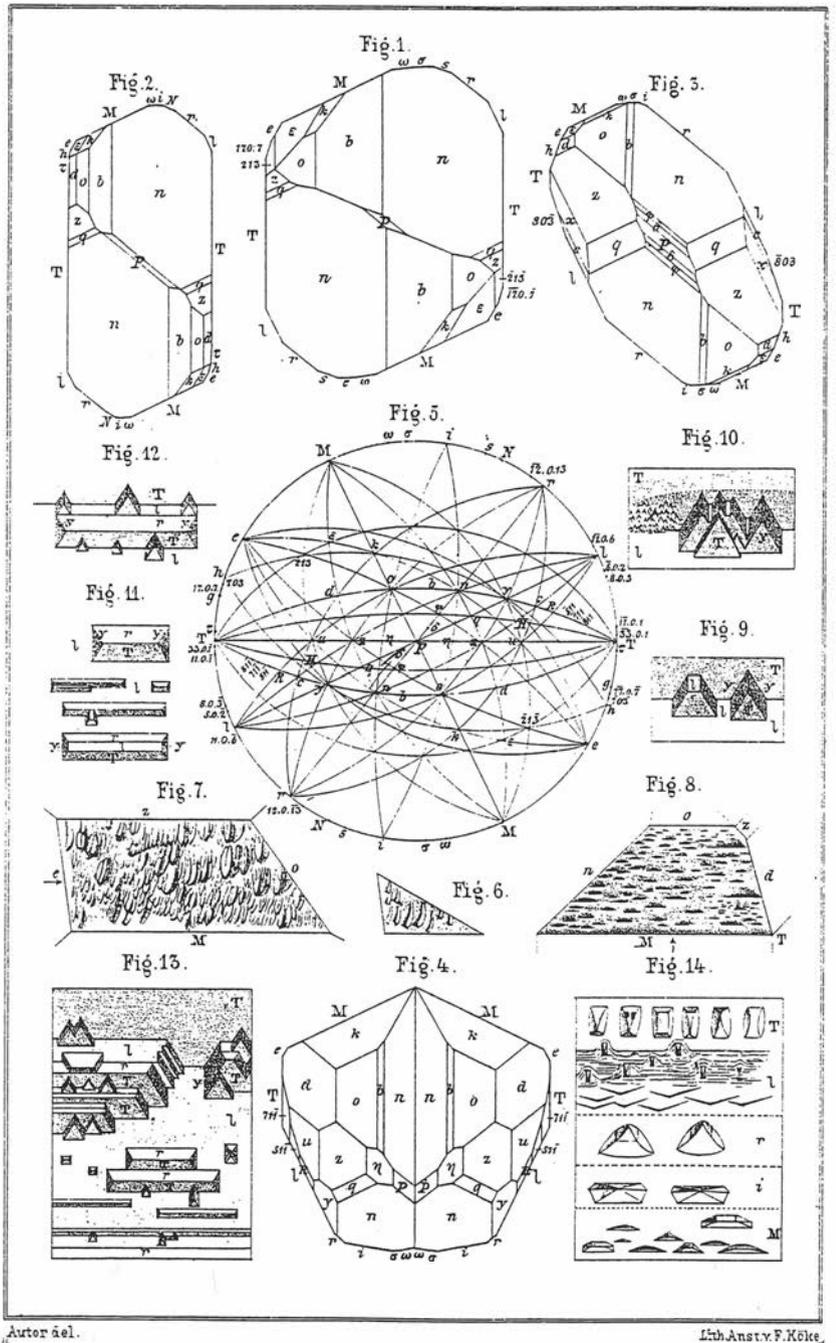
Seinem Bericht über die Schörlkristalle vom Greiner schließt BORN (1787) auch einige Abbildungen bei – leider ist die Sammlung, in der sich diese Stücke heute vielleicht noch befinden, nicht zu ermitteln.

Tafel VIII. zur Arbeit von GRÄNZER (1888) über die Epidote von der Knappenwand im Untersulzbachtal in Salzburg.

Kärnten waren dies ROSTHORN und CANAVAL (1853), und die erste tirolische Mineralogie stammt von Wilhelm Edlen von Senger (SENGER, 1821). Im 19. Jahrhundert gehörte das Sammeln von Mineralien bereits zum guten Ton, und es gab schon viele Mineralienhandlungen, vor allem in Wien, von wo sehr viel Material sowohl aus den Bergbauen der Monarchie aber auch aus dem Alpenraum in alle Welt gelangte. Für die einheimische Bevölkerung wurde das Sammeln von Mineralien in zunehmendem Maße zu einer willkommenen Nebenerwerbsquelle. Der Beruf des „Strahlers“, wie wir ihn aus den Schweizer Alpen kennen, ist in den Ostalpen aber eigentlich erst in unserem Jahrhundert in Mode gekommen. Heute besitzen viele einheimische Sammler bereits eine mehr oder weniger reichhaltige Fachliteratur, Mikroskope und eine oft sowohl wissenschaftlichen Ansprüchen durchaus gerecht werdende als auch ästhetische Mineraliensammlung.

Die Wissenschaft

Bis gegen Ende des 19. Jahrhunderts sind die mineralogischen Untersuchungen der alpinen Mineralparagenesen mehr beschreibend als genetisch forschend zu charakterisieren. Kristallmorphologie, Flächeninventar, Größe und Farbe sowie sonstige Besonderheiten waren maßgebliche Parameter, die im einschlägigen Schrifttum mitgeteilt worden sind. Schöne Beispiele dafür sind etwa die Bearbeitungen der Epidote der Knappenwand im Untersulzbachtal durch BREZINA (1871), BÜCKING (1878), KOKSCHAROW (1880) und GRÄNZER (1888), der alpinen Euklase durch BECKE (1881) und KOEHLIN (1886), des Zirkons von Pfitsch durch GEHMACHER (1887), des Magnetits durch BRUGNATELLI (1888), des Pyroxens durch ZEPHAROVICH (1890) und der alpinen Scheelite durch BERWERTH (1899).



Aut. ael.

Lith. Anst. v. F. Köfke.

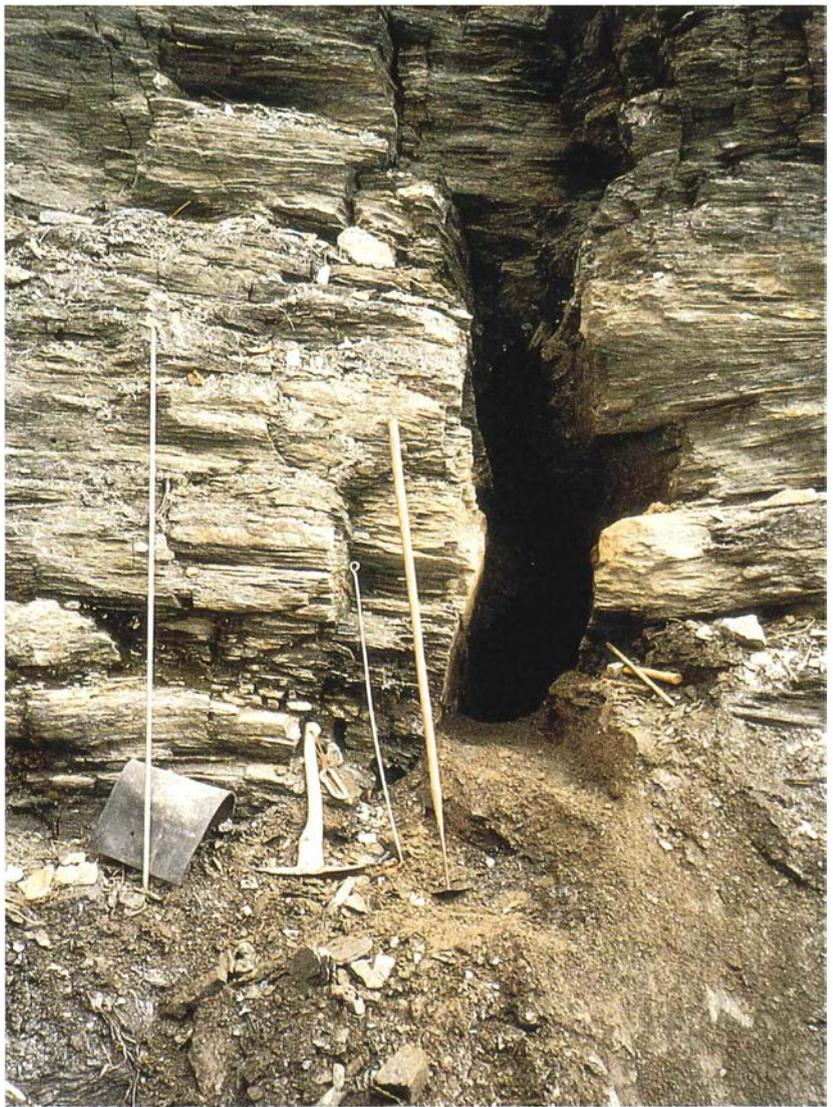
Mit Fragen nach der Entstehung der Mineralvorkommen der Hohen Tauern hat sich im wesentlichen erst Professor Dr. Ernst Weinschenk, außerordentlicher Professor der Petrographie an der Universität München, auseinandergesetzt (WEINSCHENK, 1896 und 1897). Seine großartige Monographie über die Mineralagerstätten des Großvenedigerstockes ist eine Zusammenfassung des gesamten damaligen Wissensstandes über die Mineralvorkommen dieses Gebietes. Seine Ausführungen sind vor allem von Schweizer Forschern, allen

voran Koenigsberger und Parker, aufgegriffen und diskutiert worden (z. B. KOENIGSBERGER, 1913); in Österreich selbst hat man sich erst viel später mit genetischen Fragestellungen betreffend alpine Mineralparagenesen befaßt. Es vergingen immerhin mehrere Jahrzehnte, bis der Ordinarius für Mineralogie und Petrographie an der Universität Wien, Prof. Hans Leitmeier, seine Ansichten über die Entstehung der alpinen Kluftmineralisation präsentierte (LEITMEIER, 1950). Leitmeier war vor allem von seinen Beobachtungen an den

Mineralvorkommen des Habachtales beeinflusst und hat ausgehend vom „Ichor der Zentralgneismassen“ seine Vorstellungen über die Entstehung der alpinen Kluftmineralisation zu untermauern versucht (z. B. LEITMEIER 1942). Er lehnte die Möglichkeit der Bildung der Kluftmineralien durch lateralsekretionär angereicherte, auf- oder absteigende Lösungen ab. Damit stand er und mit ihm auch andere österreichische Forscher, die sich mit alpinen Kluftmineralien und deren Bildung beschäftigten, wie z. B. HABERLANDT und SCHIENER (1951), in erklärtem Widerspruch zu den Thesen Koenigsbergers, Niggli sowie anderer Schweizer Mineralogen. Erst FRASL und FRANK (1966) haben auf die Bedeutung lateralsekretionär wirksamer Lösungen für die alpinen Kluftmineralisationen im Zuge der Spätphasen der alpidischen Metamorphose in den Ostalpen hingewiesen. Die Vorstellungen über die Bildung der alpinen Zerrkluft-Paragenesen, wie sie bereits KOENIGSBERGER (1913) und später NIGGLI (1940) überwiegend in bezug auf die Vorkommen in den Westalpen treffend charakterisierten, haben damit auch in die mineraltopographische Literatur der Ostalpen Eingang gefunden.

Was verstehen wir unter alpinen Klüften?

Definitionsgemäß sind „alpine Klüfte“ mineralbesetzte Hohlräume im Gebirgskörper, die im allgemeinen ungefähr senkrecht zur Textur – dem Korngefüge, das einerseits durch die Schieferung und andererseits aber auch durch den stofflich-lagigen Aufbau der Gesteine bestimmt wird – verlaufen. Ihren Mineralbestand verdanken alpine Klüfte Stoffumsetzungen aus den umgebenden Nebengesteinen. Man hat dies auch als „Lateralsekretion“ bezeichnet – die für die Mineralbildung verantwortlichen wässrigen Lösungen strömten somit, mit verschiedensten Stoffen angereichert, aus den die Klüfte umgebenden Nebengesteinen in die Hohlräume ein. Damit unterscheiden sich alpine Klüfte grundsätzlich von Erzlagerstätten, deren Stoffangebot üblicherweise von weiter her angeliefert worden ist und von den unmittelbaren Nebengesteinen meist nicht beeinflusst wird. Dies gilt aller-



Typische, senkrecht zur Textur des Gesteins verlaufende Zerrkluft aus der Rauris. Sie lieferte Quarzkristalle, die aber größtenteils durch Frosteinwirkung bereits zerstört waren. Foto: H. Fink, Gratkorn

dings nur für Erzmineralisationen, wie z. B. für die alpinen Tauerngold-Gänge, die erst nach dem thermischen Höhepunkt der letzten, den Alpenkörper prägenden Metamorphose, der sogenannten „Tauernkristallisation“, angelegt worden sind. Ältere Vererzungen sind im Zuge des genannten Metamorphoseereignisses zu einem nicht unerheblichen Teil umgelagert worden und pausen sich daher heute bisweilen auch im Mineralbestand so mancher Kluftmineralisationen durch. Der Einfluß des Nebengesteins auf den Mineralinhalt einer Kluft wird schon dadurch klar ersichtlich, daß bestimmten Gesteinen ganz bestimmte Mineralvergesellschaftungen

in den Klüften dieser Gesteine zuzuordnen sind.

Die Gesamtmenge der in einer Kluft enthaltenen Mineralien ist sehr unterschiedlich, ebenso der relative Anteil des freien Hohlraums darin. In gleicher Weise variiert auch die Größe dieser Hohlräume selbst. Mikroskopisch kleine Risse einerseits und bis mehrere Zehnermeter lange Kluftsysteme andererseits sind zu beobachten. Die Bildung der Hohlräume erfolgte im Zuge der Aufwölbung des Alpenkörpers, insbesondere im Bereich von Gesteinsgrenzen und in vom Gesteinsbestand her gesehen stark unterschiedlich aufgebauten Gesteinsfolgen. Größere, von der Gebirgs-



Der Oberpinzgauer Sammler Kurt Nowak mit seinem Fund: ein 174 Kilogramm schwerer und 60 cm hoher, heller Rauchquarz vom Venediger-Nordgrat aus dem Jahr 1991. Der Kristall wurde von den Findern zusammen mit einem zweiten Kristall aus derselben Klüft, welcher 114 Kilogramm wiegt, dem Felberturmuseum in Mittersill als Leihgabe zur Verfügung gestellt. Foto: G. Hofer

bildung nicht so stark in Mitleidenschaft gezogene Gesteinsmassive, in erster Linie Gneise und Amphibolite, sind zum Teil arm an derartigen Klüften, variabel zusammengesetzte Schieferfolgen sind dagegen oft ausgesprochen klüftreich. Die Klüfte sind häufig typische Zerrklüfte, die oft sehr schön die gewaltigen Kräfte der Gebirgsbildung (Tektonik), die zu ihrer Entstehung führte, erkennen lassen.

Die Klüfte füllten sich mit einer heißen, wässrigen, nach und nach aus dem umgebenden Gesteinsverband in die Hohlräume einströmenden Salzlösung. Diese, zum Teil auch einen relativ hohen Anteil an CO₂ aufweisenden Lösungen

reagierten mit dem Nebengestein und laugten dieses im Bereich einer Klüft zum Teil sehr nachhaltig aus. Man hat an alpinen Klüften der Schweizer Alpen ermittelt, daß durch diesen Laugungsprozeß bis zu einem Drittel des Stoffbestandes des frischen Nebengesteins solcherart in die Klüfte abtransportiert werden kann. Mineraliensammler wissen die Bleichungszonen des Gesteins um einen Klüfthohlraum oft richtig zu deuten und versuchen dann, die im Fels noch verborgenen Hohlräume zu öffnen. Nicht selten ist eine schöne Mineralstufe der Lohn für die harte und manchmal auch gefährliche Arbeit.

Im Laufe geologischer Zeiträume näherten sich nach und nach die luftführenden Gesteinsbereiche durch Abtragung der darüber liegenden Deckschichten der heutigen Oberfläche. Gleichzeitig damit kühlten sich die ursprünglich bis auf mehrere hundert Grad Celsius erwärmten Klüftlösungen ab, und aus den zunehmend abkühlenden und damit gesättigten Lösungen kristallisierten die für alpine Klüfte so typischen Mineralien. Sinkende Temperatur und abnehmender Druck verursachten in den Klüften, je nach dem Chemismus der Ausgangslösung, der seinerseits wieder im wesentlichen von Art und Weise des Nebengesteins bestimmt ist, bestimmte Mineralabfolgen, die unter Zugrundelegung experimentellen petrologischen Datenmaterials ausgezeichnet die Hebungsgeschichte der Alpen widerspiegeln (NIEDERMAYR, 1993b).

Die Mineralien

Mehr als 200 verschiedene Mineralien sind aus dem Bereich der Hohen Tauern bereits nachgewiesen – zum Teil in ausgezeichneten und nach internationalen Maßstäben gemessen bedeutenden Stücken. Diese Mineralbildungen treten dabei teils im Gestein eingewachsen, oft in Form von Porphyroblasten (wie z. B. Granat, Smaragd und Phenakit), auf, teils sind sie an Erzmineralisationen gebunden (wie ged. Gold, Chalkopyrit, Galenit, Arsenopyrit, Pyrit und damit zusammenkommende Oxidationsminerale) und zu einem nicht unerheblichen Teil bilden sie mitunter spektakuläre Auskleidungen in schmalen Klüftrissen, größeren Klüften und großen Hohlraumssystemen.

Besondere Mineralfunde in den Hohen Tauern (und in den Zillertaler Alpen)

An erster Stelle sei hier der Quarz, insbesondere aber der farblose, klare Bergkristall, genannt. Sieht man von gold- und silberhaltigen Erzen und deren Mineralbestand nun einmal ab, so war der Quarz jahrhundertlang das einzige Mineral, das – für die Verarbeitung zu kunstgewerblichen Gegenständen – in den Alpen gesucht worden ist. Ob auch Bergkristalle aus den Hohen Tauern bei der Herstellung der wunderbaren Stein-

schnittarbeiten der Mailänder, Florentiner oder Prager Werkstätten Verwendung gefunden haben, wissen wir nicht. Es sind auch zunächst nicht so bedeutende Quarzfunde aus den Hohen Tauern bekannt geworden, wie dies in den Schweizer Alpen der Fall war, wo das „Krystallgraben“ für die einheimische Bevölkerung wirtschaftliche Bedeutung hatte und schon im 18. Jahrhundert durch gesetzliche Verordnungen geregelt werden mußte. Der schwerste Bergkristall der Ostalpen wurde 1966 in der Eiskögele-Nordwand im Stubachtal, unterhalb der Unteren Ödenwinkelscharte, aus einer großen, bereits verfallenen Kluft zusammen mit einigen weiteren Kristallen geborgen. Er wog 618 Kilogramm. Der gesamte Fund, auf die beiden Bramberger Bergsteiger Peter Meilinger und Hans Hofer zurückgehend, hatte ein Gewicht von 1.622 Kilogramm und ist heute im Haus der Natur in Salzburg zu bewundern.

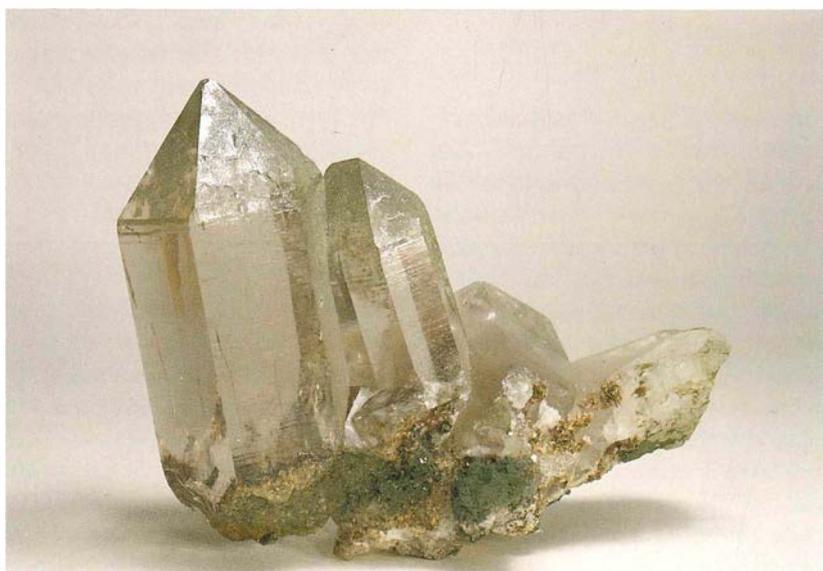
Ein weiterer großer Bergkristallfund gelang vor einigen Jahren Lienzer Bergsteigern im Bereich des Fuscherkar-Kopfes in der Glocknergruppe. Da der Quarz in alpinen Klüften ein sehr häufiges Mineral ist und zum Teil auch sehr spektakuläre Kristallgruppen bilden kann, wären hier noch sehr viele Beispiele anzuführen. Rauchquarze aus dem Bereich Innerschloß erreichen bis 50 cm Länge. Schöne Fundgebiete für dieses Mineral, die zum Teil auch we-

sentlich ästhetischere Kristallgruppen geliefert haben, als die beiden vorhin genannten Beispiele, sind u. a. auch die Laperwitz nördlich Kals und der Mitteldorfer Graben bei Virgen in Osttirol sowie Törl Kopf, Auernig und Ankogel bei Mallnitz in Kärnten. Vom Ankogel, aus dem Bereich der Grauleiten, die in den letzten 10–15 Jahren bereits mehrfach ungewöhnlich reichhaltige Quarzfunde in oft mehrere Meter tiefen Kluftsystemen geliefert hat, stammt der sicher schwerste Bergkristall Kärntens mit einer Länge von 110 cm und einem Gewicht von etwa 270 kg; er wurde erst 1992 geborgen, unter Einsatz eines Hubschraubers zu Tal gebracht und ist nun in Mallnitz ausgestellt.

Ebenfalls aus Kärnten, aus der Hocharn-Westwand, stammen die wahrscheinlich ästhetisch schönsten Rauchquarzgruppen, die je im Ostalpenraum gefunden worden sind. In mühevoller und gefährlicher Arbeit mußte die beinahe vollkommen mit Eis gefüllte und mehrere Meter tiefe Kluft mit einem Propangasbrenner vorsichtig bearbeitet werden, ehe die wunderschönen, apart mit gelblichbraunen Ankeritgruppen vergesellschafteten Rauchquarzstufen daraus geborgen werden konnten. Von etwas weiter südlich, aus dem Bereich der Zirknitz, stammt der sicher spektakulärste Amethystfund Kärntens. Die tief dunkelvioletten Amethyste sind z. T. auch verschliffen worden.

Auch der im alpinen Bereich eher seltene Citrin, die gelbe Varietät des Quarzes, ist aus den Ostalpen schon seit langem bekannt. Bereits 1943 wurden im Dionysgang des Imhof-Unterbaustollens (Siglitzstollen) vom Naßfeld nach Kolm-Saigurn bis zu 15cm lange, echte Citrine gefunden. Ein schönes Belegstück davon befindet sich in der Mineraliensammlung des Naturhistorischen Museums in Wien. Vor einigen Jahren wurde dann eine reich mit Citrin besetzte Kluft im Gebiet des Hohen Sonnblick im Talschluß der Rauris ausgebeutet und auch aus dem Kambereich Hoher Sonnblick – Hocharn sind auf Kärntner Seite Citrine bekannt geworden. Vom Roten Mann, unmittelbar südwestlich der Goldberg Spitze, auf Kärntner Seite des Alpenhauptkammes, stammen ebenfalls bis zu 15 cm große Citrinkristalle, die geschliffene, schwach gelblich gefärbte Steine erbracht haben. Darüber hinaus wurde Citrin auch aus dem Bereich der Wurten und von der Nordseite des Großen Hafner im hintersten Pöllatal in Kärnten bekannt.

Weitere Gebiete besonderer Quarzfunde sind der Bereich Wilden Kogel – Knorkogel – Kristallwand – Schlatten Kees in der südlichen Venedigergruppe in Osttirol, Schober-Eissig und Perschitz in Kärnten sowie auf der Salzburger Seite der Hohen Tauern Krumlkees und Grieswies-Schwarzkopf in der Rauris, Bruchgraben im Hollersbachtal, Teufelsmühle im Habachtal und Krautgarten im Untersulzbachtal. Auch in dem an die Hohen Tauern nach Westen anschließenden Gebiet der Zillertaler und Tuxer Alpen sind bedeutende Quarzfunde bekannt geworden. Insbesondere gilt dies für Amethyst, die vio-



Rauchquarzgruppe aus der Wiesbachrinne im Habachtal, Salzburg. Die klaren Kristalle erreichen bis etwa 10 cm Größe. Sammlung: Andreas Steiner, Bramberg. Foto: A. Schumacher, Wien

Der spektakuläre Rauchquarzfund vom Breitenkopf aus dem Jahr 1934 lieferte mehrere hundert Kilogramm an Rauchquarzen von ausgezeichneter Qualität. Einer der Finder, Alois Steiner sen. (5. v. r.) feierte 1994 seinen 95. Geburtstag und erzählt noch gerne von diesem aufregenden Fund.

Unten: 3,5 cm großer und 200 ct schwerer Smaragdkristall aus dem ehemaligen Smaragdbergbau in der Leckbachrinne im Habachtal, Salzburg, sowie zwei 10,3 ct bzw. 22,7 ct schwere, geschliffene Steine dieses Vorkommens. Sammlung: NHM Wien (Inv.-Nr. A. a. 6913 [Kristall], L4753, L9341 [geschliffene Steine]). Foto: Fred Langenhagen, Wien



lette Varietät des Quarzes, der nun bereits von verschiedensten Fundbereichen hier nachgewiesen ist. Die spektakulärsten Stücke mit bis zu 70 Kilogramm schweren Kristallgruppen stammen aus dem Bereich des Saurisels, nahe der Berliner Hütte im Zemmgrund. Auch aus dem südlich des Alpenhauptkammes liegenden Bereich des Tauernfensters, im Pfitschtal und vor allem im Ahrntal, sind bemerkenswerte Quarzfunde getätigt worden. So wurden im Gebiet der Lahner Alm im hintersten Ahrntal bis 163 Kilogramm schwere Quarzkristalle gefunden, und aus dem „Gliederang“ im Pfitschtal stammen wunderbare Zepteramethyste. Diese Aufzählung könnte beliebig fortgesetzt werden, und es ist auch zu erwarten, daß trotz einschneidender Sammelbeschränkungen in vielen Bereichen der Hohen Tauern (Nationalpark!) auch in Zukunft so manch bedeutender Quarzfund hier getätigt und der Nachwelt erhalten werden wird. Erst im Sommer 1989 wurde im Sattelkar im Obersulzbachtal der mit 203 Kilogramm vermutlich schwerste Rauchquarz-Kristall der Alpen geborgen. Wie viele seiner Vorgänger gelangte auch dieses spektakuläre Stück in ein Museum und ist heute im Heimatmuseum in Bramberg im Oberpinzgau zu bewundern. So werden heute qualitativ gute und große alpine Quarze nicht mehr wie früher zu Schmuckzwecken verarbeitet, wie dies etwa noch für jenen interessanten Fund vom Breitenkopf im Habachtal gilt, der einheimischen Sammlern im Jahre 1934 glückte. Mehrere hundert Kilogramm Rauchquarze wurden hier aus einer



großen Kluft geborgen, von so ausgezeichneter Qualität, daß fast alles Material – darunter auch bis 60 Kilogramm schwere Stufen und bis zu 1 Meter lange Kristallgruppen – zu Schmuckzwecken verarbeitet worden ist.

Eine gewisse kommerzielle Bedeutung erlangten auch das Smaragdorkommen in der Leckbachrinne im Habachtal und das Epidotorkommen von der Knapenwand im Untersulzbachtal. Beide Vorkommen wurden seinerzeit mit wechselndem Erfolg sogar bergmännisch erschlossen. Reste heute längst verfallener Stollen zeugen aber auch von

einer bergmännischen Nutzung anderer mineralischer Rohstoffe, wie etwa von Gold-, Blei-, Zink- und Kupfererzen in den Hohen Tauern. Die Gewinnung von Granat für Schmuckzwecke am Waxegg Kees in den Zillertaler Alpen ist hier der Kuriosität halber zu erwähnen. Am östlichen Rand des Venedigermassives liegt die erst vor wenigen Jahren aufgeschlossene und derzeit stillgelegte Scheelitlagerstätte Felbertal. Auch von hier sind aus dem Übertage-, besonders aber aus dem Untertagebereich des Bergbaus eine Reihe interessanter Mineralfunde bekannt geworden, wie



*Der Talschluß des Habachtales, mit dem ausgedehnten Habachkees, sowie mit Schwarzkopf, Grünem Habach, Plattigem Habach und Hoher Fürlegg (v. l. n. r.), zählt zu einem der an Mineralien reichsten Gebiete der Hohen Tauern.
Foto: G. Niedermayr, Wien*

etwa bemerkenswerte Pyrrhotinkristalle, Aquamarin, Smaragd, Bavenit, Apophyllit, Calcit, Periklin, verschiedene Wismutsulfide und natürlich große, bis etwa 2 Kilogramm schwere Scheelitkristalle von zum Teil ausgezeichnete Qualität.

Aus dem ehemaligen Blei-Zink-Bergbau der Achsel-Alm im Hollersbachtal stammen die schönsten Fluorite der Ostalpen, während das dem Hollersbachtal im Westen benachbarte Habachtal aufgrund seiner Mineralvielfalt ein begehrtes Ziel für Mineraliensammler ist. Natürlich sind es hier vor allem der ehemalige Smaragdbergbau und das etwas tiefer liegende Schuttfeld des „Sedls“, die Jahr für Jahr Scharen von Mineraliensammlern anlocken. Geführte Sammeltouren zum Bergwerk vermitteln auch dem weniger Geübten und in der Mineralogie nicht so kundigen Touristen einen Hauch von Smaragdschürferromantik. Beinahe aus allen Seitengräben und Hochkaren des Habachtales sind bedeutende Mineralfunde bekannt geworden (NIEDERMAJR, 1991). Literaturbelegt sind ein 594 Gramm schwerer, glasklarer und vollkommen unbeschädigter Scheelitkristall aus der Dunkel Klamm im Talschluß und die bis 10 cm großen, leicht gelblichstichigen, trübweißen Datolithe von der Großen Weidalpe, im Kammbereich zum Hollersbachtal. Aus neuerer Zeit zu nennen sind schön hellviolett bis rosa gefärbte, tafelige Apatite und bis 15 Kilogramm schwere Adularkristalle – meist nach dem Bavenoergesetz verzwillingt – von

der „Prenhitinsel“ im Talschluß, intensiv rosa bis rot gefärbte Fluorite und schöne, mit Chabasit und Skolezit vergesellschaftete Axinite vom Breitfuß und natürlich die wirklich spektakulären Funde von bis etwa 10 cm großen und zum Teil schleifwürdigen Phenakiten im Obertagebereich des Smaragdorkommens. Letztere haben bis 55 Karat schwere geschliffene Steine erbracht, die damit zu den größten, facettierten Phenakiten zählen, die von dieser Mine-

ralart je angefertigt worden sind. Ganz in der Nähe, vom Nasenkopf, stammt ein weiterer Fund des sehr seltenen und vor einigen Jahren erst als neue Mineralart aus dem Bereich der Ascham Alm im Untersulzbachtal beschriebenen Blei-Wismut-Sulfids Aschamalmit. Im Kammbereich zum Hollersbachtal, vom Großen Lienzinger, sind in den 30er Jahren bis 5 cm große, trübweiße und dicktafelig entwickelte Apophyllite geborgen worden.

Besondere Mineralfunde sind aber auch aus dem Westteil des Tauernfensters – im eigentlichen Sinn nicht mehr zu den Hohen Tauern gehörend – aus den Zillertaler und Tuxer Alpen zu erwähnen. Kommerziell von einiger Bedeutung war in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Granatgewinnung im ober-

Eine der schönsten Hämatitstufen („Eisenrosen“), die je im Zillertal gefunden worden sind. Breite des Stückes 16 cm. Sammlung und Foto: NHM Wien (Inv.-Nr. L 8379)



Das erste Stück von der Ascham Alm im Untersulzbachtal, an dem das neue Mineral Aschamalmit bestimmt werden konnte. Die bis 5 cm langen Kristallstengel sind in Chlorit größtenteils eingebettet und teils in eine feinkristalline, braune Masse von Bismutit umgewandelt. Sammlung und Foto: NHM Wien



sten Zemmgrund, im Bereich des Roßbrückens. Das Gebiet des „Saurisels“ in der Umgebung der Berliner Hütte, ebenfalls im Zemmgrund gelegen, liefert bereits seit 200 Jahren ausgezeichnete Amethyste. In der gleichen Paragenese treten auch bis zu 16 cm große Hämatitaggregate (in Form von „Eisenrosen“) auf, die einen Vergleich mit den ästhetischen Eisenrosen der Schweizer Alpen durchaus nicht zu scheuen brauchen. Aus einer Kluft im Floitental, unterhalb des Floitenturmes, stammen prächtige Apatite – in bis zu 15 cm großen, tafeligen Kristallen und Kristallaggregaten. In der Umgebung des Furtschaglhauses im Schlegeisgrund wurde Ende der 1970er Jahre auch ein neues Mineral, das OH-haltige Magnesium-Aluminium-Borat Karlit, entdeckt. Die für alpine Verhältnisse eher „exotische“ Mineralvergesellschaftung umfaßt neben Calcit, Dolomit und Chlorit auch Klinohumit, Brucit und Ludwigit. Somit ist auch der Westen des Tauernfensters durch eine Reihe von besonderen Mineralfunden ins Rampenlicht der mineralogisch interessierten Öffentlichkeit getreten. Die mineralogische Bedeutung der eigentlichen Hohen Tauern, im östlichen Teil des Tauernfensters, hat diese Region der Ostalpen trotz einiger spektakulärer Funde allerdings nie erreicht.

Verweilen wir noch kurz bei jenen Mineralarten, für die die Hohen Tauern (und die westlich anschließenden Zillertal und Tuxer Alpen) als „Typlokalität“ gelten können, d. h. die erstmals hier entdeckt und als neue Mineralarten beschrieben worden sind; so sind neben dem schon früher genannten Blei-Wismut-Sulfid Aschamalmit – $Pb_6Bi_2S_9$ (von der Ascham Alm im Untersulzbachtal) auch Eclarit – $Pb_9(Cu, Fe)Bi_{12}S_{28}$ (von Bärenbad im Hollersbachtal) und Friedrichit – $Pb_5Cu_5Bi_7S_{18}$ (vom Sedl im Habachtal) sowie der ebenfalls schon erwähnte Karlit zu nennen. Dazu sind noch Margarit vom Greiner und Klinozoisit von der Gösles Wand in den Deferegger Alpen, in der südlichen Rahmenzone des Tauernfensters, zu rechnen.

*Die aus zwei dicktafeligen Individuen bestehende Apatitgruppe von der Knappenwand im Untersulzbachtal zeigt haarfeine Amphibolasbest eingewachsen. Die Stufe wurde vor Weihnachten 1989 aus der Vitrine entwendet und ist seither nicht mehr aufgetaucht.
Sammlung: NHM Wien (Inv.-Nr. A. a. 8045).
Foto: Fotostudio Otto, Wien*



*15 cm lange Epidot-„Brücke“ von der Knappenwand im Untersulzbachtal, Salzburg.
Sammlung: NHM Wien (Inv.-Nr. A. f. 135).
Foto: Fotostudio Otto, Wien*



Die Epidotfundstelle der Knappenwand

Die wahrscheinlich bedeutendste Mineralfundstelle der Alpen und Österreichs ist wohl die Epidotfundstelle der Knappenwand im Untersulzbachtal. 1865 vom Bramberger Bergführer Alois Wurnitsch entdeckt, hat sie in der Folge die schönsten Epidotstufen und -einkristalle, die lange Zeit bekannt waren, geliefert. Auch die pakistanischen Epidotvorkommen haben bisher kaum besseres Material erbracht. Obwohl das Salzburger Vorkommen in der Vergangenheit sehr stark und oft auch unsachgemäß ausgebeutet wurde, sind auch in neuester Zeit – im Rahmen eines vom Naturhistorischen Museum in Wien finanzierten und durchgeführten Forschungsprojektes – beachtliche Epidote geborgen worden (vgl. SEEMANN, 1985). Nach Beendigung des Projektes wurde die Fundstelle geschlossen und ist heute als Teil eines von der Gemeinde Neukirchen am Großvenediger betriebenen Geolehrpfades für Touristen zugänglich; das Sammeln im anstehenden Fels ist al-

lerdings nicht erlaubt und würde auch zu keinem Erfolg führen.

Neben prächtigen Epidoten lieferte das Vorkommen sehr schöne Apatitkristalle. Eine sich ursprünglich im Sammlungsbestand des Naturhistorischen Museums in Wien befindliche Kristallgruppe von 8×6 cm Größe aus zwei glasklaren, von haarfeinen, dunkelgrünen Hornblendenädelchen durchwachsenen, tafeligen Apatiten ist neben etlichen anderen Apatitstufen knapp vor Weihnachten 1989 aus einer Schauvitrine entwendet worden. Der Diebstahl konnte bisher nicht aufgeklärt werden und gilt als der schmerzlichste Verlust, den die Mineraliensammlung des Wiener Museums seit ihrem Bestehen hinnehmen mußte.

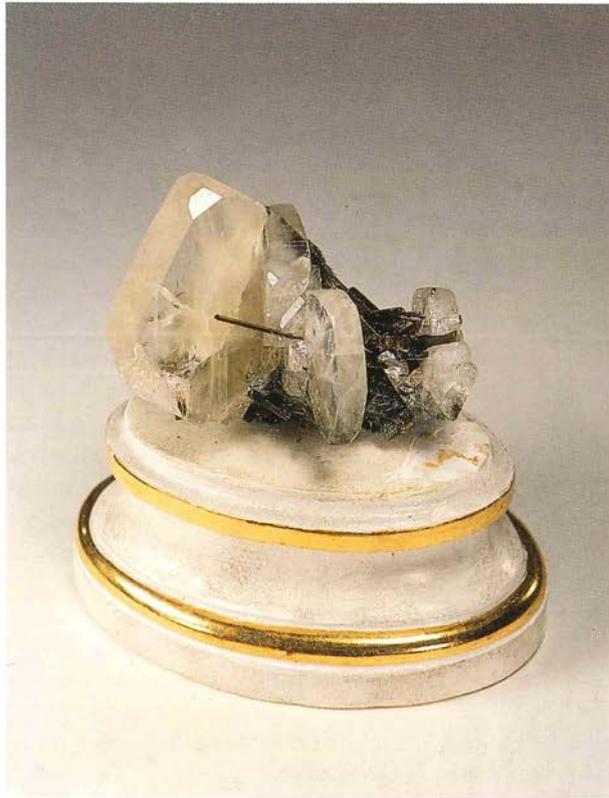
Die Klüfte in den Epidotamphiboliten der Knappenwand haben aber auch Calcit in verschiedenen Trachten, Scheelit, Titanit, Bergkristall, Albit und Aktinolith in Form von Hornblende-Asbest („Byssolith“) sowie verschiedene andere Mineralien geliefert. Aus den



a)



b)

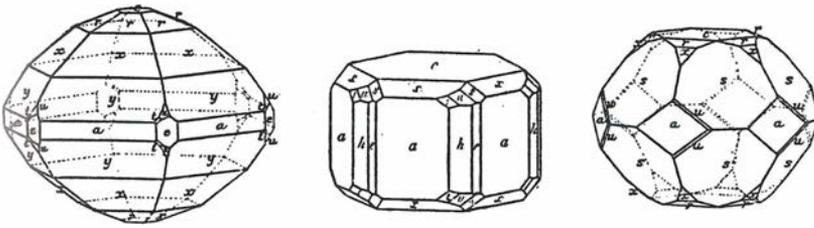


c)



d)

- a) Epidotstufe aus der Knappenwand. Historischer Fund von ca. 1870. Karls-Universität Prag. Höhe der Stufe ca. 12 cm. Foto: A. Schumacher, Wien
- b) Epidotstufe aus der Knappenwand. Historischer Fund von 1874. Naturhistorisches Museum Budapest. Maße: 20 × 16 × 12 cm. Foto: A. Schumacher, Wien
- c) Apatit mit Epidot, von der Knappenwand. Fundjahr 1975; Größe der Stufe 5,5 × 4 × 3,5 cm. Foto: A. Schumacher, Wien
- d) Feinfüßiger Amphibolasbest neben schwarzem Diopsid, auf Epidotamphibolit aus dem Sölltenkar. Sammlung: B. Panzl, Niedersill. Größe des Stückes: 16 × 14 × 13 cm. Foto: A. Schumacher, Wien



Apatit aus dem Untersulzbachtal;
aus Goldschmidt Atlas der Krystallformen.

alten Kupferstollen unterhalb der Knappenwand stammen neben Chalkopyrit, Pyrit/Markasit und Pyrrhotin als wichtigste Erzminerale sowie Spuren von Galenit und Sphalerit noch einige seltenere Mineralphasen, wie etwa verschiedene Blei-Wismut-(Silber)-Sulfide, Stützit, Hessit, Tellurobismutit, Altit, Cubanit, ged. Wismut und ged. Gold.

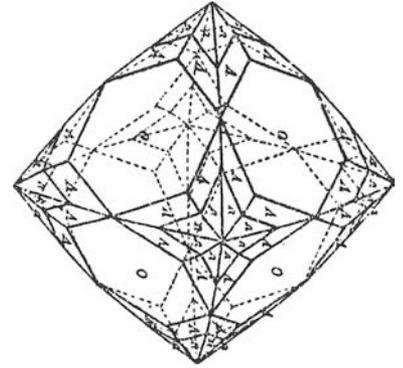
Dem Epidotvorkommen der Knappenwand paragenetisch vergleichbare Fundstellen für Epidot befinden sich im westlich anschließenden Obersulzbachtal (Hopffeldboden-Ost und hinterstes Seebach-Kar) und im selben Gesteinszug auch im Krimmler Achenal (Söllkar). Die Epidote dieser Vorkommen erreichen mit wenigen Ausnahmen aber kaum die Größe und Qualität sowie die Brillanz der Kristalle, wie sie jene der Knappenwand so auszeichnen.

Raritäten aus dem Venedigermassiv

Beim Mineralreichtum des Gebietes könnte hier noch so manch interessanter Fund angeführt werden. Dies ist im Rahmen dieses Beitrages nicht möglich. Trotzdem sollen noch einige besondere Mineralarten Erwähnung finden. Erst vor zwei Jahren wurden die wenige Jahre zurückliegenden Funde teils glasklarer, bis 3 cm großer Topase im Bereich des Leutach Kopfes an der orographischen rechten Seite des Untersulzbachtals wieder aktualisiert. Tief dunkelblaue

Aquamarine, in derbem, teils rauchig-braunem Quarz eingewachsen, stammen u. a. aus den steilen Felswänden des Beryllers auf der gleichen Talseite taleinwärts. Das Blei-Wismut-Sulfid Aschamalmit wurde in Bergsturzböcken der Ascham Alm, in Derbyquarz eingewachsen, als neue Mineralart erkannt. Wirklich als sensationell zu bezeichnen ist der Nachweis von teils qualitativ bemerkenswert guten Smaragden in der Kesselklamm im Untersulzbachtal. Aus dem Bereich des Schwarzen Hörndls im Tal-schluß des Untersulzbachtals kommen die seinerzeit besten, bis 8 cm Größe erreichenden, Titanite der Ostalpen.

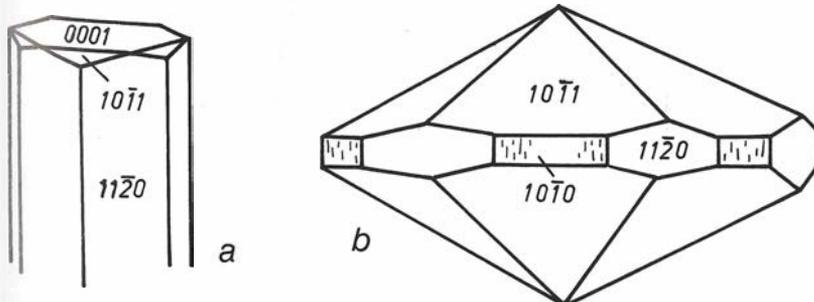
Im Obersulzbachtal ist es vor allem der Bereich Hopffeldboden – Hopffeldklamm, der – wenn meist auch nicht besonders große – aber dafür seltene Mineralarten geliefert hat (z. B. Gadolinit, Kainosit, Milarit, Synchisit und Xenotim). Die bis über 1 cm großen, honigbraun gefärbten Kainosite – ein Seltene Erden Silikat – sind wohl zu den schönsten Individuen dieser Mineralart zu zählen. Von der sogenannten „Seebachplaike“ am Ausgang des Seebach-Kares konnten die ersten, röntgenographisch gesicherten Bertranditkristalle der Ostalpen nachgewiesen werden. Mittlerweile ist dieses an sich seltene Berylliummineral von vielen Fundstellen im Tauernbereich bekannt. Neben Bertrandit wurde hier als Kuriosum für alpine Klüfte auch relativ reichlich Harmo-



Magnetit von Oberhollersbach;
aus Goldschmidt Atlas der Krystallformen.



6 mm großer, in feinkristallinem Jarosit eingewachsener Topas vom Leutach Kopf im Untersulzbachtal, Salzburg. Sammlung und Foto: NHM Wien



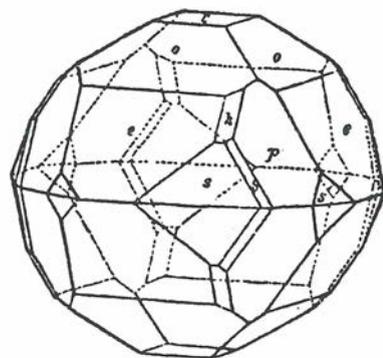
Milarit tritt in alpinen Klüften üblicherweise in prismatischem Habitus auf (a, Milarit vom Beryller); als Sonderform sind aus der Westflanke des Kleinen Waschkopfes im Obersulzbachtal auch kreiselförmig ausgebildete Milaritkristalle bekannt geworden (b).

tom in kleinen, aber typisch ausgebildeten Durchkreuzungszwillingen, auf Calcit und Quarz aufgewachsen, angetroffen. Vom Waschkopf, auf der gegenüberliegenden Talseite, stammt ein Fund von Milarit in zum Teil eigentümlich kreiselförmigen Individuen.

Gegenüber den östlichen Tauerntälern der Venedigergruppe weist das Krimmler Achenal nur wenige Mineralfundstellen auf, die hier Erwähnung verdienen würden. Das Epidotvorkommen im Sölltenkar wurde schon genannt. Von hier sind aber seinerzeit immerhin bis zu 867 Gramm schwere Scheelitkristalle bekanntgemacht worden. Erst kürzlich konnte wieder ein beachtlicher Scheelitfund im Rahmen einer eher kommerziell ausgerichteten Bearbeitung der Fundstelle durch einheimische Sammler getätigt werden. Es wurden insgesamt 5 Scheelitkristalle bzw. Kristallbruchstücke im Gesamtgewicht von 697 Gramm geborgen. Die Kristalle sind leicht ankorrodiert; der größte Scheelit – in zwei Fragmenten vorliegend – hat etwa die Maße $7 \times 5,5 \times 5$ cm. Weitere Funde sind sicher zu erwarten. Das seltene Berylliumsilikat Euklas soll seinerzeit im Bereich des Talschlusses auf der „Innerkeesalpe“ vorgekommen sein. Aus dem Talschluß stammen wohl auch die bis 4 cm großen, leicht gelblich gefärbten Datolithkristalle, die der bekannte Pinzgauer Mineraliensammler Kurt Nowak aus Wald/Oberpinzgau erst vor zwei Jahren tätigte. Eine Kluft vom Rainbacheck im zum Krimmler Achenal gehörenden Rainbachtal lieferte – auf Rauchquarz aufsitzende – rosa Fluoritoktaeder mit bis zu 9 cm Kantenlänge (!), nadeligen Phenakit, Monazit, Periklin, Adular, Chlorit und blaugrauen Titanit. Stark ankorrodierte Rauchquarze neben Adular, Epidot, Apatit und Chabasit werden aus einer Kluft vom Schlierspitz-Westgrat berichtet.

Erwähnt sei hier ebenfalls die seit Mitte dieses Jahrhunderts literaturbekannte Fluoritmineralisation von Vorderkrimml, die in den Karbonat-Gesteinen des Unterostalpinen „Fensterrahmens“ des Tauernfensters angelegt ist (NIEDERMAYR, 1990). Karstschlauchartige Gebilde in größtenteils dolomitischen Kalken bzw. Dolomiten sind hier zum Teil mit charakteristischen Brekzien und

Flächenreicher Scheelit aus dem Sölltenkar im Krimmler Achenal; aus Goldschmidt Atlas der Krystallformen.



anderen Sedimenten ausgefüllt (SEEMANN und GÖTZINGER, 1990). Fluorit tritt einesteils in den Brekzien selbst, anderenteils aber auch in verbleibenden Hohlräumen auf. Die überwiegend würfelförmigen Kristalle erreichen dabei bis 2 cm Kantenlänge und sind violett bis überwiegend bläulichgrün, teils trübweiß bis farblos. An Begleitmineralien wurden im wesentlichen Spuren von Fahlerz, Malachit sowie etwas Baryt und Quarz festgestellt. Das Vorkommen, das zeitweise als Mineralienabbau geführt wurde, zeigt große paragenetische Ähnlichkeit zu den Fluoritmineralisationen in den mitteltriadischen Karbonatserien der Unterostalpinen Rahmenzone im Osten des Tauernfensters (Radstätter Trias; TOLLMANN, 1977).

Auch der südliche Bereich der Venedigergruppe in Osttirol ist durch viele interessante Mineralfunde ausgezeichnet. Umbaltal, Mullwitzaderl, Wallhorntörl und Wallhoralpe sowie Säulspitze und Eichham sind immer wieder genannte Fundorte für schöne Mineralstufen. Besonders große Quarze von bis 50 cm Länge und darüber werden aus dem Bereich Innerschlöß beschrieben.

Daneben stammen aber auch von hier so manche Raritäten, wie etwa die schönsten und größten Brookite der Alpen in den östlichen Abstürzen des Vorderen Eichham. Die dünntafeligen Kristalle erreichen bis 7 cm Größe! Aus dem gleichen Bereich kommen auch bis 2 cm große, schön gelbgrün gefärbte Titanite. Im Bereich der Hohen Quirl wurden intensiv rosa gefärbte, dickstengelige Kristalle von Klinozoisit, eingewachsen in schneeweißem, derbem Quarz, gefunden. Das im alpinen Bereich seltene Mineral Klinohumit tritt relativ reichlich als Gesteinsgemengteil neben Magnetit in Serpentiniten des Dorfer Tales nördlich Prägraten auf.

Die schon lange zurückliegenden Funde von ungewöhnlich großen und oft auch gut ausgebildeten Bornitkristallen, häufig mit gediegen Gold vergesellschaftet, werden im Gebiet der Virschnitzer Scharte in der Froßnitz vermutet. Die Bornite, Cu_5FeS_4 , erreichen bis zu 5 cm Größe und zählen damit zu den weltweit besten Stücken dieser Mineralart. Eine Bestätigung des noch immer unsicheren Fundortes durch neues Belegmaterial steht allerdings noch aus. Der Entdecker dieser prächtigen

Der 4 cm große Bornit von der Froßnitz in Osttirol zählt zu den besten Kristallen dieser Mineralart weltweit; er ist mit Albit und gediegen Gold vergesellschaftet. Sammlung: NHM Wien (Inv.-Nr. G 5126). Foto: Fotostudio Otto, Wien



tigen Kristalle, ein Hirte namens Jestl (Jeschtl), starb im Irrenhaus, ohne den Fundort zu verraten. Später wurden wesentlich kleinere Bornite, in derbem Quarz eingewachsen, aus dem Mellitzgraben bei Virgen bekannt.

Das in alpinen Klüften seltene Cer-Phosphat Monazit wurde schon 1902 auf Klüften im Glimmerschiefer am Sail Kopf („Säulenkopf“) nachgewiesen. Würfelförmig verzerrter Quarz ist von der Wallhorn Alpe, nördlich Prägraten, ged. Gold in Fe-reichem Magnesit neben Talk und Apatit vom Hohen Happ beschrieben worden.

Der Bereich Schlaten Kees/Knorrkogel – Wilden Kogel – Platten Kogel ist durch viele schöne Quarzfunde als interessantes Fundgebiet belegt, vom Salz- boden stammen nette Amethyste, meist in typischer Fensterquarz-Ausbildung. Der wahrscheinlich spektakulärste Amethystfund glückte einer Wiener Mineraliensammlerin erst vor einigen Jahren im Bereich des Wilden Kogels; auch hier waren es Einzelkristalle und schöne Gruppen bis fast 8 cm großer Amethystzepter, die geborgen werden konnten. Von der Kristallwand wurden erst jüngst zwar chloritisierte, aber bis zu 8 cm große Titanitkristalle, Adular, ein 4 cm großer Fadenquarz und andere Quarze in üblicher Ausbildung mitgeteilt. Derselbe Sammler berichtet auch über einen Fund prächtiger wasserklarer Bergkristalle im Gesamtgewicht von 60 Kilogramm aus dem höher gelegenen Bereich der Froßnitzer Ochsenalpe.

Oberhalb des Fußweges von Matri nach Zedlach liegt ein Aufschluß mit prächtigem, bräunlich gebändertem und mehrere Zentimeter dickem Calcitsinter, der kurze Zeit zur Herstellung kunstgewerblicher Gegenstände abgebaut worden ist.

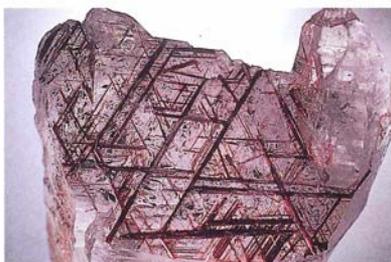
Granatspitz- und Glocknergruppe

Die östliche Begrenzung des Venedigermassives bilden Felbertal und Amertal nördlich des Alpenhauptkammes und das Tauerntal südlich davon. Eine der wichtigsten Nord-Süd-Verbindungen Europas, die Felbertauern-Straße, folgt den beiden Tälern. Der Bereich östlich davon gehört geographisch bereits zur Granatspitzgruppe. Felbertal und Amertal weisen zahlreiche Mineralfundstellen auf. Besonders bekannt wurde

dieses Gebiet aber durch hervorragende Funde von Titanit, die von einheimischen Sammlern bis in die letzten Jahre hier getätigt werden konnten. Früher sehr bekannte Lokalitäten sind in diesem Zusammenhang Arzbachgraben, Schiedergraben und Oberreithgraben. Nur wenige hundert Meter von der Straße entfernt wurden hier prächtige, ölgrüne Titanit-Einzelkristalle von bis 13 cm Größe und reichlich mit Titanit, Adular, Aktinolith-Asbest und Bergkristall besetzte Stufen geborgen. Auch weiter talwärts sind beachtliche Titanitfunde getätigt worden. Der wohl spektakulärste Fund aber stammt aus dem Be-



Bis 6 cm große, tafelig verzerrte Titankristalle von der Wager Alm im Amertal, Salzburg. Sammlung und Foto: NHM Wien



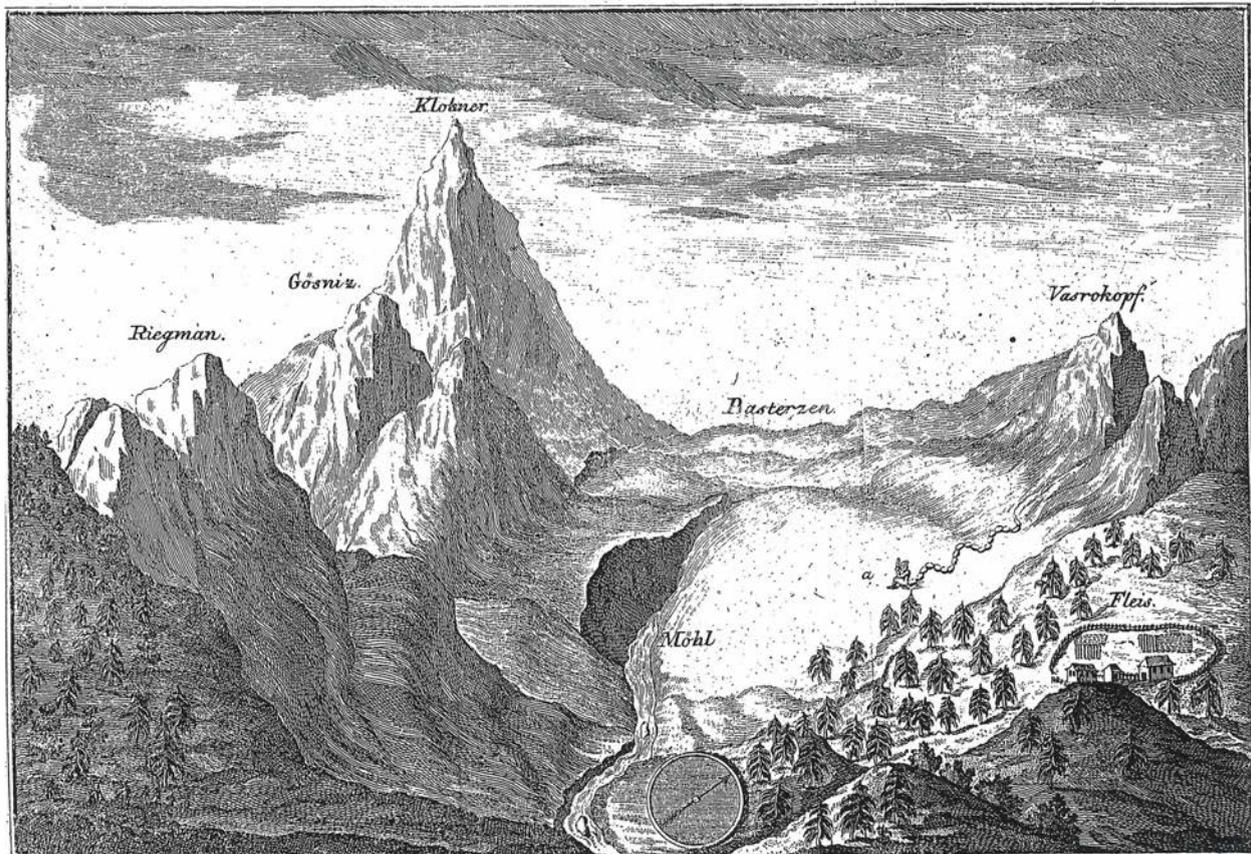
Rutil in typischer sagenitartiger Verwachsung auf Bergkristall von der Schratwand im Stubachtal, Salzburg. Bildbreite etwa 7 cm. Sammlung: Alois Steiner, Bramberg. Foto: L. Niedermayr, Wien

reich der Wager Alm am Beginn des Amertales. Ein in Amphibolit angelegtes, mehrere Meter tief in den Fels reichendes Kluftsystem führte bis 9 cm große, tafelige Titanite, die von Periklin, Quarz, Chlorit, Ilmenit, Turmalin und Arsenopyrit begleitet wurden. Die Titanite waren teils dicht mit Chlorit durchsetzt, teils aber klar-durchsichtig und von bester Schleifqualität; bis 19 Karat schwere, dunkelgrüne und relativ einschlußarme Steine konnten aus Bruchmaterial dieses ungewöhnlichen Fundes geschliffen werden.

Von der Schratwand und von der nahegelegenen Santen Alm werden ebenfalls Titanite, die meist aber mehr bräunlich- bzw. gelblichgrün gefärbt sind, berichtet. Interessant an diesen Paragenesen ist aber deren auffallender Reichtum an den Titan-Oxiden Rutil,

Anatas und vor allem Brookit. Brookit kann sowohl Titanit als auch Ilmenit, der hier ebenfalls vorkommt, aber frisch immer nur im Quarz eingewachsen zu beobachten ist, pseudomorph verdrängen. Sowohl Brookit als auch Rutil fallen durch ihre grellrote Färbung besonders auf. Grellroter, teils durchscheinender Rutil, in typischer gitterartiger Verwachsung, sowohl in Bergkristall eingewachsen als auch auf Quarz aufgewachsen, ist auf der dem Stubachtal bereits zugekehrten Seite der Schratwand vor einigen Jahren in hervorragenden Stücken gefunden worden.

Aus dem Bereich des Glanzschirrs und der Glanz Scharte stammt eine für alpine Verhältnisse sehr ungewöhnliche und genetisch interessante Mineralisation mit hellblauem, massivem Lazulith sowie etwas Apatit und Wagnerit in derbem Quarz eingewachsen; aber auch bis zu 6 cm große Lazulithkristalle sind von hier bekannt geworden. Vom Schöppmann Törl und dem markanten Teufelspitz im Talschluß des Amertales kommen bis zu 20 cm große Rauchquarze. Quarz wird auch vom Muntanitz und vom Nussing Kogel, von der Osttiroler Seite der Hohen Tauern, in bis zu 1 m langen Kristallen angegeben; von letztgenannter Lokalität stammen auch schöne, in Form von Eisenrosen gruppierte Hämatite, neben Bergkristallen mit bis zu 30 cm Länge. Ein interessanter Fund von für alpine Klüfte eher



Pasterze und Großglockner; Ansicht aus der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts (aus HACQUET, 1784).

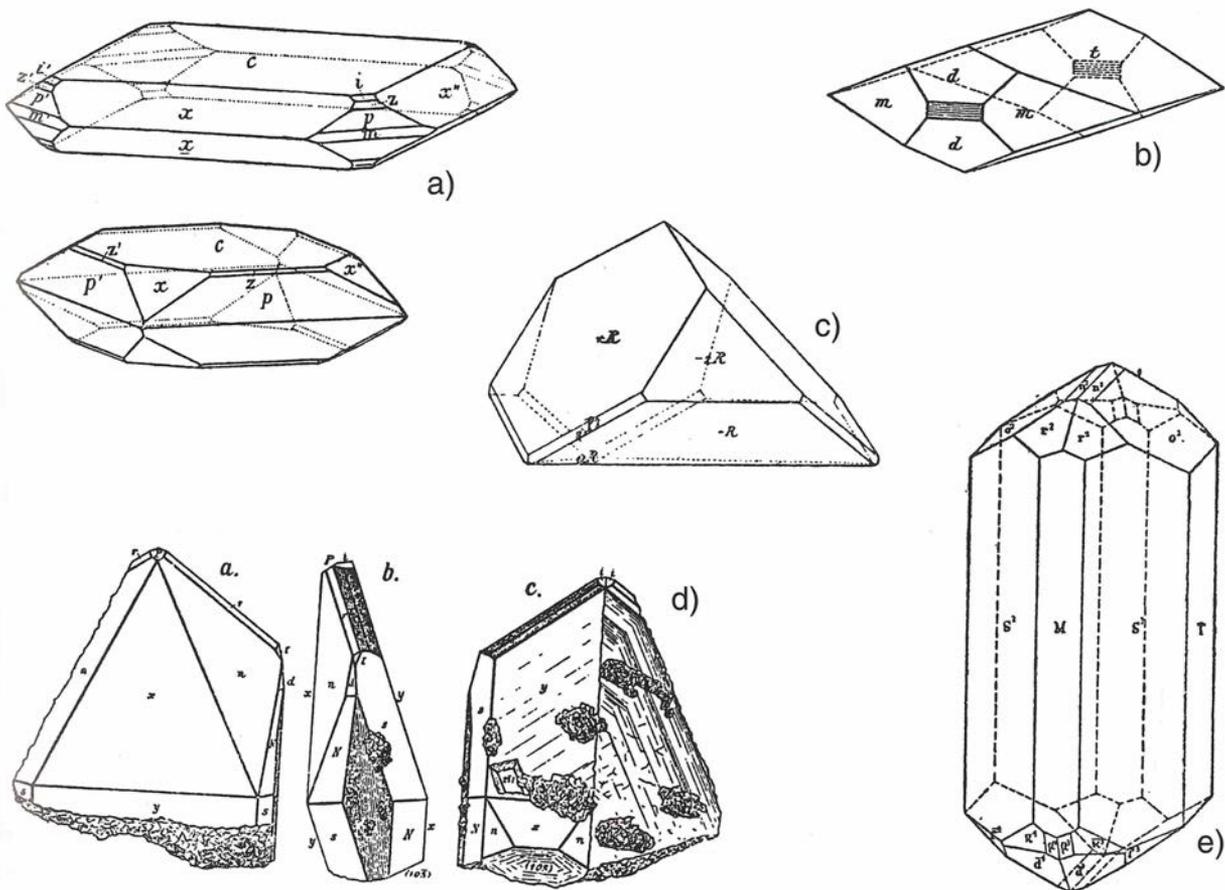
ungewöhnlich ausgebildeten Fluoriten, vergesellschaftet mit Rauchquarz und bis 12 cm großen, dick-linsenförmigen, gelblichen Calciten, wurde erst vor kurzem aus dem Bereich des Riegel Kogels mitgeteilt. Die blauviolett gefärbten und knapp 1 cm großen Fluorite zeigen, entgegen dem in alpinen Klüften meist vorherrschenden Oktaeder – das darüber hinaus üblicherweise auch die einzige Form ist – das Hexaeder und dominierend den Pyramidenwürfel. Aus der Nähe dieser Fundstelle wurde, für diesen Bereich ebenfalls ungewöhnlich, Bavenit beschrieben.

Die „Laperwitz“ als Fundregion für besonders große Bergkristalle, wurde bereits erwähnt. Darüber hinaus ist das Gebiet des Laperwitzbachgrabens bei Kals in Osttirol durch ausgezeichnete Titanite mit bis 7,5 cm Größe, beachtliche, bis 1,5 Kilogramm schwere Scheelite und bis fast 2 cm lange Milarite bekannt geworden. Der Fund, von einheimischen Sammlern getätigt, die den Scheelit zunächst nicht als solchen erkannten und

glaubten „nur Baryt“ vor sich zu haben, löste 1968 und in den folgenden Jahren einen wahren Ansturm in dieses bis zu diesem Zeitpunkt von Sammlern nicht so stark besuchte Gebiet aus. Ein hervorragender Fund von Titanit stammt aus dem Teischnitztal bei Kals. Die Kristalle dieses Fundes waren zwar nicht besonders groß, aber dafür durch einen besonders lebhaften Glanz der ölgrünen, bis etwa 2 cm messenden Individuen ausgezeichnet. Scheelit in Vergesellschaftung mit mehr oder weniger stark limonitisierendem Siderit ist aus dem Bereich Hoher Kasten-Kastenturm, im Übergang zum Stubachtal, bekannt.

Aus dem Salzburger Anteil der Glocknergruppe haben wir schon eingangs den bemerkenswerten Quarzfund von der Unteren Ödenwinkel Scharte im Stubachtal erwähnt, der den bisher schwersten Quarzkristall und einen der gewichtsmäßig umfangreichsten Quarzfunde Österreichs geliefert hat. Das zweifellos mineralogisch interessanteste Gebiet des Stubachtales stellt aber der

Bereich des Totenkopfes, knapp westlich der Hohen Riffel, dar. In den Hängen zwischen Totenkopf und Hoher Riffel tritt ein Serpentinittkörper zutage. In einer steilen, fast senkrecht zum Gipfel des Totenkopfes ziehenden Rinne löste sich am Anfang dieses Jahrhunderts eine große Felsmasse, deren Bergsturzmaterial auf das Eis des Unteren Riffel Keeses stürzte. Diese Bergsturzblöcke liefern seither reichlich Material mit über 100 verschiedenen Mineralarten (ZIRKL, 1966). Die wohl bemerkenswertesten Bildungen sind dabei bis 10 cm große, gedrungen-linsenförmige, an Magnesium reiche Olivine (Forsterit), bis mehrere Zentimeter große Rhombendodekaeder von Magnetit und mehrere Zentimeter lange, tiefgelb gefärbte und prismatische Apatite, die in schmutzigweißem, feinfilzigem Chrysotil („Bergleder“) eingewachsen sind. Apatit und Olivin von dieser Fundstelle wurden verschiedentlich geschliffen, ebenso Diopsid. Scheelit tritt in bis 3 Kilogramm schweren, unregelmäßig ge-



Verschiedene Mineralien aus der Rauris; aus Goldschmidt Atlas der Krystallformen (a: Anatas, b: Arsenopyrit, c: Calcit, d: Titanit und e: Euklas).

formten, orangebraunen Klumpen auf. Hervorzuheben ist, daß es sich bei dieser Mineralisation um eine charakteristische Klüftbildung handelt, wobei die für alpine Klüfte untypische Mineralvergesellschaftung auf das spezielle, an Kieselsäure arme Nebengestein (des Serpentinits) zurückzuführen ist. Daneben ist aber eine Sulfidparagenese von Interesse, die im wesentlichen Bornit, Covellin, Chalkopyrit, Digenit, Nickelin neben gediegen Kupfer und gediegen Silber sowie Cuprit, Tenorit und Vallerit umfaßt.

Aus dem Kontaktbereich des Serpentinits zu den umgebenden, ehemals kalkreichen Metasedimenten sind Kalksilikatfelse bekannt, die u. a. Hessonit, Diopsid, Vesuvian und Titanit führen. Als Besonderheit treten hier Zirkon, in bis 3 mm großen Kriställchen, und Perowskit in bis 1cm großen, würfelförmigen Individuen auf. Die gesamte Mineralisation weist große Ähnlichkeit zu jener im Serpentin der Burgumer Alpe im Pfitschtal, Südtirol, auf.

Aus dem neu angelegten Triebwasserstollen der ÖBB am Talausgang oberhalb Uttendorf stammen bemerkenswerte, bis 8 cm große Calcit rhomboeder. Die Großglockner-Hochalpenstraße durchschneidet diesen mittleren Teil der Hohen Tauern. In unmittelbarer Nähe des Nordportals Hochtorn sind noch Spuren des mittelalterlichen Bergbaues der „Knappenstube“ erkennbar, der in Kalkmarmoren der Seidwinkltrias umging und im Rahmen einer modernen

erzmikroskopischen Bearbeitung den Nachweis einer sehr interessanten sulfidischen Erzmineralisation erbrachte. Neben den primären Komponenten Galenit, Fahlerz (Freibergit) und Sphalerit sowie Akanthit, Bournonit, Covellin und Neodigenit konnte auch eine artenreiche Sekundärparagenese, mit u. a. Aurichalcit, Azurit, Baryt, Bindheimit, Cerussit, Hemimorphit, Hydrozinkit, Malachit und Smithsonit erkannt werden (STRASSER, 1989). Vom nahen



2 cm großer, dicktafeliger Apatit in „Bergleder“ eingewachsen, vom Totenkopf im Stubachtal. Sammlung und Foto: NHM Wien

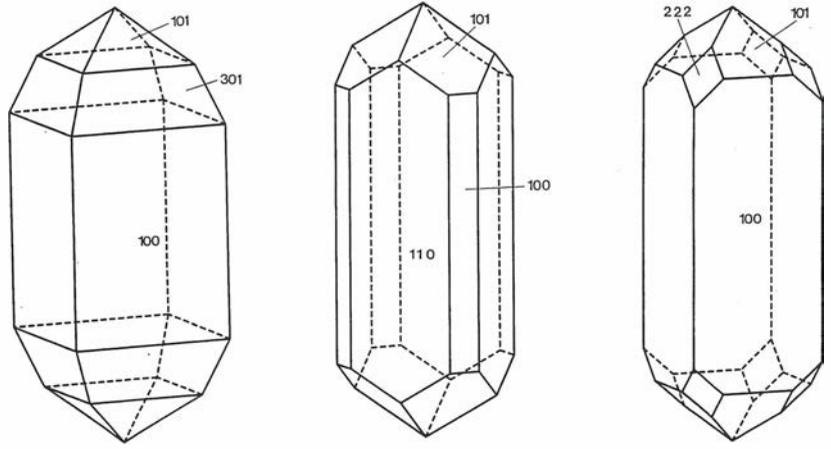
Brennkogel wird über bis 1 cm große Perowskite in Serpentiniklüften, von Pentlandit, einem Eisen-Nickel-Sulfid, und von Gold berichtet. Als Kuriosum wurde vom Gipfel des Brennkogels erst jüngst auch durch Blitzeinschläge blasig aufgeschäumter „Serpentinit-Fulgurit“ beschrieben. Östlich der Glocknerstraße, im Bereich des Wustkogels, wurde in quarzitischen Gesteinen eine bemerkenswerte Uraninitführung festgestellt.

Goldberggruppe und Gasteiner Tal

Der Talausgang der Rauris wird vom markanten „Klammkalkzug“ (vgl. TOLLMANN, 1977) gebildet, aus dem mehrfach recht ansehnliche Calcitstufen geborgen werden konnten. Der erste Fund von bis 10 cm großen, modellartig ausgebildeten Calcit-Skalenoedern gelang bei der Anlage des Eisenbahntunnels an der Strecke Schwarzach/St. Veit – Gastein der Tauernbahn. Im dunkelgrauen dichten Kalk (bzw. Kalkmarmor) wurde eine große unregelmäßige Höhle angefahren, die mit grauer, zäher Kluftlette erfüllt und deren Wände mit schönen Calcit-Skalenoedern ausgekleidet war. Später wurden noch mehrfach derartige Funde im Zuge von verschiedenen Bauarbeiten getätigt.

Der Talschluß der Rauris, insbesondere aber der Bereich Ritterkopf – Hocharn – Sonnblick – Schareck, zählt zu einem der mineralreichsten Gebiete der Hohen Tauern. Wie eingangs erwähnt, wurde hier schon zu römischer Zeit Goldbergbau betrieben und hat man hier offenbar auch nach Quarzen gesucht. Das besonders kluftreiche Gebiet hat unzählige Quarze, Periklin, Adular und viele Raritäten geliefert.

1962 gelang dem Rauriser Sammler Franz Oschlinger im Bereich des Grieswies-Schwarz Kogels der Fund einer 6 Meter tief in den Berg reichenden Kluft, die etwa 300 Kilogramm lose Bergkristalle und Matrixstücke lieferte. Der gesamte Fund wurde vom Haus der Natur in Salzburg erworben und die Kluft im Museum naturgetreu nachgebaut. Viele weitere Klüfte dieses Gebietes führten ebenfalls reichlich Quarzkristalle. Auch bis 40 cm große und bis 20 Kilogramm schwere Calcit rhomboeder sind hier gefunden worden. Die Grieswies ist schon seit mehr als 100 Jahren für das Auf-



Trachtvarianten des Xenotims vom Hocharn; idealisiert.

treten schöner und relativ groß (in Ausnahmefällen bis 1,5 cm langer!, meist aber kleinerer), typisch ditetragonaler Anataskristalle bekannt. Das wohl interessanteste Mineral aus diesem Gebiet stellt aber der Euklas dar. In anderen Gegenden der Alpen eine große Seltenheit, ist er mittlerweile aus dem Talschluß der Rauris von zahlreichen Fundstellen in bis 1 cm großen Kristallen bekannt. Die beste Euklas-Stufe dieser Region ist mit Sicherheit jenes Stück, das sich in der Mineraliensammlung des Naturhistorischen Museums in Wien befindet und im Inventar mit der originalen Fundortangabe „Gamsgrube, Kärnten-Tiroler Grenzkamm, Graden“ aufscheint, die aber sicher nicht richtig ist. Nach Funden aus neuester Zeit aus dem Gamskarl-Graben, die dem erwähnten Stück hinsichtlich Paragenese und Muttergestein sowie Ausbildung der Euklas-kristalle vollkommen gleichen, dürfte der Fundort der besten Euklas-Stufe der Alpen nun gesichert sein.

Vom Krumlkees werden bis 90 Kilogramm schwere Bergkristalle berichtet, die teilweise von einem Heulanditrasen überkrustet sind. Auch doppelendig aus-

gebildete und mit Rutil durchsetzte Bergkristalle stammen aus diesem Bereich. Erst vor wenigen Jahren wurden im Gipfelaufbau des Hocharn prächtige Axinite, mit bis zu 4cm großen, hochglänzenden und schön nelkenbraun gefärbten Kristallen, neben Quarz, Adular, Epidot, Prehnit, Chlorit und Danburit geborgen. Auch ungewöhnlich reich mit bis 5 mm großen, grünlichbraunen Xenotimen besetzte Stufen sind von hier bekannt. Von der Lacheggklamm stammt ein 3 cm großes Tetradymit-Aggregat. Vom Goldzeckkopf wurden neben anderen Sulfiden vor allem bis 4 cm große Galenitkristalle in der Kombination von Hexaeder und Oktaeder, mit Krusten von Cerussit, und schwarzbraune, harzglänzende Spaltstücke von Sphalerit aus einem Erzgang geborgen. Eine ähnliche Mineralisation ist nicht allzuweit davon entfernt auch südlich des Alpenhauptkammes, im Bereich des Roten Mannes, festgestellt worden.

Im Rauriser Goldberg wurde seit römischer Zeit nach Gold geschürft. Mehr als 20 Erzgänge wurden seither mit etwa 130 Kilometer Stollen und Strecken erschlossen. Neben gediegen Gold sind

4 × 3 cm großer „Fadenquarz“ von der Flatscher Alm im Vorsterbachtal in der Rauris. Sammlung und Foto: NHM Wien



Pyrit, Arsenopyrit, Galenit, Sphalerit, verschiedene Wismutsulfide sowie karbonatische Gangart, Skorodit und Quarz zu nennen. Der Leidenfrost ist ein schon seit beinahe 100 Jahren bekanntes Fundgebiet für Scheelit; bis 7 cm Kantenlänge aufweisende, tief orangebraune Kristalle wurden hier geborgen.

Bei Sammlern besonders bekannt und leicht erreichbar sind die Gneisplatten-Brüche der Rauris, die bereits an die 70 verschiedene Mineralarten, darunter viele seltene Mineralien, erbracht haben. So wurden hier u. a. Brookit, Xenotim, Monazit, Beryll, Phenakit, Bertrandit, Aeschynit, Allanit, Gadolinit und Davidit gefunden. Die teils quarzitären Gneise der sogenannten Wustkogelserie führen auch eine schichtige disperse Uraninitvererzung, begleitet von verschiedenen Sulfiden, wie z. B. Pyrit, Chalkopyrit, Bornit, Galenit und Arsenopyrit.

Vom Kramkogel stammen große Quarzkristalle, die durch ehemals partiell durchspießende und später natürlich weggelöste Calcittafeln in eigentümliche scheibenförmige Teilindividuen zerlegt sind. Aus dem Bereich der Flat-scher Alm kommen Bergkristalle, die teils in Fadenquarz- und auch Zepterquarzausbildung vorliegen und mit dem im alpinen Bereich bisher sehr selten nachgewiesenen lithiumführenden Schichtsilikat Cookeit dicht überkrustet sind.

Als besonders interessante Bildung wurden in Karstschläuchen eines Marmors im Gebiet der Silberkarlscharte vor einigen Jahren bis 6 cm große, oberflächlich korrodierte, im Inneren aber meist glasklare, intensiv grünlichgelb gefärbte Sphalerite gefunden, die bis zu 25 Karat schwere geschliffene Steine geliefert haben.

Mit der zuletzt genannten Fundstelle

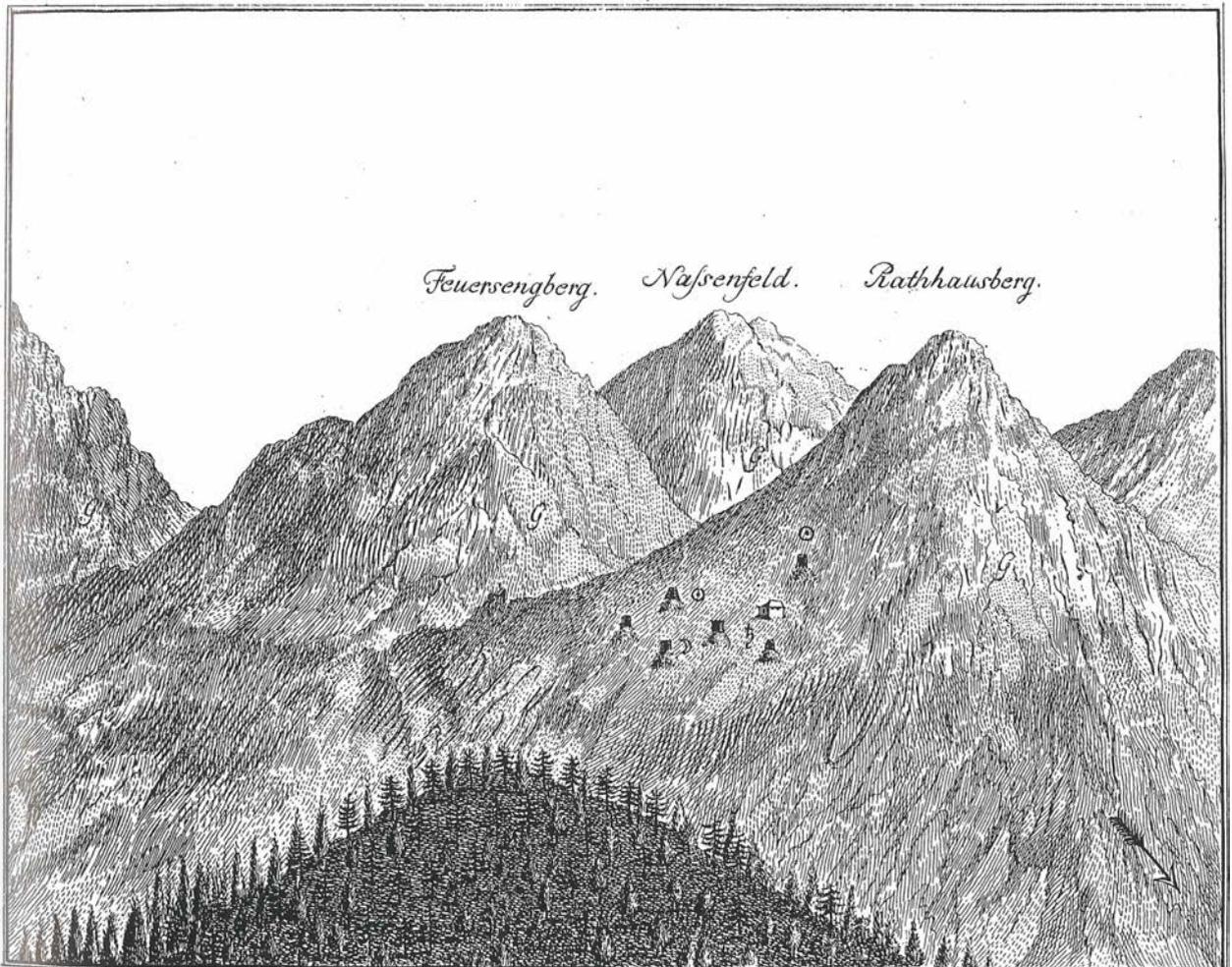
haben wir den Kammbereich im Übergang zum Gasteiner Tal erreicht, das in seinem Mineralreichtum der Rauris keinesfalls nachsteht. Wir wollen uns nur mit einer kleinen Auswahl begnügen. Auch hier sind zahlreiche alte Bergbaue auf Gold und auch auf Silber bekannt. Die Bezeichnungen Silberpfennig, Kleiner Silberpfennig und Radhausberg weisen schon darauf hin. Vom Silberpfennig stammen bis zu 5 cm lange, in Quarz eingewachsene Bismuthinitkristalle.

Das ausgedehnte, etwa 45 Kilometer lange Stollensystem im Radhausberg ist im sogenannten Siglitzgneis angelegt. Gold- und silberhältige Erzgänge wurden hier abgebaut. Der sogenannte „Parisgang“ in 1.443 m Seehöhe ist für uns von besonderem historischem Interesse. Die hier vorkommenden, in Spuren Freigold führenden Erze (hauptsächlich Pyrit, Chalkopyrit und Galenit) werden

Ansicht der Goldbergbaue im Rathhausberg in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts (aus HACQUET, 1784).

Taf. 1.

1. ter Band.

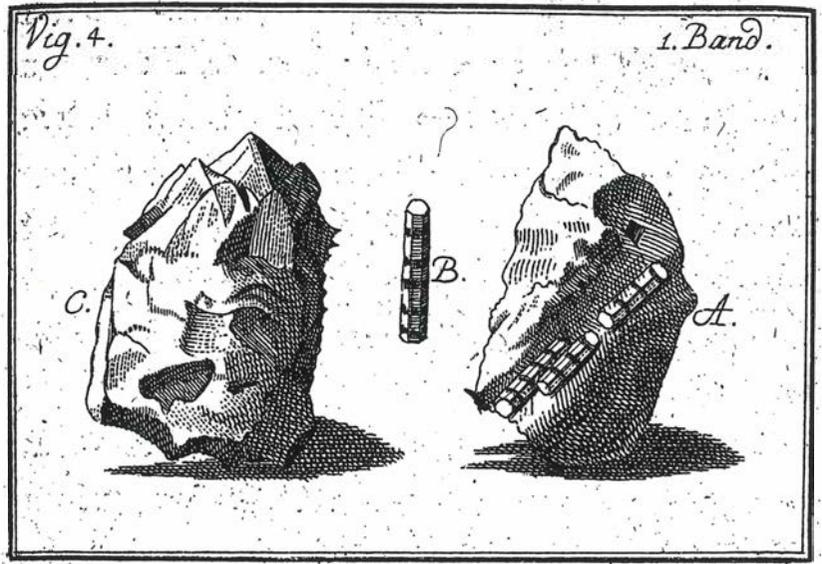


u. a. von Quarz, Stilbit, Calcit und Beryll begleitet. Das Auftreten von Beryll aus dem „Pariserstollen“ war bereits HACQUET (1791) bekannt. Er schreibt uns darüber:

„Das Merkwürdigste von allem ist hierunter, ausser dem Durchschlag im Rassenfeld, eine Saphierart. Als ich die Gruben besuhr, betheuerte man mir, man habe nur ein einzigesmal diesen Stein an einem Stück Felsenwand, die sich vom Gipfel des Berges herabgestürzt hatte, und seit der Zeit nicht mehr gefunden. Da die Gegend, wo man diesen fand, unter Schnee begraben liegt; so wäre das Nachsuchen ohnedies vergebens. Indessen, da ich ein Jahr vorher ein Paar Stücke von einem Freunde erhielt, der eben da war, als der Stein gefunden wurde; so will ich ihn hier genau beschreiben.

Die Steinart, worinnen er steckt, ist ein weisser Granitfels, aus bloßem Quarz und etwas Feldspath bestehend; Glimmer kömmt sehr selten darinnen vor. In diesem Gesteine liegen von zwei Linien bis einer Daumendicke, schöne, hellblaue, meistens sechsseitige Krystallen, welche so, wie die Ader der Steinart geht, in einer gebogenen Lage liegen; folglich stets gegliedert, so als wenn die Krystallen aus lauter sechsseitigen Scheiben zusammengesetzt wären, wie es bey vielen Schörlarten gewöhnlich ist. Manches Stück dieser Krystallen ist an einem Ende, wo es in die Bergart übergeht, ganz weiß, wie glasartiger Quarz, oder durchscheinend, und nicht, wie die Quarzmutter, worauf er sitzt, welche ein schmutziges Milchweiß hat, und undurchsichtig ist. Wo dieser Saphir aus Mangel des Raums ungestalt einbricht, sieht man an ihm eine gestreifte Bildung der Länge nach, so daß man abnehmen kann, daß der Stein jederzeit geneigt ist, sich in säulenförmiger Gestalt zu krystallisiren. Ich habe diesen Stein mit reinem Quarz zu gleicher Zeit im Feuer untersucht, aber dabey nicht den geringsten Unterschied gefunden, als daß durch ein heftiges Feuer seine Farbe verlohren gegangen.

Ich habe auf der Vignette des 2ten Kapitels bey Lit. A. davon eine Abbildung gegeben.“



Aquamarin aus dem „Pariserstollen“ im Rathhausberg bei Gastein beschreibt bereits HACQUET (1784) und bildet solche mit für dieses Vorkommen typisch tektonisch gestreckten Kristallen in einer Vignette auf S. 45 seines Werkes ab; es ist eine der ersten Abbildungen einer alpinen Mineralstufe aus den Hohen Tauern.

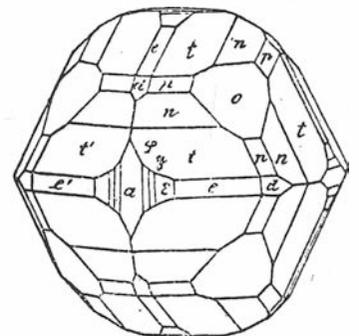
In einer Vignette auf S. 45 seines Werkes bildet Hacquet sogar eine Aquamarinstufe dieses Vorkommens ab!

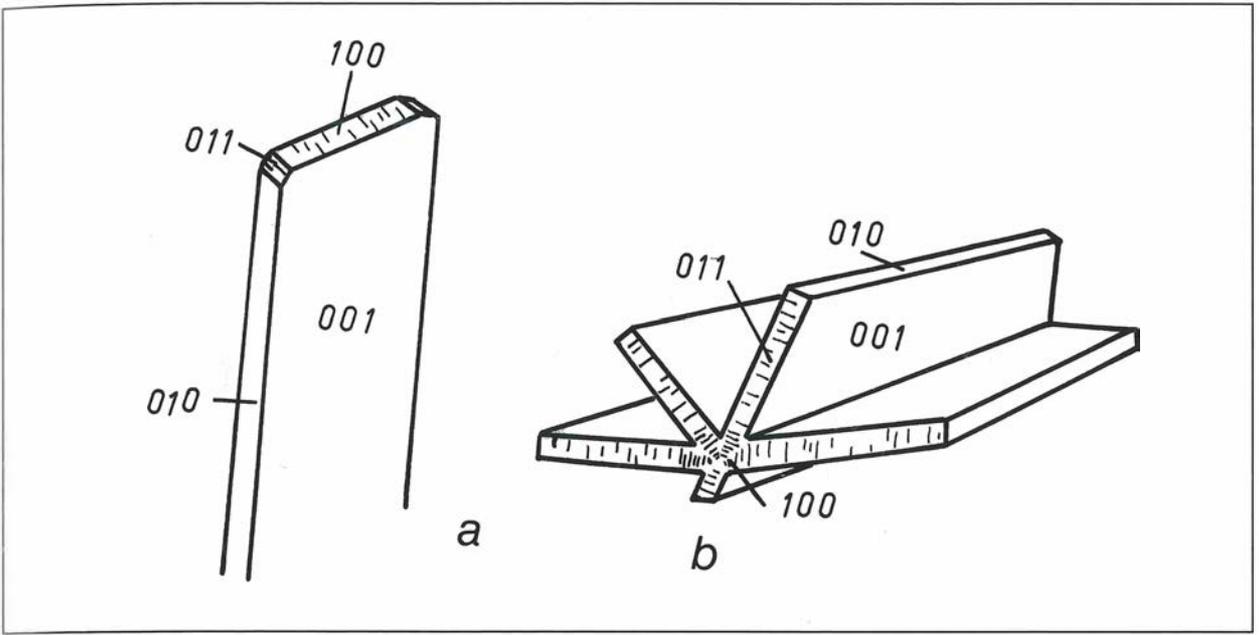
Besonders bekannt ist der Thermalstollen (Paselstollen) bei Bockstein oberhalb von Bad Gastein. Er hat seltene Uran-Sekundärminerale geliefert, wie etwa Uranophan, β -Uranophan, Haiweeit, Kasolit, Schröckingerit und Zippeit sowie uranhaltigen Hyalith; an weiteren Mineralien werden aus diesem Stollen genannt: u. a. Quarz, Calcit in „Blätterspat“-Habitus, bis 2 cm große, würfelige Apophyllite, Stilbit in dichten Rasen, Adular, verschiedene Erzminerale, wie etwa Galenit, Chalkopyrit, Pyrrhotin und Ilmenit, sowie Fluorit. Fluorit, in bis mehrere Zentimeter großen Kristallen und verschiedenst gefärbt, ist ein sehr häufiges Mineral dieses Gebietes und tritt sowohl in typischen alpinen Klüften als auch in offen-

sichtlich jüngeren, weitläufigen Spaltenfüllungen auf. Auch derbe Fluoritmassen sind von hier bekannt.

Im Zuge der Kraftwerks- und Straßenbauten in diesem Gebiet wurden ebenfalls zahlreiche Mineralfunde getätigt. Intensiv grüne Fluoritoktaeder stammen aus dem Theresienstollen. Vom Bärenfall kommt die wahrscheinlich beste Bertrandit-Stufe der Ostalpen, mit beinahe 1 cm großen, modellartig ausgebildeten Einzelkristallen und typischen Ergänzungs- und Kniezwillingen. Die Bauarbeiten im Bereich des Bockhartsees lieferten neben vielen anderen Mineralien massiven Baryt im Gneis und in durchschlagenden Klüften bis 8 cm große, blättrige Barytkristalle, Scheelit, bis 1,4 cm große Phenakite, Synchisit und Fluorit in mehreren Generationen und bis 6 cm Größe. Das seltene Seltene Erden Karbonat Synchisit wurde auch

Pyrit von Bockstein; aus Goldschmidt Atlas der Krystallformen.





Bertrandit von der Seebachplaik im Obersulzbachtal (a) und vom Bärenfall-Staudamm bei Böckstein (b, Kombination aus Berührungs- und Kniezwillingen); idealisiert.

von anderen Fundstellen im Raum um Böckstein beschrieben: Gemeindesteinbruch Böckstein, Moos und Stuhwald. Gadolinit ist ebenfalls aus dem Gemeindesteinbruch Böckstein, aber auch vom Gewerbewald nachgewiesen. Das im alpinen Bereich seltene Calcium-Bor-Silikat Danburit wurde reichlich, allerdings nur in bis 3 mm großen, dafür aber gut ausgebildeten Kristallen im Scheiblinggraben bei Badgastein festgestellt. Vergesellschaftet war der Danburit mit Milarit, Bavenit, Hämatit, Titanit und reichlich Chlorit. Bis 7 cm lange, intensiv blau gefärbte Aquamarinkristalle sind vom Kreuzkogel bei Badgastein bekannt.

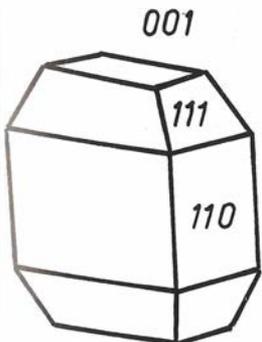
Südlich des Alpenhauptkammes, auf der Kärntner Seite, ist hier zunächst das Gebiet der Fleißtäler zu erwähnen. Auf den bemerkenswerten Rauchquarzfund aus der Hocharn-Westwand ist schon ein-

gangs hingewiesen worden. Aus der Hocharn-Westwand sind aber auch spektakuläre Funde von mehreren Zentimetern großen, apart rosa gefärbten Fluoritoktaedern, teils in Vergesellschaftung mit tafeligem Calcit, hellvioletttem Apatit, Quarz und feinfilzigem, schneeweißem Bavenit sowie von mit Chlorit durchwachsenen Phenakiten bekannt. Von der tiefer liegenden Gjaidtroghöhe stammt ein Fund mit dem für Österreich bisher einmaligen Scandium-Beryllium-Silikat Bazzit in intensiv blauen Kriställchen. Vom Krumlkees Kopf im Großen Fleißtal wurden winzige Euklase über schneeweißem Periklin neben etwas Chlorit und Calcit beschrieben. Dieses seltene Beryllium-Silikat tritt somit auch südlich des Alpenhauptkammes auf!

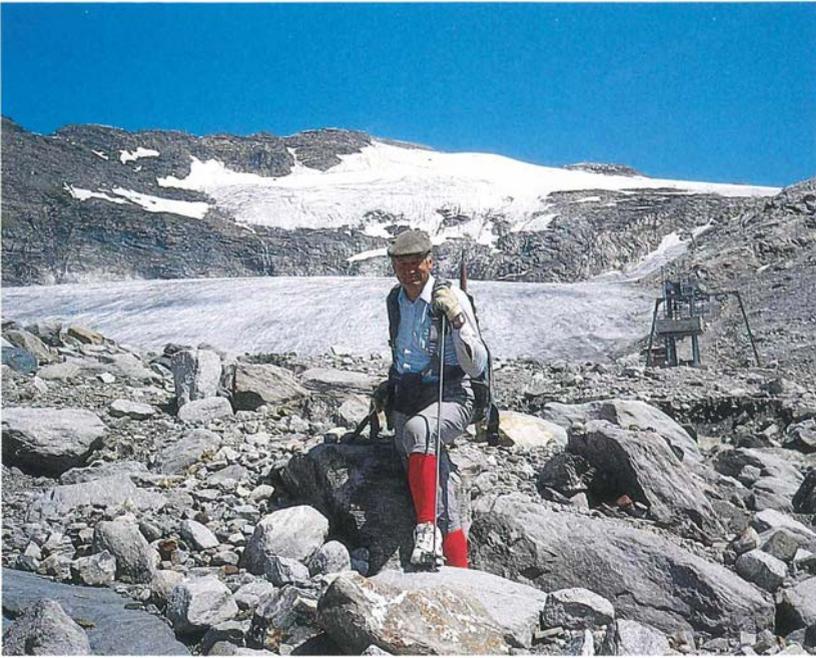
Vom Roten Mann kommt eine interessante Erzmineralisation mit bis zu 2 Ki-

logramm schweren und gut ausgebildeten Galenitkristallen, mit einer Kombination aus Würfel und Oktaeder, dunkelbraunem Sphalerit sowie mit Cerrussit, Mimetesit, kleinen, modellartig entwickelten Wulfenitkristallen und Smithsonit. Als besondere Rarität wurde hier das extrem seltene Blei-Chlorid Cotunnit festgestellt. In der gleichen Mineralisation wurden aber auch bis 15 cm große, mehr oder weniger intensiv gefärbte Citrine angetroffen.

Erst in jüngster Zeit konnten aufgrund detaillierter Untersuchungen aus den goldführenden Erzgängen der Zirknitz und des Wurtentales neben silberhaltigem Galenit sowie Pyrit, Sphalerit und Chalkopyrit u. a. die im alpinen Bereich seltenen Silbersulfide Akanthit, Polybasit und Matildit nachgewiesen werden (FEITZINGER, 1992). Für einiges Aufsehen sorgten in den letzten Jahren beachtliche Funde von kleinen, bis maximal 4 mm langen, aber zum Teil gut ausgebildeten Goldkristallen, vergesellschaftet mit Tetradymit neben Quarz und Anatas, aus einer alpinen Kluftmineralisation knapp östlich des Hochwurtens-Speichers. Die Wurtens ist für zahlreiche schöne Quarzfunde, inklusive Bergkristall, Rauchquarz, Amethyst und Citrin, sowie für bemerkenswert große Scheelitkristalle bekannt. So werden aus einer Kluft in der Nähe der Duisburger Hütte bis 25 cm große, helle



Gadolinit vom „Gemeindesteinbruch“ bei Böckstein; idealisiert.



Wurten Kees und Schareck in Kärnten – ein beliebtes Ziel für Mineraliensammler im Sommer und für Skitouristen im Winter und im Frühjahr. Foto: G. Niedermayr

Gediegen Gold vom Hochwurten Speicher in Kärnten. Bildbreite ca. 1,7 cm. Sammlung und Foto: NHM Wien



Rauchquarze berichtet, die mit Amethyst, Fluorit, Pyrit und Chlorit vergesellschaftet waren. Auch Amethyste in schöner Zepterausprägung sind aus diesem Bereich nachgewiesen.

Von der Kärntner Seite der Romate stammen relativ große, dunkelgraublau Aquamarine, die in derbem Quarz eingewachsen sind. Südlich davon, im Bereich Stocker Alm – Jamnig Alm, wurden Aquamarin und die wesentlich selteneren Beryllium-Silikate Bertrandit und Phenakit, aber – paragenetisch interessant – auch Molybdänit, sowie grün und violett gefärbte Fluorite, neben Quarz, Adular, Periklin, Apatit, Chlorit, gefunden.

Im Zuge der Anlage des Eisenbahntunnels von Böckstein nach Mallnitz gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts wurden ebenfalls einige interessante Mineralisationen angetroffen. So etwa Calcite in tafeliger und skalenödrischer Entwicklung, mit Galenitwürfeln vergesellschaftete Bergkristalle, Molybdänit und andere Sulfide. Mineralogisch am bedeutendsten sind wohl die 5 cm langen, büschelig verwachsenen Skolezite, die von hier angegeben werden. Gemessen am Reichtum der Mineralien der Obertage- und Tiefenaufschlüsse, die aus diesem Gebiet heute bekannt sind, ist allerdings anzunehmen, daß bei den seinerzeitigen Vortriebsarbeiten viele mineralführende Klüfte übersehen oder

der Bauleitung zumindest nicht gemeldet worden sind. So wurde z. B. Skolezite, auf Adular angewachsen, auch Obertage im obersten Hjørkar unterhalb der Gamskar-Spitze festgestellt.

Radstätter Tauern und Hafnergruppe

Der nordöstliche Randbereich der Hohen Tauern (mit Großarlal und Kleinarlaltal sowie der Hafnergruppe ganz im Osten) und die Radstätter Tauern des unterostalpinen Rahmens des Tauernfensters sind bei weitem nicht so reich mit Mineralvorkommen ausgestattet, wie dies für viele andere Gebiete der Hohen Tauern seine Gültigkeit hat. Trotzdem sind auch von hier einige mineralogisch interessante Vorkommen bekannt, die auszugsweise erwähnt werden sollen.

Der aus dem Gasteiner Tal herüberziehende Klammkalk hat im Bereich des Stegbachgrabens im vordersten Großarlal ebenfalls hervorragende Calcitstufen geliefert, die in mehreren Stollen regelrecht abgebaut worden sind; bis 10 cm große, rauhfächige Kristalle wurden gefunden (STRASSER, 1989).

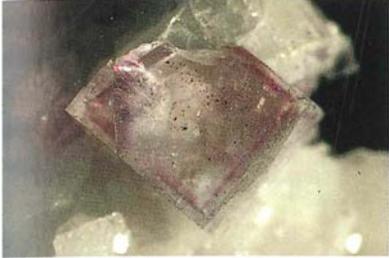
Ein wesentliches Bauelement dieses Bereiches stellen die Mitteltrias-Karbonate des unterostalpinen Rahmens des Tauernfensters dar, die – vergleichbar der Krimmler Trias weiter im Westen –

viele Fluoritvorkommen aufweisen. Genannt seien hier etwa Gnadenfall, Steinbruch Fingerlos bei Mauterndorf, Kranzhöhe (Steirische Kalkspitze), Weißeck und der Steinbruch „Gruber“ im Großarlal selbst. POSTL (1993) hebt z. B. die schönen und teils schleifwürdigen, hellrosa bis farblosen, bis 3,5 cm großen Fluoritkristalle, die teils von für diese Mineralisation beachtlichen Bergkristallen und Calcit begleitet werden, hervor.

Wegen ihrer Fluoritführung berühmt sind der Gipfelbereich des Weißecks und die Lokalität Rieding See am Weißeck. Beide Lokalitäten haben bis in die jüngste Vergangenheit bis zu 10 cm große Fluoritwürfel, mit typisch parkettierter Oberfläche und blaß hellgrün bis bläulichgrün und hellviolett gefärbt, geliefert. Bei Tageslicht grün bzw. blaugrün erscheinende Fluorite zeigen bei Kunstlicht häufig einen markanten rötlichbraunen Stich – sind also leicht alexandritfärbig. Eine zonare Farbverteilung kann gelegentlich beobachtet werden. Aus älterem Bruchmaterial sind apart hellblau gefärbte Steine geschliffen worden. An Begleitmineralien sind in erster Linie Calcit, Dolomit und Bergkristall zu erwähnen; sulfidische Erze, wie an Tetraedrit-Komponente reiches Fahlerz und Galenit sowie deren Sekundärprodukte Malachit, Azurit und Cerussit, werden ebenfalls genannt.

Der markante, aus Dolomit bestehende Gipfelaufbau des Weißbeks ist berühmt für seine schönen Fluoritfunde. Im Vordergrund der Karwasser See. Foto: R. Seemann

Fast 1 cm großer, deutlich zonar gefärbter Fluoritwürfel aus dem Steinbruch „Gruber“ im Großarlal, Salzburg. Sammlung und Foto: NHM Wien

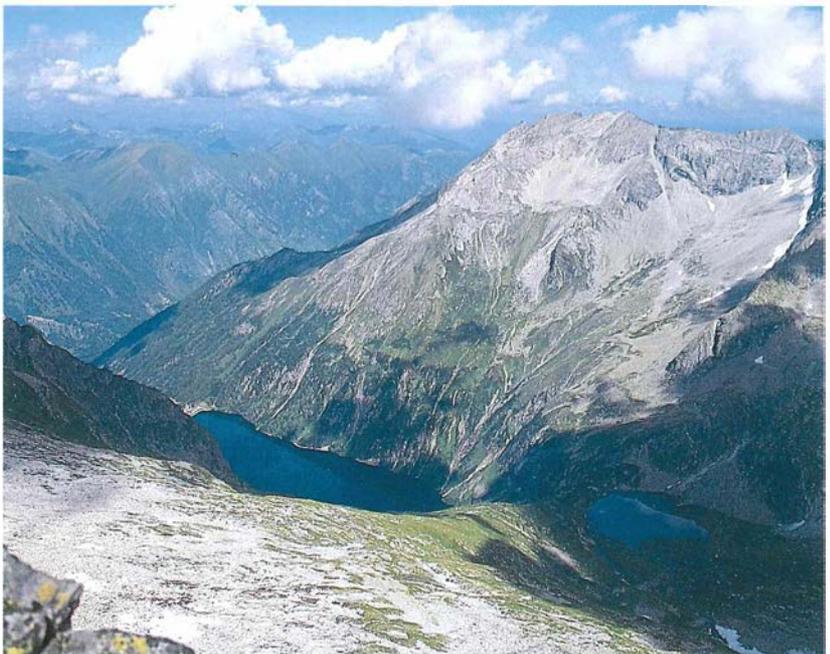


Eine in der geologischen Position zwar idente, mineralogisch aber wesentlich vielfältigere Mineralisation ist aus den mitteltriadischen Dolomiten des Steinbruches „Gruber“ im Großarlal bekannt. Etwa 20 Mineralarten sind aus diesem Steinbruch nachgewiesen worden. Besonders hervorzuheben sind dabei prächtige, bis 2,5 cm große, tafelige Albite, beinahe ebenso große schwach rosa gefärbte, dicktafelige Apatite, bis 10 cm lange, meist auffallend klare und hochglänzende Bergkristalle und Fluorit in derben Massen und bis etwa 1 cm großen, grünen, violetten und blaßlila bis farblosen, würfeligen Kristallen; auch zonar gefärbte Fluoritindividuen konnten beobachtet werden. In den das Großarlal querenden Prasiniten (Grünschiefern) findet sich eine Anzahl von alten Bergbauen, die FRIEDRICH (1968) zu den „alpinen Kieslagern“ rechnet und die u. a. Pyrit, Chalkopyrit, Arsenopyrit, Sphalerit und Pyrrhotin führen (vgl. auch STRASSER, 1989). Nur der Vollständigkeit wegen sei hier auch die Uranvererzung der Forstau, schon weiter außerhalb des hier zu betrachtenden Gebietes gelegen, in phyllitischen Schieferen erwähnt, die neben einer Reihe von Sulfiden auch Uraninit führt.

Rotgüldensee. Im Bergbau von Rotgülden wurde Arsenopyrit und auch Gold gewonnen. Foto: R. Seemann

Aus dem Bereich der nördlichen Hafnergruppe sind verschiedene Quarzfundstellen, mit Bergkristall, Rauchquarz und Amethyst, letzterer teils in bemerkenswerten Zepterbildungen, zu erwähnen. Besonders genannt seien hier Schöderkar-Kreealm, Hühnerkar, Roßkar, Schmalzscharte (mit Murtörl und Mur-Ursprung) und Zederhaus. Bis 30 cm große, zum Teil ausgezeichnet entwickelte Quarze, neben Adular und Calcit, wurden in diesem Bereich ge-

funden. Amethyste mit 8 cm Größe und darüber sind ebenfalls aus diesem Gebiet bekannt. Von Zwickenberg im Zederhaustal wird über das Auftreten von Bergkristallen und Anatas in Klüften eines dolomitischen Gesteins berichtet. Eine bemerkenswerte Mineralfundstelle war auch der Wasserüberleitungsstollen westlich des Rotgüldenensees. Von hier sind schöne, bis 5 cm große Adulare, bis 10 cm große Tafeln von blättrigem Calcit („Blätterspat“), Calcit-Skale-



noeder, bis 2 cm große, flächenreiche und rosa gefärbte Apatite, Fluorit in bis 1 cm großen, gut ausgebildeten Oktaedern, büscheliger Bavenit sowie eine Reihe anderer, typischer Klufminerale zu erwähnen (wie z. B. Anatas, Chlorit, Bergkristall, etc.). Aus dem oberhalb Jedl angelegten Druckstollen (Rotgülden-Druckstollen) wurden u. a. bis über 1 cm große, hochglänzende, grün gefärbte Sphaleritkristalle, die mit Galenit und Pyrit vergesellschaftet waren, sowie Dolomit, nadeliger Aragonit und braune Calcit-Skalenoeder von bis 5 cm Größe gefunden.

Ein mineralogisch besonders interessantes Gebiet stellt der Bergbau Rotgülden dar. Seit dem 14. Jahrhundert wurde in Rotgülden Arsenopyrit zur „Hüttrach“-Gewinnung und auch Gold abgebaut. Etwa an die 40 Mineralarten sind aus dem Bergbau nachgewiesen worden. Davon besonders zu erwähnen sind: verschiedene Sulfide (wie z. B. Arsenopyrit, Chalkopyrit, Pyrrhotin, aber auch Gustavit, Lillianit, Cosalit, Heyrovskyt, Friedrichit und Tetraedrit). Die Gustavitkristalle dieses Vorkommens zählen zu den besten Individuen dieser Mineralart weltweit!

Der Goldbergbau von Schellgaden reicht gesichert bis ins 14. Jahrhundert zurück. Neben ged. Gold treten hier zahlreiche Sulfide auf, wie z. B. Pyrit, Galenit, Sphalerit, Chalkopyrit, Fahlerz, Pyrrhotin und Bornit. Bekannt ist der Bergbau aber für seine zum Teil reichlichere Scheelitführung, wobei Scheelit ausschließlich in derben Massen auftritt. Schmalste Kluftrisse und Kavernen in aplitischen Gesteinen des Talkabbaues von Schellgaden erbrachten neben dem für solche Gesteine üblichen Mineralieninventar auch Raritäten, wie z. B. Synchisit, Xenotim, Monazit, Apatit, Zirkon und Aeschnyt; etwa 30 Mineralien sind von hier bekannt. Viele Mineralien treten hier aber nur in mikroskopischen Dimensionen auf. Aus dem Randbereich der Hafnergruppe konnte an einem Forstweg bei Zederhaus auch hellgraugrüner Nephrit gefunden werden. Der Nachweis ist über den Rahmen der Hohen Tauern hinaus von Bedeutung, da damit die Herkunft der Nephritgeschiebe in den Murschottern, die in Strukturierung und Mineralbestand diesem Nephrit vollkommen gleichen, geklärt sein dürfte.



*Typischer Nephrit von Zederhaus. Bildbreite ca. 15 cm.
Sammlung und Foto: NHM Wien*

Beim Tauernautobahn-Tunnelbau durch den Katschberg wurde eine interessante Mineralparagenese mit Bergkristall, Calcit, Dolomit, Ananats, Coelestin, Strontianit, Scheelit, verschiedenen Sulfiden (vor allem Pyrit, Galenit, Chalkopyrit, ölgrünem Sphalerit, Tetraedrit, Millerit) und als besondere Rarität schöne Goyazitkristalle – ein wasserhaltiges Strontium-Aluminiumphosphat – festgestellt. Der Goyazit stellte seinerzeit einen Erstnachweis für Österreich und die Alpen dar. ZIRKL (1982) hat die im Zuge der Bauarbeiten des Katschbergtunnels angetroffenen Mineralparagenesen ausführlich beschrieben. Die Mineralisationen sind überwiegend an feinkristalline Marmore und darin befindliche Mobilisate gebunden.

In der südlichen Hafnergruppe, auf Kärntner Gebiet, sind vor allem Schober-Eissig und Perschitz als Fundgebiete für große und schöne Quarzkristalle zu erwähnen. Vom Schober-Eissig stammt ein für alpine Verhältnisse sehr ungewöhnlicher Fund von Amethystkristallen in steilrhomboedrischer Entwicklung. Aus dem Bereich von Lasörn wurden dagegen bis 6 cm große, hellviolette und leicht gefensterte Amethyste gemeldet. Alpine Klüfte im Gebiet der Perschitz lieferten neben Bergkristall und bis 5 cm großen Amethystzeptern sowie Dolomit eine Reihe von hervorragend ausgebildeten Zeolithen, vor allem Heulandit in bis 5 cm großen Kristallen, Laumontit und Skolezit.

Im Bereich des Lanisch-Sees sind in Kalk- und Dolomitmarmoren der SilberECKSCHOLLE alte Arsenbergbaue bekannt, die u. a. auch Auripigment, Aurichalcit, Hemimorphit, Cerussit, Linarit, Serpierit, Anglesit sowie an Primärerzen Arsenopyrit, Galenit, Sphalerit und Fahlerz geliefert haben. Von alten Halden unter der Schurfspitze wurde Strontianit nachgewiesen. Im Gebiet des Großen Hafners liegen einige alte Goldbergbaue, wie z. B. Kölnbrein, Wastlkar, Pölla-Lanisch und Pölla-Waschgang, die eine Freigoldführung aufweisen.

Ankogel- und Reißbeckgruppe

Im Gegensatz zu dem vorhin besprochenen Gebiet sind Ankogel- und Reißbeckgruppe eher arm an Bergbauen. Hier haben aber verschiedene Kraftwerksbauten mit ihren vielen Wasserüberleitungsstollen und Straßen- und Seilbahnbauten umfangreiche Aufschlüsse geschaffen, die den Mineralreichtum dieser Region erst bewußt gemacht haben.

Die Bereiche Ankogel-Grauleiten und Auernig und Maresen Spitze südlich des Dösentaales zählen zu den an Quarzen reichsten Gebieten der Ostalpen, wie schon eingangs ausgeführt worden ist. Vom Auernig wurden bis 70 cm lange Bergkristalle in steil-rhomboidischem Habitus neben Calcit, Periklin sowie Rutil, Brookit und Anatas berichtet. Erst kürzlich wurde der mit etwa 270 Kilo-



Das Ankogelmassiv gehört zur Kernzone des Nationalparks Hohe Tauern und ist für prächtige Mineralfunde bekannt. Im Mittelgrund der Speicher Kölnbrein. Foto: R. Seemann

gramm schwerste Quarzkristall Körnens im Gebiet der Grauleiten aus einem mehrere Meter tiefen Kluftsyst \ddot{u} m geborgen. Eine anschauliche Beschreibung der Auffindung des vorderen, etwa 7 Meter tief in den Berg reichenden Teiles dieser Kluft im Jahr 1982 gibt KOHOUT (1989); die größte Stufe des seinerzeitigen Fundes wog immerhin 150 Kilogramm! Das Kluftsyst \ddot{u} m zählt heute zu einem der größten in diesem Bereich (vgl. dazu auch WEISS, 1989, S. 14). Aber nicht nur Quarze sind aus dem unmittelbaren Gebiet des Ankogels und seiner Umgebung zu erwähnen. Von der Grauleiten selbst stammen bräunliche, bis mehrere Zentimeter große skalenoidrische Calcite, Ankerit, Rutil, Anatas, Brookit, Ilmenit, Hämatit und Chabasit sowie als Rarität bis 4 mm große Xenotimkristalle. Aus der Platten Kogel Südwand kommen Pyritkristalle von bis 2,6 Kilogramm Gewicht und 12,6 cm Durchmesser; eine Stufe aus mehreren miteinander verwachsenen Kristallen wog 3,2 Kilogramm und ein großer bräunlicher Calcitomboeder vom Fuß der Wand war ca. 7 Kilogramm schwer. Vom unmittelbar darunter liegenden Lassacher Kees sind schon lange verschiedene Zeolithminerale, wie Chabasit und Stilbit, neben Adular, Rutil, und andere Mineralien bekannt. Von den Blockhalden gegen die Radegg-Scharte zu wird über Titanit, Calcit, Bergkristall, Prehnit, Laumontit und vereinzelt Epidot, in kleinen oliv-

grünen Kriställchen, berichtet. Als interessanter Einzelfund wird auch ein 1 cm großer, pseudokubisch ausgebildeter, farbloser Apophyllitkristall, neben Adular und Calcit, erwähnt.

Auch der weiter westlich liegende Bereich von Arnoldhöhe und Elschekamm hat bis in die jüngste Vergangenheit interessante Mineralien geliefert. Aus einer Kluft vom Elschekamm wurde über einen 1 Kilogramm schweren, kantenscharfen, bipyramidal entwickelten und gelbbraun gefärbten Scheelitkristall berichtet. Das seltene Wismut-Tellursulfid Tetradymit stammt aus einer Kluft in der unmittelbaren Umgebung der Arnoldhöhe und war hier nicht nur reichlich, sondern auch in modellartig ausgebildeten, stahlgrauen, bis 1 cm großen Einzelkristallen und bis 1,8 cm großen Vierlingen als typisches Kluftmineral, neben Quarz, Periklin, Adular, Calcit, reichlich Chlorit sowie Titanit, Rutil und Anatas anzutreffen. Turmalin, in braunschwarzen Nadelchen, meist in dichtem Chlorit eingewachsen, wird ebenfalls aus diesem Bereich erwähnt.

Paragenetisch interessant war der vor etwa 25 Jahren erfolgte Nachweis von bis 10 cm langen, nadeligen Skapolithkristallen und von Pseudomorphosen von feinschuppigem Muskovit nach Skapolith im Bereich des Eckriegels im Dösental bei Mallnitz. Die nadeligen Kristalle bilden meist büschelige Aggregate und wirrstrahlige Beläge, sind anderenteils aber auch in Quarzkristallen

eingewachsen. Interessant ist der Fund deshalb, da aufgrund verschiedener Überlegungen die in alpinen Quarzen hin und wieder zu beobachtenden Hohlformen mit annähernd rechteckigem Querschnitt, die von Schweizer Forschern immer als Einschlüsse ehemaliger Anhydritkristalle gedeutet worden sind, auf derartige Skapolitheinschlüsse zurückgeführt werden könnten. Diese Deutung ist meiner Meinung nach wesentlich plausibler als die Annahme nadeliger Anhydrite, die in derartiger Ausbildung kaum vorstellbar sind.

Zwischen Ankogel- und Hafnergruppe verläuft der tiefe Einschnitt des Maltatales, das durch die zur Kölnbreinsperre hinaufführende Straße bestens erschlossen ist. Im Zuge dieses Straßenausbaues wurden leider nur relativ wenige Mineralfunde bekannt, obwohl das Gebiet nicht so arm an Klüften ist – im wesentlichen wurde von Sammlern über Quarzfunde berichtet. Bergkristall in steilrhomboedrischem Habitus wurde in der Nähe des Fallbach-Wasserfalls gefunden. Unterhalb der Staumauer der Kölnbreinsperre wurde das seltene Calcium-Urankarbonat Liebigit festgestellt. Sulfatausblühungen in einem alten Stollen in der Nähe des Birkofenfalles im hinteren Gößgraben stellten sich als Gemenge aus Jarosit, Copiapit, Pickeringit, Melantherit, Gips sowie Szomolnokit und Rozenit heraus. MEIXNER (1957) gibt von der Loibspitze Bergkristall, Adular, Titanit und Chlorit „in alpinen Klüften“ an.

Im Gegensatz dazu haben die Stollenaufschlüsse der KELAG recht bemerkenswerte Mineralfunde gezeitigt. So ist im Verbindungsstollen vom Gößgraben ins Maltatal (Maltastollen, auch „Nellystollen“) eine interessante Kluftmineralparagenese mit Bergkristall, Adular, Calcit, Aquamarin, Fluorit, Epidot, Stilbit, Heulandit sowie Gips und – als bisher einmaliger Fund aus einer alpinen Kluft der Ostalpen – rosa gefärbten, grobspätigen Anhydrit nachgewiesen worden. Dichte Rasen ehemals würfelförmigen, und nachfolgend mehr oder weniger stark ankorrodierten Fluorits, in Vergesellschaftung mit sogenanntem „Artischockenquarzen“, belegen darüber hinaus das Vorliegen einer Gangmineralisation, wie sie etwa auch aus dem Gasteiner Raum und aus den Tuxer



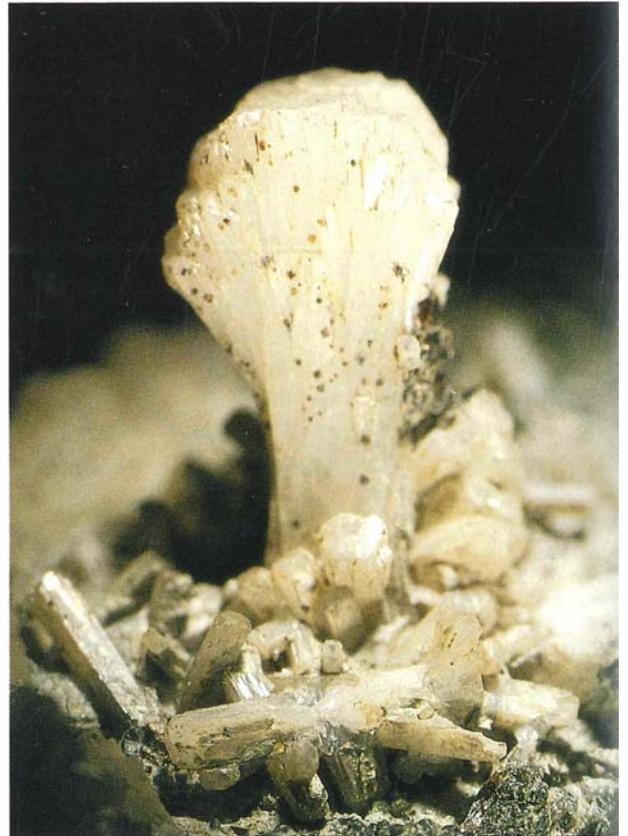
9 cm großer mit feinkörnigem Anatasrasen belegter Bergkristall in steilrhomboedrischem Habitus von der Grauleiten, Ankogel in Kärnten. Sammlung und Foto: NHM Wien



Kugeliges Prehnitaggregat und Klinozoisit (bräunlich) aus dem Steinbruch „Svata“ bei Pflüghof, Kärnten. Bildhöhe etwa 1,7 cm. Sammlung: Granzer. Foto: G. Niedermayr



Etwa 1 cm großer Titanitkristall von der Moosalm, Reißbeckgruppe. Sammlung: H. Kaponig. Foto: G. Niedermayr



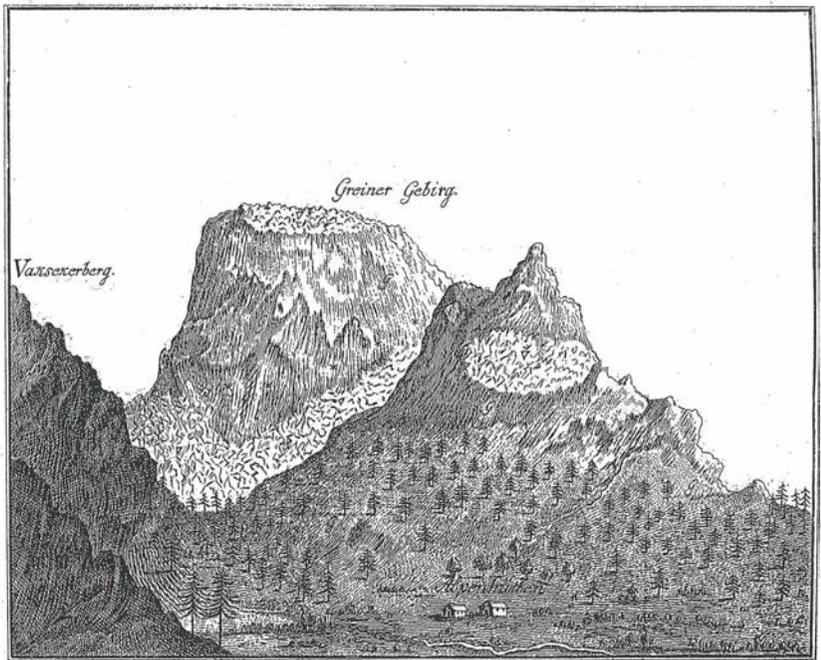
Charakteristisch garbenförmig verwachsener Stilbit von der Moosalm, Reißbeckgruppe. Bildhöhe etwa 1,5 cm. Sammlung und Foto: NHM Wien

Alpen (Stampflkees im Gebiet des Schrammachers) bekannt sind. Aus dem „Moaralmstollen“ (zwischen Malta- und Pöllatal) stammen u. a. aus einer großen Kluft bis 2 Kilogramm schwere Galenitkristalle, neben etwas Bergkristall, Ankerit und Pyrit. Erwähnenswert, aber nur in mikroskopischen Dimensionen auftretend, ist hier das Vorkommen von Polybasit und Miargyrit.

Im Gegensatz zur sonstigen scheinbaren Mineralarmut dieses Gebietes lieferten die Steinbrüche bei Pflüghof im Malatal im Laufe der Zeit eine Reihe interessanter Mineralien. Neben Bergkristallen von bis etwa 15 cm Länge sind vor allem Adular, Calcit, Prehnit und verschiedene Zeolithe von hier zu erwähnen. An Zeolithen sind Chabasite mit bis zu 1 cm Kantenlänge, große, büschelige Skolezitaggregate, Stilbit, Heulandit und Laumontit bekannt. Fluorit tritt in verschiedenen Farbnuancen und mehreren Trachtvarianten auf, was für Fluorite alpiner Klüfte recht ungewöhnlich ist – so sind neben dem Oktaeder auch Hexaeder, Rhombendodekaeder und Tetrakishexaeder sowie Kombinationen davon zu beobachten. Sphalerit, Baryto-Coelestin und bis 2 cm große Scheelite sind als Raritäten in diesen Paragenesen zu nennen.

Mooshütte, Moosalm und Riekenkar in der Reißbeckgruppe sind bekannte Fundstellen für Bergkristall und Rauchquarz, Adular, Titanit, Prehnit sowie verschiedene Zeolithe (Laumontit, Stilbit, Skolezit, Heulandit und Chabasit). Besonders hervorzuheben sind dabei die einige Zentimeter Durchmesser erreichenden, gelblichweißen, halbkugeligen Aggregate von Stilbit und Chabasitromboeder mit bis zu 2 cm Kantenlänge. Auch aus dem Radlgraben bei Gmünd in der östlichen Reißbeckgruppe wurden Zeolithe, vor allem Stilbit, bekannt gemacht.

Von der Roßalm in der südlichen Reißbeckgruppe stammen mehrere Zentimeter große, sehr dunkle Rauchquarze (und Morione), die teils von nadeligen Turmalinen durchwachsen sind und bis 2 cm lange Aquamarinsäulchen aufgewachsen zeigen. Aquamarin ist aber auch von den ÖDK Höhenbahnhäusern, von der Riekener Hochalm, von der Nordseite des Riekener Sonnblicks, von der Zwernberger Scharte und aus dem Hintereggergraben bekannt.



Ansicht des „Greiner Gebirges“ in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts
(aus HACQUET, 1791).

Der Westteil des Tauernfensters

Die Mineralvorkommen von der Südseite der Hohen Tauern, in Kärnten und Osttirol und westlich der Möll bzw. Mallnitz gelegen, sind bereits in den vorangegangenen Kapiteln behandelt worden. Unseren Rundgang durch die Mineralvielfalt der Hohen Tauern haben wir somit beendet. Entgegen den geographischen Gepflogenheiten soll in der Folge den Hohen Tauern hier noch das westlich an sie anschließende Gebiet der Zillertaler und Tuxer Alpen gegenübergestellt werden, um thematisch diese Zusammenstellung über den Mineralinhalt des Tauernfensters insgesamt abzurunden.

Zillertaler Alpen

Die penninischen Gesteine im Westteil des Tauernfensters sind teils ebenfalls reich an Kluftmineralisationen, und auch hier ist es in erster Linie der Quarz, der an vielen Orten gefunden werden kann. Bergkristalle bis zu einem Gewicht von etwa 170 Kilogramm werden beschrieben. Zu den schon seit vielen Jahrzehnten bekannten obertägigen Funden gesellten sich in den vergangenen drei Jahrzehnten die Mineralfunde, die im Zuge der Kraftwerksbauten in den verschiedenen „Gründen“

des Zillertales getätigt werden konnten. Schöne Beispiele dafür sind der „Schleissstollen“ im Zemmgrund und der Triebwasserstollen im Zillergründl („Elfriedestollen“).

Neben den Kluftmineralisationen sind die Mineralvergesellschaftungen aus der Serpentinmasse des Großen Greiners und die Granatvorkommen im Zemmgrund und im Stillupp Grund, von denen schon die Rede war, von besonderer mineralogischer Bedeutung. 1778 bereits gibt Ignaz von Born, der Mentor der Mineralogie in der österreichischen Monarchie, eine Beschreibung der in Chloritfelsen eingewachsenen „Turmaline oder Aschenziehern“ vom Greiner heraus, die auf einen Bericht des Montanangestellten Franz Joseph Müller in Schwaz basierte. Die Gesteinsvielfalt des „Greinergebirges“ hat auch den genialen Naturforscher Belsazar Hacquet fasziniert, der es sich trotz ungünstiger Witterung seinerzeit nicht nehmen ließ, mit seinem Begleiter Ehrenbert von Moll hoch hinauf ins Gebirge zu steigen und uns in seiner „Reise durch die norischen Alpen“ eine vorzügliche Schilderung der im Bereich des Greiners auftretenden Gesteine gibt. Im gleichen Büchlein liefert uns Hacquet auch eine schöne Schilderung des Goldbergbaus von Hainzenberg, der tief unten im Tal,

südöstlich Zell am Ziller, an in Innsbrucker Quarzphylliten eingeschaltete Derbyquarzgänge gebunden ist, und außerhalb des Tauernfensters und somit außerhalb unserer Betrachtungen liegt. Sieht man von den in den Gesteinen eingewachsenen Mineralbildungen ab – es handelt sich dabei hier in erster Linie um Granat (Roßbrücken/Zemmgrund sowie oberhalb der Stapfenalm im Stillupp Grund), Turmalin, Aktinolith, Talk, Asbest, Apatit („Spargelstein“), Fe-hältigen Magnesit („Breunnerit“), Magnetit, Margarit und Kyanit (Greiner/Zemmgrund und Schlegeisgrund), das neue, erst um 1980 entdeckte, Magnesium-Aluminiumborat Karlit (Schlegeisgrund) –, so sind es natürlich die Bildungen alpiner Klüfte, die das Interesse der Mineraliensammler und Fachmineralogen seit jeher in dieser Region erweckt haben. Die Klüftmineralisationen unterscheiden sich sowohl in ihrer Artenvielfalt als auch in ihrer Ausbildung nicht von den gleichartigen Bildungen in den Hohen Tauern im Osten. Es sind hauptsächlich Quarz (Bergkristall, Rauchquarz und Amethyst), Calcit, Adular, Albit und Periklin, Muskovit, Apatit, Hämatit, Rutil, Anatas, Brookit, Titanit, Epidot, Prehnit, Chlorit und verschiedene Zeolithe, die gefunden werden. Seltener bis extrem seltene Mineralarten beinhalten u. a.: Aquamarin, Euklas, Phenakit, Apophyllit, Fluorit, Sphalerit und Scheelit. Gegenüber den Klüften im Osten des Tau-

ernfensters fällt auf, daß sich in manchen Paragenesen, insbesondere im Sonder-, Floiten- und Schlegeisgrund, auffällig viel Muskovit findet. Nachstehend seien einige Funde und Fundbereiche stichwortartig hervorgehoben.

Im Wimmertal, das vom Ort Gerlos nach Süden verläuft, wurden Adular, Anatas, Monazit und Piemontit bekannt. Rauchquarz und Bergkristall werden aus dem hintersten Schönachtal erwähnt. Bei der Auffahrung des Triebwasserstollens im Zillergründl („Elfriedestollen“) wurden neben Bergkristall, Adular, Calcit und anderen Mineralarten in manchen Klüften auffallend reichlich Apophyllit, in typischen, glasklaren, pyramidalen Kristallen gefunden. An weiteren Mineralien aus diesen Paragenesen wären Bergkristall, Rauchquarz, Anatas, Apatit, Prehnit, Skolezit, Laumontit, Fluorit, Rutil (in Form von Sagenit), Titanit und Turmalin sowie Sphalerit, Baryt, Bornit und Bavenit anzuführen. Besonders erwähnt seien hier aber bis 6 Kilogramm schwere Calcitrhomboider mit bis zu 17 cm Kantenlänge, und aus einer mit mehrere Zentimeter großen Ankeritaggregaten besetzten Kluft Rutil in schöner sagenitartiger Verwachsung sowie relativ große Brookite. Erst in den letzten Jahren wurde über beachtliche Amethystfunde aus dem Sondergrund berichtet.

Zu den klassischen, zum Teil schon seit dem späten 18. Jahrhundert bekannten Fundgebieten zählen Stillupp-, Floiten-

und Zemmgrund. Hervorragende Funde von Periklin und von Rauchquarz, Muskovit und vor allem von Apatit wurden bereits um die Jahrhundertwende im Floitenttal getätigt. Die aus Klüften in einer steilen Klamm unterhalb des Floitenturmes stammenden, dicktafeligen, größtenteils gelblichweiß-trüben Apatitkristalle erreichten bis 15 cm Durchmesser; sie zählen damit bis heute zu den größten Individuen dieser Mineralart im gesamten Alpenbereich!

Beinahe ebenso bemerkenswert sind die für alpine Verhältnisse sehr großen, pseudokubisch entwickelten Apophyllitkristalle; die beim Stollenbau vom Floitengrund zum Speicher im Stilluppgrund geborgen werden konnten. Diese Kristalle erreichten bis 5 cm Größe, wenn auch viele wesentlich kleiner waren. Begleitmineralien waren Adular, Epidot, Titanit und Chlorit („Prochlorit“). Auch im Schlegeisstollen erreichten die Apophyllite immerhin 2 cm Größe. Im letztgenannten Stollen fanden sich u. a. bis 4 cm große Fluoritoktaeder und bestätigten damit die alten Angaben über oft angezweifelte Oberflächenfunde. Unter der Fundortbezeichnung „Schlegeisstollen“ werden alle jene Mineralfunde zusammengefaßt, die während der Kraftwerksbauten und Druckstollenvortriebe für den Speicher im Zamser Grund (bzw. Schlegeisgrund) zutage kamen (vgl. EXEL, 1982). An weiteren Mineralien aus diesem Fundstellenbereich sind zu nennen (Auswahl): Fe-reicher Magnesit, Galenit, Sphalerit, Siderit, Rutil, Anatas, Brookit (alle drei Titanoxide oft in einer Kluft!), Hämatit, Laumontit, Skolezit und Stilbit.

Das in dieser Region vermutlich klüftreichste und von Sammlern leider oft auch recht brutal und ohne Rücksicht auf Natur und Mitmenschen ausgebeutete Gebiet liegt im hintersten Zemmgrund, östlich der Berliner Hütte. Mörchner Kar und Saurüssel müssen schon gegen Ende des 18. Jahrhunderts für ihren Mineralreichtum bekannt gewesen sein. Dies beweisen z. B. noch vor 1800 gesammelte, prächtige Amethyste in den Sammlungen des Naturhistorischen Museums in Wien und im Landesmuseum Joanneum in Graz. Ein Teil der Amethyststufen der letztgenannten Sammlung geht auf deren Begründer, Erz-

*Bis zu 2 cm große Granatkristalle in Chloritschiefer vom Roßbrugg im Zillertal, Tirol.
Sammlung und Foto: NHM Wien*





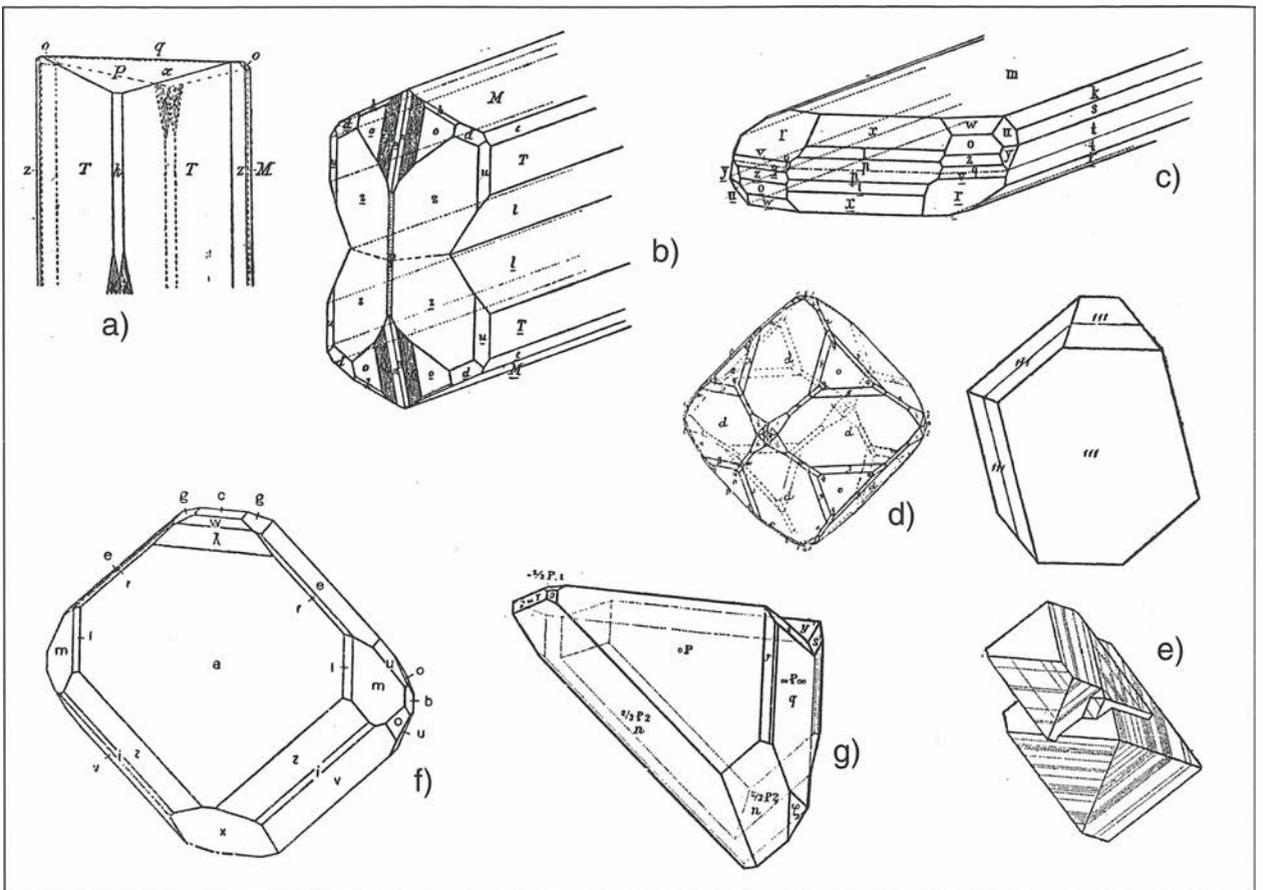
Schwarzenstein-, Horn- und Waxegg Kees in den Zillertaler Alpen (gegen Süden, im Hintergrund die Dolomitengipfel). Im Vordergrund das Fundgebiet des Ochsner, 3.107 m. Foto: H. Slupetzky

herzog Johann von Österreich, zurück (freundl. persönl. Mitt. Dr. W. Postl, Graz).

Außer Amethyst, der hier z. T. charakteristisch gefenestert spektakuläre Größe erreicht und modellartig zepterförmig auf einer in steilrhomboedrischem Habitus entwickelten ersten Generation von Bergkristall aufsitzt, sind noch u. a. Adular, Apatit, Muskovit, Rutil und Hämatit aus dieser Paragenese zu erwähnen. Die Hämatitaggregate, in Form von „Eisenrosen“ ausgebildet, können bis 16 cm Größe erreichen. Etwas über-

raschend ist erst in neuerer Zeit in der gleichen Paragenese das Auftreten des seltenen Berylliumsilikates Euklas, in einer von der üblichen Ausbildung etwas abweichenden Entwicklung, bekannt geworden. In diesem Zusammenhang ist es für uns von Interesse, daß aus dem Mörchner Kar Aquamarin, ein weiteres Berylliummineral, schon seit einigen Jahrzehnten nachgewiesen ist. Eine im alpinen Bereich seltene Mineralvergesellschaftung, die in der Vergangenheit nicht nur die größten aus den Alpen bekannten Diopsidkristalle

(mit bis zu 30 cm Länge), die darüber hinaus zum Teil auch Schleifqualität erreichen, geliefert hat, sondern erst jüngst auch hervorragende, bis 3 cm große, grell gelbgrün gefärbte Vesuviane, neben apart kontrastierendem rotem Granat ergeben hat, stammt aus Klüften des Serpentinistockes des Rotkopfs (Ochsner), nördlich der Berliner Hütte. Die von Eingeweihten als „Diopsidrinne“ bezeichnete Fundstelle ist schon lange bekannt gewesen, in Extremklettern konnten nun die neuen Funde getätigt werden. Der Rotkopf hat in der



Verschiedene Mineralien aus dem Zillertal; aus Goldschmidt Atlas der Krystallformen (a: Adular vom Schwarzenstein, b: Epidot, c: Kyanit vom Greiner, d + e: Magnetit vom Greiner, f: Monazit vom Floiental und g: Titanit).

8,5 cm großer Zepteramethyst aus dem Mörchner Kar, Zillertal, Tirol; deutlich sind die beiden – auch unterschiedlich gefärbten – Wachstumsstadien, die Zepterquarze auszeichnen, zu erkennen. Sammlung: NHM Wien (Inv.-Nr. H 3595).
Foto: Th. Schauer und D. Jakely



Abb. 47: Diopsidkristalle und geschliffene Diopside aus dem Vorkommen vom Rotkopf in den Zillertaler Alpen, Tirol; der Kristall in der Mitte ist 8 cm lang. Sammlung: NHM Wien.
Foto: Fred Langenhagen, Wien



Vergangenheit auch wunderbare Stufen tief dunkelrotbraunen Andradits, eines Calcium-Eisengranates, geliefert.

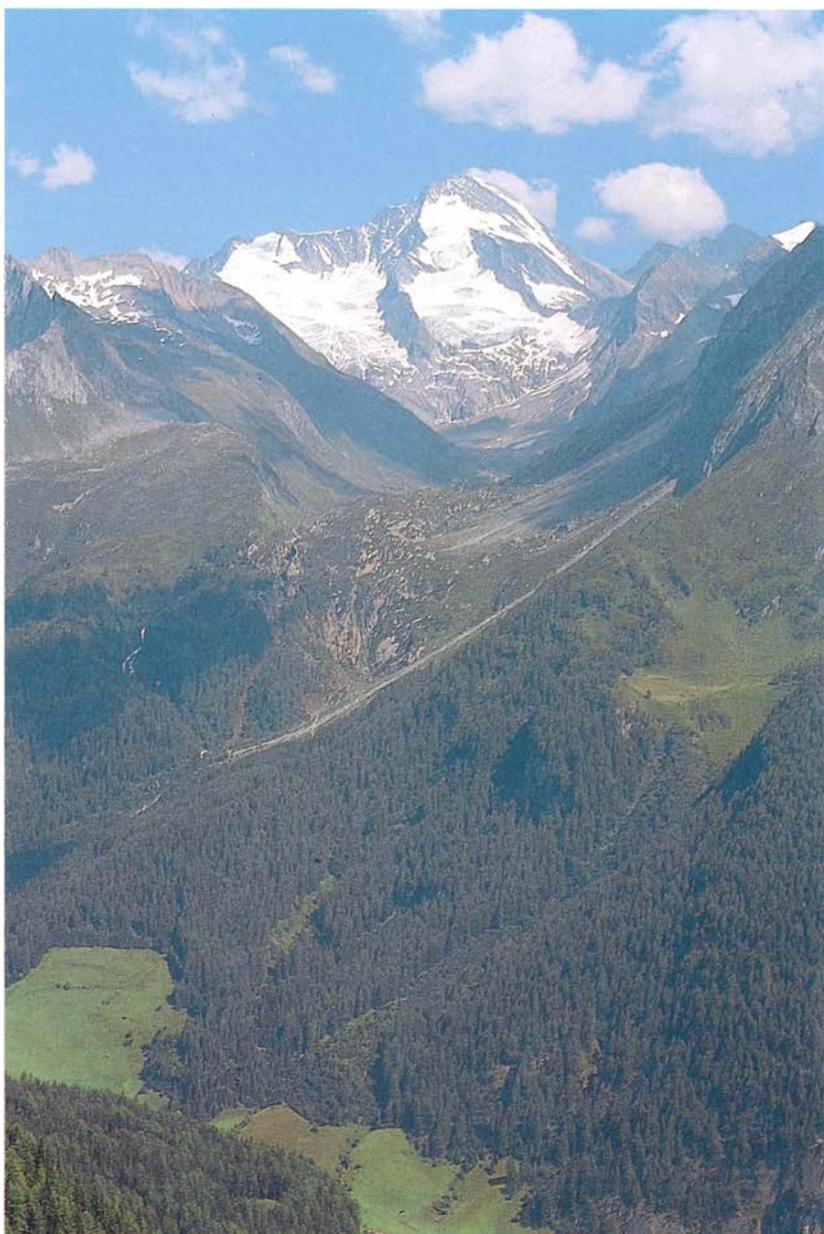
Interessant waren die ebenfalls erst in den letzten Jahren im Bereich des Mörchner Kares getätigten Funde bis 25 cm großer, relativ klarer Spaltstücke von Adular, die aufgrund ihres „Mondsteineffektes“ sehr aparte, geschliffene Steine bis zu 100 Karat Gewicht erbrachten. Entgegen dem üblichen Cabochonschliff ist dieses Material auch facettiert worden und hat dabei sehr gute Steine ergeben.

Schöne Magnetite, eingewachsen in Chloritschiefer, sind von der Rotbachl Spitze, östlich des Pfitscher Joches, nachgewiesen. Im Talkschiefer wurden Fe-reiche Magnesite gefunden. Die für die Lokalität „Pfitscher Joch“ (bzw. „Pfitsch“) berühmten Mineralien stammen aber von der italienischen Seite des Zillertaler Hauptkammes und werden im folgenden besprochen.

Ahrntal und Pfitschtal

Wie nördlich des Zillertaler Hauptkammes sind auch südlich davon viele Klufmineralisationen in den Gneisen und Schiefen des penninischen Tauernfensters bekannt. Im Gegensatz zu den Zillertaler Alpen in Nordtirol ist das Sammeln in weiten Teilen südlich des Alpenhauptkammes aufgrund landesgesetzlicher Verordnungen verboten bzw. stark eingeschränkt; im übrigen sind die das Mineraliensammeln in Südtirol betreffenden Regelungen zu beachten (siehe z. B. FOLIE, 1984).

Häufig findet man in alten Sammlungen bei offensichtlich aus dem Südtiroler Anteil des Zillertaler Hauptkammes stammenden Mineralstufen nur die Fundortbezeichnung „Pustertal“; meist handelt es sich dabei um Quarze, Bergkristalle bzw. helle Rauchquarze. Die Kristalle stammen dabei mit großer Wahrscheinlichkeit aus dem Ahrntal. Schöne Rutilquarze sowie bemerkenswerte Milarite und Danburite sind von hier bekannt. Von der Lahner Alm, im hintersten Ahrntal, werden bis zu 163 Kilogramm schwere Quarzkristalle angegeben. Aus dem gleichen Bereich, vom Roßhufgletscher, stammen vermutlich jene beachtlichen Euklasfunde, die in den 50er Jahren dieses Jahrhunderts und später für einiges Aufsehen sorgten. Weitere bekannte

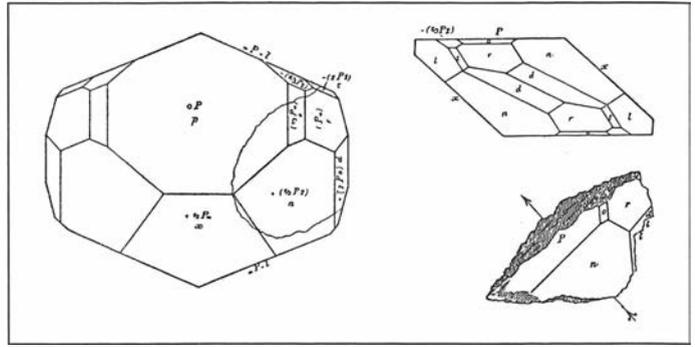


Rötspitze im oberen Ahrntal. Foto: R. Seemann

Fundstellen im Ahrntal sind Windtal, Röttal, Prettau, Rauchkofel und Lutterkopf. Das Kupferbergwerk in Prettau wird bereits im 14. Jahrhundert erwähnt. Die an Kalkschiefer gebundene Vererzung führt vor allem Chalkopyrit und Pyrit, neben Pyrrhotin, Arsenopyrit, Galenit und Magnetit. In Klüften im Lagerstättenbereich sind schöne Quarzkristalle, skalenoedrische Calcite, Magnesit, Bornit, prächtige Titanite und Chlorit gefunden worden. Eines der schönsten und vermutlich auch größten Quarzwindeln der Alpen stammt aus einer großen Kluft, die in diesem Bergbau ausgebeutet werden konnte.

Von der Tristenspitze kommen bemerkenswerte Amethyste, zum Teil als Fensterquarz und in Zeptern ausgebildet. Von der nahegelegenen Neves-Alm ist Quarz in Form von Zeptern, neben Periklin, Adular, Titanit und anderen Mineralien bekannt. Erst vor kurzem ist aus dem Bereich von St. Peter im Ahrntal über das in Klüften der Zillertaler Alpen ansonst extrem selten auftretende Mineral Scheelit in bis 5 cm großen Kristallen berichtet worden.

Im Pfunderer Tal sind u. a. Klüfte im Serpentin mit Perowskit und Diopsid zu erwähnen. Quarz, Adular und weitere Klufmineralien sind vom Eisbruggjoch,



Titanite von Pfunders; aus Goldschmidt Atlas der Krystallformen.

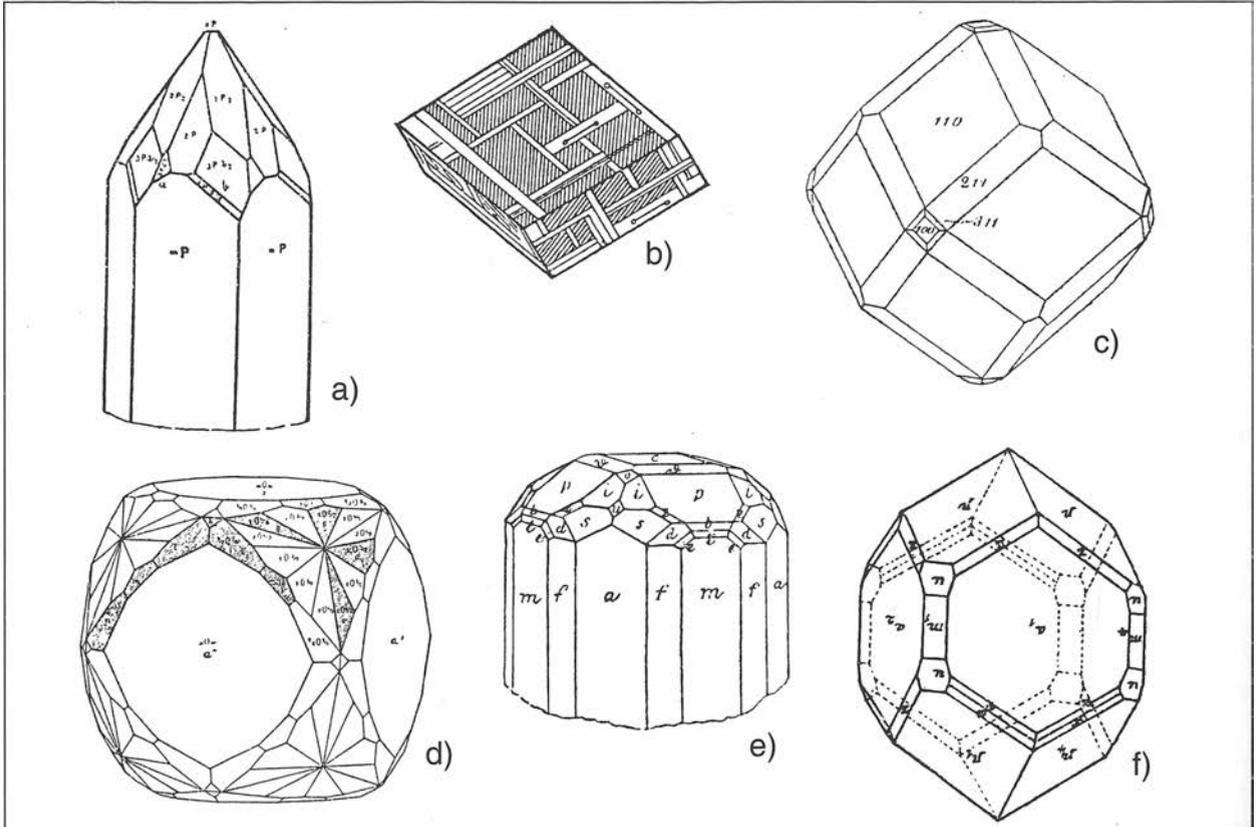
1,2 cm großer Titanitzwilling von Pfitsch, Südtirol.
Sammlung: NHM Wien (Inv.-Nr. A. h. 439). Foto: Olaf Medenbach, Bochum

von der Napfspitze und vom Weißzint bekannt. Quarz, Periklin, Titanit, Chlorit, z. T. limonitisierte Pyritkristalle und große Rutilen werden von Weitental, Fassnacht, Engberg, Sente-Alm und Tschirn angegeben. Im Valsler Tal schließlich sind vor langer Zeit sulfidische Vererzungen mit Chalkopyrit und Pyrit abgebaut worden.

Besonders mineralreich ist das Pfitschtal, das von Sterzing ostwärts Richtung Hochfeiler, am österreichisch-italienischen Grenzkamm, verläuft. Bekannte Fundorte sind Pfitscher Joch, Oberberg, Hohe Wand, Grabspitze, Burgumer Alpe und der Gliedergang, nahe der Unterberg-Alm. Der Bereich des Gliederganges steht heute unter Natur-

schutz, jegliches Sammeln ist hier verboten. Herrliche Quarzkristalle, sowohl Phantome, Zepter und Japanerzwillinge, sind hier gefunden worden. An weiteren Mineralien sind u. a. zu nennen: Periklin, Calcit, Laumontit, Rutil, Titanit und Pyrit. Mit der Fundortangabe „Pfitscher Joch/Tirol“ werden in alten Samm-

Verschiedene Mineralien von Pfitsch; aus Goldschmidt Atlas der Krystallformen (a: Apatit, b: Dolomit, c: Granat, d: Perowskit, e: Vesuvian und f: Zirkon).



lungen oft die herrlichen, bis 6 cm langen, dicksäulig verwachsenen Aggregate von Rutil bezeichnet, die aus diesem nahe der Grenze zu Nordtirol liegenden Bereich stammen.

Ein interessantes Fundgebiet stellt der Serpentinikörper der Burgumer Alpe dar, der aufgrund seines Chemismus Anlaß für eine im alpinen Bereich nicht so häufige Mineralvergesellschaftung ist (im Mineralbestand zum Teil recht ähnliche Mineralvergesellschaftungen finden sich im Bereich des Rotkopfes/Zillertaler Alpen, Schwarze Wand in der Scharn im Hollersbachtal und vom Totenkopf im Stubachtal/Oberpinzgau sowie der Gösles Wand in den Deferegger Alpen in Osttirol). Insbesondere fallen hier die bis fast 1 cm großen, gut entwickelten Zirkonkristalle auf, die schon zu Ende des vergangenen Jahrhunderts aufgrund ihrer hervorragenden Ausbildung genau kristallographisch vermessen worden sind (GEHMACHER, 1887). Zirkon ist darüber hinaus ein in alpinen Klüften höchst seltenes und für Serpentine sehr ungewöhnliches Kluftmineral. Außer Zirkon sind aus dieser Paragenese noch Epidot, Vesuvian, Olivin, Diopsid, Perowskit, Titanit, Granat, Magnetit, Rutil, Apatit, Calcit und Monazit zu erwähnen.

Aus neuester Zeit stammen Funde von bis beinahe 1 cm großen Spinellkristallen von blauschwarzer Farbe, die aufgrund ihres Chemismus als Zn-reicher Spinell (Gahnit) bestimmt werden konnten. Sie sind in (in Muskovitschiefern eingeschalteten) Quarzmobilisaten eingewachsen, die im Kammereich Pfitscher Joch – Rotbachspitze gefunden worden sind. Auch die bei Kematen schon lange bekannten Kyanite, teils als durch Graphit schwarz gefärbter „Rhätizit“ vorliegend, sowie Pyrophyllit sind in Gesteinen eingewachsen und sind somit keine eigentlichen Kluftbildungen.

Tuxer Alpen

Wolfendorn, Kraxentrager und Hohe Wand bilden westlich des Pfitscher Joches den Grenzkamm zu Italien. Vom Kraxentrager ist Beryll bekannt. Bis 1 cm große, schwarzbraune langtafelige, in Calcit eingewachsene Kristalle in einer Kluft von der Hohen Wand stellten sich als Euxenit – ein komplexes Uran-Yttri-



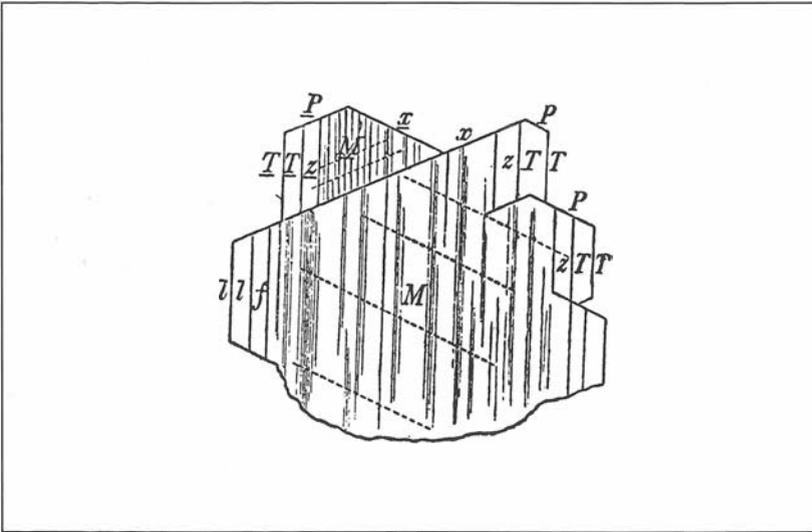
Fluorit auf Quarz, vom Stampflkees in den Tuxer Alpen, Tirol. Bildbreite etwa 15 cm. Sammlung: NHM Wien (Inv.-Nr. M 77). Foto: Rosa Schönmann, Wien

um-Niob-Tantal-Oxid – heraus. Der in alpinen Klüften sehr seltene Euxenit wird hier von Rauchquarz, Muskovit, Titanit, Albit, Apatit und Adular begleitet. Vom Wasserfallkar am Kluppen sind u. a. Phenakit und Fluorit nachgewiesen.

Unmittelbar nördlich der Hohen Wand liegt der Schrammacher, ein schon lange bekanntes Fundgebiet für schöne Fluoritkristalle. Die spektakulärsten Funde gelangen dabei erst vor kurzer Zeit. Es wurden reichlich rosa bis fast farblose Kristalle und Kristallbruchstücke gefunden, wobei der größte Kristall 14 cm Kantenlänge aufweist und 3,5 kg schwer ist! Aus Bruchmaterial dieses Fundes wurden bis etwa 35 Karat schwere, einschlußarme bis beinahe einschlußfreie Steine geschliffen. Fluorit tritt im Gebiet des Schrammachers allerdings nicht nur in typischen alpinen Klüften auf, sondern ist im Bereich des Stampflkeeses auch wesentliche Komponente einer auf etwa 800 Meter Länge zu verfolgenden Gangmineralisation. Die grünen bis bläulichgrünen, gelegentlich leicht violetten Fluoritmassen und Rasen oktaedrischer Fluoritkristalle sind mit Quarz vergesellschaftet, der in einem dünnen Belag einer zweiten Quarzgeneration diese Fluoritkristalle sinterartig überzieht. Verwittert der zunächst darunter befindliche Fluorit, so bleiben charakteristische Hohlformen zurück. Ähnliche Fluoritgänge sind auch aus den Hohen Tauern (Raum Gastein-Böckstein, Mallnitz und aus dem „Nellystollen“ im Malztal) bekannt.

Zwischen Schrammacher und Olperer liegt die Alpeiner Scharte. Unterhalb der Scharte treten Quarzgänge mit Molybdänit auf. Die Quarzgänge wurden während des 2. Weltkrieges kurzzeitig abgebaut, um das kriegswirtschaftlich wichtige Molybdänerz zu gewinnen. Molybdänit kann hier auch heute noch gefunden werden; daneben tritt etwas Fluorit und Adular auf. In typischen alpinen Klüften in der Umgebung wurden Bergkristall, Rauchquarz, Fluorit, Albit, Adular, Pyrit, Epidot und Apatit nachgewiesen. Vom nahen Hohen Riffler stammen bis 5 cm große, trübgraue Datolithkristalle.

Am Rand des eigentlichen Tauernfensters liegt bei Lanersbach in altpaläozoischem Innsbrucker Quarzphyllit ein schon seit einigen Jahren stillgelegter Magnesitbergbau, der zuletzt weniger des Magnesits wegen, als vielmehr wegen der im Magnesit festgestellten, nicht unerheblichen Scheelitführung besondere mineralogische Bedeutung erlangt hat. Scheelit tritt hier in knollen- und linsenförmigen grauweißen Massen, in weißen Aggregaten, in Quarz-Scheelitgängen, die den scheelitführenden Ton- und Glimmerschiefer durchschlagen und in einer jüngeren Generation von hellgelben bis orangebraunen, durchscheinenden bis durchsichtigen Kristallen, neben Dolomitrasen, auf. Außer Scheelit wurden u. a. auch Dolomit, Quarz, Apatit, Hydroxystil, Fahlerz (Tetraedrit), Molybdänit, Chalkopyrit, Galenit, Sphalerit



Albit von Schmirn; aus Goldschmidt Atlas der Krystallformen.

und flache, bis 9 cm große Sonnen von Antimonit festgestellt.

Auch aus dem Schmirntal und Navistal sind alpine Kluftmineralisationen, mit Quarz (Bergkristall, heller Amethyst), Periklin und Adular, bekannt. Paragenetisch interessant ist eine Manganmineralisation, die bei Sprengarbeiten für einen Wegbau unter „Grünhöfe“ bei Navis gefunden werden konnte und neben intensiv rosenrotem Rhodonit vermutlich auch „Manganocalcit“ und Friedelit, ein Mangansilikat, geliefert hat.

Im Bereich der sogenannten „Knapenkuchl“, östlich der Klammalm, liegt ein ehemaliger Kupferbergbau, der im 16. und 17. Jahrhundert in Betrieb war. Die Vererzung umfaßt

hauptsächlich Fahlerz, Chalkopyrit und Pyrit neben einer Anzahl weiterer Sulfide sowie Siderit, Ankerit und Baryt. Die genannten Mineralarten treten in Kavernen gelegentlich auch in schönen Kristallen auf.

Obwohl nicht zu den Tuxer Alpen zu zählen, sondern bereits westlich des Brenners gegen den Tribulaun zu im Seebachtal gelegen, sei hier als letzte erwähnenswerte Mineralfundstelle am äußersten Westrand des Tauernfensters die ehemalige Blei-Zink-Lagerstätte am Kühberg bei Obernberg am Brenner genannt. Es handelt sich dabei gleichzeitig um das westlichste Fluoritvorkommen im Unterostalpinen Rahmen des Tauernfensters.

Der Fluorit tritt hier in zwei Generationen auf. Die ältere, hellviolett bis lila gefärbte Generation zeigt nur undeutliche Würfelflächen und ist oft korrodiert. Demgegenüber sind die Fluorite der zweiten Generation, die immer auf jenen der ersten Generation aufgewachsen sind, schön kristallisiert, wobei neben dem Würfel (Hexaeder) auch das Rhombendodekaeder zur Ausbildung gekommen ist. Die Würfelflächen sind dabei immer glatt und glänzend, während die Rhombendodekaederflächen immer leicht angeraut erscheinen. Dies gibt den Fluoritstufen von Obernberg ihr typisches, unverwechselbares Aussehen. Die Kristalle der zweiten Generation sind meist farblos und klar-durchsichtig.

Die Vererzung selbst, im wesentlichen aus relativ Fe-armen Sphalerit und Galenit bestehend, tritt in Gängen auf, die den leicht metamorphen mitteltriadischen Dolomit des Brenner-Mesozoikums (TOLLMAN, 1977) durchsetzen. Neben Galenit, Sphalerit und Fluorit sind hier noch eine Reihe weiterer Mineralien zu erwähnen, wie z. B. Fahlerz (Tennantit), Pyrit, Antimonit, Jamesonit, Bournonit und Chalkopyrit sowie Calcit, Quarz, Cuprit, Smithsonian, Lepidokrokit, Azurit, Malachit, Hydrozinkit und Hemimorphit. Trotz dieser Vielfalt an Mineralarten sind es vor allem die ästhetischen Fluoritstufen dieser Fundstelle, die bei Sammlern so beliebt sind und damit auch diesen westlichsten Bereich des Tauernfensters im Bewußtsein der an der Mineralvielfalt der Hohen Tauern und der Zillertaler und Tuxer Alpen Interessierten verankert haben.



*Adresse des Autors:
Dr. Gerhard Niedermayr,
Mineralog. Petrograph. Abteilung
Naturhist. Museum Wien
A-1014 Wien, Pf. 417*

*Die Kombination von Würfel
und Pyramidenwürfel kennzeichnet die
Fluorite von Obernberg am Brenner;
Bildbreite etwa 1,7 cm.
Sammlung und Foto: NHM Wien*

- BECKE, F. (1881): Euklas in den Alpen. – *Min. Petr. Mitt.* **4**: 147–153.
- BERWERTH, F. (1899): Neue Scheelitvorkommnisse in den östlichen Zentralalpen. – *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* **18**: 559.
- BORN, J. v. (1778): Joseph Müller's Nachricht von den in Tyrol entdeckten Turmalinen oder Aschenziehern. – Wien: J. P. Krausische Buchhandlung, 23 S.
- BREZINA, A. (1871): Die Sulzbacher Epidote im Wiener Museum. – *Min. Mitt.* **1871/1**: 49–52.
- BRUGNATELLI, L. (1888): Über flächenreiche Magnetitkristalle aus den Alpen. – *Zs. Kryst.* **14**: 235–249.
- BÜCKING, H. (1878): Über die Kristallformen des Epidot. – *Zs. Kryst.* **2**: 321–415.
- EXEL, R. (1982): Die Mineralien Tirols. Bd. 2 – Nordtirol, Vorarlberg und Osttirol. – Innsbruck-Wien: Tyrolia, 200 S.
- FEITZINGER, G. (1992): Gold-Silbervererzung und historischer Bergbau im Zirknitz- und Wurtental (Sonnblickgruppe, Hohe Tauern, Kärnten). – *Lapis* **17**, 5: 13–30, 50.
- FOLIE, K. (Hsg.) (1984): Die Mineralien Südtirols und des Trentino (Texte: Y. DETOMASO, G. PERNA und P. V. K. WELPONER, Fotos: K. TAPPEINER und O. MEDENBACH). – Lana b. Meran: Tappeiner, 200 S.
- FRASL, G. und W. FRANK (1966): Einführung in die Geologie und Petrographie des Penninikums im Tauernfenster mit besonderer Berücksichtigung des Mittelabschnittes im Oberpinzgau, Land Salzburg. – *Der Aufschluß*, **15**, Sb., 30–57.
- FRIEDRICH, O. (1968): Die Vererzung der Ostalpen gesehen als Glied des Gebirgsbaues. – *Archiv f. Lagerstättenforschung* **8**: 1–136.
- GEHMACHER, A. (1887): Die Kristallformen des Pfitscher Zirkons. – *Zs. Kryst.* **12**: 50–54.
- GRÄNZER, J. (1888): Krystallographische Untersuchung des Epidots aus dem Habach und dem Krimmler Achenthale in den Salzburger Tauern. – *Tscherm. Min. Petr. Mitt.* **9**: 361–395.
- HABERLANDT, H. und A. SCHIENER (1951): Die Mineral- und Elementvergesellschaftungen des Zentralgneisgebietes von Bad Gastein (Hohe Tauern). – *Tscherm. Min. Petr. Mitt.* **3. F.**, **2**: 191–354.
- HACQUET, B. (1784): Hacquet's mineralogisch-botanische Lustreise von dem Berg Terlgoue in Krain, zu dem Berg Glogner in Tyrol, im Jahre 1778 und 81. – Wien: J. P. Krausische Buchhandlung, 149 S.
- HACQUET, B. (1791): Reise durch die norischen Alpen. – Nürnberg: Raspi-sche Handlung, 263 S.
- KOECHLIN, R. (1886): Über ein neues Euklasvorkommen aus den österreichischen Tauern. – *Ann. Naturhistor. Museum Wien*, **1**: 237–248.
- KOENIGSBERGER, J. (1913): Versuch einer Einteilung der ostalpinen Minerallagerstätten. – *Zs. Kryst.* **52**: 151–174.
- KOHOUT, K. (1989): Ein Kristallkeller am Ankogel. – *Lapis* **14**, 3: 23–27.
- KOKSCHAROW, N. v. Jun. (1880): Genaue Messung der Epidot-Krystalle aus der Knappenwand im oberen Sulzbachthal. – *Verh. russ. kais. Min. Ges. St. Petersburg, Ser. 2*, **15**, 31–119.
- LEITMEIER, H. (1942): Einige neue Mineralvorkommen im Gebiete des Habachtales, ein Beitrag zur Kenntnis der Entstehung der Zentralgranitgneise der Hohen Tauern. – *Tscherm. Min. Petr. Mitt.* **53**: 271–329.
- LEITMEIER, H. (1950): Über die Entstehung der Kluftmineralien in den Hohen Tauern. – *Tscherm. Min. Petr. Mitt.*, **3. F.**, **1**: 390–413.
- MEIXNER, H. (1957): Die Minerale Kärntens. I. Teil. Systematische Übersicht und Fundorte. – *Carinthia II*, Sh. **21**, 147 S.
- NIEDERMAYR, G. (1990): Fluorit in Österreich. – *Emser Hefte* **11**, 3: 12–34.
- NIEDERMAYR, G. (1991): Mineralien, Geologie und Smaragdbergbau im Habachtal/Pinzgau; 2. Auflage – Haltern/Westfalen: Bode, 64 S.
- NIEDERMAYR, G. (1993a): Die Bergkristallfunde aus dem römischen Handelszentrum auf dem Magdalensberg in Kärnten, Österreich. – *Mineralien-Welt* **4**, 4: 24–28.
- NIEDERMAYR, G. (1993b): Alpine Kluftmineralisationen im Nationalpark Hohe Tauern und ihre Beziehung zur alpidischen Metamorphose. – *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Nationalpark Hohe Tauern* **1**: 149–168.
- NIGGLI, P. (1940): Zur Entstehungsgeschichte der alpinen Kluftminerallagerstätten. In: *Die Mineralien der Schweizer Alpen*, Bd. 2, S. 503–627. Basel: Wepf & Co., 661 S.
- POSTL, W. (1993): Mineralschätze der Steiermark – Begleitheft zur gleichnamigen Ausstellung in Schloß Eggenberg 1993. Graz: Joanneum-Verein, 94 S.
- ROSTHORN, F. v. und J. L. CANAVAL (1853): Beiträge zur Mineralogie und Geognosie von Kärnten. – *Jb. Naturhistor. Landesmuseum von Kärnten*, **2**: 113–176.
- SCHROLL, K. M. (1786): Grundlinien einer Salzburgischen Mineralogie oder kurzgefaßte Anzeige der bekanntesten Fossilien des Salzburger Gebirges. – Salzburg: Hochfürstl. Akad. Waisenhausbuchhandlung, 36 S.
- SEEMANN, R. (1985): Epidotfundstelle Knappenwand. Geschichte, Geologie, Mineralien. Mit einem Beitrag über den Kupferbergbau im Untersulzbachtal. – Haltern/Westfalen: Bode, 48 S.
- SEEMANN, R. und M. A. GÖTZINGER (1990): Das Fluoritvorkommen vom Rehrköpfl/Vorderkrimml, Gemeinde Wald im Pinzgau. – *Emser Hefte* **11**, 3: 35–43.
- SENGER, W. v. (1821): Versuch einer Oryctographie der gefürsteten Grafschaft Tirol. – Innsbruck: Wagner'sche Schriften, 94 S.
- STRASSER, A. (1989): Die Minerale Salzburgs. – Salzburg: Eigenverlag des Autors, 348 S.
- TOLLMANN, A. (1977): Geologie von Österreich. Bd. I: Die Zentralalpen. – Wien: F. Deuticke, 766 S.
- UNGERANK, W. (1991): Eine mineralogische Schatzkammer – die Zillertaler Berge. – *Berge* **50**: 54–57.
- WEINSCHENK, E. (1896): Die Mineral-lagerstätten des Groß-Venedigerstockes in den Hohen Tauern. – *Zs. Kryst.* **26**: 337–508.
- WEINSCHENK, E. (1897): Weitere Beiträge zur Kenntnis der Mineral-lagerstätten der Serpentine in den östlichen Zentralalpen. – *Zs. Kryst.* **27**: 559–573.
- WEISS, ST. (1989): Fundmöglichkeiten im Ankogelgebiet. – *Lapis* **14**, 3: 11–22, 42.
- WIESSNER, H. (1950): Geschichte des Kärntner Bergbaues. I. Teil. Geschichte des Kärntner Edelmetallbergbaues. – *Archiv f. vaterländ. Geschichte und Topographie* **32**, 301 S.
- ZEPHAROVICH, V. v. (1890): Mineralogische Notizen. I. Pyroxen-Krystalle aus dem Ober-Sulzbachthale in Salzburg. – *Lotos, Naturw. Jb. Prag* **38**, Bd. d. Ges. R. Prag 1890: 42–46.
- ZIRKL, E. J. (1966): Zur Mineralogie des Stubachtals, besonders des Totenköpfls im Pinzgau, Salzburg. – *Der Aufschluß*, Sh. **15**: 72–80.
- ZIRKL, E. J. (1982): Goyazit (Hamilit), Coelestin und andere Paragenesen aus dem Katschberg-Autobahntunnel Nord, Salzburg. – *Die Eisenblüte*, Jg. 3 N. F., **5**: 28–37.

Erze und Lagerstätten

Einleitung

Im Verlauf der komplexen geologischen Entwicklungsgeschichte des Tauernfensters, so wie sie ja in den vergangenen Abschnitten erläutert worden ist, wurde eine Vielzahl und Vielfalt von Metall-erz-Vorkommen gebildet. Nahezu alle der heute bekannten Vorkommen haben den Charakter von Klein- und Kleinlagerstätten. Es gilt für die Tauern dasselbe, was ganz allgemein für die Ostalpen gilt: Sie sind reich an armen Lagerstätten! Der Großteil dieser „Lagerstätten“, die man eigentlich besser als Mineralvorkommen bezeichnen müßte, ist heute ohne jede wirtschaftliche Bedeutung.

Sehr viele dieser Rohstoff-Vorkommen wurden in den vergangenen Jahrhunderten mit wechselndem Erfolg abgebaut. Kurzwährende Blütezeiten wechselten oft mit lange andauernden Zubeuß- und Stillstandszeiten ab. Dies war in erster Linie eine Folge der Kleinräumigkeit und damit Absetzbarkeit der Vererzungen. Die oft schwierige Lage im Hochgebirge (die höchsten Goldbergbaue befanden sich am Grieswies-Schwarzkogel in mehr als 3.000 m Seehöhe), der Preisverfall bei manchen Rohstoffen, klimatische und auch religiöse Faktoren erschwerten zusätzlich den alpinen Bergbau.

1993 stand nur mehr der Wolframbergbau im Felbertal in Betrieb. Aber auch dieser mußte Ende März infolge wirtschaftlicher Schwierigkeiten eingestellt werden.

Die meisten Erzvorkommen im Tauernfenster wurden prävariszisch¹⁾ gebildet und waren damit den Ereignissen der variszischen und alpidischen Orogenese²⁾ mit Metamorphosen³⁾ und Tektonik⁴⁾ ausgesetzt. Dies führte fast ausnahmslos zu einer Zerstückelung/Zersplitterung

der ohnehin meist kleinen Erzvorkommen. Generell fällt die Armut oder sogar Abwesenheit bestimmter Lagerstättentypen des postvariszischen⁵⁾ Zyklus auf. Bedeutendere Vertreter dieser Ära sind nur die jurassischen Kies(Kupfer)-Vorkommen und die alpidisch metamorphogenen⁶⁾ Goldvererzungen.

Folgende Erzvorkommen sind im Tauernfenster nach ihrem Hauptmetall zu nennen:

1. Gold- und Silbervorkommen;
2. Kupfervorkommen;
3. Blei-Zinkvorkommen;
4. Nickel-Kobalt- und Eisenvorkommen;
5. Wolfram- und Molybdänvorkommen;
6. Arsen- und Bismutvorkommen und
7. Uranvorkommen.

Die Lage der bekanntesten Vorkommen ist der beigegebenen Übersichtskarte (Abb. 1) zu entnehmen.

1. Gold- und Silbervorkommen

Den Edelmetallvorkommen im Tauernraum kam in der Vergangenheit die größte Bedeutung zu. Folgende Lagerstättentypen können grundsätzlich unterschieden werden:

a) Schichtgebundene, z. T. auch schichtige (stratiforme) Vererzungen des **Schellgaden-Typus** (FRIEDRICH, 1935, 1953) in spätpräkambrischen bis mittelordovizischen vulkanosedimentären Abfolgen, die mit der Habachformation parallelisiert werden. Sie wurden von der variszischen und alpidischen Metamorphose und Tektonik erfaßt.

Diese Goldvererzungen sind aus dem Ostabschnitt der Hohen Tauern bekannt, wo sie – den Ostrand der Hochalm-Hafner-Reißeckgruppe begleitend – einen Zug von Edelmetall-Lagerstätten repräsentieren, der etwa bei **Muhr im Lungau** beginnt und sich über den Weiler

Schellgaden, wo die bekanntesten Lagerstätten dieser Gruppe liegen, über **Katsch- und Maltatal** bis **N Spital a. d. Drau**, das sind über 30 km Luftlinie, verfolgen lassen.

Die Goldvererzung ist an konkordante cm- bis mehrere dm-mächtige quarzitisches Lagen gebunden, die in Muskovit-Albit-Gneisen und karbonatführenden Glimmerschiefern eingeschaltet sind. Durch tektonische Vervielfachung können dabei Lagermächtigkeiten bis zu einigen Metern vorgetäuscht werden. Die größte derartige Lagerstätte wurde im Stüblbau W des Katschberges abgebaut. In den ausgedehnten Grubenbauen (noch heute sind ca. 5 km Stollen und Strecken befahrbar) finden sich auch diskordante Quarzgänge (Abb. 2), die eine sehr ähnliche Erzparagenese⁷⁾ wie der schichtige Typus zeigen (Abb. 3). Der Mineralbestand dieser Lagerstätten ist durch *silberarmes Gold* in Begleitung von *Pyrit*, *Galenit*, *Chalkopyrit*, *Scheelit* und *Turmalin* gekennzeichnet. In geringen Mengen wurden mikroskopisch verschiedene Telluride wie *Altait*, *Melonit*, *Hessit* und *Nagyagit* nachgewiesen. Letzterer bildet nur einige μm ⁸⁾ dünne, dafür aber bis zu 50 μm lange orientierte Einlagerungen in Galenit (PAAR, 1982).

¹⁾ Vor der variszischen Gebirgsbildung, d. h. älter als ca. 300 Millionen Jahre.

²⁾ Orogenese = Gebirgsbildung.

³⁾ Gesteinsumwandlung durch Druck, Temperatur und Bewegung bei der Gebirgsbildung.

⁴⁾ Versetzung und Verformung von Gesteinskörpern bei der Gebirgsbildung.

⁵⁾ Nach der variszischen Gebirgsbildung.

⁶⁾ Erzbildung (Anreicherung) im Zuge einer Gebirgsbildung.

⁷⁾ Erzparagenesen = Erzvergesellschaftung.

⁸⁾ 1 μm = ein tausendstel Millimeter!



Abb. 2: Diskordanter Quarzgang mit Sulfiden (Galenit, Chalkopyrit) und gediegen Gold. Stüblbau (Barbaralager), Schellgaden. (Foto: W. H. Paar)



Abb. 3: Körniges Freigold mit Galenit in zuckerkörnigem Quarzit. Stüblbau, Schellgaden. (Foto: J. Burgstaller)

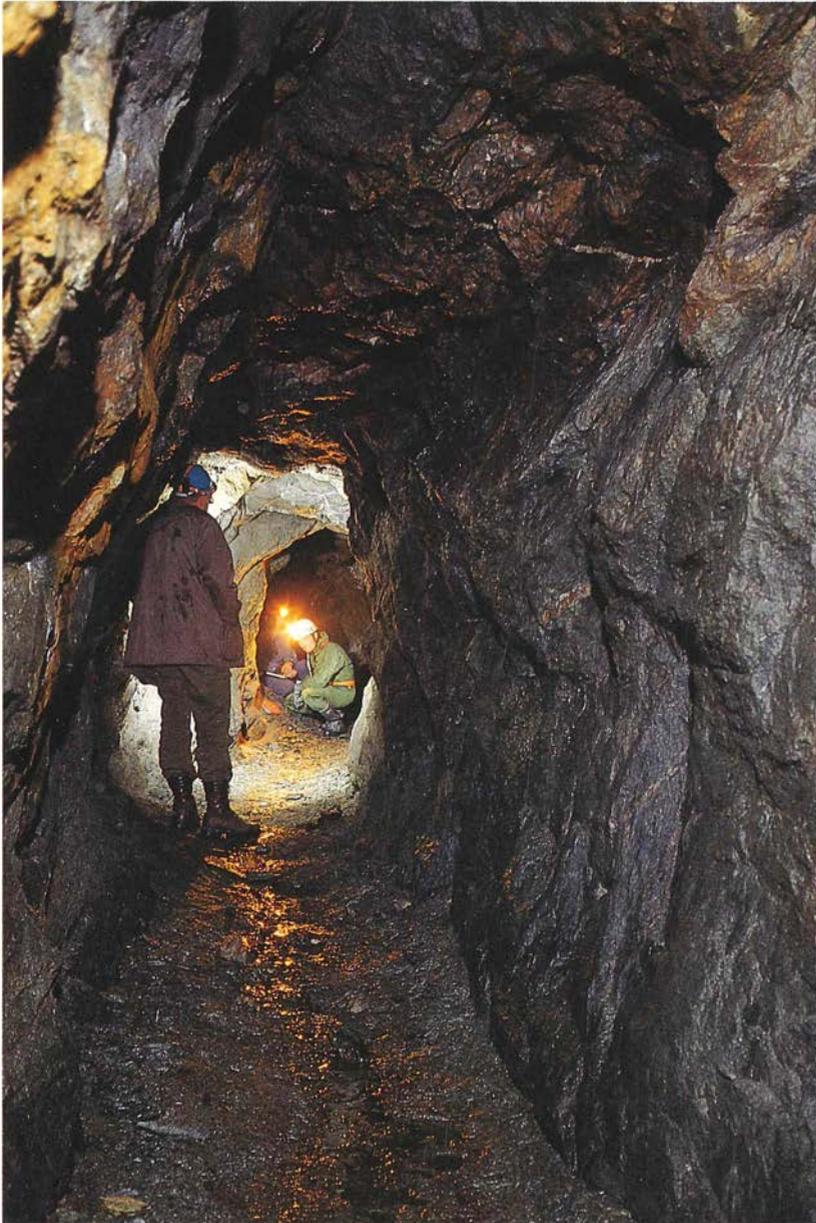


Abb. 4: Hl. Theresiastollen, Bergbauggebiet Peitingalm (Gamskogel), Habachtal. (Foto: R. Seemann)

Nagyagit ist das bisher einzige Goldtelurid in österreichischen Lagerstätten! Dieser seit Friedrich von den jungalpidschen Tauerngoldgängen abgetrennte Vererzungstypus kommt möglicherweise auch im westlichen Abschnitt des Tauernfensters im Bereich der **Peitingalm (Gamskogel)** (Abb. 4) an der Westflanke des Habachtals und der **Grubalpe** westlich des Kaprunertales vor. Quarzlagen und -linsen in Glimmer- und Chloritschiefern enthalten eine massige bis disseminierte Sulfidvererzung (Pyrit, Chalkopyrit, Bornit, Sphalerit und Fahlerz), die mikroskopisch reichlich Freigold führt. Sulfidreiche Einzelproben lieferten >40 ppm Au und 160 ppm Ag!

Abb. 5: Steilstehender Erzgang und Halden des Goldbergbaues am Nordabhang des Silberecks. Siglitz-Bockhart-Bergbaurevier, nördlich des oberen Bockhartsees. (Foto: W. H. Paar)

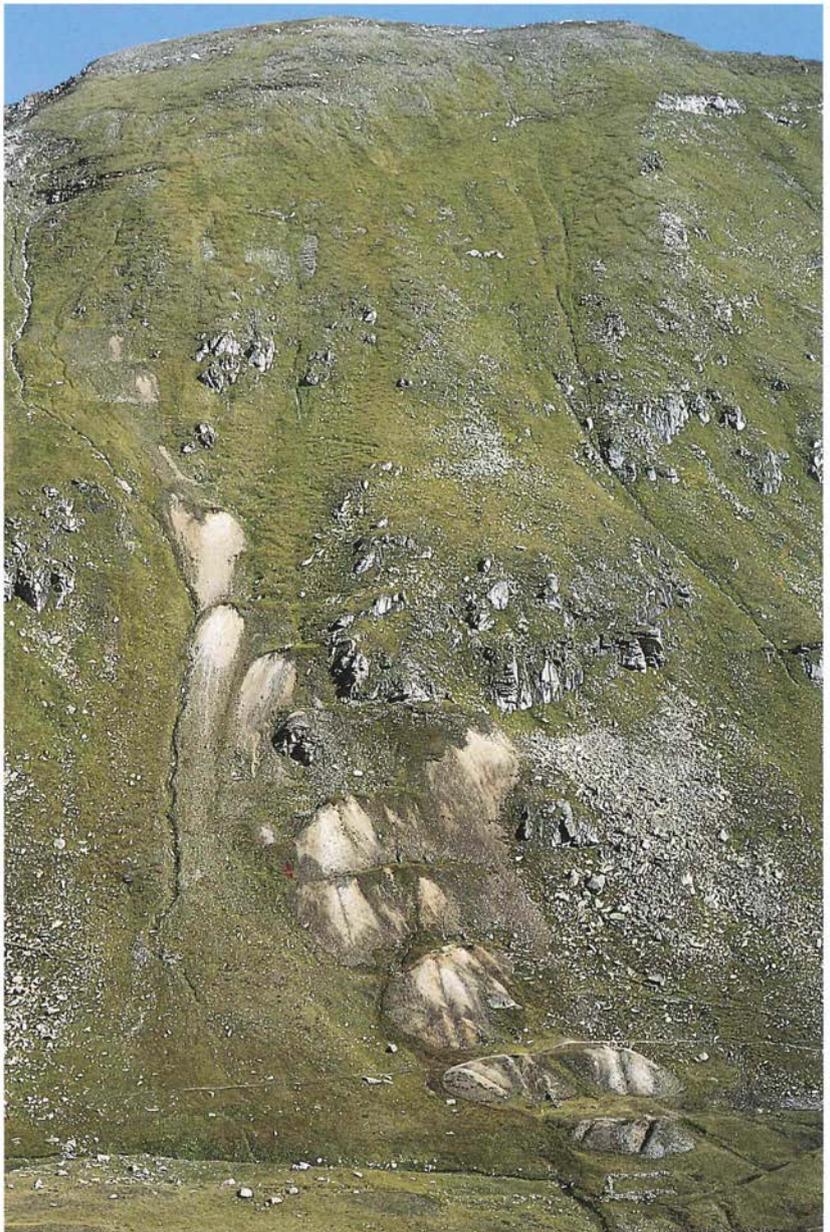


Abb. 6: Erzurücklaß in einer abgebauten Reicherzzone („Bonanza“) des Dionys-Ganges (Grundsohle), Imhof-Unterbau, Naßfeld, Gasteinertal. (Foto: W. H. Paar)

b) Von den zahlreichen Goldvorkommen der Hohen Tauern stellen die strukturgebundenen **Tauerngoldgänge** den mit Abstand wichtigsten Mineralisationstypus dieses Edelmetalles dar (PAAR, 1993/94; FEITZINGER und PAAR, 1991; FEITZINGER, 1989). Die bedeutendste Konzentration dieser Lagerstätten, die vielfach auch als Silbervorkommen wichtig waren, findet sich im Bereich der Sonnblick- und der Hafnergruppe. Im **Gasteiner- und Raurisertal** wurde in vier großen Revieren (**Radhausberg, Siglitz-Bockhart-Erzwies, Hoher Goldberg** und **Goldzeche**) Bergbau betrieben (Abb. 5).

Der Großteil dieser Vererzungen ist an die Zentralgneise (variszische Grani-

toide) und die darüberliegenden Schieferhüllgesteine gebunden. Die Gänge und Gangschwärme streichen generell zwischen N und NNE und besitzen ein variables, meist steiles Einfallen nach West oder Ost. Die größte Streichenderstreckung⁹⁾ erreichen sie mit über 5 km im Siglitz-Erzwies-Distrikt. Die Teufenerstreckung¹⁰⁾ ist mit mindestens 1000 m nachgewiesen.

Die Edelmetallführung dieser Gänge ist im Streichen und Einfallen sehr unregelmäßig entwickelt. Die alleine bauwürdigen Reicherze sind auf Erzfälle („Bonanzas“) beschränkt, deren Dimensionen stark schwanken können. Der größte Reicherzkörper (Radhausberg) hatte Abmessungen von 720 × 190 × 1–2 m.

Im Durchschnitt lagen die Dimensionen wesentlich darunter (150 × 100 × 1–2 m) (Abb. 6).

Die Edelmetallgehalte der Gänge waren in früherer Zeit z. T. beträchtlich. Der reichste Erztypus, das sogenannte „Glaserz“, ein Gemenge von *ged. Gold*, *Tetradymit*, *Galenit*, *Cosalit* u. a. *Sulfosalzen* (SIEGL, 1951), enthielt bis zu 3800 g Gold + Silber je Tonne Erz (Abb. 7). Heute geht man aufgrund detaillierter Bemusterungen im Gasteiner Lagerstättengebiet von 6–8 g Gold und 30 g Silber je Tonne Erz aus. Sehr viel höhere

⁹⁾ Ausdehnung im Schichtverlauf der Gesteine.

¹⁰⁾ Ausdehnung in die Tiefe.



Abb. 7: „Glaserz“. Christoph-Revier, Radhausberg, Gasteinertal. Handstück. (Foto: J. Burgstaller)



Abb. 8: Erzmikroskopische Aufnahme: Gediegen Gold, Tetradymit (weiß), Cobaltit (rosa, xenomorphe Körner) in Cosalit-Galenit-Matrix. Christoph-Revier, Radhausberg. Erzanschliff. Bildbreite: ca. 1,5 mm. (Foto: W. H. Paar)



Abb. 10: Freigold und Gersdorffit in Quarz. Beim Glück, Brennkogel. Bildbreite: ca. 1 cm. (Foto: J. Burgstaller)



Abb. 9: Goldführende Quarzgänge in Serpentin. Brennkogel, Glocknergruppe. (Foto: W. H. Paar)

Werte mit bis zu 20 g Gold und über 600 g Silber/t enthalten *Chalkopyrit-Pyrrhotin*-Reicherze, die erst vor wenigen Jahren im stillgelegten Arsenbergbau **Rotgülden** nachgewiesen werden konnten (Abb. 8).

Auch die mesozoischen Metasedimente der Oberen Schieferhülle beherbergen etliche Gold-Silber-Vorkommen. In der **Glocknergruppe** wurden edelmetallführende Quarzgänge in Phylliten und Kalkglimmerschiefern im **Hirzbachtal**, auf der **Schiedalpe** und am **Kloben** ausgebeutet. Besonders reiche Goldvorkommen in dieser Gebirgsgruppe wur-

den am **Brennkogel** in über 2700 m SH abgebaut (Abb. 9, 10). Hier durchschlagen mehrere Quarz-Karbonat-Gänge einen Serpentinkörper, der als Teil eines mesozoischen Ophiolithkomplexes angesehen wird (HÖCK, 1983).

Die **Hafnergruppe** im E-Abschnitt der Hohen Tauern enthält im Zentralgneis und in der darüberlagernden Silberockserie vielfach arsenreiche silber- und goldführende Vererzungen, die hauptsächlich an Marmor und Schiefer gebunden sind (FRIEDRICH, 1934; LANG und WEIDINGER, 1989, 1991; HORNER, 1993; PAAR, 1993/94). Im Salzburger

Anteil der Silberockserie gibt es Edelmetall-Vorkommen in **Rotgülden**, im **Gfreerkerkar** (an beiden Stellen in Verbindung mit *Arsenopyrit*, *Chalkopyrit*) und im **Altenberg** (in Begleitung von *silberreichem Fahlerz*) (Abb. 11, 12). In Kärnten (Pöllatal) kennt man ähnliche Vorkommen von der **Schurfspitze**, vom **Waschgang** und im **Lieserker**. Goldführende Arsenopyritgänge mit bismuthaltigen Sulfosalzen setzen auch im **Kölnbreinkar** (Kalte Wandspitze) auf. Die erzmineralogische Zusammensetzung der Tauerngoldgänge ist äußerst komplex. Umfangreiche Untersuchun-

ERZMINERALIEN

Erzmineral	Gasteinertal	Siglitz-Bockhart	Raurisertal	Mallertal	Pöllertal	Zirknitztal	Wurtertal	Oberes Murtal	Fuschertal	Pöllertal	Fuschertal	Spuren
Arsenopyrit	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Loellingit									häufig			
Pyrit	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Pyrrhotin	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Markasit	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Mackinawit									häufig	häufig	häufig	
Cobaltit	häufig	häufig										
Gersdorffit												häufig
Siegenit												häufig
Millerit												häufig
Chalkopyrit	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Cubanit		häufig							häufig			
Bornit									häufig			
Nukundamit									häufig			
Digenit									häufig			
Covellin	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
ged. Kupfer												häufig
Stannit									häufig			
Sphalerit	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Greenockit	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Galenit	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Fahlerz	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Bournonit		häufig							häufig			häufig
Polybasit		häufig							häufig			häufig
Pyrrargyrit		häufig							häufig			häufig
Stephanit		häufig							häufig			häufig
Diaphorit		häufig							häufig			häufig
Akanthit		häufig							häufig			häufig
ged. Gold	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Elektrum	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
ged. Bismut		häufig							häufig			häufig
Matildit		häufig							häufig			häufig
Pavonit									häufig			häufig
Gustavit	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Vikingit	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Lillianit	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Heyrovskyt	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Cosalit	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Galenobismutit									häufig			häufig
Aikinit									häufig			häufig
Krupkait									häufig			häufig
Gladit									häufig			häufig
Pekoit									häufig			häufig
Bismuthinit	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Hessit	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Ag-Sn-Te-S-Phase									häufig			häufig
Tetradymit	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Joseit									häufig			häufig
Tsumoit									häufig			häufig
Benleonardit									häufig			häufig
Hämatit	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Magnetit	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig
Rutil	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig	häufig

Tab. 1: Erzmineralbestand einiger Edelmetall-Lagerstätten im Tauernfenster (PAAR, 1993/94).

Neben einer Anzahl bekannter Erzminerale sind auch einige ausgefallene und seltene Spezies aufgelistet, darunter eine Phase, die noch exakter, vielleicht als neues Mineral definiert werden muß.

Erläuterungen zu den Erzmineralien in Tabelle 1:

AKTUELLE BEZEICHNUNG	HISTORISCHER NAME	CHEMISCHE FORMEL
Ag-Sn-Te-S-Phase		
Aikinit		PbCuBiS_3
Akanthit	Silberglanz	Ag_2S
Arsenopyrit	Arsenkies	FeAsS
Benleonardit		$\text{Ag}_8(\text{Sb,As})\text{Te}_2\text{S}_3$
Bismut, gediegen	Wismut	Bi
Bismuthinit	Wismutglanz	Bi_2S_3
Bornit	Buntkupferkies	Cu_5FeS_4
Bournonit	Rädelerz	PbCuSbS_3
Chalkopyrit	Kupferkies	CuFeS_2
Cobaltit	Kobaltglanz	CoAsS
Cosalit		$\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{S}_5$
Covellin	Kupferindig	CuS
Cubanit		CuFe_2S_3
Diaphorit		$\text{Pb}_2\text{Ag}_3\text{Sb}_3\text{S}_8$
Digenit		Cu_9S_5
Elektrum		(Au,Ag)
Galenit	Bleiglanz	PbS
Galenobismutit		PbBi_2S_4
Gersdorffit	Nickelarsenkies	NiAsS
Gladit		$\text{PbCuBi}_5\text{S}_9$
Gold, gediegen		Au
Greenockit		CdS
Gustavit		$\text{PbAgBi}_3\text{S}_6$
Hämatit	Roteisenstein	Fe_2O_3
Hessit		Ag_2Te
Heyrovskyit		$\text{Pb}_5\text{AgBi}_5\text{S}_{18}$
Joseit		$\text{Bi}_4\text{Te}_2\text{S}$
Krupkait		$\text{PbCuBi}_3\text{S}_6$
Kupfer, gediegen		Cu
Lillianit		$\text{Pb}_3\text{Bi}_2\text{S}_6$
Löllingit	Arseneisen	FeAs_2
Mackinawit		$(\text{Fe,Ni,Co})_9\text{S}_8$
Magnetit	Magneteisenstein	Fe_3O_4
Markasit		FeS_2
Matildit		AgBiS_2
Millerit	Nickelkies	NiS
Nukundamit		$(\text{Cu,Fe})_4\text{S}_4$
Pavonit		$(\text{Ag,Cu})(\text{Bi,Pb})_3\text{S}_5$
Pekoit		$\text{PbCuBi}_{11}(\text{S,Se})_{18}$
Polybasit		$(\text{Ag,Cu})_{16}\text{Sb}_2\text{S}_{11}$
Pyrargyrit	dkl. Rotgültigerz	Ag_3SbS_3
Pyrit	Schwefelkies	FeS_2
Pyrrhotin	Magnetkies	FeS
Rutil		TiO_2
Siegenit		$(\text{Ni,Co})_3\text{S}_4$
Sphalerit	Zinkblende	ZnS
Stannit	Zinnkies	$\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$
Stephanit		Ag_5SbS_4
Tennantit	Arsenfahlerz	$\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$
Tetradymit		$\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$
Tetraedrit	Antimonfahlerz	$\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$
Tsumoit		BiTe
Vikingit		$\text{Pb}_8\text{Ag}_5\text{Bi}_{14}\text{S}_{30}$

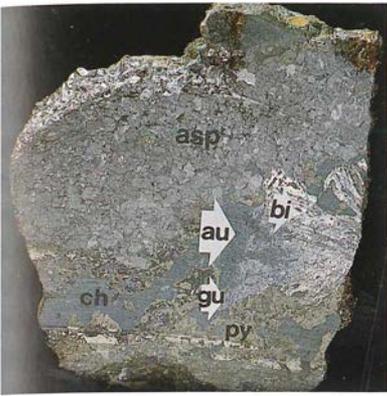


Abb. 11: Freigold (Au), Gustavit (Gu), gediegenes Bismut (Bi), Arsenopyrit (Asp) und Pyrit (Py) in chloritführender Brekzie. Rotgülden („Kupferkies-Kaverne“). Objektbreite: ca. 7 cm. (Foto: J. Burgstaller)



Abb. 12: Freigoldkristalle (1–3 mm) mit Quarzkristallen und Calcit in freibergrütführenden Gängen. Silbereck, Lungau. (Foto: J. Burgstaller)

gen (PAAR, 1993/94), vor allem mit der Elektronenstrahl-Mikrosonde und röntgenographischen Methoden, führten zu ganz neuen Erkenntnissen über den Mineralbestand dieser Goldvererzungen. Er ist überblicksmäßig in Tabelle 1 zusammengefaßt. Das alleinige Goldmineral dieser epigenetischen Vererzungen ist *gediegenes Gold*, dessen Chemismus in weiten Grenzen von silberhaltigem Gold über Elektrum (20 Gew.-% Ag) bis hin zu silberreichem Gold („Küstelit“) variieren kann (PAAR, 1993/94). Goldtelluride fehlen vollkommen. Es tritt meist in Körnern unregelmäßiger Gestalt, in feinen Schüppchen, selten in gestrickten fiedrigen Blechen und kleinen Kristallen in Erscheinung. Die Goldbegleiter sind *Arsenopyrit* und *Pyrit*, in Lagerstätten des Rotgüldentypus auch *Pyrrhotin*. *Chalkopyrit*, *Sphalerit* und *Galenit* sind in oberflächennahen Gangabschnitten konzentriert (Abb. 14), wobei höhere Silbergehalte in Form mikroskopischer Einschlüsse von *Ag-hältigem Fahlerz*, *Freibergit*, *Pyrrargyrit*, *Polybasit* und *Diaphorit* an *Galenit* gebunden sind (Hoher Goldberg, Goldzeche, Erz-

wies, Gangzüge im Zirknitztal). Als besonders typische Indikatorminerale für die Goldführung der Erzgänge haben *bismuthältige Phasen* zu gelten. Dazu gehören verschiedene Telluride (*Tetradymit*, *Joseit*-ähnliche Minerale, *Tsumoït*) sowie Sulfosalze der *Aikinit-Bismuthinit*- bzw. der *Lillianit-homologen* Reihe (PAAR, 1993/94). Vertreter der letztgenannten Sulfosalzgruppe sind *Gustavit-Lillianit-Mischkristalle*, *Vikinit* und *Ag-Heyrovskyt*, die zusammen

mit *Cosalit* und teilweise *Galenobismutit* in den Lagerstätten des **Gasteinertales** (Radhausberg, Siglitz), vor allem aber in jenen der **Silbereckserie** (Rotgülden, Schurfspitze) weitverbreitet sind. **Rotgülden** hat die weltweit besten Kristalle des ansonsten eher seltenen und nur von wenigen Lagerstätten bekannten Minerals *Gustavit* geliefert (PAAR, 1993/94) (Abb. 13). Andersartig ist die Erzparagenese des **Brennkogels**, wo silberarmes Freigold



Abb. 13: Gustavitkristalle (10 cm) in Chalkopyrit-Pyrrhotin-Derberz. Rotgülden („Kupferkies-Kaverne“). (Foto: J. Burgstaller)



Abb. 14: Gustavitkristalle (10 mm) in Drusen mit Chalkopyrit, Arsenopyrit und Calcit. Rotgülden („Kupferkies-Kaverne“). (Foto: J. Burgstaller)



Abb. 15: Das Ober- und Untersulzbachtal, zwei Seitentäler des oberen Salzachtales. Im vorderen Bereich des Untersulzbachtales (links) befindet sich die Kupferlagerstätte Hochfeld. Den Talschluß bildet der Groß- und Kleinvenediger. (Foto: R. Seemann)

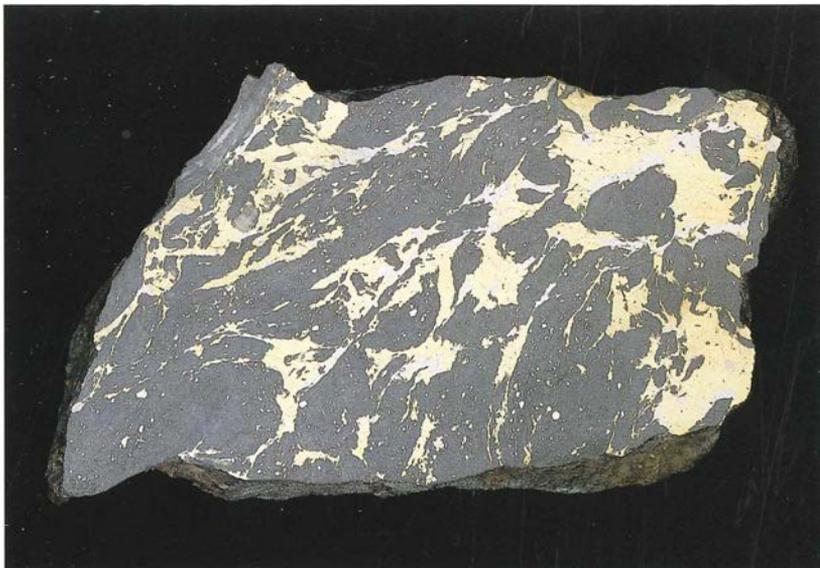


Abb. 16: Reicherz aus der Kupferlagerstätte Hochfeld. Das goldgelbe Erz besteht vorwiegend aus Chalkopyrit, Pyrit und Pyrrhotin. Das Trägergestein ist Biotit-Chloritschiefer. Objektbreite: ca. 15 cm. (Foto: A. Schumacher)

Abb. 17: Kupfer-Reicherz an der Stollenfirse. Bis zu 70 cm mächtige, erzführende Lagen in der Tiefbausohle im Morgenrevier des Bergbaues Hochfeld. (Foto: R. Seemann)

von verschiedenen Nickelerzen (*Gersdorffit*, *Siegenit* und *Millerit*) begleitet wird.

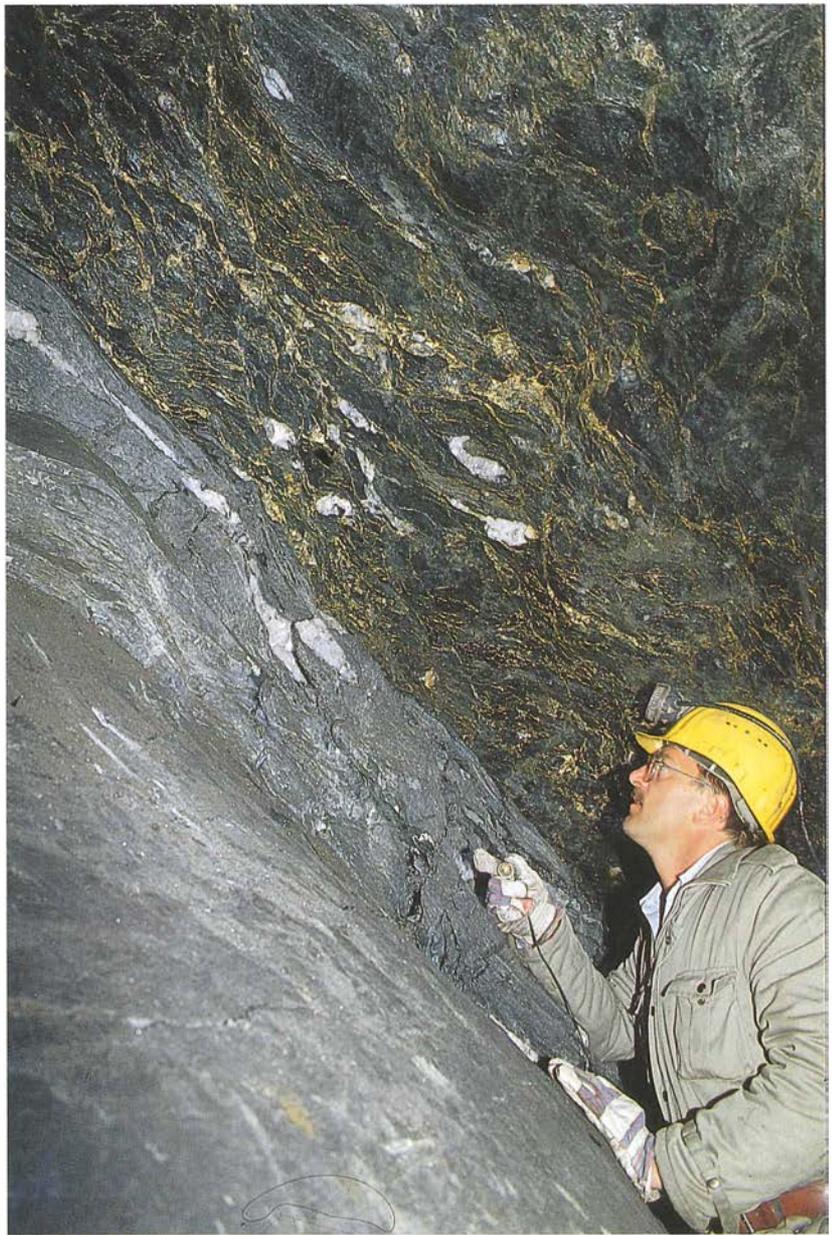
c) Eines der berühmtesten Goldvorkommen **Oberkärntens** ist der **Waschgang** nördlich der Kluidscharte, einem der wichtigsten Übergänge vom Asten- in das Zirknitztal. Hier waren besonders reiche Goldvorkommen an einen ca. 50 m mächtigen, in Kalkphylliten eingeschalteten kiesführenden Prasinithorizont gebunden. Ähnliche Goldvererzungen sind auch im vorderen **Göbnitztal** abgebaut worden.

Der Bergbau am **Waschgang** zeigte, daß große Massen an *Freigold*, welches in Körnern bis zu Haselnußgröße und Plättchen von 1–2 cm vorkam, an ein Störungsbündel („Lettenkluff“) geknüpft war, das die Grüngesteinslage diskordant durchschlägt.

Bis noch vor einigen Jahren konnte man trotz mehrfacher Überkuttung¹¹⁾ der alten Halden schöne Stücke mit Freigold finden.

Die Goldbegleiter sind vor allem *Calcit* und *Chalkopyrit*, der einschlußartig seltene Minerale wie verschiedene *Cu-Pb-Bi-Sulfosalze* (*Gladit*, *Pekoit*, *Krupkait*), *Pavonit*, *Benjaminit*, *Tetradymit*, *Hessit* und *Matildit* enthält (PAAR, 1982).

Die Entstehung der Tauerngoldgänge und damit verwandter Vererzungen erfolgte nach dem Höhepunkt der alpidischen Regionalmetamorphose. Man nimmt an, daß die Erze aus wäßrigen Lösungen größtenteils metamorphen Ursprungs entlang von Störungen abgelagert wurden. Die Bildungstemperaturen haben aufgrund von Untersuchungen an Flüssigkeitseinschlüssen in der Siglitz 420 °C erreicht (BELOCKY und POHL, 1993), dürften aber in anderen Gebieten deutlich unter 300 °C gelegen haben. Der Mineralisationsprozeß lief mehrphasig ab, der Erzabsatz erfolgte größtenteils in Hohlräumen („open space filling“) mit den dafür typischen Texturen. Metasomatische Verdrängungserscheinungen sind in Lagerstätten des Rotgülden-Typus verbreitet.



2. Kupfervorkommen

Große Kupfervorkommen sind aus dem Tauernfenster nicht bekannt. Generell fällt die Abwesenheit wichtiger Lagerstättentypen dieses Buntmetalles (z. B. porphyrischer oder Massivlagerstätten des Kuroko-Typus) auf. Dies hat geologische Gründe und hängt mit dem geringen Ausmaß an Vulkanismus kalkalkalischer Natur während der alpinen Orogenese zusammen.

Die wichtigeren Kupfervorkommen im Tauernfenster sind dem Typus der stratiformen Kiesvererzungen in Grüngesteinen zuzuordnen. Dazu zählen z. B. die Kupfervererzungen im **vorderen Untersulzbachtal** (Abb. 15) unweit der

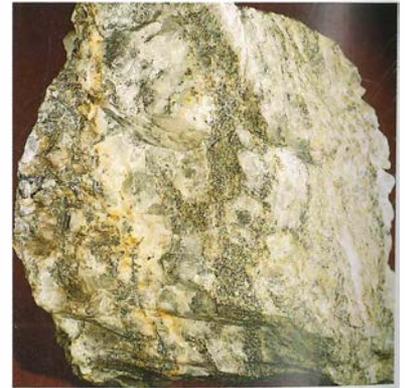
berühmten Epidotfundstelle, die an variationsreiche Gesteine, insbesondere an Biotit-Chlorit-Schiefer, der Knappenwandmulde als Anteil der Habachformation gebunden sind (SEEMANN und BRANDSTÄTTER, 1987; SEEMANN und KOLLER, 1989; SEEMANN et al., 1990, 1993). Die Lagerstätte „Hochfeld“ enthält die größte derartige Kupferkonzentration (Abb. 16, 17). Die fein disseminierten Cu-Fe-Sulfiderze der Erzschiefer im Martinstollen des Kupferbergbaues enthalten nach SEEMANN et al. (1993) ca. 50 % *Chalkopyrit*, 35 % *Pyrit*/Mar-

¹¹⁾ Neuaufbereitung.



Abb. 18: Prettau, von Kasern aus gesehen; Ahrntal, Südtirol. Im Vordergrund das Vorfeld des St. Ignaz-Erbstollens sowie die Schmelze des Kupferbergbaues Prettau. (Foto: Bergbaumuseum Sterzing)

Abb. 19: Derberz vom Bergbau Achselalm, Hollersbachtal. Vorwiegend Fluorit: weiß-grau, Sphalerit: gelb und Galenit: silbriggrau. Handstück. (Foto: J. Burgstaller)



kasit, 15 % Pyrrhotin, 1 % Galenit/Sphalerit und 1 % spurenhafte Beimengungen von ged. Gold, ged. Bismut, Silber- und Bleitelluriden (Stützit, Hessit; Altit), Tellurobismutit und diversen Sulfosalzen (Cosalit, Gustavit-Lillianit-Mischkristalle). Eine ähnliche Vererzung ist im sogenannten **Blauwandstollen** in enger Nachbarschaft zur Knappenwand (SEEMANN und BRANDSTÄTTER, 1987) beschürft worden. Auch hier konnten Telluride (Altit) und seltene Kobalterze (Glaukodot) einschlußartig in Kupfererzen nachgewiesen werden.

Im Norden und Süden des Tauernhauptkammes gibt es zahlreiche, an Metavulkanite der Oberen Schieferhülle gebun-

dene Kies(Pyrit)-Vorkommen. Sie waren mitunter als Kupferlagerstätten mit meist geringer Edelmetallführung von bergmännischem Interesse.

Die wichtigsten derartigen Vorkommen sind im **Großarlal** (FRIEDRICH, 1936), wo an vielen Stellen (Schwarzwand, Karteis, Asten-Tofern) Kieserze abgebaut worden sind. Die *pyrit*dominierte Mineralisation tritt in massigen Erzbändern oder lagigen Imprägnationen in feingebänderten Grünschiefern auf. Sie werden als ehemalige tuffitische Gesteine interpretiert (DERKMANN und KLEMM, 1977). Südlich der Hohen Tauern gibt es ähnliche Vorkommen, die an Prasinite (porphyrische Tholeiitbasalte) geknüpft

sind. Ein wichtiger Lagerstättenzug erstreckt sich von **Prettau im Ahrntal** (Abb. 18) über **Osttirol** bis nach **Oberkärnten**. Im Bereich des **Virgentales** wurden derartige Kiesvorkommen mit Kupfergehalten in der Gegend von **Prägraten-Hinterbichl**, am **Bergerkogel** sowie an mehreren Stellen im **Gemeindegebiet Kals** (Osttirol) beschürft.

Die Erzparagenese dieser alpinen Kieslager ist meist monoton. *Pyrit* ist das Hauptsulfid. Dazu kommen lokal stark variierende Anteile von *Pyrrhotin*, *Chalkopyrit*, *Magnetit*, *Hämatit*, *Titanit* und *Epidot*. *Bornit*, *Sphalerit*, *Galenit*, *Fahlerze* und *Arsenopyrit* sind nur in Spuren vorhanden.

3. Blei- und Zinkvorkommen

An vielen Stellen der Tauernregion sind kleine Blei-Zinkvorkommen bekannt. Auf die Pb-Zn-Führung der **Tauerngoldgänge** und den damit einhergehenden, oft beträchtlichen Silbergehalt wurde bereits hingewiesen. Ein größeres *Galenit-* und *Sphalerit*vorkommen befindet sich auf der **Achselalm** 4 km südlich des Ausganges des Hollersbachtals auf der westlichen Talseite in 1.550–1.680 m Seehöhe. Aufgrund der reichlichen Fluoritführung wurde es zuletzt noch 1944 beschürft (Abb. 19). Die Vererzung ist weitestgehend an Scherzonen mit Quarz-Calcit-Gängen in Metadioriten gebunden. Die genetischen Interpretationen reichen von einem syndimentär-exhalativen Bildungsmodell (KREIS und UNGER, 1971), alpidischen Kluftbildungen (KWASNITSCHKA, 1983) bis zu Gangbildungen im Gefolge der Zentralgneisintrusion (PETRASCHECK, 1945).

Nach neueren Untersuchungen durch CARL (1988, 1990) handelt es sich bei diesen Erzvorkommen um eine spätvariszische bis frühalpide Ganglagerstätte, die während der alpidischen Orogenese z. T. deformiert und remobilisiert worden ist.

Die Hauptkomponenten dieser Vererzung sind *Fluorit*, *Sphalerit* und *Galenit*, die beiden letzteren im Volumenverhältnis 4:1. Die Zinkblende enthält bis zu 0,5 % Cadmium. *Chalkopyrit* ist selten, *Arsenopyrit* und *Pyrit* sind nur im Nebengestein und in Quarzmobilisaten nachgewiesen worden.

Silberreicher *Galenit* mit *Freibergit* und *Akanthit* kommt in geringer Menge in Kalkmarmoren der **Seidlwinkl-Trias** im Bereich der **Fuscher Wegscheide** und des N-Portals der Großglockner-Hochalpenstraße vor (PAAR et al., 1978).

Ein edelmetallführendes Blei-Zink-Vorkommen befindet sich in der „**Sprinzgasse**“ unweit der Rotschopfalm im **hinteren Murtal**. In vermutlich jungpaläozoischen Schwarzschiefern, dunklen

Phylliten und Graphitquarziten der Murtörlserie (EXNER, 1971) treten stratiforme *Sphalerit-Galenit*-Vererzungen auf, die etwas *Freigold* enthalten und silberführend sind (Abb. 20).

4. Nickel-Kobalt- und Eisenvorkommen

Nickelerz-Vorkommen sind von der **Gaiswand im Haidbachgraben** an der orographisch linken (westlichen) Flanke des Felbertales in 1.400 m SH bekannt. Die Vererzung tritt in Form von Imprägnationszonen in Amphiboliten und Chloritschiefern der Habachformation auf. Die im Zuge bergmännischer Aufschlußarbeiten 1910–1911 und 1916 bis 1917 aufgefahrene 300 m Explorationsstollen führten zur Abgrenzung eines linsenförmigen Erzkörpers (30 × 45 × 15 Meter), dessen Nickelmetall-Inhalt maximal nur einige hundert Tonnen betragen dürfte. Neue Analysen an reicher vererzten Handstücken zeigen bis 3 % Cu, 1,7 % Ni und geringe Platin- und Palladiumgehalte (je ca. 0,6 ppm).

Die Sulfidparagenese besteht i. w. aus *Pyrrhotin*, *Chalkopyrit* und *Pentlandit* (Ni-Träger), der z. T. in *Violarit* und/oder

Bravoit umgewandelt ist. *Arsenopyrit*, *Markasit* und *Molybdänit* sind in geringer Menge zugegen (PAAR, 1985).

Kobalthältige Mineralien kommen im Tauernfenster vereinzelt als Akzessorien mancher Mineralisationen vor. Die Goldquarzgänge des **Radhausberges** im Gasteinertal enthalten lokal reichlich *Cobaltin* als Begleiter des Goldes (PAAR, 1993/94), und *Glaukodot* wurde in Kupfererzen des **Untersulzbachtals** bestimmt (SEEMANN und BRANDSTÄTTER, 1987).

Vorkommen sulfidischer und oxidischer **Eisenmineralien** (*Pyrit*, *Markasit*, *Pyrrhotin*; *Magnetit*, *Hämatit* etc.) sind im Tauernfenster weit verbreitet. Eine größere Magnetit-Anreicherung, die auch bergbaumäßig genützt wurde, gibt es am **Dabernitzkogel** im Gemeindegebiet Matrei in Osttirol. Die Derberze treten in Verbindung mit *Chalkopyrit* und *Pyrit* im Verband von Kalkglimmerschiefern und Grünschiefern auf.

5. Wolfram- und Molybdänvorkommen

Die Habachformation enthält die größte Anreicherung von **Wolfram** im Tauern-



Abb. 20: Gold- und silberführendes *Sphalerit-Galenit*-Erz in stark verfalteten graphitführenden Quarziten. Sprinzgasse, Oberes Murtal. (Foto: J. Burgstaller)

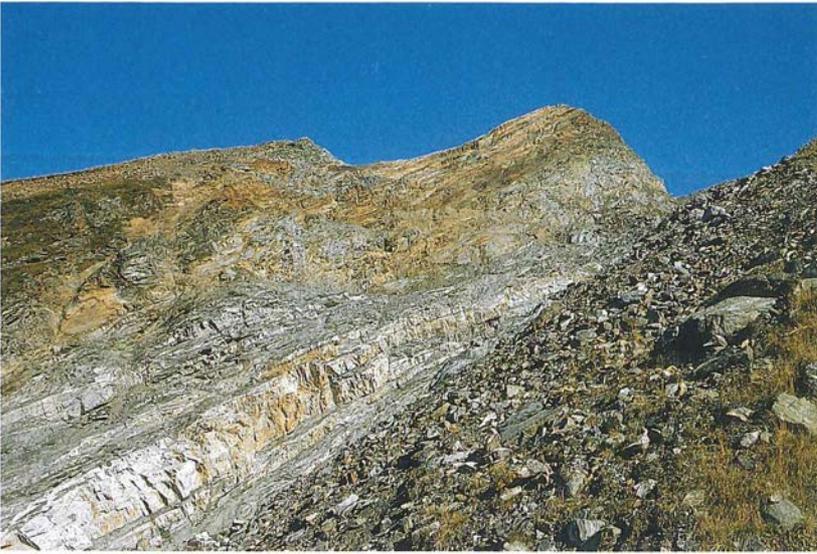


Abb. 21: Wolframbergbau Mittersill. Tagbau am Bräntling im Felbertal. Die Vererzung ist hier an helle Quarzite gebunden. (Foto: R. Seemann)

fenster. Die bedeutendste wirtschaftliche Konzentration des Wolframereses Scheelit wurde 1967 im **Felbertal** 9 km Luftlinie südlich des Ortes Mittersill entdeckt (HÖLL, 1975; BERGMAIR et al., 1991).

Diese Scheelitlagerstätte befindet sich an der Basis der mächtigen vulkanischen Abfolge der jungproterozoischen bis altpaläozoischen Habachformation auf beiden Seiten des Felbertales (Ostfeld und Westfeld). Die scheelitführende Serie ist eine schmale langgestreckte Zone von wenigen hundert Metern Mächtigkeit. Im Bereich der Lagerstätte sind feinkörnige Amphibolite (Hornblendeschiefer und Prasinite) und grobkörnige massige Hornblendefelse (Hornblendite) vorherrschend. Untergeordnet kommen auch verschiedene, z. T. deutlich diskordante Gneise, darunter ein Muskovit-Al-

bit-Mikroclin-Gneis mit stark anomalem Chemismus, vor („K 1-Gneis“). Die Scheelitvererzung tritt in Verbindung mit meist konkordanten, aber auch diskordanten Quarzgängen auf; Übergänge zu stockwerksartigen Vererzungen sind vorhanden. Die Mächtigkeit der Gänge beträgt meist nur einige mm bis cm, selten einige dm. Konkordante Quarzmassen („Quarzite“), die mehrere Meter Mächtigkeit erreichen können, kamen im Ostfeld und im Westfeld vor (Abb. 21). *Scheelit* tritt in Einzelkörnern und Konraggregaten in den Quarzgängen, auch als Imprägnation im Nebengestein auf (Abb. 22). Man unterscheidet mehrere Scheelit-Generationen, darunter Mo-hältige und Mo-freie Scheelite. Die Scheelitbegleiter sind *Beryll*, *Phenakit*, *Flußspat*, *Apatit* und zahlreiche Sulfide und Sulfosalze (Abb. 23).

Nach Untersuchungen von HÖLL (1975), JAHODA (1985) und PAAR und CHEN (1983) sind dies *Pyrrhotin*, *Pyrit*, *Chalkopyrit*, *Molybdänit* sowie *ged. Bismut* und verschiedene Bi-Sulfosalze. Von diesen ist *Galenobismutit* das häufigste. *Cosalit*, *Heyrovskytit*, *Lillianit*, dann *Hammarit*, *Gladit*, *Pekoit* und *Bismuthinit* sind sporadisch vorhanden. *Ged. Gold*, *Ag-* und *Bi-Telluride* kommen nur in Spuren vor. Lokal sind *Arsenopyrit* und *Cassiterit* etwas angereichert.

Molybdänvorkommen sind von der **Alpeinerscharte** (MOSTLER, 1982) bekannt. *Molybdänit* tritt in durchschnittlich 1 cm großen schuppenförmigen Aggregaten in insgesamt 16, im günstigsten Falle 10 cm mächtigen Quarzgängen in Biotit-Granitgneisen auf. Explorationsarbeiten fanden zwischen 1938 und 1945 statt, blieben aber ohne Erfolg. Vorräte von kaum 3.000 t MoS₂ lohnen in der extremen Höhenlage (≈2.800 m Seehöhe) keinen Bergbau!

Abb. 22: Scheelit-Derberz aus dem Wolframbergbau Mittersill. Untertagebau Westfeld. Der Scheelit ist infolge feiner Einschlüsse von Molybdänit-Tungstenit grau gefärbt. Daneben Beryll (blau) und Fluorit (hellviolett) in Quarzgang. Handstück. (Foto: A. Schumacher)

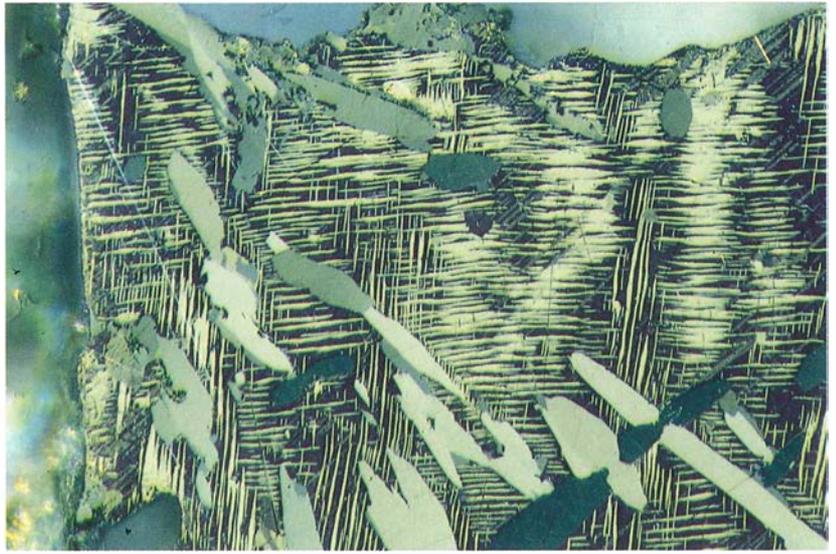


6. Arsen- und Bismutvorkommen

Arsen- und Bismuterze kommen an mehreren Stellen des Tauernfensters in meist nur geringer Menge vor. Ausnahmen bilden die z. T. größeren *Arsenopyrit*-Vorkommen in der permomesozoischen **Silberekserie** im Ostabschnitt des Tauernfensters (Lagerstätten des Rotgülden-Typus).

Auch die Golderzgänge des **Rauriser** und **Gasteinertales** enthalten *Arsenopyrit* als wichtigen Goldbegleiter.

Abb. 23: Erzmikroskopische Aufnahme.
Gediegen Bismut (zwillingslamelliert)
und Cosalit. Wolframbergbau
Mittersill, Westfeld.
Bildbreite ca. 3 mm. (Foto: W. H. Paar)



Bismutreiche Paragenesen sind von der Scheelitlagerstätte des **Felbertales** (Abb. 23), aber auch von anderen Stellen der Habachformation bekannt. Im **Habachtal** enthalten Augen- und Flasergrneise der Habachzunge Quarzgänge mit **Cosalit**, **Heyrovskyt** und **Lillianit** (PAAR, 1979). Ähnliche Paragenesen haben NIEDERMAYR und KOLLER (1980) aus dem Gebiet südlich des **Beryllers** im Untersulzbachtal erkannt. Als weltweit neue Minerale wurden die bismuthältigen Sulfosalze **Friedrichit** vom **Habachtal** (CHEN et al., 1978), **Eclarit** vom **Hollersbachtal** (PAAR et al., 1983) und der mit Heyrovskyt verwandte **Aschamalmit** vom **Untersulzbachtal** (MUMME et al., 1983) charakterisiert.

Die jungalpidischen edelmetallführenden Lagerstätten des Gasteiner- und Raurisertales und von Rotgülden im Lungau enthalten eine Vielfalt an seltenen bismuthältigen Sulfosalzen in ausnahmsweise auch erzbildender Konzentration (**Gustavit**, **Rotgülden**).

Bismuthinit in langstrahligen Kristallen und **Cosalit** bilden Einwachsungen in Quarzgängen am **Seekopf** im **Siglitz-Goldbergbaurevier** und stellen die besten Funde dieser Minerale in Österreich dar (Abb. 24).

Abb. 24: Bismuthinitkristalle in
Gangquarz. Seekopf, Siglitz-Bockhart-
Bergbaurevier, Gasteinertal.
Bildbreite ca. 5 cm. (Foto: J. Burgstaller)



7. Uranvorkommen

In permoskythischen quarzreichen Phengitschiefern der Wustkogelserie im **Hüttwinkeltal** (Rauris) kommen verschiedene Uranerze (**Uraninit**, **Brannerit** und **Davidit**) mit Chalkopyrit und Bornit vor (KIRCHNER und STRASSER, 1983).

Anschrift des Verfassers:
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. W. H. PAAR,
Institut für Mineralogie der Universität,
Hellbrunner Str. 34, A-5020 Salzburg.

- BERGMAIR, M., BRANDMEIER, P., BRIEGLEB, D., FEITZINGER, G., HÖCK, V., und PAAR, W. H. (1991): Geologie und Lagerstätten (Wolfram-Gold) der Hohen Tauern. – Exk. Führer, in: Beih. z. Europ. Journal of Mineralogy **3**, 41–75.
- CARL, R. R. B. (1988): Die Geologie der vorderen Hollersbachtal-Westseite (Scharntal), Bundesland Salzburg/Österreich. – Unveröffentl. Diplomarbeit Univ. München, 138 pp.
- CARL, R. R. B. (1990): Die Geologie des Fluoritvorkommens Achselalm/Hollersbachtal. – Mitt. d. Österr. Mineral. Ges. **135**, 14–15.
- CHEN, T. T., KIRCHNER, E., PAAR, W. H. (1978): Friedrichite, $Cu_5Pb_5Bi_7S_{18}$, a new member of the aikinite-bismuthinite series. – Canad. Min. **16**, 127–130.
- DERKMANN, K., KLEMM, D. D. (1977): Strata-bound kies-ore deposits in ophiolitic rocks of the "Tauernfenster" (Eastern Alps, Austria/Italy). – In: D. D. Klemm und H.-J. Schneider – Time- and strata-bound ore deposits. – Springer Verlag Berlin - Heidelberg - New York, 444 pp.
- EXNER, CH. (1971): Geologie der peripheren Hafnergruppe (Hohe Tauern). – Jahrb. Geol. B.-A. **114**, 1–119.
- FEITZINGER, G. (1989): Lagerstättenkundliche Untersuchungen an gangförmigen Gold-Silber-Vererzungen der Sonnblickgruppe (Hohe Tauern, Kärnten). – Unveröffentl. Diss. NW. Fak. Univ. Salzburg, 191 pp.
- FEITZINGER, G., PAAR, W. H. (1991): Gangförmige Gold-Silber-Vererzungen in der Sonnblickgruppe (Hohe Tauern, Kärnten). – Archiv f. Lagerstättenforsch. Geol. B.-A. **13**, 17–50.
- FRIEDRICH, O. M. (1934): Über den Vererzungstypus Rotgülden. – Sitz. Ber. Österr. Akad. d. Wiss., mathemat.-naturwiss. Kl., Abt. I, **143**, 95–108.
- FRIEDRICH, O. M. (1935): Zur Geologie der Goldlagerstättengruppe Schellgaden. – Berg- u. hüttenmänn. Monatshefte **83/2**, 46–60.
- FRIEDRICH, O. M. (1936): Zur Geologie der Kieslager des Großarltales. – Sitz. Ber. Österr. Akad. d. Wiss., mathemat.-naturwiss. Kl., Abt. I, **145**, 121–152.
- FRIEDRICH, O. M. (1953): Die Goldlagerstätte Schellgaden. – Carinthia II, **143/63**, 129–131.
- HÖCK, V. (1993): Mesozoic ophiolites and non-ophiolitic metabasites in the central part of the tauern window (Eastern Alps, Austria). – Ofioliti **8(1)**, 103–126.
- HÖLL, R. (1975): Die Scheelitlagerstätte Felbertal und der Vergleich mit anderen Scheelitvorkommen in den Ostalpen. – Bayr. Akad. d. Wiss., mathemat. – naturwiss. Kl., Abh., Neue Folge, H. 157 A.
- HORNER, H. (1993): Lagerstättenkundliche Untersuchungen an strukturgebundenen Au-As-Ag-Vererzungen in der Silbereckserie (östliches Tauernfenster). – Unveröffentl. Dipl. Arbeit Nw. Fak. Univ. Salzburg, 74 pp.
- KIRCHNER, E. CH., STRASSER, A. (1983): Vorläufige Mitteilung über eine schichtgebundene Uranvererzung in der Wustkogelserie des Hüttwinkeltales (Rauris), Salzburg. – Anzeiger Österr. Akad. d. Wiss. mathemat.-naturwiss. Kl., Nr. 2, 19–21.
- KREIS, H. H., UNGER, H. J. (1971): Die Bleiglanz-Zinkblende-Flußspat-Lagerstätte der Achsel- und Hinteren Flecktrogalm bei Hollersbach (Oberpinzgau/Salzburg). – Archiv f. Lagerstättenforsch. i. d. Ostalpen **12**, 3–53.
- KWASNITSCHKA, U. (1983): Montangeologische Untersuchungen an der Blei-Zink-Flußspat-Vererzung der Achsel- und Flecktrogalm am Nordrand der Hohen Tauern, Land Salzburg, Österreich. – Unveröffentl. Dipl. Arb. Montanuniv. Leoben, 106 pp.
- LANG, M., WEIDINGER, J. (1989): Montangeologische Untersuchungen im As-Au-(Ag-) Bergbau Rotgülden im Lungau. – Unveröffentl. Dipl. Arb. Inst. f. Geowiss. d. Univ. Salzburg, 195 pp.
- LANG, M., WEIDINGER, J. (1991): Der As-Au-Ag-Bergbau Rotgülden im Lungau. – Arch. f. Lagerst. forsch. Geol. B.-A. **13**, 233–247.
- MOSTLER, H. (1982): Untersuchungen von Erzlagerstätten im Innsbrucker Quarzphyllit und auf der Alpeiner Scharte. – Arch. f. Lagerst. forsch. Geol. B.-A. **1**, 77–83.
- MUMME, W. G., NIEDERMAYR, G., KELLY, P. R., PAAR, W. H. (1983): Aschamalmit, $Pb_{5,92}Bi_{2,06}S_9$, from Untersulzbach Valley in Salzburg, Austria – "monoclinic heyrovskyite". – N. Jb. Miner. Mh. **10**, 433–444.
- NIEDERMAYR, G., KOLLER, F. (1979/80): Neue Mineralfunde aus dem Tauernfenster. – Mitt. Österr. Mineralog. Ges. **127**, 20–27.
- PAAR, W. H., CHEN, T. T., GÜNTHER, W. (1978): Extrem silberreicher Freibergit in Pb-Zn-Cu-Erzen des Bergbaues „Knappenstube“, Hochtort, Salzburg. – Car. II, **168/88**, 35–42.
- PAAR, W. H., CHEN, T. T., MEIXNER, H. (1979): Pb-Bi-(Cu) sulfosalze in Palaeozoic gneisses and schists from Oberpinzgau, Salzburg Province, Austria. – TPM (Tschermaks Min. Petr. Mitt.) **27**, 1–16.
- PAAR, W. H., CHEN, T. T. (1982): Telluride in Erzen der Gold-Lagerstätte Schellgaden und vom Katschberg-Autobahntunnel Nord. – Der Karinthin **87**, 371–381.
- PAAR, W. H., CHEN, T. T. (1982): Ore mineralogy of the Waschgang gold-copper deposit, Upper Carinthia, Austria. – TPM **30**, 157–175.
- PAAR, W. H., CHEN, T. T. (1983): Blei-Wismut-(Kupfer)-Sulfosalze vom Felber- und Hollersbachtal, Salzburg, Österreich. – Aufschluß **34**, 41–46.
- PAAR, W. H., CHEN, T. T., KUPCIK, V., HANKE, K. (1983): Eclarit (Cu, Fe) $Pb_9Bi_{12}S_{28}$, ein neues Sulfosalz von Bärenbad, Hollersbachtal, Salzburg, Österreich. – TPM **32**, 103–110.
- PAAR, W. H. (1985): Erzmineralisationen in der Habachserie. – Vortragsmanuskript, 7 p.
- PAAR, W. H. (1993/94): New data on the ore mineralogies of structurally controlled gold-silver mineralisation of Salzburg and Carinthia Provinces of Austria. – Mineralogy & Petrology, in Vorbereitung.
- PETRASCHECK, W. (1945): Die alpine Metallogene. – Jahrb. Geol. B.-A. **90**, 129–149.
- POHL, W., BELOCKY, R. (1993): Alpidic metamorphic fluids and metallogenesis in the Eastern Alps. – Mineral. Deposita, in Druck.
- SEEMANN, R., BRANDSTÄTTER, F. (1987): Altaitführende Erzparagenesen aus dem Blauwandlstollen, Untersulzbachtal, Salzburg. – Ann. Naturhist. Mus. Wien **89**, A, 1–13.
- SEEMANN, R., KOLLER, F. (1989): Petrographic and geochemical investigations in the Knappenwand area, Habach Formation (Tauern Window, Salzburg). – Mitt. Österr. geol. Ges. **81**, 109–122.
- SEEMANN, R., KOLLER, F., GRUNDMANN, G., BRANDSTÄTTER, F., STEININGER, H. (1990): Historische Kupferlagerstätte „Hochfeld“ und Epidotfundstelle „Knappenwand“, Untersulzbachtal. – Exk. Führer, in: Mitt. d. Österr. Mineralog. Ges. **135**, 95–117.
- SEEMANN, R., KOLLER, F., GRUNDMANN, G., BRANDSTÄTTER, F., HEIL, M. (1993): Die Kupferlagerstätte „Hochfeld“, ein Teilprofil der Habachformation im Untersulzbachtal. – Abh. Geol. B.-A., **49**, 49–66.
- SIEGL, W. (1951): Erzmikroskopische Studie des Glaserzes vom Radhausberg bei Gastein. – TPM **2**, 375–388.

Die Tauernregion in ur- und frühgeschichtlicher Zeit

Noch am Beginn unseres Jahrhunderts hatte man angenommen, daß der prähistorische Mensch das inneralpine Gebiet, vor allem jedoch die Hochgebirgsregion, gemieden hätte. Die Forschungen von Emil Büchler in hochgelegenen Höhlen der Schweiz – Wildkirchli 1903–1908, Wildmannisloch 1923–27 – führten zur Entdeckung des „Alpinen Paläolithikums“ (MÜLLER-BECK, 1968) und damit zum Nachweis, daß altsteinzeitliche Jäger schon in der letzten Zwischeneiszeit und in wärmeren Phasen der Würm-Eiszeit auf der Jagd nach Höhlenbären in große Höhen vorgedrungen sind. Auch in Österreich fanden sich Werkzeuge eiszeitlicher Bärenjäger, so z. B. in der Schlenkendurchgangshöhle bei Vigaun (EHRENBERG, 1974) oder in der Salzofenhöhle bei Bad Aussee (EHRENBERG, 1959). Alle diese Fundorte liegen im Bereich der Kalkalpen. Zweifellos ist auch das Zentralal-

pengebiet bereits in dieser frühen Zeit vom Menschen aufgesucht worden, es fehlt jedoch an Höhlen, die ihre Anwesenheit bezeugen könnten. Im Freigelände sind durch nachfolgende Vereisung alle Spuren vernichtet worden.

Nach dem Abklingen der letzten Eiszeit und dem Rückzug der Gletscher vor rund 12.000 Jahren ist der Mensch wieder in die inneralpinen Gebiete vorgedrungen. Frühe Raststationen unter Felsdächern sind an den Zugangswegen in den Gebirgsgauen entdeckt und ausgegraben worden, und zwar am Paß Lueg im Salzachtal (HELL & MOOSLEITNER, 1980/81) und bei Schloß Oberrain in Unken an der Saalach (ALDER & MENKE, 1978). C¹⁴-Untersuchungen von Holzkohlen datierten eine Herdstelle im Abri von Unken in das 10. Jt. v. Chr., damit an das Ende der Altsteinzeit (Abb. 1).

In den Jahrtausenden nach dem Abklingen der letzten Eiszeit herrschte in den

Alpen ein relativ trockenes und warmes Klima vor. Die Bergwiesen über der Waldgrenze bildeten ein ideales Weidegebiet für viele Wildtiere, wie Gemse, Steinbock, Wildschaf, etc. Der Wildreichtum hat die Menschen der Mittleren Steinzeit (Mesolithikum, ca. 8000–5000 v. Chr.) in die Bergregion gelockt. Die Jäger der Mittleren Steinzeit haben allerdings nur spärliche Spuren hinterlassen. Ihre Rastplätze liegen zumeist an einem Bach oder an einem Bergsee. Zeltartige Unterstände aus Holzstangen und Fellen dienten vermutlich als Schutz vor der Witterung. Kennzeichnend für die Kulturen der Mittleren Steinzeit sind kleine Spitzen und Klingen aus Silex oder Bergkristall („Mikrolithen“), die als Pfeilspitzen verwendet oder als Schneiden in hölzerne Gerätschaften eingesetzt wurden (Abb. 2). Zahlreiche mittelsteinzeitliche Lagerplätze wurden in der Bergwelt Südtirols aufgefunden. 1986 gelang auch in

Abb. 1: Abri von Unken an der Saalach – ein Rastplatz des Spätpaläolithikums; 10./9. Jt. v. Chr.

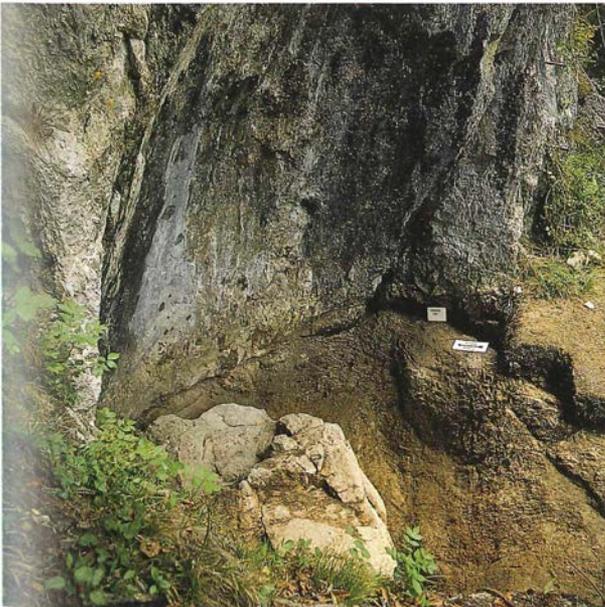


Abb. 2: Geräte aus Silex und Bergkristall aus dem Abri von Unken.



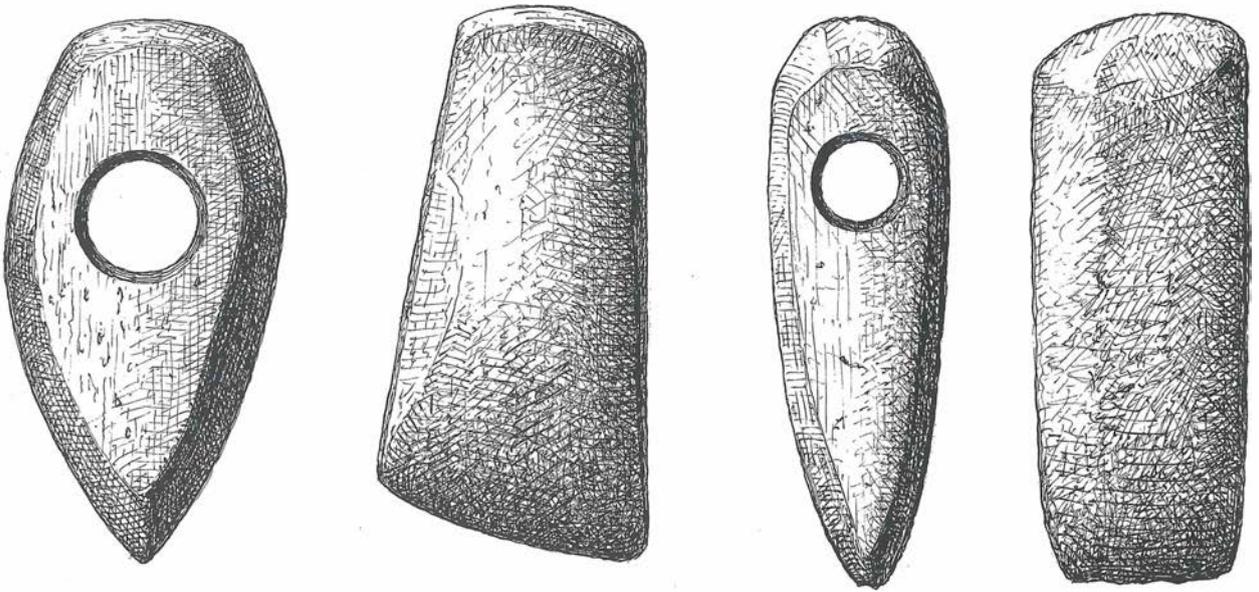


Abb. 3: Steinbeile vom Korntauern und vom Radhausberg im Gasteinertal; 4.–3. Jt. v. Chr.

Nordtirol die Entdeckung einer hochgelegenen Jagdstation des Mesolithikums am Tuxer Joch – am Weg vom Wipp in das Zillertal – in rund 2.340 m Seehöhe (Fundber. Österr., 1985/86). Die aufgefundenen kleinformatigen Steingeräte sind teils aus Silex, teils aus Hornstein geschlagen. Es folgte die Entdeckung weiterer Fundplätze im Bereich der Gemeinde Münster, VB Kufstein, am Zireinersee in 1.793 m Seehöhe (Fundber. Österr., 1988) und in St. Jakob in Defereggan nahe der Lappach-Alm in Osttirol, Seehöhe ca. 2.085 m (Fundber. Österr., 1991).

Im 6. Jt. v. Chr. erfolgt in Mitteleuropa der Übergang zur bäuerlichen Wirtschaftsform, zur Nahrungsproduktion durch Viehzucht und Ackerbau. Dieser Einschnitt in der Entwicklung der Kultur markiert den Übergang zur Jüngeren Steinzeit (Neolithikum, ca. 5000–2000 v. Chr.). Die ersten bäuerlichen Gemeinschaften bevorzugten die Lößgebiete, jedoch auch Schwarzerdeböden auf den Schotterterrassen entlang der großen Flüsse. Die von dichten Wäldern bedeckten Alpentäler boten anfänglich nur geringe Anreize für bäuerliche Siedler. Etwa um 4000 v. Chr. entstanden auch im inneralpinen Bereich erste bäuerliche Niederlassungen. Die hochgelegenen Bergwiesen über der Waldgrenze wurden in der Jungsteinzeit als Sommerweide, vor allem für Schafe und Ziegen, genutzt. Zwar fehlen noch einschlägige

Funde, die Analyse von Pollendiagrammen aus Hochmooren beweist jedoch, daß die Anfänge der Almwirtschaft in das 4. Jt. v. Chr. fallen (KRAL, 1981). Die Veränderungen an der Vegetation, die durch die starke Beweidung durch Haustiere hervorgerufen wurden, zeichnen sich im Pollendiagramm deutlich ab.

Funde von Steinbeilen an hochgelegenen Paßübergängen – z. B. am Korntauern zwischen Gastein und Mallnitz – deuten darauf hin, daß im Neolithikum nicht nur die Almregion wirtschaftlich genutzt wurde, sondern auch die Paßwege über die Zentralalpen begangen wurden (HELL, 1956; PITTIONI, 1963) (Abb. 3). Durch den Fund des „Eismannes“ am Hauslabjoch wird die Anwesenheit der Menschen im Hochgebirge in der Zeit um 3000 v. Chr. erneut unter Beweis gestellt. Der Fundpunkt liegt an einem Paßübergang vom Ötztal in das Schnalstal in ca. 3.000 m Seehöhe (BARFIELD et al., 1992). Die Ausrüstung des Toten – Kleidung und Schuhwerk – ist auf die Bedingungen des Hochgebirges sehr gut abgestimmt. Ob der „Ötzi“ als Hirte oder Jäger unterwegs war, ob ihn ein Kälteeinbruch überraschte, oder ob er den Paßübergang benutzen wollte, wird sich nicht eindeutig klären lassen. Zu den Ausrüstungsgegenständen, die der Eismann mit sich führte, gehört u. a. auch ein Kupferbeil mit Knieholzschäftung. In der Spätphase der Jungsteinzeit,

die auch als Kupferzeit bezeichnet wird, tritt nämlich neben Stein erstmals auch Metall – das Kupfer – in Erscheinung. Das Beil des Eismannes ist vermutlich südlicher Herkunft, Vergleichsstücke finden sich vorwiegend in Norditalien. Jedoch auch im Nordalpengebiet setzte zu diesem Zeitpunkt – im späten 4. Jt. v. Chr. – die Gewinnung von Kupfer ein. In der Umgebung der Lagerstätten entstand eine Reihe von Siedlungen, die vorwiegend auf natürlich geschützten Anhöhen liegen, so z. B. der Göttschenberg bei Bischofshofen (LIPPERT, 1992). Das Kupfer hat man anfänglich aus Malachit erschmolzen, dieser findet sich in geringen Mengen im tagnahen Bereich der Erzgänge. Erst als es gelang, auch Kupfer- und Schwefelkies zu verhütten, konnte die intensive Ausbeutung der gesamten Lagerstätten in Angriff genommen werden.

Etwa zu demselben Zeitpunkt – um 2000 v. Chr. – verbreitete sich in Mitteleuropa die Kenntnis der Bronze. Durch Beimengung von rund 10 Prozentanteilen Zinn zum Kupfer erzielte man Bronze, das im Verhältnis zu Kupfer größere Härte und bessere Verarbeitungseigenschaften aufweist. Die Lagerstätten des Kupfererzes konzentrieren sich im Bereich der Grauwackenzone (ZSCHOCKE & PREUSCHEN, 1932), Kupfererz findet sich jedoch auch im Zentralalpenbereich. Der Bergbau hatte eine intensive Besiedlung der inneralpinen

Gebiete zur Folge. Im Salzachtal reihte sich Siedlung an Siedlung. In der Frühbronzezeit hat man – wie schon in der vorangegangenen Jungsteinzeit – natürlich geschützte Felshöhlen als Wohnstätten bevorzugt, so z. B. den Brandstattbühel bei Schwarzach (HELL, 1958), die Felshöhe Bürgkogel bei Kaprun (Fundber. Österr., 1991) (Abb. 4) oder den Falkenstein bei Krimml (HELL, 1963) (Abb. 5). Ab ca. 1500 v. Chr. werden die Höhensiedlungen aufgegeben und neue unbefestigte Niederlassungen an siedlungs- und verkehrsgünstigen Plätzen angelegt. Diese Siedlungen liegen durchwegs auf hochwassersicheren Schotterterrassen am Talboden (Fundber. Österr., 1971; Arch. Austriaca, 1964, 1971).

Etwa zum selben Zeitpunkt setzt auch die Anlage von Urnenfriedhöfen ein (aus den davorliegenden Perioden sind bisher keine Grabfunde aus dem inneralpinen Gebiet bekannt). Die Urnenfriedhöfe liegen in Nachbarschaft der Sied-

lungen. Im Salzachtal (HELL, 1958, 1959, 1960), im Kitzbüheler Raum (EIBNER et al., 1966) sowie im Inntal (WAGNER, 1943) sind zahlreiche Urnenfriedhöfe aufgefunden worden, von denen allerdings nur die wenigsten vollständig erforscht sind. Die leichte Verfügbarkeit von Metall in der Bergbauregion schlägt sich in den Grabbeigaben nieder. Die Urnengräber sind im Verhältnis zu zeitgleichen Bestattungen aus dem außeralpinen Gebiet sehr reich mit Bronzebeigaben ausgestattet. Den Männern hat man ihre Waffen – Schwert, Lanze – und Trachtausstattung ins Grab mitgegeben, den Frauen ihren Schmuck.

Die Hochgebirgslagen wurden auch in der Bronzezeit aufgesucht, die Almwirtschaft wurde gegenüber der vorangehenden Epoche intensiviert. Die Paßwege spielten in der Bronzezeit eine wichtige Rolle, wie einige Paßfunde belegen, so z. B. ein Bronzeschwert am Kalsertauern (KYRLE, 1918) oder ein Dolch und ein Bronzebeil, die an der

Paßroute über den Glockner gefunden wurden (HELL, 1952; PITTIONI, 1963) (Abb. 6).

In der Bronzezeit war der inneralpine Raum kulturell sehr eng mit den Gebieten nördlich der Alpen verbunden. Die Formen der Keramik und der Bronzegegenstände aus beiden Gebieten zeigen starke Übereinstimmung. Die Verbreitung der Funde von Kupferbarren läßt erkennen, daß die Hauptmenge des produzierten Kupfers Richtung Norden verhandelt wurde.

In der Frühen Eisenzeit (= Hallstattzeit, ca. 750–500 v. Chr.) hingegen geriet das inneralpine Gebiet in den Einflußbereich des Mittelmeerraumes. Die bergbautreibende Bevölkerung orientierte sich in Schmuck, Tracht und auch Bewaffnung an Vorbildern aus Norditalien und Krain. Diese Gebiete treten in der Hallstattperiode als wichtigste Abnehmer für Kupfer in Erscheinung. Im Tausch gegen Kupfer hat man Schmuck aus Bronze und Glas und auch Keramik

Abb. 4: Bürgkogel bei Kaprun, Ansicht von Norden; Höhensiedlung der Frühen Bronze- und der Eisenzeit.





Abb. 5: Falkenstein bei Krimml (in Bildmitte); Höhengsiedlung der Frühen Bronzezeit.

aus dem Süden importiert. Zeugnisse für hallstattzeitlichen Kupfererzbergbau liegen u. a. aus dem oberen Salzachtal und auch aus dem abgelegenen Virgental in Osttirol vor.

In Uttendorf im Pinzgau konnte der Friedhof einer Bergbausiedlung fast vollständig aufgedeckt werden (MOOSLEITNER, 1992). Die ca. 450 Bestattungen stammen aus der Älteren Hallstattzeit, ca. 750–600 v. Chr. Es handelt sich ausschließlich um Brandgräber. Im inneralpinen Gebiet hat man nämlich während der Bronze- und Eisenzeit an

der Feuerbestattung festgehalten. Die Reste des Scheiterhaufens und der mitverbrannten Beigaben wurden in der Regel in kleinen, aus Steinplatten gebauten Kisten der Erde übergeben (Abb. 7). Steinmale dienten zur oberirdischen Kennzeichnung der Grabstätten.

Dieselbe Bestattungsart findet sich auch in dem Gräberfeld von Welzelach im Virgental (LIPPERT, 1972) in Osttirol. In einem der dort freigelegten Gräber wurden Bruchstücke einer „Bronzesitula“ (eimerförmiges Gefäß aus Bronzeblech) aufgefunden. Die in Ritz- und Treib-

technik hergestellte Verzierung des Gefäßes gibt Einblick in die Lebenswelt der alpinen Bevölkerung (LUCKE & FREY, 1962) (Abb. 8).

Abb. 8 (rechte Seite): Situla von Welzelach (Virgental, Osttirol); Ausschnitt aus dem oberen Fries mit flötenspielenden Kriegerern und Frauen, die eimerförmige Gefäße am Kopf tragen; um 500 v. Chr. (nach LUCKE & FREY, 1962).

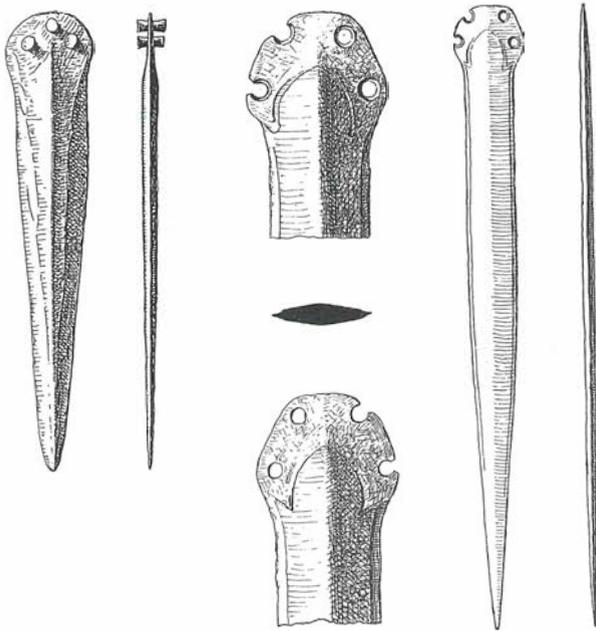


Abb. 6: Höhenfunde der Bronzezeit: Bronzedolch von der Glocknerstraße und Kurzschwert vom Ritterkopf im Raurisertal.

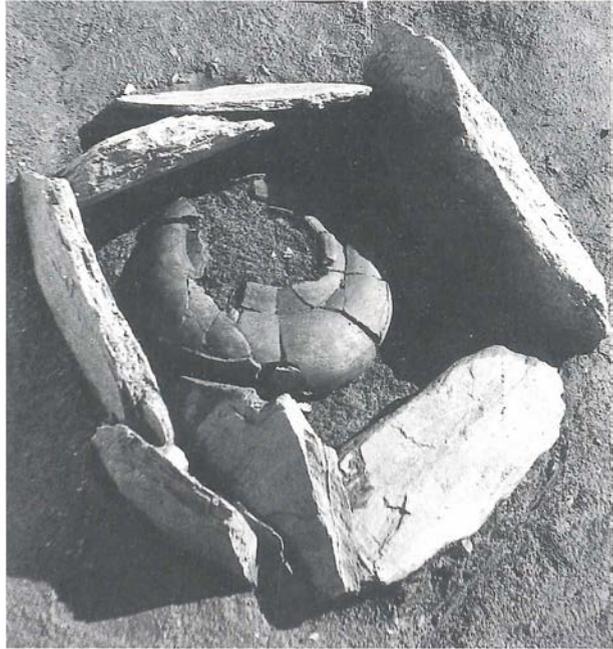


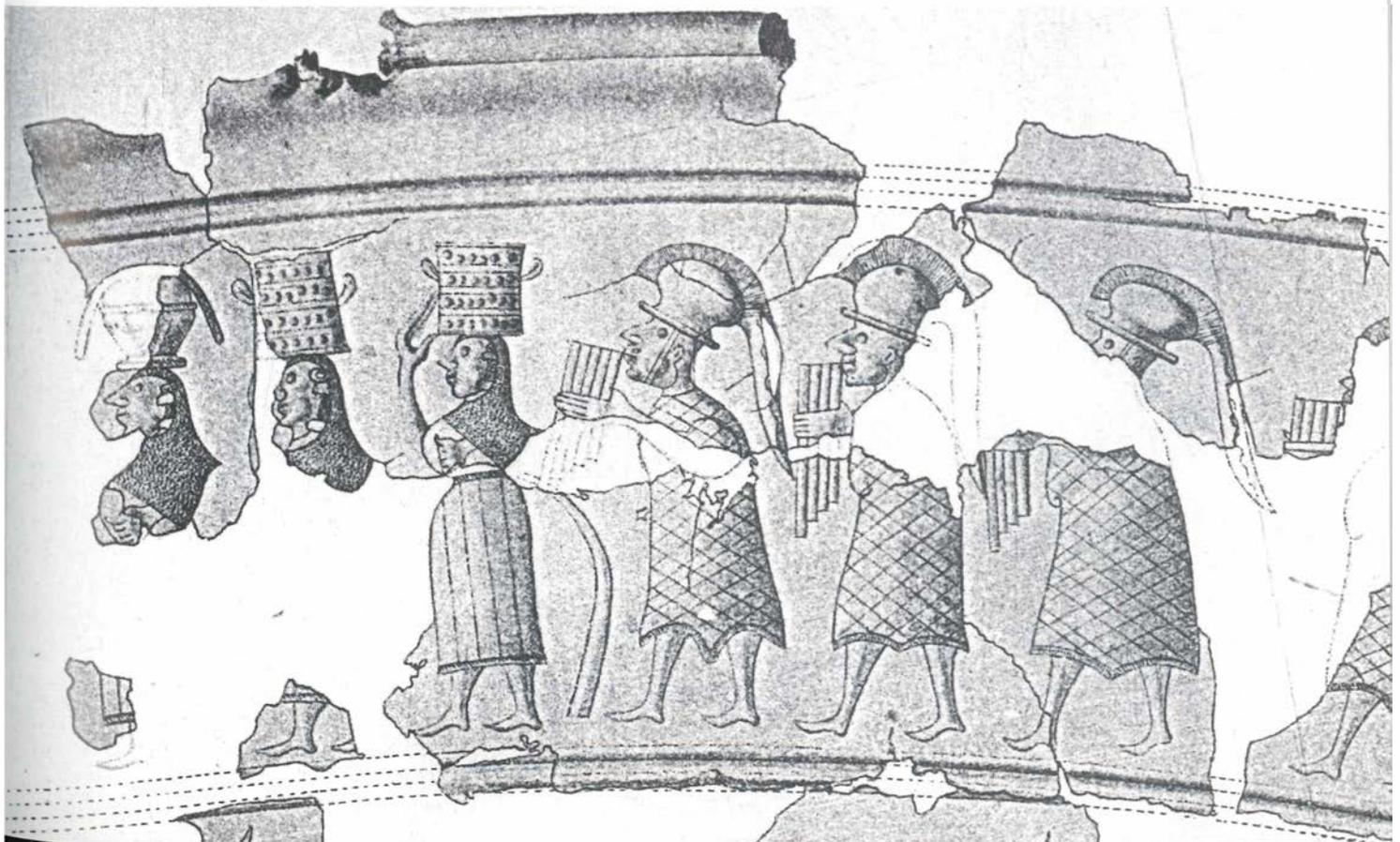
Abb. 7: Hallstattzeitliches Gräberfeld von Uttendorf i. P.; ca. 750–600 v. Chr. Steinkistengrab mit Tonurne Nr. 348.

In der Hallstattzeit hat man die Siedlungen durchwegs wieder auf natürlich geschützte Anhöhen verlegt. Man bevorzugte steile Felshöhen, die großteils schon in der Frühbronzezeit besiedelt waren. Das erhöhte Sicherheitsbedürfnis läßt auf unruhige, gefährvolle Zeiten schließen.

Die Zahl der hallstattzeitlichen Fundplätze im Zentralalpenbereich liegt

deutlich unter jener der vorangehenden Spätbronzezeit, ein Rückgang der Besiedlung wird dadurch angedeutet. Durch die Konkurrenz des Eisens, dessen Kenntnis sich im 8. Jh. v. Chr. in der Alpenregion verbreitete, verlor der Kupferbergbau an Bedeutung. Ein Teil der bergbautreibenden Bevölkerung scheint abgezogen zu sein, um andernorts ihr Glück zu versuchen –

z. B. im Salzbergbau, der in der Hallstattzeit zur Blüte gelangte. Die Ausbeutung der Eisenerzlagerstätten des inneralpinen Gebietes ist erst für die Jüngere Eisenzeit (ca. 500–15 v. Chr.) belegt. Schmelzanlagen für Eisenerz wurden z. B. in Walchen (Gem. Piesendorf) (Fundber. Österr. 1975) und Uttendorf im Pinzgau (MOOSLEITNER, 1992) aufgefunden.



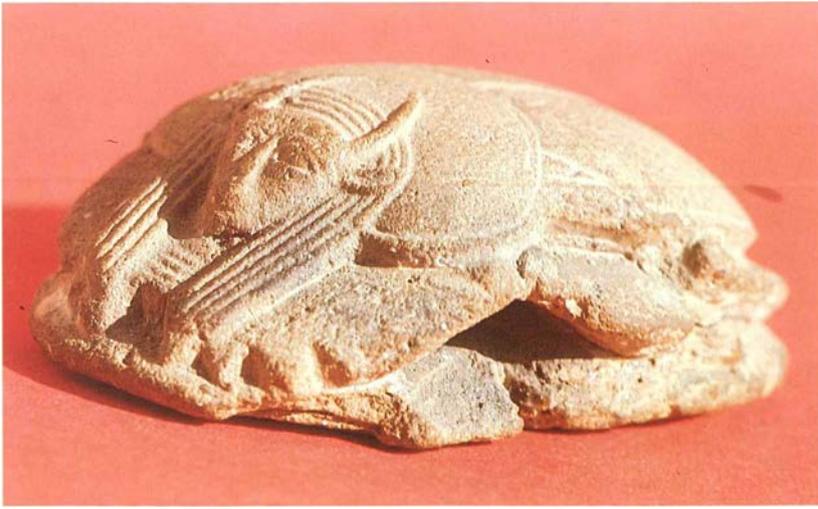


Abb. 9: Skarabäus vom Hohen Goldberg im Raurisertal (Objektgröße: 8,5 × 5,5 cm).

Auch die Goldvorkommen der Tauern sind in der Eisenzeit ausgebeutet worden. Einen Hinweis darauf liefern die Goldfunde aus den Gräbern der Salzherren auf dem Dürrnberg bei Hallein, die größtenteils dem 6. Jh. v. Chr. angehören. Spektralanalytische Untersuchungen haben ergeben, daß diese Goldgegenstände durchwegs aus „Tauerngold“ gefertigt sind (HARTMANN, 1978). Das Edelmetall gewann man aus dem Geschiebe goldführender Bäche der Tauernregion. Es scheint jedoch, daß man nicht nur Goldwäscherei betrieben hat, sondern auch den primären Lagerstätten des Goldes nachspürte. Funde von keltischen Silbermünzen in Rauris belegen die Anwesenheit des Menschen in dem abgelegenen Gebirgstal (KYRLE, 1918).

In diesem Zusammenhang ist auf einen bedeutenden Fund aus dem Raurisertal zu verweisen, der bisher kaum Beachtung gefunden hat. Im Sommer 1954 wurde in Nähe der Rojacher-Hütte in rund 2.700 m Seehöhe ein Amulett in Form eines Skarabäus aufgefunden (FLUCHER, 1967) (Abb. 9). Der Skarabäus oder Pillendreher, eine in den Mittelmeerländern beheimatete Art des Mistkäfers, wurde im alten Ägypten als heilig verehrt. Amulette in Skarabäusform hat man vom 3. Jt. an in überaus großer Zahl und in verschiedenen Materialien hergestellt. Der Skarabäus von

Rauris ist aus Ton gebrannt. Das umrandete Feld an der Unterseite trägt den nicht ganz korrekt geschriebenen Namenszug des großen Pharaos Ramses II. (ca. 1300–1250 v. Chr.). Das Rauriser Fundstück stammt jedoch nicht aus dieser frühen Epoche, sondern ist wesentlich später – vielleicht sogar erst in römischer Zeit – hergestellt worden. Dafür spricht auch die Verbindung des heiligen Pillendrehers mit einer weiteren Gottheit. Der eckige Kopf des Käfers ist bei dem Amulett von Rauris durch das Haupt der Hathor, Göttin der Liebe und Schönheit, ersetzt. Deutlich ist ein menschliches Gesicht mit Rinderohren und -hörnern zu erkennen. Die Göttin

Hathor galt im alten Ägypten auch als Schutzpatronin der Bergleute und Prospektoren. Das Amulett von Rauris ist daher vermutlich von einem Goldsucher verloren worden. Es wurde viele Jahre getragen, die Schnur, an der der Skarabäus befestigt war, hat sich tief in den Ton eingeschnitten.

Aus dem Raurisertal stammt noch ein weiterer bedeutender Fund, der ebenfalls mit Goldgewinnung in Zusammenhang stehen könnte: der goldene Halsring von der Maschlalm im Seidlwinkl, einem Seitengraben des Raurisertales (MOOSLEITNER, 1978) (Abb. 10). Der goldene Halsreif mit verzierten Stollenden datiert in das 4. Jh. v. Chr. Die näheren Fundumstände – ob Grab-, Opfer- oder Verwahrfund – sind nicht überliefert.

Die vorgeschichtlichen Bewohner der Alpen treten uns nur in ihren materiellen Hinterlassenschaften entgegen, ihre Volkszugehörigkeit und Sprache bleibt im Dunkeln. Erst ab der Eisenzeit ergeben sich auch Einblicke in die ethnischen Verhältnisse des inneralpinen Gebietes. Aus schriftlichen Quellen wissen

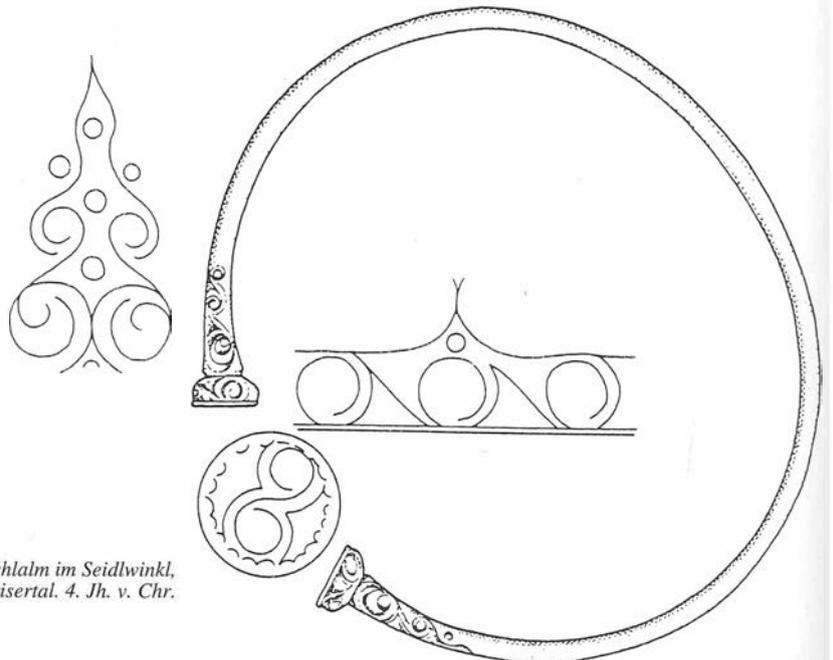


Abb. 10: Goldener Halsreif von der Maschlalm im Seidlwinkl, Raurisertal. 4. Jh. v. Chr.

wir, daß in Tirol und im Trentin um die Zeitenwende das Volk der Räter ansässig war (FREI et al., 1970). Die archäologischen Funde belegen für Tirol eine ungebrochene Entwicklung von der Spätbronzezeit bis zum Beginn der römischen Herrschaft. Daraus läßt sich der Schluß ableiten, daß die Räter bzw. deren Vorfahren bereits seit der Späten Bronzezeit in diesem Raum beheimatet waren.

Die Salzburger Gebirgsgaue standen hingegen spätestens seit dem 5. Jh. v. Chr. unter keltischem Einfluß. Kärnten geriet im 3. Jh. v. Chr. unter keltische Herrschaft. Für das 1. Jh. v. Chr. ist uns auch eine Reihe von Stammesnamen überliefert (Plinius d. Ä.). Im Südtiroler Eisacktal siedelte der rätische Stamm der Isarci, im Wipptal die Breuni, deren Name in der heutigen Bezeichnung für den Paßübergang „Brenner“ weiterlebt. Für das Tiroler Inntal sind die rätischen Stammesnamen Genaunes und Focunates überliefert. Im Pinzgau siedelten die keltischen Ambisonten, „die Anwohner der Isonta“ (= keltische Bezeichnung für den Oberlauf der Salzach). In Kärnten waren die keltischen Ambidravi, die „Bewohner des Drautales“, beheimatet.

Diese keltischen Stämme haben sich im 2. Jh. v. Chr. zu einem lockeren Stammesverband unter Führung der Norici zum „Königreich Norikum“ zusammen-

geschlossen, das etwa das Gebiet des heutigen Österreich umfaßte (mit Ausnahme von Tirol, Vorarlberg und den Gebieten nördlich der Donau).

Das Königreich Norikum unterhielt enge Wirtschaftsbeziehungen zum Mittelmeerraum, vor allem zur aufstrebenden Weltmacht Rom. Grundlage des Handels bildete der Export von „norischem Eisen“, das im Süden sehr geschätzt war. Die Handelskontakte bewirkten eine allmähliche Romanisierung des Kärntner Zentralraumes (DOBESCH, 1980). Erzeugnisse aus italischen Kunsthandwerksstätten erreichten auch die Gebiete nördlich der Zentralalpen. Am Biberg bei Saalfelden fand sich ein Henkelfragment einer italischen Bronzekanne sowie der Griff eines Weinsiebes (MOOSLEITNER, 1977). Auf dem Bürgkogel bei Kaprun wurde u. a. ein italischer Dosespiegel aus Bronze aufgefunden (1. Jh. v. Chr.). Von derselben Fundstelle stammen auch drei Kupfermünzen, die zwischen 96 und 80 v. Chr. in Rom geprägt wurden (Fundber. Österr., 1979) (Abb. 11). Das „norische Eisen“ stammte nicht nur aus den Bergbaugebieten Kärntens und der Steiermark, ein geringer Teil dürfte auch von den Ambisonten im Pinzgau geliefert worden sein. Einen Hinweis darauf liefert ein scheibenförmiger Eisenbarren von der Bürg in Kaprun (Katalog, 1980) (Abb. 12). Mit 6.540 Gramm entspricht sein Ge-

wicht genau 20 römischen Pfunden (1 Pfund = 327 Gramm). Der Barren war daher zweifellos für den Südhandel bestimmt. Aus Ritzinschriften in den Magazinen der norischen Hauptstadt auf dem Magdalensberg geht hervor, daß das Eisen u. a. in „disci“ (= Scheiben) geliefert wurde (EGGER, 1961).

Diese Handelskontakte zwischen Nord und Süd belegen eine intensive Benützung der Paßwege in der spätkeltischen Periode (2.–1. Jh. v. Chr.).

Daß nicht nur Waren über die Tauernpässe transportiert wurden, belegt eine „Skavlenkette“, die 1979 bei Bauarbeiten an der Glocknerstraße aufgefunden wurde (Fundber. Österr., 1979). Ihr Fundpunkt liegt an der Nordseite der Glocknerstraße in rund 2.050 m Seehöhe.

Mit dieser – heute in mehrere Teile zerbrochenen – Eisenkette mit Halsschellen konnten 10 Gefangene aneinandergelockt werden. Auf Grund des guten Erhaltungszustandes wurde die Kette zunächst in das 16. oder 17. Jh. n. Chr. eingeordnet. Funde gleichartiger Sklavenketten in spätkeltischen Städten – z. B. in Manching bei Ingolstadt – sprechen für eine Datierung in das 2. oder 1. Jh. v. Chr. (Ausgrabungen, 1992).

Das Ausgreifen Roms nach dem Norden bereitete der Eigenständigkeit der keltischen und rätischen Stämme ein Ende. Im Jahre 15 v. Chr. unterwerfen die bei-

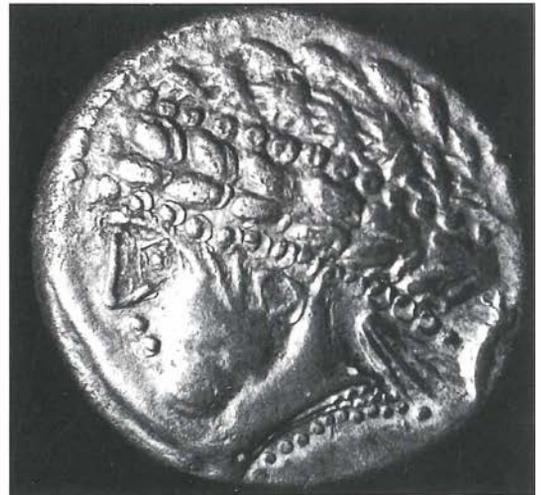
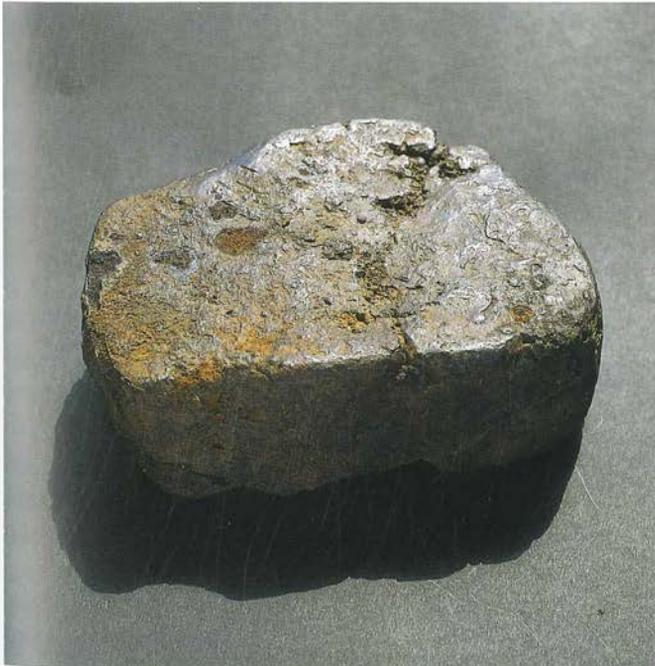


Abb. 11: Keltische Silbermünze vom Bürgkogel in Kaprun; 2. Jh. v. Chr.

Abb. 12: Scheibenförmiger Eisenbarren vom Bürgkogel in Kaprun; 1. Jh. v. Chr.

den Stiefsöhne des Kaisers Augustus, Drusus und Tiberius, die rätischen Alpenstämme in einem blutigen Feldzug. Die Aushebung der wehrfähigen Männer für den Militärdienst in anderen Provinzen brach den letzten Widerstand. Etwa zum selben Zeitpunkt wurde das keltische Königreich Norikum auf friedlichem Wege in das Römerreich eingegliedert (HEGER, 1973). Noricum behielt anfänglich noch eine gewisse Sonderstellung, nur wenige römische Soldaten wurden in Noricum stationiert. Die Verwaltung lag weitgehend in Händen der einheimischen Führungsschicht. Um die Mitte des 1. Jh. n. Chr. – unter Kaiser Claudius – hat Rom diese Sonderrechte abgebaut und die Provinz Noricum eingerichtet, die man einem kaiserlichen Beamten aus dem Ritterstand unterstellte. Tirol war Teil der Provinz Rätien, die vor allem Südbayern und die Zentralalpenregion umfaßte.

Die Verwaltung des großen Gebietes erforderte ein gut ausgebautes Straßennetz. Zu Beginn ihrer Herrschaft haben die Römer anstelle der bis dahin üblichen Saumwege befahrbare Straßen über die Alpen gebaut: die Straße über den Reschenpaß, die Augusta Vindelicorum (= Augsburg) mit Italien verband und die Straße von Iuvavum (= Salzburg) über den Radstädter Tauern Richtung Virunum (auf dem Zollfeld in Kärnten). Wenig später hat man auch die Brennerroute ausgebaut. Von der Straßenstation Immurium bei Moosham im Salzburger Lungau wurde eine von der Hauptstrecke abzweigende Straße über den Katschberg nach Teurnia errichtet, die die Reiseroute von Iuvavum Richtung Italien wesentlich verkürzte. Straßenstationen im Abstand einer Tagesreise mit Übernachtungsmöglichkeiten, Pferdewechsel und „Reparaturwerkstätten“ sorgten für die Bedürfnisse der Reisenden. Auf Meilensteinen, die entlang der Straßen aufgestellt wurden, ließ sich die Entfernung zur nächsten Stadt ablesen.

Auch am hochgelegenen Korntauern zwischen Mallnitz und Gastein sind im Gelände Reste einer Fahrstraße erhalten. Bauweise und Trassenführung deuten auf eine Entstehung in römischer Zeit hin (LIPPERT, 1993). Strategische Erwägungen – vermutlich in Zusammenhang mit den Markomannenkriegen – könn-

ten zum Bau dieser Straße geführt haben, eine länger andauernde Benutzung ist auf Grund der aufwendigen Instandhaltungsarbeiten nicht anzunehmen. Vielleicht ist die Straße auch gar nicht fertig gebaut worden. Hingegen erscheint die Benutzung der Paßroute zwischen Mallnitz und Gastein für den Saumverkehr durch den Fund einer spätantiken Kupfermünze des 4. Jh. n. Chr. am Mallnitzer Tauern gesichert (verwahrt im Heimatmuseum Badgastein, unpubl.). Auch die Glocknerroute ist in römischer Zeit zweifellos begangen worden. Die berühmte Bronzestatuette des „Herkules von der Glocknerstraße“ galt früher als Beweis für die Existenz eines römischen Paßheiligtums (FLEISCHER, 1967). Die Echtheit der Fundortangabe wurde jedoch angezweifelt. Es scheint, daß Mitarbeiter des Straßenprojektes mit dieser – vermutlich aus dem Kunsthandel stammenden – Statuette dem Erbauer der Großglocknerstraße, Dipl.-Ing. F. Wallack eine Freude machen wollten (WALDE, 1975). Die Höhenburgen der einheimischen Bevölkerung wurden am Beginn der römischen Herrschaft zerstört (in Rätien) oder aufgegeben. Die neu gegründeten Städte – Virunum, Iuvavum, Teurnia, Aguntum – nahmen einen raschen Aufschwung, schon unter Kaiser Claudius wurde ihnen das Stadtrecht verliehen. An siedlungsgünstigen Plätzen des Alpenvorlandes – jedoch auch in den Alpentälern – entstanden Villen und Gutshöfe, die nach südlichem Vorbild mit Bädern, Fußbodenheizung, Mosaiken und Wandmalereien ausgestattet waren. Baureste römischer Gutshöfe wurden u. a. in Goldegg im Pongau sowie in Wiesersberg bei Saalfelden aufgefunden (HELL, 1969).

Gesicherte Nachweise für römerzeitlichen Bergbau in den Alpen fehlen bisher. Das Hochgebirge wurde vor allem von Jägern aufgesucht. Der Fang von Raubtieren, die in großer Zahl für die Tierhetzen in den Arenen benötigt wurden, brachte großen Gewinn. Ein Jäger könnte eine Bronzefibel verloren haben, die im Bereich der Tauernscharte am Tennengebirge aufgefunden wurde.

Ab dem 3. Jh. n. Chr. verschlechterten sich die Lebensbedingungen in den inneralpinen Gebieten. Die Gutshöfe und Siedlungen wurden z. T. zerstört. Die

ständige Bedrohung durch Einfälle von Germanen veranlaßte die Bevölkerung sich auf natürlich geschützte Anhöhen zurückzuziehen. Wiederum hat man jene Felshöhen aufgesucht, die schon in der Frühbronzezeit und in der Eisenzeit besiedelt waren. Die Randbefestigungen – Mauern, Wälle und Gräben – wurden erneuert oder instandgesetzt. Nur innerhalb sicherer Befestigungen war ein Leben noch möglich. Teile der Bevölkerung sind nach Italien abgezogen.

Durch den Ansturm der Slawen am Ende des 6. Jh. wurden die – bis dahin bei Italien verbliebenen – Gebiete südlich des Alpenhauptkammes (Kärnten, Osttirol) verwüstet, alle Siedlungen zerstört, die Bevölkerung vertrieben oder ausgerottet.

Das weitere Vordringen der Slawen im Pustertal gegen Westen wurde von den Bajuwaren aufgehalten, die im 6. Jh. nicht nur Nordtirol und Salzburg in Besitz genommen hatten, sondern auch über den Brenner nach Südtirol vorgezogen waren.

In den von den Bajuwaren besiedelten Gebieten ist ein friedliches Zusammenleben zwischen den im Lande verbliebenen „Romanen“, den Resten der spätantiken Bevölkerung, und den germanischen Zuwanderern zu beobachten. Allmählich wurden sie jedoch assimiliert, ihre Sprache und ihre eigenständige Kultur verschwand. Von den Romanen wurde jedoch eine Vielzahl an vorkeltischen, keltischen, rätischen und römischen Orts-, Flur- und Gewässernamen tradiert. Viele Namen haben ihren Ursprung in prähistorischen Perioden (HÖRBURGER, 1982).

Alle jene Völkerschaften, die im Laufe der Geschichte den Alpenraum besiedelten, haben nicht nur mit archäologischen Zeugnissen, sondern auch im heutigen Namensgut ihre Spuren hinterlassen.

*Adresse des Autors:
Dr. Fritz MOOSLEITNER, Salzburger Museum
Carolino Augusteum, Museumsplatz 6,
A-5020 Salzburg*

- Arch. Austriaca **36**, 1964, 62 ff.
 Arch. Austriaca **36**, 1971, 49 ff.
 ADLER., H. und M. MENKE (1978) Das Abri von Unken an der Saalach, ein spätpaläolithischer Fundplatz der Alpenregion. – *Germania* **56**, 1 ff.
 BARFIELD, L., E. KOLLER und A. LIPPERT (1992) Der Zeuge aus dem Gletscher. Das Rätsel der frühen Alpen-Europäer. – Wien 1992 (mit Literaturliste).
 BORTENSCHLAGER, I. und S. (1981) Pollenanalytischer Nachweis früher menschlicher Tätigkeit in Tirol. – Veröffentl. d. Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum **61**, 5 ff.
 Die Ausgrabungen in Manching, Bd. **15**, 1992, Taf. 116
 Katalog (1980) Die Kelten in Mitteleuropa. – Katalog der 1. Salzburger Landesausstellung, Hallein 1980, Kat.-Nr. 226
 DOBESCH, G. (1980) Die Kelten in Österreich nach den ältesten Berichten der Antike. Das norische Königreich und seine Beziehungen zu Rom im 2. Jahrhundert v. Chr. – Köln - Wien - Graz.
 EGGER, R. (1961) Die Stadt auf dem Magdalensberg, ein Großhandelsplatz. Die ältesten Aufzeichnungen des Metallwarenhandels auf dem Boden Österreichs. – Denkschriften Österr. Akad. d. Wiss., phil.-hist. Klasse **79**.
 EHRENBERG, K. (1959) Die urzeitlichen Fundstellen und Funde in der Salzhöhle. – Steiermark. Arch. Austriaca **25**, 8 ff.
 EHRENBERG, K. (1974) Die bisherigen urzeitlichen Funde aus der Schlenkendurchgangshöhle, Salzburg. – Arch. Austriaca **55**, 7 ff.
 EIBNER, C., L. PLANK und R. PITTIONI (1966) Die Urnengräber vom Leberberg bei Kitzbühel, Tirol. – Arch. Austriaca **40**, 215 ff.
 FLEISCHER, R. (1967) Die römischen Bronzen aus Österreich. – Mainz, Kat.-Nr. 157 (mit Literaturliste)
 FLUCHER, H. (1967) Skarabäusfund am Hohen Sonnblick. – Alpenvereins-Jahrbuch 1967
 FREI, B., O. MENGHIN, E. MEYER und E. RISCH (1970) Der heutige Stand der Räterforschung. – Jb. d. Schweiz. Ges. f. Ur- und Frühgeschichte **55**, 119 ff.
 Fundber. Österr. **14**, 1975, 195 f.
 Fundber. Österr. **18**, 1979, 521 f.
 Fundber. Österr. **18**, 1979, 567
 Fundber. Österr. **24/25**, 1985/86, 206
 Fundber. Österr. **27**, 1988, 274
 Fundber. Österr. **27**, 1988, 258
 Fundber. Österr. **28**, 1989, 250
 Fundber. Österr. **30**, 1991, 230
 Fundber. Österr. **30**, 1991, 339 f.
 HARTMANN, A. (1978) Ergebnisse spektroanalytischer Untersuchung spät-hallstatt- und latènezeitlicher Goldfunde vom Dürrenberg, aus Südwestdeutschland, Frankreich und der Schweiz. Der Dürrenberg bei Hallein III/2. – Münchner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte **18**, 601 ff.
 HEGER, N. (1973) Salzburg in römischer Zeit. – Jahresschrift d. Salzburger Museums C. A. **19**, 17 f.
 HELL, M. (1952) Der Bronzedolch von der Glocknerstraße. – Arch. Austriaca **10**, 41 ff.
 HELL, M. (1956) Zwei Steinäxte vom Kamme der Ostalpen. – *Germania* **34**, 142 f.
 HELL, M. (1958) Der Brandstattbühel, eine Höhensiedlung der Urnenfelder- und Latènezeit bei Schwarzach in Salzburg. – Arch. Austriaca **24**, 15 ff.
 HELL, M. (1958) Grabfunde der Urnenfelderkultur aus dem salzburgischen Pinzgau. – Arch. Austriaca, Beih. **3**, 91 ff.
 HELL, M. (1959) Urnenfelderzeitliche Gräber bei St. Georgen im salzb. Pinzgau. – Arch. Austriaca **25**, 118 ff.
 HELL, M. (1960) Grabfunde der Urnenfelderzeit aus dem Oberpinzgau in Salzburg. – Arch. Austriaca **28**, 61 ff.
 HELL, M. (1963) Die Ansiedlung der Bronzezeit auf dem Falkenstein bei Krimml in Salzburg. – Mitt. d. Ges. f. Salzburger Landeskunde **103**, 3 ff.
 HELL, M. (1969) Römische Baureste aus Goldegg im Pongau. – Jahresschrift d. Salzburger Museums C. A. **15**, (1970), 95 ff; zu Wiesersberg siehe Fundber. Österr. **28**, 1989, 250 f.
 HELL, M. und F. MOOSLEITNER (1980/81) Zur urgeschichtlichen Besiedlung des Talraumes von Golling (Land Salzburg). – Mitt. d. Ges. f. Salzburger Landeskunde **120/121**, 1 ff.
 HÖRBURGER, F. (1982) Salzburger Ortsnamenbuch. – Mitt. d. Ges. f. Salzburger Landeskunde, **9** Erg.bd.
 PLINIUS d. Ä. Inschrift am Tropaeum Alpium, überliefert durch Plinius d. Ä., nat. hist. III, 316–317; CIL V7817.
 KRAL, F. (1993) Ein pollenanalytischer Beitrag zu archäologischen Fragen im Gasteiner Raum. In: A. Lippert (Hg.), Hochalpine Altstraßen im Raum Badgastein-Mallnitz. Bocksteiner Montana **10**, 203 ff.
 KYRLE, G. (1918) Urgeschichte des Kronlandes Salzburg. – Österr. Kunsttopographie **17**, 44.
 KYRLE, G. (1918) Urgeschichte des Kronlandes Salzburg, Österr. Kunsttopographie **17**, 64.
 LIPPERT, A. (1972) Das Gräberfeld von Welzelach (Osttirol). Eine Bergwerksnekropole der späten Hallstattzeit. – Bonn 1972.
 LIPPERT, A. (1992) Der Göttschenberg bei Bischofshofen. – Mitt. d. prähist. Kommission d. Österr. Akad. d. Wissensch. **27**.
 LIPPERT, A. (Hsg.) (1993) Hochalpine Altstraßen im Raum Badgastein-Mallnitz. – Bocksteiner Montana **10**.
 LUCKE, W. und O.-H. FREY (1962) Die Situla in Providence (Rhode Island). – Röm.-Germ. Forschungen **26**, Kat.-Nr. 44.
 MOOSLEITNER, F. (1977) Eine Auswahl an Funden vom Biberg bei Saalfelden findet sich bei: F. Moosleitner. Das Saalfeldener Becken in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. – Leobener Grüne Hefte **170**, 27 ff.
 MOOSLEITNER, F. (1978) Der goldene Halsring von der Maschlalm. – Salz. Museumsblätter **39**, 1978, 13 ff.
 MOOSLEITNER, F. (1992) Das hallstattzeitliche Gräberfeld von Uttendorf im Pinzgau, Salzburg 1992, 58 ff.
 MÜLLER-BECK, H. (1974) Das Altpaläolithikum. – Ur- und frühgeschichtliche Archäologie der Schweiz, Bd. **1**, 89 ff.
 PITTIONI, R. (1963) Ein Lochbeil aus Kals in Osttirol. – Arch. Austriaca **33**, 107 f.
 PITTIONI, R. (1963) Ein neuer Fund vom Hochtorgebiet-Großglocknerstraße, Salzburg. – Arch. Austriaca **33**, 108 ff.
 WALDE, E. (1975) Zum Fundort des sogenannten Herkules vom Hochtorg. – Tiroler Heimatbl. **50**, Heft 1, 2 ff.
 WAGNER, K. H. (1943) Nordtiroler Urnenfelder, 1943
 ZSCHOCKE, K. und E. PREUSCHEN (1932) Das urzeitliche Bergbauggebiet von Mühlbach – Bischofshofen. – Materialien zur Urgeschichte Österr. **6** Wien.

Entwicklung des Berg- und Hüttenwesens und ihre wirtschaftliche und kulturelle Bedeutung

Das Gebiet der Hohen Tauern ist ein uraltes Bergbauland. Ur im wahrsten Sinne des Wortes. Vielfach in einsamen Tälern hochgelegene, bis in die Gletscherregion befindliche alte Bergbauanlagen wie ausgedehnte Haldenkomplexe, alte Stollen verfallene Knappenhäuser, Aufbereitungsanlagen und letztlich alte Erzwege, zeugen von einer oft über viele Jahrhunderte intensiv betriebenen Bergbautätigkeit.

Gold- und Silberbergbaue

Schon in prähistorischer Zeit war das Tauerngold bekannt und berühmt und ist heute untrennbar mit der Gebirgsregion der Hohen Tauern verbunden. Vor ca. 4000 Jahren wurde das Tauerngold entdeckt und wirkte wie ein Magnet auf den Menschen aus halb Europa. Vermutlich waren es Farbe, Glanz und Beständigkeit und darüber hinaus die Seltenheit des Auftretens und die dadurch verbundene Wertschätzung, die die Menschen in den Bann zog. Obwohl zwischenzeitlich sämtliche Goldbergbaue aus Gründen der Wirtschaftlichkeit eingestellt werden mußten, haben die Edelmetallvorkommen heute kaum ihre Anziehungskraft eingebüßt. Sowohl Geologen, Mineralogen und Experten auf dem Gebiet der Lagerstättenkunde als auch Scharen von Mineraliensammlern zeigen unter anderem großes Interesse an diesen Bergbauen bzw. Lagerstätten, wengleich der thematische Schwerpunkt des Interesses sehr unterschiedlich ist.

Gasteiner-, Rauriser- und Oberes Murtal

Im Zentralteil der Hohen Tauern gelegen, befindet sich das Bergmassiv des Sonnblicks bzw. der Goldberggruppe,

deren letzterer Name schon auf das begehrte Metall hinweist. In den umgebenden, von Gletschern geformten Tälern auf Salzburger und Oberkärntner Gebiet liegen zahlreiche historische, mit dem Goldbergbau unmittelbar in Zusammenhang stehende Siedlungen, wie Rauris, Gastein in Salzburg und Heiligenblut sowie Döllach in Oberkärnten.

Die Anfänge des norischen Goldbergbaues liegen im Dunkeln, abgesehen von Funden einer Serpentinlochaxt aus dem Raume Gastein, einem Dolch aus dem Bereich der Großglockner Hochalpenstraße und einem prunkvollen, goldenen Halsreifen aus dem Rauriser Seidlwinkeltal.

Durch die Kelten wurden die Goldvorkommen bekannt und berühmt, und es entstand um 130 v. Chr. ein wahrer Goldtausch. Das Gold fand sich teils gediegen bis zu Bohnengröße, teils bedurfte es einer Schmelzung, diese lohnte sich aber reichlich. Unter der Herrschaft der Römer erlangte Norisches Gold Berühmtheit. Die Römer schlugen aus den Tauernmetallen Münzen, denen „metallum noricum“ als Herkunftsangabe aufgeprägt war (Taf. 1). Der Abzug der Römer, die Völkerwanderungszeit, brachten den blühenden Goldbergbau über Jahrhunderte zum Erliegen.

Um 719 dürfte zunächst der Gold- und Silberbergbau insbesondere im Sonnblickgebiet wieder aufgenommen worden sein, jedoch beschränkte man sich im folgenden im 8. und 9. Jahrhundert weitgehend auf die Gewinnung von Waschgold aus Goldseifen im Bereich der Tauernbäche und am Oberlauf der Salzach. Größere Bedeutung erlangte der Gold- und Silberbergbau in Gastein und in Rauris erst im 14. Jahrhundert, nachdem Gastein 1327 durch Kauf an das Erzbistum Salzburg fiel. Salzburg war aufgrund seiner Gold- und Silber-

bergbaue in den fiskalischen Reichsanträgen stets so hoch eingestuft wie die Kurfürstentümer. 1523 hielt der Nürnberger Reichstag fest, daß besondere finanzwirtschaftliche Verhandlungen zu führen seien mit Erzherzog Ferdinand von Tirol, mit den Tiroler Silbergruben, Kurfürst von Sachsen mit den Silberbergbauen im Erzgebirge und dem Erzbischof von Salzburg mit den Gold- und Silbergruben in den Hohen Tauern.

Neben den bereits erwähnten, bekannten und von privaten Gewerken betriebenen Pongauer und Pinzgauer Gold- und Silberbergbauen in Gastein und Rauris erlangten auch die 1354 urkundlich erwähnten Lungauer Gold- und Silberbergbaue des oberen Murtales größere Bedeutung. Zu den Abbauzentren zählten Schellgaden, Rotgülden, Silbereck und Altenberg.

Da in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts in Salzburg überhaupt nicht gemünzt wurde, gelangte die Edelmetallausbeute im Handel nach Venedig. Mit der Wiedereröffnung der Salzburger Münze im Jahre 1500 durch Erzbischof Leonhard von Keutschach ging der Gold- und Silberhandel in erzbischöfliche Hände über, der Bergbau selbst wurde aber verpachtet. Das aus Gastein und Rauris abgelieferte Gold und Silber und schließlich das Gold und Silber aus dem Lungau, zuzüglich dem Waschgold, genügte für die landeseigene Münzprägung, jedoch mußte trotz des bedeutenden Silbervorkommens bei Ramingstein im Lungau Silber aus dem Ausland zugekauft werden.

Unter Bischof Leonhard von Keutschach nahm der Edelmetallbergbau, der neben der Saline in Hallein das Grundeinkommen der Erzbischöfe bedeutete, einen erheblichen Aufschwung. Die größte Ausbeute wurde schließlich zu Mitte des 16. Jahrhunderts erzielt. Die



Tafel 1

Abb. 1: Semis, Hadrianus (117–138);
Messing: 2,22 g, Dm.: 17 mm
Vorderseite: IMP CAESAR TRAIAN
HADRIANVS AVG;
Kopf r., Lorbeerkranz
Rückseite: In Eichenkranz zweizeilige
Aufschrift: MET / NOR
Kaiser Hadrianus ließ als Sonderprägungen
Kleinmünzen mit der Nennung von Berg-
werksbezirken schlagen. MET NOR nimmt
Bezug auf das Metallum Noricum, das
berühmte norische Eisen.
(Sammlung: Münzkabinett, Kunsthist.
Mus. Wien, Foto: A. Schumacher)



Abb. 2: Goldgulden, ab ca. 1350, Münzstätte
Judenburg, Herzog Albrecht II (1330–1358).
Gold (aus den Hohen Tauern): 3,49 g.
Die Goldgulden Herzog Albrechts II. aus
seiner steirischen Münzstätte Judenburg,
sind die ersten Goldmünzen, die im mittelal-
terlichen Österreich geprägt worden sind.
Als Vorbild dienten die Florentiner
Goldgulden. (Sammlung: Münzkabinett,
Kunsthist. Mus. Wien, Foto: A. Schumacher)



Abb. 3: Turmgepräge zu 10 Dukaten, 1594;
im Auftrag des Erzbischof Wolf Dietrichs
von Raitenau (1587–1612).
Gold (aus den Hohen Tauern): 34,85 g,
Dm.: 41 mm.
Vorderseite: Sechsfeldiges erzbischöfliches
Wappen zwischen den Heiligen Rupert und
Virgil.
Rückseite: In der Brandung stehender, von
Winden umbrauster Turm.
Im Vergleich dazu, das neben Berggold
wichtigste Rohmaterial für die Goldgewin-
nung, das Waschgold aus den Flüssen und
Bächen im Vorland der goldhaltigen
Gebirge. (Sammlung: Münzkabinett,
Kunsthist. Mus. Wien, Foto: A. Schumacher)



Abb. 4.: Bergwerksmarken für die
Bergarbeiter in Gastein und Rauris aus der
Regierungszeit Erzbischof Wolf Dietrichs
von Raitenau (Kupfer, Dm.: 20 mm).
a) Fleischmarke zu 20 Kreuzer, Gastein
b) Getränkemarke, Gastein (G)
c) Getränkemarke, Rauris (R)
(Sammlung: Münzkabinett, Kunsthist. Mus.
Wien, Foto: A. Schumacher)

Gewerken gelangten zu gewaltigem Reichtum, eine der berühmten Großunternehmerfamilien waren die Gewerken Weitmoser in Gastein, als weitere bekannte Gewerken zählten die Strasser, Zott, Rosenberger und Putzen von Kirchheimegg.

Die Schmelzhütten bestanden zunächst im Bereich des Gasteiner und Rauriser Tales, insbesondere an Örtlichkeiten, wo Wasserkräfte zum Pochen der Erze und Holz zum Rösten und Schmelzen der Erze ausreichend zur Verfügung standen. In späteren Jahren ab 1547 erfolgte schließlich die Verhüttung in Lend im Salzbachtal. Die Schätzung über die jährlichen Goldgewinne sind unterschiedlich und dürften jedoch vor 1560 um 200–1.000 kg bzw. bis zu 2.600 kg jährlich betragen haben.

Als der Edelmetallbergbau zu Beginn des 17. Jahrhunderts seine Bedeutung mehr und mehr verlor, versuchte Erzbischof Wolf-Dietrich durch Gewährung von Krediten an die Gewerken eine Sanierung, die durch seinen Nachfolger, Erzbischof Markus Sittikus, fortgesetzt wurde (Taf. 1). Trotz mancher Zugeständnisse verblieb aber die unbedingte Ablieferung der edlen Metalle an die Pfenningstube am Hof in Salzburg. Statt eines Umgeldes einer Art Getränkesteuer wurden die Gewerken zu einer alljährlichen Reichung verpflichtet, das war ab 1602 eine goldene Kredenzschale. Diese Reichungen erfolgten nachweislich bis 1613 und sind heute Teil der ehemals weltlichen Salzburger Schatzkammer im Palazzo Pitti in Florenz (Abb. 5, 6).

Im folgenden 17. Jahrhundert ging der Edelmetallbergbau in Gastein und Rauris durch Preisverfall des Goldes infolge ausländischer Konkurrenz, Verarmung der Lagerstätten und infolge des Vorrückens der Gletscher stark zurück. Darüber hinaus waren die Folgen der 1554 begonnenen und mehrfach wiederholten Protestantenaustreibungen zu tragen. Tragisch gingen alle Gewerkegeschlechter vielfach infolge Verarmung zugrunde. Ab 1618 bzw. in der Folgezeit unter Erzbischof Paris Lodron wurden die darniederliegenden Gold- und Silberbergbaue zu Spottpreisen von der Hofkammer erworben. Die Bergbaue verloren jedoch immer mehr an Bedeutung und standen oft lange Zeit still. Im



Abb. 5: Pilgerflasche aus dem Reiseservice Erzbischof Wolf Dietrichs von Raitenau (1587–1612). Gold und Email; signiert vom erzbischöflichen Hofgoldschmied Hans Karl, dat. 1602. Höhe 22,5 cm. Schraubdeckel mit floralem Ornamentfries in schwarzem „Grubenschmelz“. Auf der Flasche das Wappen des Erzstiftes Salzburg. (Sammlung: Museo degli Argenti, Palazzo Pitti, Florenz); Foto: P. Bacherini

18. Jahrhundert wurden in den Salzburger Gold- und Silberbergbauen lediglich 10 % der Ausbeute zur Blütezeit des 16. Jahrhunderts erreicht, und im folgenden 19. Jahrhundert gab der Österreichische Staat die Betriebe gänzlich auf.

Im Rauriser Tal versuchte in den Jahren zwischen 1876 und 1888 der Gewerke Ignaz Rojacher (Abb. 7) durch Einführung modernster Abbau- und Förder-techniken den Bergbau am Hohen Goldberg zu beleben, mußte schließlich jedoch aus wirtschaftlichen Gründen das Vorhaben aufgeben (Abb. 8, 9, 10, 11).

Im Gasteinertal wurde zunächst ebenfalls durch Privatinitiative auf gewerkschaftlicher Basis versucht, im ausgehenden 19. und folgenden 20. Jahrhundert die Goldbergbaue wieder zu aktivieren. Ing. Dr. Karl Imhof, Erbauer des Tauerntunnels, zeigte großes Interesse am altbekannten Goldfeld der Hohen Tauern im Sonnblickmassiv und unternahm ab 1908, unterstützt von finanzkräftigen Gewerken, in den ehemaligen Gold- und Silberbergbaurevierern im Bereich des Silberpfennigs, der Erzwise und dem Pochkar und Seekarkopf großzügige Untersuchungs- und Auf-



Abb. 6: Trinkschale aus dem Reiseservice Erzbischof Wolf Dietrichs von Raitenau. Schenkung der Gewerken von Gastein statt des Umgeldes, einer Art von Steuer, an den Erzbischof. Gold und Email. Arbeit von Hans Karl, Salzburg um 1600. Höhe: 14 cm. (Sammlung: Museo degli Argenti, Palazzo Pitti, Florenz, Foto: P. Bacherini)

Abb. 6a: Bergbauliche Details von den Trinkschalen Wolf Dietrichs von Raitenau.

Zwei Bergleute am Schachtmund, eine Haspel (Seilwinde) betätigend.



Bergleute bei der Arbeit mit dem „Gezähe“ (Eisen und Schlägel) und bei der Erzförderung mit der Scheibruhe.



schlußarbeiten, dem schließlich 1911 die Realisierung eines großangelegten Unterbauprojektes, genannt Imhof-Unterbaustollen, zwischen Gastein und Rauris folgte (Abb. 12, 13). Die vorliegenden Aufschlußverhältnisse erlaubten zunächst einen rationellen Abbau- und Förderbetrieb, jedoch die Weltwirtschaftskrise zwischen den beiden Weltkriegen setzten dem kühnen Unternehmen 1927 ein Ende.

Während des Zweiten Weltkrieges wurde der Bergbau wieder aufgenommen und darüber hinaus die untertägige Verbindung zwischen Gastein und Rauris fertiggestellt. Gleichzeitig unternommene Untersuchungsarbeiten am benachbarten Radhausberg durch Realisierung eines Unterbauprojektes, genannt Paselstollen, dem späteren Heilstollen, führten zwar zu keinem nennenswerten Erfolg, jedoch die dort aufgetretenen hohen Temperaturen, verbunden mit dem Radongehalt der Luft, bringen heute jährlich tausenden Kranken Linderung und Heilung. In letzter Zeit wurden die zwischenzeitlich verfallenen Stollenanlagen zwischen Gastein und Rauris saniert und für touristische Zwecke sowohl als Durchfahrt zwischen den beiden Tälern als auch als Schaubergwerk zugänglich gemacht.



Abb. 7: Ignaz Rojacher, der letzte Gewerke des Gold- und Silberbergbaues am Hohen Goldberg und Gründer des Sonnblick-Observatoriums um 1880.



Abb. 8 (Bild Mitte): Rauris, Zentrum des frühen Gold- und Silberbergbaues und Sitz der Gewerkefamilien; um 1900.

Abb. 9 (Bild unten): Rauris und Rauriser Tal in der heutigen Zeit; Blickrichtung Süden. Foto: E. Stüber

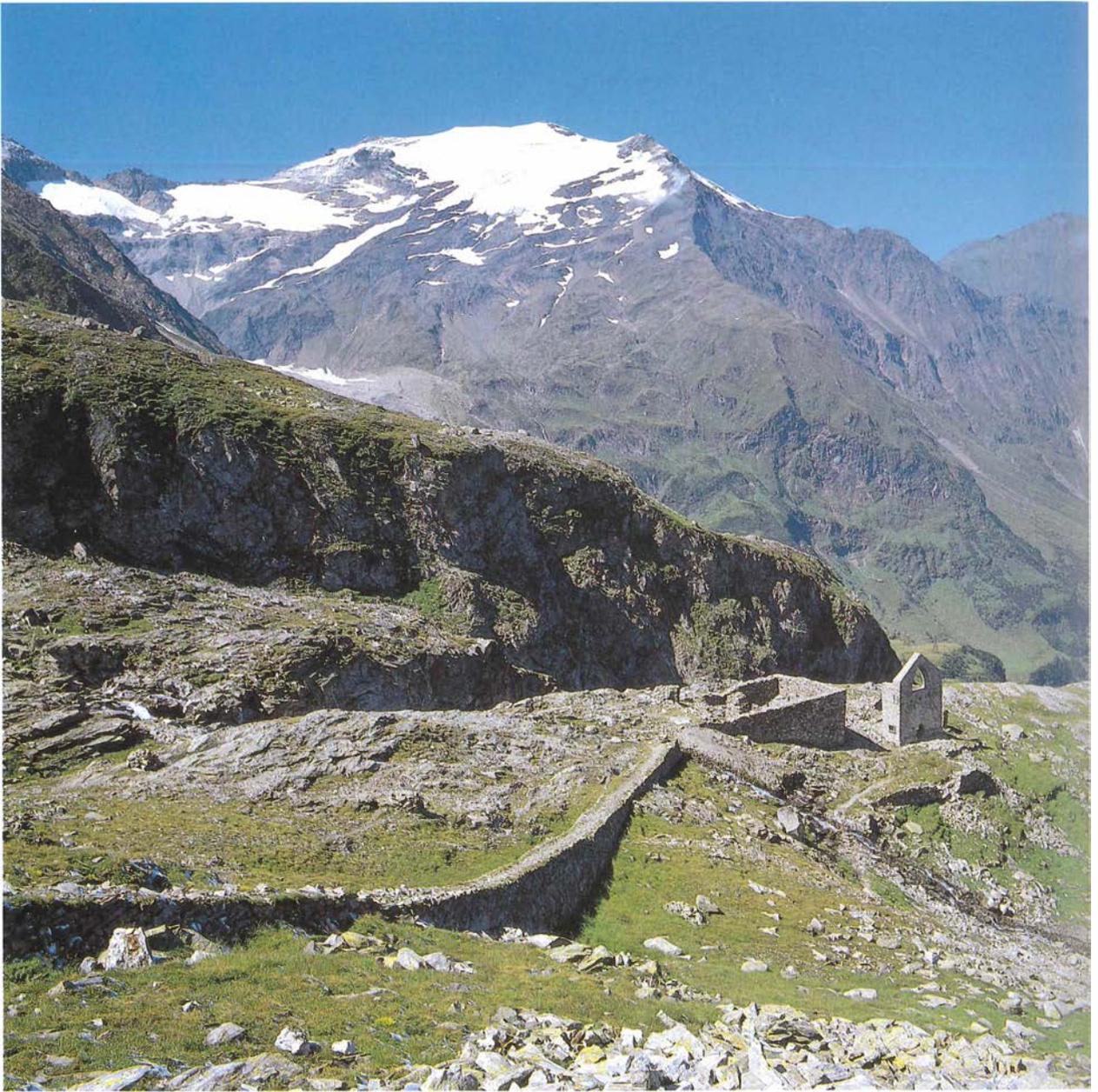


Abb. 11: Goldbergbau am Hohen Goldberg, Kolm Saigurn. Anlage im heutigen Zustand. Im Hintergrund der Hocharn. Foto: W. Retter

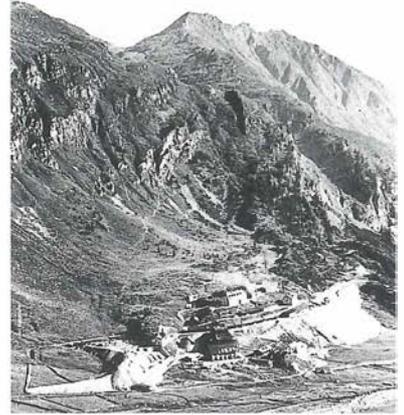


Abb. 10: Radhausberg des Schrägaufzuges am Hohen Goldberg um 1885.



Abb. 13: Gasteinertal; ehemalige Aufbereitungsanlagen beim Imhofstollen, 1993. Foto: R. Seemann

Abb. 12: Nafsfeld im Gasteinertal, Aufbereitungsanlagen samt Werksiedlung beim Imhofstollen um 1940.



Fuschertal

Neben den bekannten, berühmten Gold- und Silberbergbauen im Rauriser und Gasteinertal zählten vor allem die Gold- und Silberbergbaue im benachbarte Fuschertal mit den Bergbauen Hirzbach und Zwing, Schiedalpe und schließlich Brennkogel und Kloben zu den bedeutenden Gold- und Silberbergbauen dieser Region. Hervorzuheben sind die Gold- und Silberbergbaue im Hirzbachtal, die 1345 Erwähnung finden und zwischen 1460 und 1550 unter den bekannten Gewerken wie die Weitmoser, Perner und Rosenberger Bedeutung erlangten. Besonders waren die Goldbergbaue am Brennkogel und am Kloben im hintersten Fuschertal im Bereich der Glocknergruppe wegen ihres Goldreichtums bzw. Auftretens von Freigold bekannt und zählten neben den gleichartigen Bergbauen am Grieswies-Schwarzkogel im Sonnblickgebiet zu den höchstgelegenen Bergbauen Europas.

Möll-, Fleiss- und Zirknitztal, Wurten- und Sadnigtal

Südlich anschließend im benachbarten Oberkärnten am Südhang der Hohen Tauern bestanden zahlreiche Gold- und Silberbergbaue im oberen Mölltal, im großen und kleinen Fleisstal, im großen und kleinen Zirknitztal und schließlich im Wurten- und Sadnigtal. Zu den bedeutendsten und größten Goldbergbauen

zählte der Goldbergbau auf der Goldzeche im Sonnblickgebiet. Berühmte Gewerken, wie die bereits in Rauris und Gastein erwähnten Weitmoser, Strasser und Zott und darüber hinaus die Putzen von Kirchheimegg und Steinberger betrieben in dieser Region Gold- und Silberbergbaue. Ebenso wie bei den bereits erwähnten Gold- und Silberbergbauen auf Salzburger Gebiet in Rauris, Gastein und Fuschertal setzte auch in Oberkärnten zu selbiger Zeit der Edelmetallbergbau ein bzw. kam auch fast gleichzeitig wie die salzburgischen Gold- und Silberbergbaue gänzlich zum Erliegen. In der Mitte des 17. Jahrhunderts wurde der darniederliegende Goldbergbau auf der Goldzeche durch die Gewerken Jen-

ner wieder aufgenommen und mit viel Mut, Initiative und finanziellem Einsatz betrieben. Die folgenden Gewerken im 19. Jahrhundert, wie Gregor Komposch und die Barone Eduard, Leo und Alexis von May de Madiis, versuchten, einen rentablen Goldbergbau zu führen, letzter mußten jedoch gegen Ende des 19. Jahrhunderts mangels wirtschaftlichem Erfolg die Bergbautätigkeit aufgeben. Ein ähnliches Schicksal zeigte sich beim Gold- und Silberbergbau am Waschgang, der seinerzeit wegen seiner reichen Goldvorkommen berühmt war. Sämtliche Erze wurden zur Schmelzhütte nach Döllach im Mölltal in Oberkärnten geliefert und dort aufbereitet und verschmolzen (Abb. 14).

Abb. 14: Großkirchheim bei Döllach (ca. 1960); ehemaliger Gewerksensitz. Heute ist das Gebäude Bergbau- und Heimatmuseum.





Abb. 15: Bergbau Hochfeld, Untersulzbachtal. Betriebsgelände samt Knappen-Belegschaft, um 1915.

Kupfer- und Schwefelbergbaue

Im Schatten der eben erwähnten berühmten Gold- und Silberbergbaue in den Hohen Tauern bestanden in dieser Region zahlreiche Kupferbergbaue, die zum Teil größere Bedeutung erlangten. Auf Salzburger Gebiet waren dies die Kupfer- und Schwefelkiesbergbaue Brenntal bei Mühlbach im Pinzgau und Hochfeld im Untersulzbachtal, letzterer im Bereich der berühmten Epidotfundstelle Knappenwand. Die ebenfalls bekannten Bergbaue in diesem Bereich, u. a. Rettenbach bei Mittersill, Klucken und Limberg bei Zell am See, gehören bereits der nördlich benachbarten geolo-

gischen Einheit, der Grauwackenzone, an. Im Großarlal bei St. Johann im Pongau sind zudem Kupfer- und Schwefelkiesbergbaue bei Hüttschlag zu nennen. Darüber hinaus bestanden bedeutende Kupferbergbaue in Prettau im Ahrntal in Südtirol, im heutigen Italien, gefolgt von Vorkommen in Osttirol und Oberkärnten.

Brenntal und Hochfeld

Vermutlich schon im Mittelalter betrieben, werden diese Bergbaue bereits 1537 erwähnt, offensichtlich dürften die erwähnten Kupfer- und Schwefelkiesbergbaue wirtschaftlich von Erfolg be-

gleitet gewesen sein, denn 1520 ist bereits der Bestand von Schmelzhütten bekannt. Vom Gold- und Silberbergbau her bekannte Gewerke, wie die Weitmoser und Rosenberger, betrieben zunächst diese Bergbaue, jedoch mit dem allgemeinen Niedergang der Gold- und Silberbergbaue, welcher zur Verarmung der Gewerke führte, mußten auch diese Bergbaue aufgegeben werden. Nach jahrelangem Stillstand nahm 1701 der Gewerke Georg Berger den Bergbaubetrieb wieder auf, konnte ihn jedoch nicht wirtschaftlich führen und verarmte. Nachfolgend durch verschiedene Gewerke betrieben, erreichten die beiden Bergbaue Brenntal und Hochfeld einen lokalen Bedeutungsgrad, so daß 1781 die erzbischöfliche Hofkammer diese Bergbaue erwarb, den vorher hauptanteilmäßig die Gewerkefamilie Reisl innehatte. Die nach der Säkularisierung 1816 an den Österreichischen Staat übergebenen Bergbaue Brenntal und Hochfeld samt Schmelzhütte in Mühlbach mußten schließlich aus wirtschaftlichen Gründen 1864 eingestellt werden (Abb. 15).

Abbauversuche bzw. eine Wiederinbetriebnahme beider Bergbaue in der Zwischenkriegszeit waren nur von wenig Erfolg begleitet, ebenso mußten Versuche, nach dem Zweiten Weltkrieg die Bergbaue zu aktivieren, mangels Rentabilität aufgegeben werden. Heute wird in dieser Grube ein Schaubetrieb durchgeführt (Abb. 16).

Abb. 16: Bergbau Hochfeld, Untersulzbachtal. Über einen Seilsteg gelangt man direkt in den Martinstollen, im Westfeld der Lagerstätte. Die Reicherzabbaue liegen unter dem Bachniveau.



Großarlal

Regionale Bedeutung erreichten auch die Kupfer- und Schwefelkiesbergbaue samt Schmelzhütte im Großarlal im Bereich Hüttschlag. 1521 erwähnt, waren zunächst bekannte Gewerke die Familien Regauer und schließlich Herzog Ernst von Bayern. Zahlreiche Bergbaue wurden in dieser Region betrieben, wobei die Bergbau an der Schwarzwand und in Karteis die bedeutendsten waren. 1569 erwarb der für Salzburg bekannte Gewerke Sebastian Prierer die Bergbaue samt Schmelzhütte, bis die Erben den überwiegenden Besitz an die Gewerke Steinhauser veräußerten, die jedoch 1614 den Konkurs anmelden mußten. 1622 von der erzbischöflichen Hofkammer unter Erzbischof Paris Lodron er-

worben, wurde der Betrieb mit gutem Erfolg geführt, mußte jedoch 1849, nachdem der Betrieb nach der Säkularisierung 1816 an den Österreichischen Staat übergegangen war, aus wirtschaftlichen Gründen aufgegeben werden. Wiederholte Versuche um 1850 und 1860 und während des Ersten Weltkrieges, den Bergbau wiederzubeleben, scheiterten mangels wirtschaftlichem Erfolg bzw. Rentabilität (Abb. 17).

Prettau im Ahrntal

In Südtirol im Grenzbereich zu Osttirol und Salzburg gelegen, bestand ein Bergbau auf Kupfer- und Schwefelkies samt Schmelzhütte, der über viele Jahrhunderte überregionale Bedeutung besaß. Um 1400 wird dieser Bergbau bereits als sehr alt bezeichnet. An Gewerken werden u. a. die Bischöfe von Brixen, die Herren von Welsperg, Wolkenstein-Rodeneck und Schwarzacher Gewerkefamilien genannt. Die Erze wurden zunächst in Steinhaus und Arzbach, zuletzt in Prettau im Ahrntal verhüttet, das gewonnene Kupfer war wegen seiner Reinheit und Geschmeidigkeit begehrt und berühmt. 1676 erwarben die Grafen von Tannenberg und von Sternbach den Berg- und Hüttenbetrieb, der 1847 von den Grafen Enzenberg übernommen und bis 1893 betrieben wurde (Abb. 18). Versuche, den Bergbau in Prettau wiederzubeleben, wurden zwischen 1957 und 1971 unternommen, jedoch zeigte sich kein nachhaltiger wirtschaftlicher Erfolg. Derzeit wird der ehemalige Bergbau als Schaubergwerk und auch als Heilstollen eingerichtet und dadurch die alte Bergbautradition im Sinne des Fremdenverkehrs wiederbelebt.

Froßnitz und Teischnitz im Tauern- bzw. Kalsertal

Im nördlichen Osttirol wurde eine Reihe von Kupferkies-Eisenbergbaue und mitunter Silberbergbaue betrieben, jedoch nur mit lokaler Bedeutung. Zu den bedeutendsten zählten die Kupfer- und Schwefelkiesbergbaue Froßnitz (Abb. 19) und Teischnitz samt Schmelzhütten, die im 14. und 17. Jahrhundert zeitweise betrieben wurden. Versuche, im 19. Jahrhundert, die Bergbaue wieder zu beleben, scheiterten wegen der entle-



Abb. 17: Ehemalige Kupfer- und Schwefelhütte in Hüttschlag im Großartal um 1950.

genen Lage und der damit verbundenen hohen Transportkosten.

In unmittelbarer und mittelbarer Umgebung im Raum Windisch-Matrei bestanden darüber hinaus eine Reihe von kleineren und bedeutenden Kupferkies- und Schwefelkiesbergbaue, deren Erze mitunter höhere Gehalte an Gold und Silber aufwiesen.

Abb. 19: Froßnitztal, Katal-Alm, Mitterdorfer-Alm (Osttirol)
Foto: R. Seemann



Abb. 18: Schmelzwerk Steinhaus. Nach der Zerstörung des Werkes von Arzbach wurde 1879 die alte Schmelze von Steinhaus (aktiv bis 1757) wieder in Betrieb genommen. Man schmolz hier bis 1883. Foto: Bergbaumuseum Sterzing

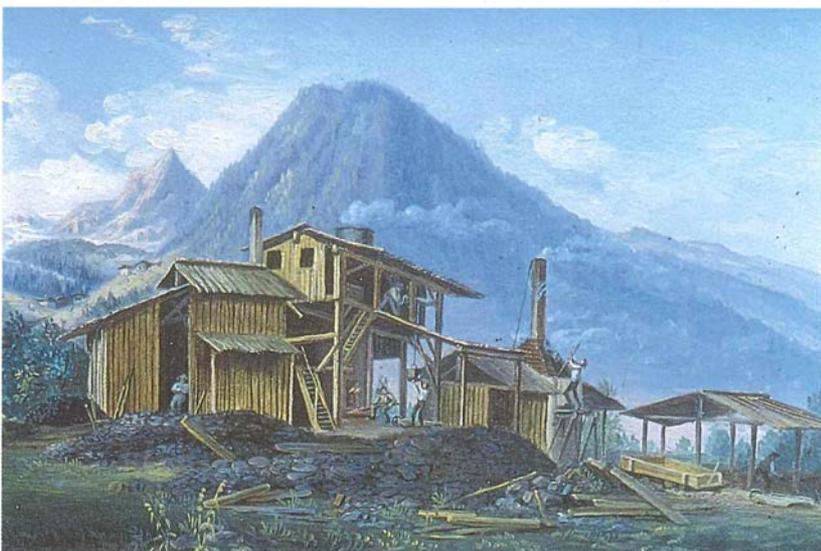




Abb. 20: Situation beim Blei- und Zinkbergbau Achselalm im Hollersbachtal um 1910.

Achsel- und Flecktrogalm im Hollersbachtal

1515 wird bereits von einer Gesellschaft von Handelsherren aus Augsburg am Burgstall bei Hollersbach Bergbau betrieben. 1628 wird am Wildlosegg im Hollersbachtal ein Blei- und Silberbergbau erwähnt. Darüber hinaus bestanden im benachbarten Habachtal, am Gamskogel, Blei- und Silberbergbaue, die zeitweise durch ihren Silberreichtum bekannt waren.

1626 schürften die bekannten Gewerken Rosenberger auf Blei und Silber im Hollersbachtal. 1629 wurde unter Erzbischof Paris Lodron auf der Achsel- und Flecktrogalpe Blei- und Silberbergbau betrieben. Offensichtlich dürfte dieser Bergbau in den folgenden Jahrhunderten über längere Zeit stillgestanden haben, denn erst 1907 wurde die Arbeit wieder aufgenommen und mit kurzfristigen Unterbrechungen bis 1929 betrieben (Abb. 20). In dieser Betriebsperiode wurden nicht nur Blei- und Zinkerze gewonnen, sondern auch Flußspat, der wirtschaftliche Bedeutung erlangte. Unzulängliche Schürfversuche während des Zweiten Weltkrieges führten zu keiner weiteren Aktivierung des Bergbaues.

Fuscher Wegscheid im Fuschertal und Sprinzgasse im oberen Murtal

Erwähnenswerte Blei- und Zinkvorkommen bzw. Bergbaue auf Silber bestan-

den im Bereich der Fuscher Wegscheid im Fuschertal, unweit der heutigen Großglockner Hochalpenstraße, weiters in fast allen übrigen Tauerntälern, deren Vorkommen teilweise auch auf Gold gebaut wurden.

Im obersten Murtal, unweit des berühmten Arsenbergbaues Rotgülden (Abb. 21) und des Goldbergbaues Schellgaden, bestand der Blei- und Silberbergbau Sprinzgasse mit lokaler Bedeutung.

Nickel-, Kobalt- und Eisenbergbaue

Vielfach treten in Verbindung mit Kupfer- und Schwefelerzen auch Eisenerze, Magnetkies und Magnetit auf, jedoch besaßen diese Vorkommen im wesentlichen keine wirtschaftliche Bedeutung. Kleinere unbedeutende Eisenbergbaue bestanden im hinteren Murtal im Lungau. Ebenso führten die bereits erwähnten Bergbaue in Osttirol neben Kupferkies auch Magnetkies und Magnetit, die zeitweise gewonnen und zu Eisen verschmolzen wurden.

Kobalthältige Mineralien bzw. Erze treten vereinzelt als Begleiter von Mineralisationen auf, wie im Bereich der Gold- und Silberlagerstätten im Gasteinertal und der Kupferlagerstätte Hochfeld im Untersulzbachtal im Oberpinzgau.

Meist wirtschaftlich wenig bedeutend zeigten sich auch die Nickel- und Kobaltvorkommen, die vor allem im Bereich der Gaiswand im Felbertal beschürft wurden.

Gaiswand im Felbertal

Bereits in früheren Jahrhunderten war das Nickel- und Kobaltvorkommen bekannt und wurde versuchsweise beschürft, jedoch ohne ernsthaft einen Bergbau aufzunehmen. Durch den Aufschwung der Stahlindustrie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde das Vorkommen wieder bekannt und zwischen 1911 und 1919 die Schurftätigkeiten aufgenommen und vorübergehend ein Bergbaubetrieb eingeleitet, jedoch mangels Rentabilität wieder eingestellt.

Wolfram- und Molybdänbergbau

Das Auftreten von Wolframernzen in Form von Scheelit ist an und für sich im Bereich der Hohen Tauern keine Seltenheit, jedoch zeigen meist diese nur mineralogische Bedeutung.

Felbertal

Einer der von weltwirtschaftlicher Bedeutung bedeutenden Wolframlagerstätten wurde 1967 im Felbertal entdeckt und 1975 zunächst der Abbau im Tagbau am Brentling im Ostfeld aufgenommen. 1974 setzte die Erschließung des Westfeldes im Untertagebaubetrieb ein, und der Tagbau am Prentling wurde 1986 eingestellt.

Obwohl der Abbau auf diese Lagerstätte technisch modernst und rationell geführt wurde, mußte aus wirtschaftlichen Gründen dieser Bergbau 1993 eingestellt werden. Zur Präsentation des Grubengeländes und der modernen Abbauverfahren unter Tage wird auch hier ein Schaubetrieb geführt.

Schellgaden im Murtal

Darüber hinaus zeigen sich erwähnenswerte Vorkommen von Scheelit im Bereich des ehemaligen Gold- und Silberbergbaues Schellgaden im Murtal im Lungau in Salzburg, jedoch durchgeführte, jüngst unternommene Untersuchungen zeigten keine wirtschaftliche Rentabilität.

Häufig treten neben Wolfram auch Molybdän-Mineralisationen auf, jedoch ohne wirtschaftliche Bedeutung. Erwäh-

nenswerte Vorkommen sind bei der Alpeinerscharte in Tirol, Schellgaden im Lungau und Gastein in Salzburg zu nennen, die während des Zweiten Weltkrieges beschürft wurden.

Arsenbergbau

Arsen zählte seit dem Mittelalter zu den Elementen, die eine magische Anziehungskraft auf den Menschen ausübte. Einerseits waren es die prächtigen grünen, gelben und roten Farbtöne, andererseits die Medizin, die in den Arsenverbindungen ein Stärkungsmittel sah. Traurige Berühmtheit erlangte jedoch das „Arsen“ als Gift bzw. Vergiftungsmittel für Tier und Mensch.

Rotgülden im oberen Murtal

Der Arsenbergbau Rotgülden zählte zu den berühmtesten dieser Art in Europa. Vom 14. Jahrhundert bis zur Einstellung 1884 läßt sich das Schicksal dieses Bergbaues lückenlos verfolgen.

Bedeutsam ist, daß ursprünglich der Bergbau nicht auf Arsen, sondern auch auf Edelmetalle wie Gold betrieben wurde.

Klingende Namen, wie die Herren von Moosheim, die Tannhauser, die Jocher, die Alesch und Robinig, leiteten eine Tradition von Hüttenrauchgewerken, deren Produkte der Hüttrauch, neben Rauschrot und Rauschgelb als Gift, Aufputschmittel und Farben, weit über das Handelszentrum Venedig hinweg, bis in den Orient gelangte.

Die allgemeine Wirtschaftslage, vor allem aber ausländische Konkurrenz, brachten den Bergbau schließlich zum Erliegen. 1920 und 1925 wurde der Bergbau kurzfristig aufgenommen, führte jedoch zu keiner Wiederbelebung dieses einst berühmten Bergbaues (Abb. 21).

Edelstein- und Mineralbergbau

Zu den beiden berühmten Mineralvorkommen dieser Art zählen die Smaragd-vorkommen im Habachtal und Epidotvorkommen im benachbarten Untersulzbachtal und schließlich das Fluoritvorkommen bei Wald im Oberpinzgau in Salzburg.



Abb. 21: Arsenhütte Rotgülden im oberen Murtal; Situation um 1880.

Smaragd im Habachtal

Zu den bekanntesten Vorkommen dieser Art in Europa zählt das Smaragd-vorkommen in der Legbachrinne im Habachtal in Salzburg. Seit 1794 bekannt, wurde in weiterer Folge im kleinen Umfang Smaragde gewonnen, jedoch erst um 1860 begann der Wiener Juwelier Samuel Goldschmied mit wechselhaftem Erfolg einen ober- und untertägigen Bergbau, der schließlich 1896 durch eine englische Gesellschaft übernommen wurde (Abb. 22). Nach intensivem Bergbaubetrieb und sehr unterschiedlicher Ausbeute erwarb 1913 die Gemeinde Bramberg den Bergbau, bis

schließlich nach einem Wechsel mehrerer Besitzer und getätigter Schurftätigkeit 1963 ein Münchner Rechtsanwalt den Bergbau und das umliegende Gelände erwarb. Neben Scharen von Mineraliensammlern aus nah und fern, die ihr Glück durch Smaragdwaschen versuchen, wird derzeit im kleinen Umfang von privater Seite Bergbau auf dieses Mineral betrieben. Der Habachtaler Smaragd zeichnet sich durch seine intensive Grünfärbung, jedoch aber auch durch das Auftreten zahlreicher Einschlüsse auf, die den Wert bzw. die Qualität erheblich mindern, jedoch sind einige spektakuläre Funde weltweit bekannt geworden.

Abb. 22: Smaragdbergbau Habachtal um 1906.



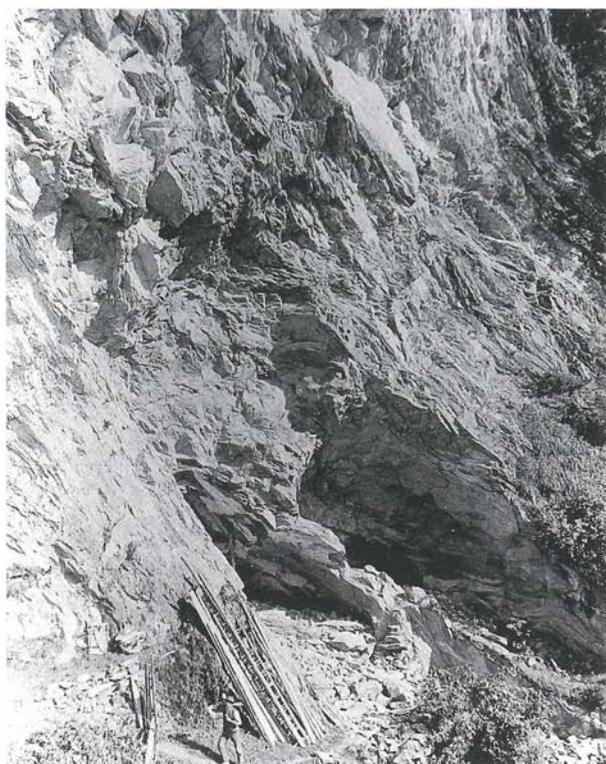


Abb. 23: Der Epidotstollen in der Knappenwand im Untersulzbachtal im Zeitraum 1890 bis 1903. Histor. Foto: F. Horeis

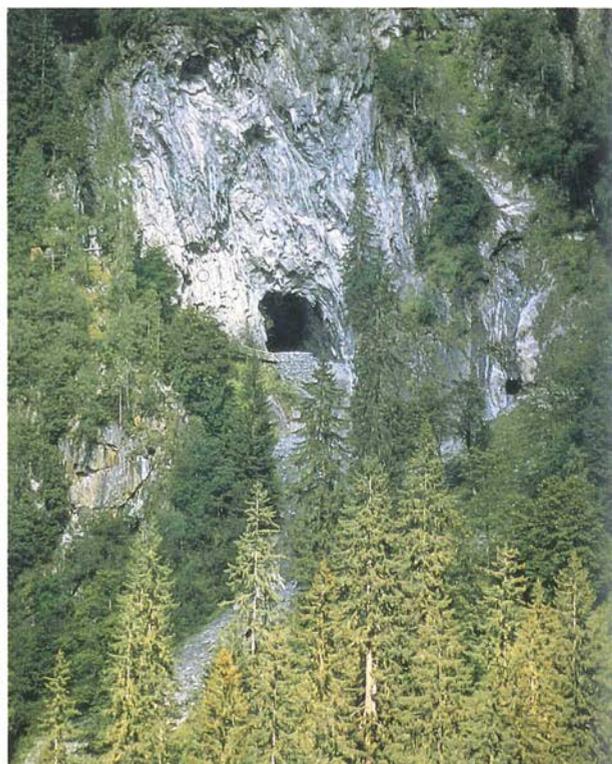


Abb. 24: Der Epidotstollen und der Blauwandlstollen in der Knappenwand, 1990. Das Mundloch des Epidotstollens ist ca. 15 Meter hoch. Foto: R. Seemann

Epidotfundstelle Knappenwand im Untersulzbachtal

Zu den ebenfalls bedeutendsten Mineralfundstellen Österreichs mit Weltgeltung zählt die Knappenwand im Untersulzbachtal. Vor mehr als 125 Jahren wurden hier außergewöhnlich große und prächtige Epidote gefunden und das Vorkommen weltweit bekannt und berühmt. 1865 durch Alois Wurnitsch aus Wald i. Pzg. entdeckt, lockte das Mineralvorkommen viele Mineraliensammler als auch Spekulanten an. Zeitweise wurde das Mineralvorkommen bergmännisch abgebaut und zum Teil auch unfachmännisch ausgebeutet, wobei viele spektakuläre Funde zutage traten und in zahlreiche in- und ausländische Museen und in Privatsammlungen gelangten (Abb. 23). 1977 begann seitens des Naturhistorischen Museums in Wien das Forschungsprojekt Knappenwand, gemeinsam mit der Bearbeitung der Kupfererzmineralisationen des Bergbaues Hochfeld im Untersulzbachtal (Abb. 24).

Neben der wissenschaftlichen Untersuchung der Mineralisationen im Bereich der Knappenwand wurde nunmehr ge-

meinsam mit der Nationalparkverwaltung Hohe Tauern, der Gemeinde Neukirchen und dem Österreichischen Alpenverein ein Geolehrpfad „Knappenweg Untersulzbachtal“ eingerichtet. In ein und derselben geologischen Formation (Habachformation) wird sowohl Mineral- als auch Erzbergbau vorgestellt.

Fluorit am Rehrköpfl bei Vorderkrimml

Die Hohen Tauern weisen eine außerordentliche Vielfalt von Fluoritmineralisationen auf, jedoch zeigen diese Vorkommen nur mineralogische Bedeutung. Erwähnenswerte Vorkommen sind dabei die Vorkommen am Weißbeck und Riedingscharte im Lungau und darüberhinaus das Fluoritvorkommen vom Rehrköpfl bei Vorderkrimml. Ursprünglich als Mineralvorkommen in Sammlerkreisen bekannt, wurde zwischen 1965 und 1975 das Vorkommen weiter erschlossen und Vortriebstätigkeiten vorgenommen. Die entstandenen Stollenstrecken mit Höhen von nur 30 bis 50 cm führten dazu, daß ab 1975 kaum mehr Aktivitäten gesetzt werden konnten. 1988, mit der Gründung des Mineralienvereins Wald

im Pinzgau, wurde dieses Mineralvorkommen in mühsamer und aufwendiger Arbeit zugänglich gemacht und wird nunmehr als Schaubergwerk geführt.

Im Bereich der Hohen Tauern ist der Bergbau mit der Kulturgeschichte dieses Raumes untrennbar verbunden. Über 300 zum Teil größere Bergbaue und Schurfbaue wurden seit dem frühen Mittelalter bis in die heutige Zeit geführt und brachten im Lauf der Jahrhunderte für manche Regionen Wohlstand, Ansehen und begründeten schließlich den seinerzeitigen Reichtum Kärntens, Salzburgs und Tirols.

Heute zeigen viele der bekannten Vorkommen den Charakter von Klein- und Kleinstvorkommen, die letztlich als Mineralvorkommen zu bezeichnen sind und keine wirtschaftliche Bedeutung besitzen. Verständlicherweise konnte im Hinblick auf die erwähnte Vielfalt nur eine bestimmte Auswahl von Bergbauen und Vorkommen erwähnt und beschrieben werden.

Adresse des Autors:
Dr. Wilhelm GÜNTHER
Amt. d. Salzburger Landesregierung
Abt. 13, Naturschutzreferat
A-5010 Salzburg, Pf. 527

Weiterführende Literatur

- ERTL, R., G. NIEDERMAYR, R. SEEMANN (1975): Tauerngold. – Veröffentl. Naturhist. Mus. **10**, 31 S.
- ERTL, R. (1975): 3000 Jahre Tauerngoldbergbau. – Aufschluß **26**, 192–199.
- FOLIE, K. (1987): Silber, Kupfer, Blei. – Bergbaugeschichte und Mineralien in Südtirol. – D. Bode Verlag GmbH, Haltern. 103 S.
- FUGGER, E. (1981): Die Bergbaue des Herzogthumes Salzburg. – Jahresber. Oberrealschule Sbg., Salzburg 18 S.
- GRUBER, F. und H. LUDWIG (1982): Salzburger Bergbaugeschichte, Salzburg: Pustet Verlag, 141 S.
- GRUNDMANN, G. (1991): Smaragd, Grünes Feuer unterm Eis. – Ch. Weise Verlag München. Extra Lapis No. **1**, 96 S.
- GÜNTHER, W., C. EIBNER, A. LIPPERT, W. PARR (1993): 5000 Jahre Kupferbergbau Mühlbach am Hochkönig – Bischofshofen. – Hgb. Gemeinde Mühlbach am Hochkönig, Salzburg, 396 S.
- HASLINGER, H. und P. MITTERMAYR (1987): Salzburger Kulturlexikon, Salzburg: Residenz Verlag, 560 S.
- KUNTSCHER, H. (1986): Höhlen, Bergwerke, Heilquellen in Tirol und Vorarlberg. – Berwang: Steiger Verlag, 362 S.
- KUNTSCHER, H. (1990): Bergwerke, Höhlen, Heilquellen in Südtirol. – Bildwanderbuch, Bd. 2. – Steiger Verlag, 248 S.
- KURZTHALER, S. (1990): Bergbaugeschichte Osttiroler Tauernregion. – Verein zur Erschließung des historischen Bergbaues, Matrei, 68 S.
- LUDWIG, H. und F. GRUBER (1987): Gold- und Silberbergbau im Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit, Wien - Köln: Böhlau Verlag, 400 S.
- MOY, J. (1967): Wolf Dietrichs Goldgeschirr und die Gewerken von Gastein und Rauris. – Mitt. Ges. Salzburger Landeskunde **107**, 225–233.
- NIEDERMAYR, G. (1988): Mineralien und Smaragdbergbau im Habachtal. – Haltern/Westfalen: Bode, 48 S.
- NIEDERMAYR, G. (1990): Fluorit – Mineral des Regenbogens. Allgemeines über den Fluorit. – Katalog zur Sonderausstellung Fluorit im Heimatmuseum Bramberg; Haltern/Westfalen: Bode, 2–11.
- NIEDERMAYR, G. (1991): Mineralien, Geologie und Smaragdbergbau im Habachtal, 2. erw. Auflage. – Haltern/Westfalen: Bode, 65 S.
- POSEPNY, F. (1880): Die Goldbergbaue der Hohen Tauern mit besonderer Berücksichtigung des Rauriser Goldberges. – Arch. f. prakt. Geol. **1**, 1–254.
- ROCHATA, G. (1878): Die alten Bergbaue auf Edelmetalle in Oberkärnten. – Jb. k. k. geol. Reichsanstalt **28**, 213–368.
- SEEMANN, R. (1985): Epidotfundstelle Knappenwand. – Haltern/Westfalen: Bode, 48 S.
- SEEMANN, R. (1993): Geolehrpfad Knappenweg Untersulzbachtal. – Verlag: Österr. Alpenverein, Innsbruck, 115 S.
- SRBIK, R. (1929): Überblick des Bergbaues von Tirol und Vorarlberg in Vergangenheit und Gegenwart. – Ber. naturwiss.-mediz. Vereines (Innsbruck) **41**, 117–277.
- TASSER, R. und N. SCANTAMBURLO (1991): Das Kupferbergwerk von Prettau. – Verlag Athesia, Bozen, 124 S.
- WIESNER, H. (1950): Geschichte des Kärntner Bergbaues, Geschichte des Kärntner Goldbergbaues. – Arch. vaterländ. Geschichte u. Topographie (Klagenfurt) **1**, S. 32, S. 301.

Der Berg im Bild – Aneignung und Verdrängung

Die Landschaftsmalerei beginnt mit einem Zirkelschluß. Das Bild der Landschaft ist nicht die Landschaft – genau so wenig wie das Bild irgendeines anderen Gegenstandes in der Malerei der Gegenstand selbst ist.

Landschaft ist ästhetisierte Natur, sobald sie unter dem Gesichtspunkt der Ästhetik wahrgenommen, beschrieben oder auch gemalt wird. Der Tourist sieht wie der Maler die Landschaft unter der Voraussetzung ihrer Ästhetisierung. Ohne Bild, sei es nun selektiv wahrgenommen, vorgestellt, literarisch oder male- risch formuliert oder kulturell und sozial vermittelt, kann keine ästhetisierte Natur, also Landschaft entstehen. Das Bild der Landschaft erzeugt die Landschaft als ästhetisierte Natur.

Ihr Ästhetisierung ist nicht umkehrbar. Die vorindustrielle, rurale Erfahrung der Landschaft als außerästhetischer, primärer Produktionsfaktor und Träger eines einfachen Verkehrswesens ist seit ihrer gesellschaftlichen Aneignung nicht reproduzierbar. Der Versuch der Aussteiger der 80er Jahre, ein Ideal der in kleinen Formationen durch menschliche Arbeit umgestalteten Natur auf die agrarindustrial und touristisch vereinnahmte Landschaft zu projizieren, scheiterte am ästhetischen Ansatz und an der Konzeption der Idylle – beide sind Produkte urbaner Kultur. Der ersehnte Rückzug in die Natur bleibt ein Rückzug in die Landschaft. Die Struktur des Wunsches basiert auf der Ästhetisierung der Natur. Sie führt in ein Dilemma, das nicht zu lösen ist: Die Beibehaltung des Naturstatus ist nur ohne Ästhetisierung möglich, aber die Motivation zum Rückzug in die Natur nur mit der Ästhetisierung. Ein Faktum überlagert als Konstante den mehrfachen Funktionswechsel des Landschaftsbildes für den Benutzer: es ersetzt einen abwesenden oder einen

idealen Landschaftsraum. Der kann z. B. erinnert, imaginiert, ersehnt oder gefürchtet sein. In diesem Punkt ist das Landschaftsbild dem Porträt vergleichbar, das eine Person in einem tatsächlichen oder inszenierten Zustand vertritt – es fungiert als Ersatz und als Basis der Widerspiegelung.

Die artifizielle Transformation des Realen spielt in diesem Benutzungszusammenhang des Bildes eine untergeordnete Rolle.

Die Entstehung der neuzeitlichen Landschaft setzt voraus, daß sich der Mensch als Subjekt bewußt wird und die Natur als Objekt erfährt¹⁾. Die Polarisierung zwischen der Natur und dem Subjekt, das sie ästhetisiert, ist ein Produkt der neuzeitlichen Stadtkulturen. Der Charakter der Natur als Erfahrungs- und Betätigungsraum, in dessen Zentrum der Agierende steht und dessen Hülle dieser Raum darstellt, geht im Frühkapitalismus zu Ende. Der Güteraus- tausch zwischen der Stadt und dem umgebenden Land verschiebt den Akzent vom Aktionsraum zum Nutzraum; er objektiviert ihn. Mit dem Ende der geschlossenen Hauswirtschaft und der Produktion von vermarkt- baren Überschüssen wird die Natur zum Objekt; gleichzeitig wird die Arbeit in Form des Geldes abstrakt. Das Nützlichkeitspostulat forciert die Akzeptanz der Natur als Produktionsfaktor. Parallel dazu wird ihre Ästhetisierung möglich, weil sie von außen gesehen wird. Bei jenen, die in ihr agieren – Bauern, Bergarbeiter, Fuhrleute etc. – ist die Entfremdung von ihrem Aktionsraum mit beträchtlicher Verspätung eingetreten.

Die Ästhetisierung der Natur konnte also erst beginnen, sobald das Subjekt sich als ihr Gegenüber begreift und nicht mehr in ihr befindlich. Landschaft ist als ästhetisierte Natur ohne Entfremdung

von der Natur und ohne Naturverlust nicht denkbar.

Dieser Prozess hat sich in den oberitalienischen Stadtstaaten des 14. Jahrhunderts früher durchgesetzt als im europäischen Norden. Der vorherrschende stadtnahe Landschaftstypus weist dort in erster Linie Hügelland auf, aber kaum herausragende Berge. Der Berg wird erst zum Motiv, als diese Entwicklung mit der Intensivierung des Nord-Süd-Güterverkehrs im folgenden Jahrhundert auf Zentraleuropa übergreift. Dabei war er zum einen ein lokal begründeter Landschaftshintergrund für das Heilgesehen, wie im Fischzug Petri von Konrad Witz von 1444, der auf den Genfer See mit dem Mont Blanc verlegt worden ist, zum anderen ein Gegenstand topographischer Beschreibungen, wie in der Schedel'schen Weltchronik von 1493.

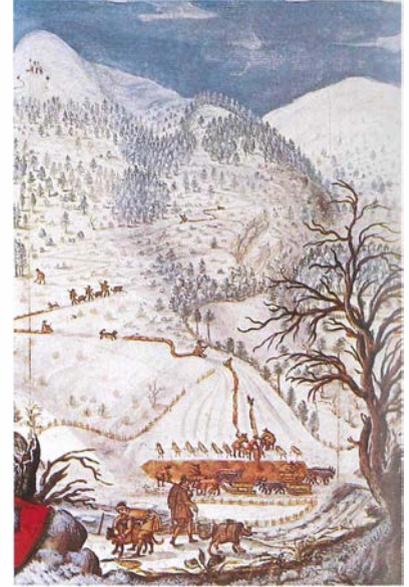
Nicht lokalisierbare Berge treten schon um 1280 in der sienesischen Malerei vor Duccio auf – als allgemeiner landschaftlicher Topos in den Hintergründen der Altartafeln. Wenn in der Malerei des 14. Jahrhunderts am Horizont phantastische Städte angelegt sind, dann fungieren die Berge im Landschaftsausblick als Verweis für eine Entfernung jenseits der Erreichbarkeit. Diese Städte gelten als irdisches Abbild der *civitas dei*, einer Utopie des Augustinus. Der *ou topos*, der Nicht-Ort, wäre aber nicht mit konkreten Bergen vereinbar. Die Burgen in den Stundenbüchern der Brüder Limburg sind dagegen als die Sitze ihres Auftraggebers, des Herzogs von Berry, zu erkennen, während die Landschaft mit Bergen und Hügeln eher pauschal gehalten ist.

¹⁾ Vgl. Heinrich Lützel: *Vom Wesen der Landschaftsmalerei. In: Studium Generale. 3. Jg., 4/5, 1950, S. 212f.*



Abb. 1: Flügelaltar aus Flitschl bei Tarvis, 15. Jh., Diözesanmuseum Klagenfurt. Die mittlere Tafel zeigt u. a. den Bergwerkspatron Daniel und im Hintergrund Stolleneingänge und Arbeitsszenen.

Abb. 2: Georg Mooshammer: Der Sackzug von der Grube am Altenberg zur Umladestelle nahe des Aschauer Schlosses in der Innerkrems, 1625, Privatbesitz. Der Berg wird als Produktionsfaktor aufgefaßt.



Um 1500 löst sich die Landschaft aus ihrem Hintergrunddasein. Das Verhältnis von dominanter, meist biblischer Szene und untergeordnetem Landschaftsausblick wird verkehrt: die Figuren finden sich in der Tiefe eines bildbeherrschenden Landschaftsraumes wieder. Die Landschaft, ein profaner Wahrnehmungskomplex, wird selbständig und bedarf am Beginn der Neuzeit nicht mehr der Darstellungslegitimation durch das Heilsgeschehen, das in ihr stattfindet.

Die Autonomie der Landschaft im Bild erlaubt eine breitere Differenzierung ihrer Typologie, also auch die Herausbildung der Berglandschaft. Das wird durch die neuzeitliche Präzision der Naturbeobachtung unterstützt. Der Realismus im Detail sagt aber nichts aus über die Nähe der Darstellung zur topographischen Realität. Nach wie vor existieren phantastische oder aus idealen Kom-

ponenten zusammengesetzte Landschaften neben jenen, die auf ein konkretes Naturvorbild zurückgehen. Die Tendenz zur Generalisierung aus den mittelalterlichen Landschaftshintergründen setzt sich in der idealen Landschaft fort. Die spezifizierenden Tendenzen basieren anfangs deutlich auf pragmatischen Ursachen: der expandierende Bewegungsradius und der schnellere Informationsfluß bewirkten ein verstärktes Bedürfnis nach topographischer Orientierung, gleichsam eine bildmäßige Erweiterung der kartographischen Abbildung. Dieser Anspruch war auf die Individualisierung der Landschaftsdarstellung angewiesen; daß sie sich dabei der Geländepartien mit dem höchsten topographischen Differenzierungsgrad bediente – der Berge und Gewässer –, war naheliegend.

Die Schedel'sche Weltchronik von 1493 verwendet die Berge in zeichnerhafter Reduktion und geht nicht auf ihre beson-

dere Gestalt ein. Sie haben bei der Illustration zur Beschreibung Istriens die Aufgabe, die Lage der Stadt im Vordergrund zu erläutern. Hartmann Schedel hatte mehr Wert auf Stadttypen gelegt als auf ihre individuelle Ausprägung und einige Veduten auch für verschiedene Städte benutzt. Die Berge und das Meer haben in diesem Blatt nur die Aufgabe, dem Benutzer der Ansichtenedition zu erläutern, daß die Stadt nur über die Berge oder das Wasser zu erreichen ist. Während der Vedute mehr zeichnerische Aufmerksamkeit zukommt, beschränken sich Berg und Meer auf eher kartographische Information. Die Städte waren stets die Ziele einer Reise oder eines Transportes, die Gewässer machten sich in vielen Fällen als Verkehrsweg nützlich, aber die Berge waren ausschließlich ein Hindernis, das die Städte trennte und auf das nötig war, hinzuweisen. Die Ästhetisierungsabsicht hat den

Berg erst spät erfaßt und ihm den Rang eines selbständigen Bildmotives zugebilligt. Dort wo der Berg als Produktionsfaktor bedeutsam wird, im Bergbau, ist die Darstellung für den Maler interessanter als die des Berges selbst. Der spätgotische Flügelaltar aus Flitschl bei Tarvis zeigt Christophorus und Daniel, den Schutzpatron des Bergbaus, und im Hintergrund die Stolleneingänge und Rutschen, gewissermaßen den Zuständigkeitsbereich des Heiligen (Abb. 1). Die Khevenhüller-Chronik des Georg Mooshammer von 1625 enthält ein Blatt mit dem „Innerkremser Sackzug“, bei dem der ikonografische Schwerpunkt auf der Dokumentation des Arbeitsvorganges und nicht auf der Topographie liegt. Die Quelle der Wertschöpfung wurde offensichtlich eher in der menschlichen Arbeit und in den technischen Voraussetzungen erkannt, als im Ort der Lagerstätten; das dürfte die Vernachlässigung der landschaftlichen Komponente bedingt haben, die der Maler nur cursorisch abhandelt (Abb. 2). Dürers „Brennerstraße im Eisacktal, beim Rabenstein“ stammt aus dem Konvolut seiner Reisebilder von 1494. Seine Zuwendung gilt neben dem Berggrücken und dem Paßübergang vor allem der Straße mit ihrer Befestigungsmauer, die mehr als die Hälfte des unteren Blattrandes einnimmt. Dem jungen Künstler geht es dabei primär um die Erfassung der sichtbaren Wirklichkeit, d. h. auch der Topographie. Die Motive seiner Reisebilder – Burgen, Stadtansichten, ebene und bergige Landschaften – behandelt er

als gleichwertig; der Berg erhält keine Sonderstellung; der Paß wird wertfrei als Übergangsmöglichkeit wiedergegeben, ohne auf die Beschwerlichkeit hinzuweisen, wie spätere Künstler das häufig mit Hilfe von Karren und Fuhrwerken getan haben (Abb. 3).

Die Jahrhunderte vor der Ästhetisierung der Gebirgslandschaft waren aber geprägt von Landschaftstypen ohne zwingenden Bezug auf ein konkretes Naturvorbild: die Gattungen der imaginierten Landschaften, z. B. die heroische und die ideale Landschaft, standen in der Hierarchie der Künste weit höher als die referierende, die an einen realen topographischen Zustand gebunden ist.

Die Ansichteneditionen des späten 18. Jahrhunderts, insbesondere jene von

Friedrich Ferdinand Runk mit seinen diversen Stechern, markieren in Österreich eine Übergangsposition zur Ästhetisierung der alpinen Landschaft (Abb. 4). Das Gebiet des heutigen Österreich ist von ihr später erfaßt worden als der Westen der Alpen in Savoyen und der Schweiz. Bei seinen und vergleichbaren Blättern anderer Autoren wird die viel niedrigere Paßhöhe und die Straße mit ihren Windungen zum Bildthema und nicht etwa der höhere Bergkamm; im Zusammenhang mit der zeitgleichen Reiseliteratur ist das pragmatische Moment der verkehrsmäßigen Erschließung für den Zeichner nach wie vor wichtig; dennoch baut er bereits in den Titel des Blattes den Hinweis auf „Naturschönheiten“ ein, hier z. B. auf einen Wasser-

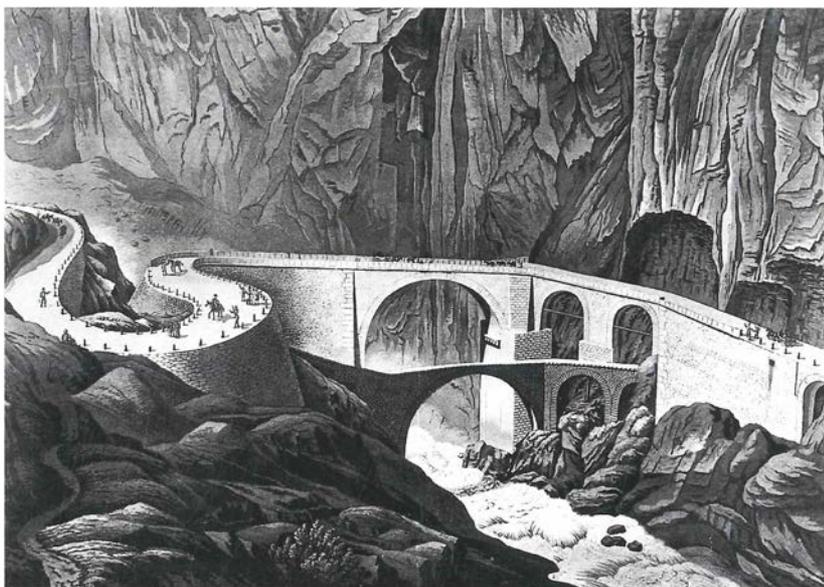


Abb. 3 (oben): Hans Jakob Kull nach Friedrich Wilhelm Delkeskamp. Alte und neue Teufelsbrücke am St. Gotthard-Paß, 1830, Graphische Sammlung der Zentralbibliothek, Zürich.

Die Darstellung der Ingenieurleistungen und der verkehrsmäßigen Erschließung der Alpen dominiert gegenüber dem landschaftlichen Aspekt.



Abb. 4: Benedikt Pieringer nach Friedrich Ferdinand Runk: Die Zollburg Lueg am Brenner, um 1830, Neue Galerie, Joanneum Graz. Die Figuren im Vordergrund zeigen noch den umständlichen Transport, während die umliegenden Massivie bereits mit deutlicher Ästhetisierungsabsicht wiedergegeben werden.



Abb. 5: Markus Pernhart: *der Großglockner*, 1857, Kärntner Landesgalerie. Pernhart gibt im Zentrum den Berg porträthaft wieder und übersteigert idealisierend den Höhenzug. In den Vordergrund plaziert er eine genrehafte Szene, am Grat gibt er die winzigen Figuren bei der Gipfelbesteigung wieder.

fall. Damit beginnt sich das Verhältnis von Weg und Ziel zu verkehren. Waren am Ausgang des Mittelalters die miteinander schlecht verbundenen Städte der Gegenstand des Interesses, so wird hier die Art ihrer Verbindung zum ästhetisch verbrämten Thema; am Ende dieser paradoxen Entwicklung steht die ästhetische Überhöhung des Hindernisses – des Berges – im Zentrum. Im Alpinismus wird selbst zum Ziel, was einst als Barriere zwischen die Städte geschoben war: der Berg.

Gerade zu dem Zeitpunkt, als er durch Brücken, Tunnels und Eisenbahnen zu einem leichter überwindbaren Hindernis geworden ist, setzt seine Ästhetisierung ein – in der Malerei wie auch in der organisierten Naturerfahrung des Alpinismus. Nicht mehr wird, wie in der vorindustriellen Periode, der niedrigste Punkt unter praktischen Gesichtspunkten gesucht, die Paßhöhe, sondern jenseits des Nützlichkeitspostulates der höchste, der

Gipfel – und zwar unter dem Aspekt seiner Eroberung. In Ritualen der Selbsterprobung des Akteurs wird sie mit archaischen Mitteln just ab jenem Zeitpunkt praktiziert, zu dem er als physisches Hindernis im Verkehr eine untergeordnete Rolle spielt. Die gesellschaftliche Aneignung durch die verkehrsmäßige, geologische, geographische und alpinistische Erschließung macht den Berg zu einer imaginären Trophäe, die im Gemälde Gestalt annimmt.

Dazu muß er in seiner Individualität wiedererkennbar sein. Eine ideale Gebirgslandschaft, die aus Geländeteilen montiert wird, ist dafür nicht geeignet. Das Gleichnis der Harmonie in der Natur wird abgelöst von der Ästhetisierung der faktischen Hochgebirgslandschaft. Der Wiedergabemodus ähnelt dabei dem Porträt; die Unverwechselbarkeit und Einmaligkeit wird durch charakteristische Konturen und Bewuchsformen, durch Eisfelder, Rinnen etc. vermittelt.

Eine Fülle von Einzelbeobachtungen wird in einer prägnanten Form zu einem Wahrnehmungskomplex zusammengefaßt, wird zu einem individualisierten Merkzeichen.

Im Zusammenhang mit dem nationalstaatlichen Denken des 19. Jahrhunderts werden Berge, meist die höchsten oder durch ihre Form einprägsamsten, zu Nationalheiligtümern. Dieser Denkmalcharakter des Berges bedarf einerseits der Wiedererkennbarkeit seiner Darstellung und andererseits der Ausstattung mit dem Prädikat des *Erhabenen*, das ihn mit den Burgen und Schlössern und den Orten historischer Entscheidungen auf eine Stufe stellt.

Wenn die zweckrationale Haltung gegenüber der Natur schwindet, wenn der Berg von einem Objekt der Überwindung und Nutzung zu einem Gegenstand der Anschauung wird, dann kann seine Ästhetisierung beginnen – als Fetisch, als Trophäe, als Nationaldenkmal, als



Abb. 7: Johann Evangelist Scheffer von Leonhardshoff und Joseph Hermann: Glocknerbesteigung durch Bischof Salm 1799, Landesmuseum für Kärnten.
Die Vordergrundszene gibt post festum die Glockner-Expedition des Bischofs wieder; im Mittelgrund befindet sich die zwischenzeitlich errichtete Salm-Hütte.

Idylle oder in der artifiziiellen Auseinandersetzung.

Den Sonderstatus, der Sitz der Götter oder unheimlicher Mächte zu sein, hat der Berg spätestens 1335 mit Petrarcas Besteigung des Mont Ventou aufgegeben, bei der der Dichter zugibt, durch die Naturerfahrung in Selbstvergessenheit geraten zu sein. Der Berg wird bei Petrarca zum Objekt eines potentiell ästhetischen Genusses. Dabei bleibt eine Entwicklungsmöglichkeit offen: der Umschlag des Genusses in den Selbstgenuß des Genießenden – im Sentiment. Rousseau hat 1761 mit dem Aufenthalt am

Berg „... mehr Freiheit zu atmen, mehr Leichtigkeit im Körper, mehr Heiterkeit im Geiste ...“ verknüpft²⁾.

Was bei Rousseau der Linderung des Trennungsschmerzes seines Briefschreibers Saint-Preux gedient hatte, wurde im Industrialismus zu einer Massenbewegung mit dem Ziel der Entlastung vom Realitätsdruck. Der Berg fungiert dabei

als Fluchtbezirk mit dem Gebrauchswertversprechen der Rekreation und der Katharsis. Der Anspruch der Idyllisierung kann aber von einer weitgehend wilden und ungeordnet scheinenden Hochgebirgslandschaft nicht erfüllt werden; die Entrückung von der Alltagsrealität basiert auf der Heroisierung des Berges und der Faszination, die von seiner Fremdheit ausgeht. Das neue Wissen um die Ordnungsprinzipien in der Natur durch die geologischen und kartographischen Aufnahmekampagnen hat sich offenbar nicht überall gleich schnell durchgesetzt oder wurde verdrängt, um



Abb. 6: Jakob Gauermann: Erzherzog Johann am Gipfel der Hochwildstelle. 1819, Privatbesitz.
Der Erzherzog demonstriert mit einer Geste der Eroberung die gesellschaftliche Aneignung der Hochgebirgslandschaft im frühen Alpinismus.

²⁾ Jean Jacques Rousseau: *Lettres des deux amans d'un petit ville au pied des alpes*. Amsterdam 1761. Deutsche Übersetzung in; Oskar Bättschmann. *Entfernung der Natur*. Landschaftsmalerei 1750–1920. Köln 1989, S. 259–261.



Abb. 8: Markus Pernhart: Kleines Großglockner-Panorama, um 1865, Privatbesitz.
Die 360°-Rundsicht löst das Guckkastenprinzip des Tafelbildes auf und versetzt den titelgebenden Berg vom Zentrum zurück in die Gebirgskette.

einen Rest von Fremdheit und Willkür als Gegenbild für den geordneten bürgerlichen Alltag im Neoabsolutismus und in der beginnenden Industriekultur zu bewahren.

Dennoch tragen die bisweilen genrehafte(n) Vordergrundszenen mit ihren ruhenden und gestikulierenden Figuren zu einer teilweisen Humanisierung des hochalpinen Ambientes bei, wie bei den Bildern der Großglocknerbesteigung des Markus Pernhart (Abb. 5). Von der Nichtigkeit der menschlichen Gestalt angesichts einer übermächtigen und bedrohlichen Natur ist wenig geblieben. Die Weitwinkelperspektive gibt die Vordergrundfiguren ohnedies überproportioniert wieder, und der ästhetisch überhöhte Berg soll die Gipfelbeziehung, die er mit kleinen Figuren am Grad beweist, noch schwieriger darstellen. Der ausgestreckte, ins Gelände weisende Arm der Expeditionsleiter der ersten Generation, z. B. des Erzherzog Johann, oder der

zweckfrei agierenden privaten Alpinisten um die Jahrhundertmitte ist eine Gebärde der Eroberung (Abb. 6). Die Gemälde hatten ein Ereignis zu dokumentieren, von dem in Übereinstimmung mit dem idealistischen Geschichtsdenken angenommen werden konnte, daß es von historischer Tragweite sei. Dazu wurden Maler wie Jakob Gauer mann oder Johann Evangelist Scheffer von Leonhardshoff angeheuert (Abb. 7).

Kombinatorische Darstellungsstrategien sind signifikant für den Prozess der Aneignung der Hochgebirgslandschaft durch den Städter.

Die Öde der Gebirgsmassive wird durch die malerische Formulierung haptischer Qualitäten, z. B. durch weiche Schneedecken, verlieblicht.

Der Typus des Bergsees mit rückseitiger Felswand versucht zwei entgegengesetzte Bedürfnisse des Betrachters mit einem Gemälde zu befriedigen: der nahsichtige Bergsee, meist unbewegt, so

daß sich in ihm die Berge reflektieren können, gilt als probates Harmonisierungsmotiv, und die Felswand schließt zur Intimisierung den Landschaftsraum hinten ab und konterkariert ihn mit ihrer Erhabenheit.

Die Versuche, die Natur durch die Projektion von Stimmungen, durch das Offerieren von nahräumlichen Situationen zu beseelen, zielen auf die Kanalisierung ihrer Rauheit ab, auf die Transformation von Natur in Kultur.

Die Beseelung der Natur, wie sie aus den arkadischen Landschaften geläufig ist, wird in das Hochgebirgsthema übertragen; die positiv besetzten Qualitäten der Harmonisierung und der Zähmung der rauhen Natur evozieren einen dialektischen Widerpart in Form des Erhabenen³⁾. In der Porträtgrafik des 17. Jahrhunderts tritt in den Schriftbändern stereotyp die Bezeichnung „vir heroicus et sublimis“ für die diversen Würdenträger auf. Sein Heroismus setzt sich aus der





Bedrohlichkeit und der Geste des Respektgebietens zusammen. Hier finden sie auf den Berg Anwendung. Bei Joseph Anton Kochs „Schmadribachfall“ entfalten sie noch ihre Wirkung. Im 19. Jahrhundert sind die realen Bedrohungen durch den enträtselten und kalkulierbar gewordenen Berg zurückgegangen, und das Sublime wird zu einem Faktor des Delektierens an der Gefahr aus sicherer Entfernung.

Der porträthaft aufgefaßte und mit der Würdeformel des *Erhabenen* versehene Berg rückte zwangsläufig in das kompositorische Zentrum. Er verliert seine Anonymität und wird einzigartig, indem ihn der Maler aus dem Kontinuum der Landschaft heraushebt. Das hat auch seine Verdinglichung zur Folge, die sich unter anderem in der Haptifizierungstendenz des Hochgebirgsareals niederschlägt. Der Maler behält sich, als idealer Betrachter, das menschenleere Gelände allein vor.

Im Gebirgs Panorama der zweiten Jahrhunderthälfte tritt der Berg wieder in das Kollektiv des Gebirges zurück und verliert seinen hegemonialen Anspruch. Das Entstehen des Panoramas ist zum einen durch das positivistische Denken und das Aufkommen der Fotografie begünstigt. Wie in der Kartografie wird eine lückenlose Aufnahme des Geländes angestrebt; maßlose Überhöhung einzelner Berge sind dabei nicht vorgesehen. Der Maler bediente sich bei den Vorzeichnungen zum Panorama häufig naturwissenschaftlicher Methoden. Markus Pernhart hat z. B. bei der 360°-Rundsicht vom Großglockner eine Diopeter-Bussole verwendet. Zum anderen strebte das Gebirgs Panorama einen erhöhten Illusionsgrad an; es sollte den Blick vom realen Gipfel ersetzen. Der titelgebende Berg kam daher auch häufig in der gemalten Rundsicht nicht vor. Er war durch einen Laufsteg oder eine kleine Kanzel simuliert, von der aus das

im Kreis oder Karree montierte Panorama so betrachtet werden sollte, als stünde man am Gipfel (Abb. 8). Paradox ist dabei die Immaterialisierung gerade des wichtigsten Berges durch seine Funktion als fiktiver Standort. Das Panorama war eine Einbahn-Entwicklung, in der das Postulat höchstmöglicher Naturtreue in einer kunstgewerblichen Wiedergabe hypertrophierte, die zum Vorläufer der größten Illusionsindustrie, des Kinos, werden sollte.

Das Gebirgs Panorama bediente sich zwar der zentralperspektivischen Darstellung, löste aber das konventionelle Guckkastenprinzip durch die Kontinuität der Rundsicht auf.

¹⁾ Vgl. Hartmut Böhme: *Das Steinerner. Anmerkungen zur Theorie des Erhabenen*. In: Christine Pries (Hrsg.): *Das Erhabene. Zwischen Grenzerfahrung und Größenwahn*. Weinheim 1989, S. 128.





Abb. 9: Herbert Boeckl: Erzberg III, 1948, Wiener Städtische Versicherung.
 Der Künstler faßt den Berg als stereometrische Grundform auf und zerlegt ihn in farbige Flächen.
 Seine Funktion als Erzlagerstätte bleibt in der primär ästhetischen Auseinandersetzung ohne Belang.

Am deutlichsten hat sich kaum zwei Jahrzehnte nach dem Höhepunkt der großen Panoramen das Ende der zentralperspektivischen Sehweise in der Malerei von Paul Cézanne manifestiert. Er war es, der den einheitlichen Betrachterstandpunkt aufgegeben hatte. In seinen 30 Ölbildern und 45 Aquarellen des Mont Saint Victoire entsteht der Berg jenseits der Naturnachahmung parallel zur Natur auf der Malfläche neu durch das tektonische Schichten vor Farbflecken. Der Berg war für Cézanne den anderen Wahrnehmungsinhalten, die er in Malerei transformierte, gleichwertig. Er lag Cézanne so nahe wie die Gegenstände des täglichen Bedarfs, aus denen er Stilleben formierte oder die Personen, die er porträtierte.

Ein Charakteristikum der Malerei des 20. Jahrhunderts ist es, daß die Sujets gleichgültiger werden und daß sie zur

Explikation einer spezifischen Sehweise des Realen und der Transformation in das Medium der Malerei werden. Sie ordnet sich der Ikonografie in vielen Fällen über. Davon sind Landschaft und Berg in zahlreichen Fällen betroffen. Ernst Ludwig Kirchners Davoser Landschaften sind während des unfreiwilligen Aufenthaltes in den Bergen entstanden. Die Konturen der bewaldeten Hänge weisen die gleiche Pinselschrift auf wie die Gewandsäume seiner Großstadtkokotten.

Der Berg in der Malerei verliert die breite Akzeptanz beim Publikum, sobald sie den Illusionsanspruch nicht mehr erfüllt. Vom Berg hat sich die postnaturalistische Kunst verabschiedet. Die seltenen Beispiele kubistischer Berglandschaft hatten die Desintegration eines geschlossenen Wahrnehmungsraumes zum Ziel, wie Juan Gris' „Landschaft

bei Ceret“ von 1913. Mit der Illusion schwindet auch die Möglichkeit Fluchtbezirke anzubieten. Das haben andere Medien übernommen, vor allem die Werbung, und andere Räume haben der Hochgebirgslandschaft längst den Rang abgelaufen. Der touristische Verwertungszusammenhang ist kein attraktives Thema für den zeitgenössischen Künstler. Eine seltene Ausnahme bilden die Aquarelle von Maria Lassnig: ihre „Alpenkaryatiden“ sind Signifikanten der Last, die der alpine Lebensraum seinen Bewohnern durch rigide Traditionen und Wahrnehmungsmustern auferlegt. Dadurch installiert die Künstlerin einen Widerspruch eines durch das Naturerlebnis vermittelten Versprechens von Freiheit in der Tourismusindustrie.

Die österreichische Malerei der ersten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts hält mit Albin Egger-Lienz und Alfons

Walde an der Monumentalisierung des Berges fest.

Hodler und Segantini haben dasselbe Ideal tangiert. Die Monumentalisierung ist eine Reminiszenz an das Erhabene – also einen Gesichtspunkt des späten 18. Jahrhunderts. Gleichermaßen erlaubt sie Masse und Volumen als Raumqualitäten zu installieren. Herbert Boeckl hat die Massen architektonisch gegliedert – am deutlichsten in seinen Bildern des Erzberges mit den Stufen des Tagbaues (Abb. 9). Dieser Statik der Massen steht das Bestreben gegenüber, die Landschaft zu dynamisieren. Gerhart Frankl hat in seinen Dolomiten-Bildern das betrachterzentrierte Blickfeld aufgelöst und es durch die Überlagerung von Blickfeldern aus verschiedenen Standorten ersetzt. Anton Mahringer hat die Gebirgslandschaft durch das Licht in durchscheinende, kristalline Formen zerlegt, immaterialisiert und in ihrer Farbigkeit expressiv übersteigert. Längst war die Farbe von ihrer Verpflichtung zur Gegenstandsbeschreibung enthoben.

Die maßgebliche Malerei des 20. Jahrhunderts hat ab dem zweiten Jahrzehnt die Mehr-als-Dreidimensional-Raumerfahrung vorausgesetzt. Turner hat sie durch die Unbestimmtheit der Landschaft im Dunst und im Licht vorbereitet. Cezanne hat sie auch an Hand der Darstellung des Mont Saint Victoire expliziert. Die Statik eines einheitlichen Betrachterstandpunktes war obsolet geworden. Daß der Futurismus und der Expressionismus der Gebirgslandschaft wenig Aufmerksamkeit gezollt haben, liegt an ihrer urban zentrierten Thematik. Eine Dynamisierung der Landschaft wäre genauso möglich gewesen wie die Dynamisierung des städtischen Ambientes.

Das Thema der Gebirgslandschaft ist aus der zeitgenössischen Kunst weitgehend verschwunden: erstens bedient sie sich gegenwärtig jener Medien, in denen die Landschaft und insbesondere die Gebirgslandschaft schwer zu formulieren sind – der Installationen, der elektronischen Medien, der neuen Plastik; zweitens wird der Warencharakter der Land-

schaft weitgehend verschleiert und nur wenige Künstler nehmen sich seiner an – Roy Lichtenstein in den *Tiny Landscapes*; drittens sieht sich nur mehr die mimetische Malerei an die Wiedergabe des dreidimensionalen Erfahrungsraumes gebunden.

Das Ende einer betrachterzentrierten Sehweise hat das Ende eines bevorzugten Sujets zur Folge, das sich vorwiegend perspektivisch vermitteln ließ – im Guckkasten der Gebirgslandschaft. Zudem gerät ein Ideal ins Wanken – das Ideal der vermeintlich unberührten Natur in den Bergen. Die hochdotierte Medienarbeit für die intensive wirtschaftliche Nutzung der Gebirgslandschaft, die nur im Tourismus und in der Energiewirtschaft Gewinn abwirft, kann heute die bildenden Künstler kaum herausfordern – das Thema der Warenästhetik ist in der Pop-art längst abgehandelt worden.

*Adresse des Autors:
Dr. Arnulf ROHSMANN, Kärntner
Landesgalerie
Burggasse 8, A-9020 Klagenfurt*

Weiterführende Literatur

- BÄTSCHMANN, Oskar (1989): *Entfernung der Natur. Landschaftsmalerei 1750–1920*. Köln.
- BAUDELAIRE, Charles: *Salon de 1846*. In: *Curiosités esthétiques. Œuvres complètes*, Bd. 2, Paris 1868; 186.
- BENZ, Ernst (1972): *Geist und Landschaft*. Stuttgart.
- BENZ, Ernst (1989): *Landschaftsmalerei 1750–1920*. Köln.
- BLOCH, Ernst (1976): *Arkadien und Utopien*. In: GARBER, Klaus (Hrsg.): *Europäische Bukolik und Georgik*. Darmstadt. (= *Wege der Forschung* Band CCCLV), S. 1–7.
- BÖHME, Hartmut (1989): *Das Steinerne. Anmerkungen zur Theorie des Erhabenen aus dem Blick des „Menschenfremdesten“*. In: PRIES, Christine (1989): *Das Erhabene. Zwischen Grenzerfahrung und Größenwahn*. Weinheim, S. 119–143.
- Bürgersinn und Aufbegehren (1988). *Biedermeier und Vormärz in Wien 1815–1848*. (Kat.) Wien.
- EBERLE, Matthias (1986): *Individuum und Landschaft. Zur Entstehung und Entwicklung der Landschaftsmalerei*. Gießen.
- FEUCHTMÜLLER, Rupert und MRAZEK, Wilhelm (1963): *Biedermeier in Österreich*. Wien.
- HEYN, Hans (1979): *Süddeutsche Malerei aus dem bayrischen Hochland*. Rosenheim.
- HOFMANN, Werner (Hrsg.) (1989): *Europa 1789. Aufklärung, Verklärung, Verfall*. Köln.
- HOFMANN, Werner (1989): *Turner und die Landschaft seiner Zeit*. In: *Anhaltspunkte. Studien zur Kunst und Kunsttheorie*. Frankfurt, S. 177–212.
- HOLST, Christian von (1989): *Joseph Anton Koch. 1768–1839. Ansichten der Natur*. Stuttgart.
- HUMPHREYS, Richard (1989): *The British landscape through the eyes of the great artists*. London.
- KANT, Immanuel: *Kritik der Urteilskraft*. Stuttgart 1991.
- KEMP, Wolfgang (1978): *Bilder des Verfalls: die Fotografie in der Tradition des Pittoresken*. In: KEMP, Wolfgang: *Foto-Essays zur Geschichte und Theorie der Fotografie*. München, S. 102–142.
- KEYSER, Eugénie de (1965): *Das Abendland der Romantik 1789–1850*. Genf.
- KLINGENDER, Francis Donald (1947): *Kunst und industrielle Revolution*. Frankfurt 1976 (e.: 1947).
- KOSCHATZKY, Walter et al. (1959): *Die Kammermaler um Erzherzog Johann*. (Kat.) Graz.
- LARAISSÉ, Gérard de (1707): *Het Grott Schilderboek, door Gérard de Laraisse*. Amsterdam.
- LEHMANN, Herbert (1968): *Formen landschaftlicher Raumerfahrung im Spiegel der bildenden Kunst*. Erlangen. (= *Erlanger geographische Arbeiten*, Heft 22.)
- LOMAZZO, Gian Paolo: *Trattato dell'arte della pittura, scultura ed architettura*. Hildesheim 1968.
- LUDWIG, Horst (1978): *Münchener Malerei im 19. Jahrhundert*. München.
- MATHY, Dietrich (1989): *Zur frühromantischen Selbstaufhebung des Erhabenen im Schönen*. In: PRIES, Christine (1989): *Das Erhabene. Zwischen Grenzerfahrung und Größenwahn*. Weinheim, S. 143–165.
- NORMAN, Geraldine (1987): *Die Maler des Biedermeier 1815–1848. Beobachtete Wirklichkeit in Genre-, Porträt- und Landschaftsmalerei*. Freiburg.

- OETTERMANN, Stephan (1980): Das Panorama. Die Geschichte eines Massenmediums. Frankfurt.
- PECHT, Friedrich (1888): Geschichte der Münchner Kunst des neunzehnten Jahrhunderts. München.
- PETRARCA, Francesco: Brief an Diogini da Borgo San Sepolcro. In: Petrarca. Dichtungen, Briefe, Schriften. Ausgewählt und eingeleitet von H. W. Eppelsheimer. Frankfurt 1956, S. 80ff.
- PLODER, Josef (1982): Künstlerische Tradition und industrielle Revolution. In: Erzherzog Johann. Radmeister in Vordernberg. 1822–1859. Vordernberg 1982, S. 49–53.
- POCHAT, Götz (1973): Figur und Landschaft. Eine Interpretation der Landschaftsmalerei von der Antike bis zur Renaissance. Berlin.
- PRIES, Christine (1989): Das Erhabene. Zwischen Grenzerfahrung und Größenwahn. Weinheim.
- RAMS-SCHUMACHER, Barbara (1990): Karl Friedrich Schinkel. Gotische Kirche auf einem Felsen. In: SCHUSTER, Peter Klaus (Hrsg.): Carl Blechen. Zwischen Romantik und Realismus. München, S. 229.
- RASMO, Nicolo et al. (1981): Die Alpen in der Malerei. Rosenheim.
- RIEMANN, Gottfried und SCHRÖDER, Klaus Albrecht (Hrsg.) (1990): Von Kaspar David Friedrich bis Adolph Menzel. Aquarelle und Zeichnungen der Romantik. Aus der Nationalgalerie Berlin/DDR. München.
- RITTER, Joachim (1989): Landschaft (1963). Zur Funktion des Ästhetischen in der modernen Gesellschaft. In: RITTER Joachim: Subjektivität. Sechs Aufsätze. Frankfurt, S. 141–165.
- ROETHLISBERGER, Marcel (1983): Im Licht von Claude Lorrain. Landschaftsmalerei aus drei Jahrhunderten. München.
- ROHSMANN, Arnulf (1990): Das Bild des Berges in der Österreichischen Malerei. In: Österreichischer Alpenverein. Mitteilungen 3/90, Jahrgang 45 (115–9).
- ROHSMANN, Arnulf (1992): Markus Pernhart. Die Aneignung von Landschaft und Geschichte. Klagenfurt.
- ROUSSEAU, Jean Jacques (1761): Lettres de deux amans d'une petite ville au pied des alpes. Amsterdam.
- ROMANO, Giovanni (1978): Landschaft und Landleben in der italienischen Malerei. Berlin 1989 (It.: 1978).
- SCHENK-SORGE, Jutta (1990): Nepal sehen und ... malen! In: SCHUSTER, Peter Klaus (Hrsg.): Carl Blechen. Zwischen Romantik und Realismus. München, S. 39–44.
- SCHRÖDER, Klaus Albrecht (1990): Ferdinand Georg Waldmüller. München.
- SCHUSTER, Peter Klaus (Hrsg.) (1990): Carl Blechen. Zwischen Romantik und Realismus. München.
- SEYFARTH, Ludwig (1989): Die maßlose Welt: entfesselte Natur, entbundene Phantasie. In: HOFFMANN, Werner (Hrsg.): Europa 1789. Aufklärung, Verklärung, Verfall. S. 181–183. Köln.
- SEYFARTH, Ludwig (1989): Das Schauspiel der Natur. In: HOFFMANN, Werner (Hrsg.): Europa 1789. Aufklärung, Verklärung, Verfall. S. 183–187. Köln.
- STEINGRÄBER, Erich (1985): Zweitausend Jahre europäische Landschaftsmalerei. München.
- VISCHER, Friedrich Theodor (1844): Zustand der jetzigen Malerei. In: Kritische Gänge. Tübingen; München 1922, Bd. 5, S. 33–55.
- WEDEWER, Rolf (1978): Landschaftsmalerei zwischen Traum und Wirklichkeit. Idylle und Konflikt. Köln.
- WEDEWER, Rolf und JENSEN, Jens Christian (1986): Die Idylle. Eine Bildform im Wandel zwischen Hoffnung und Wirklichkeit. 1750–1930. Köln.
- WIED, Alexander (1981): Österreich. In: RASMO, Nicolo et al.: Die Alpen in der Malerei. Rosenheim, S. 180ff.

Nationalpark Hohe Tauern und Naturschutz

Im Vergleich mit anderen Alpen-Nationalparks ist der 1. österreichische Nationalpark Hohe Tauern mit 1.786 km² der flächenmäßig größte. Gemessen an der Fläche folgen der Stilfser-Joch Nationalpark (1.346 km²) in Italien, der Nationalpark Les Ecrins (918 km²) in Frankreich und der Triglav-Nationalpark (848 km²) in Slowenien. Verhältnismäßig klein muten dagegen etwa der Schweizer Nationalpark im Engadin mit 169 km² oder der Nationalpark Berchtesgaden in der Bundesrepublik Deutschland mit 208 km² an.

Obwohl die Flächendimension eines Nationalparks nicht unbedingt auch ein Qualitätsmerkmal darstellen muß, ist die Größe des Nationalparks Hohe Tauern insofern bemerkenswert, da heute beinahe jeder Quadratkilometer des alpinen Raumes entweder für energiewirtschaftliche, touristische, land- und forstwirtschaftliche oder auch bergbaumäßige und militärische Zwecke von besonderem Interesse ist. Deshalb stellt die Freihaltung eines derartig großen und über die Landesgrenzen von Kärnten, Salzburg und Tirol zusammenhängenden Nationalparkareals eine raumordnerische und naturschützerische Jahrhundertleistung dar!

Vereinsbesitz als Grundgerüst

Lange Zeit hindurch schaute es allerdings nicht danach aus, daß dieser im Jahre 1909 erstmals in der Öffentlichkeit zur Diskussion stehende „Naturschutzpark“ in den Hohen Tauern auch tatsächlich realisiert werden könnte. Trotzdem das Endziel noch in weiter Ferne stand, konnten durch den Grunderwerb von Naturschutzvereinigungen die Fundamente für den Nationalpark geschaffen werden. In der Zwischenkriegszeit gelang es dem Oesterreichischen Alpenverein, zu den

Besitzflächen des Vereines Naturschutzpark Hamburg-Stuttgart in Salzburg (34 km²) weitere Flächen im Ausmaß von rund 320 km² in Kärnten und Tirol zu erwerben. Seit der großartigen Schenkung des Villacher Holzindustriellen Albert Wirth im Jahre 1918, gehört somit in Kärnten der höchste Berg Österreichs, der Großglockner (3.798 m), mit dem größten Gletscher Österreichs, der Pasterze mit 18,8 km² (Stand: 1985; freundliche Mitteilung G. LIEB, Graz) und ihrer Umgebung im Ausmaß von rund 41 km², dem Oesterreichischen Alpenverein (Abb. 1). In diesem Bereich des obersten Mölltales hat Naturschutz Geschichte (GELB 1989)! Seilbahnen, Straßen mit Parkplätzen, einem Gletscherschiffprojekt usw. wurde über Jahrzehnte erfolgreich Widerstand geleistet; nur mit wenigen kleinräumigen Ausnahmen, wie etwa für den Speicher Margaritze des Wasserkraftwerkes Glockner-Kaprun, den Gamsgrubenweg und die Standseilbahn Freiwandek von der Franz-Josefs-Höhe zur Pasterze, konnte der Alpenverein den gesamten Grundbesitz 63 Jahre später in den Nationalpark einbringen. Dieses Areal, bereits im Jahre 1935 erstmals zum Naturschutzgebiet erklärt, erhielt 1986 auch die besondere Auszeichnung des 1. Sonderschutzgebietes im Nationalpark Hohe Tauern (HASSLACHER 1989).

In Tirol, auf der Südabdachung der Hohen Tauern, erwarb der Alpenverein 1938–1940 rund 280 km² alpinen Urlandes. Diese Flächen sollten sich später als Herzstücke des Tiroler Anteils am Nationalpark Hohe Tauern sowie als Bollwerk gegen die geplante schitouristische Erschließung der Gletscher auf der Venediger-Süd/West-Seite für den Pisten-schilau und das Speicherkraftwerksprojekt Dorfertal/Matrei i. O. herausstellen. Dem Touristenverein Naturfreunde ge-

hören schließlich seit dem Jahre 1958 rd. 10 km² im Gebiet des Sonnblicks in der Salzburger Nationalparkgemeinde Rauris. Schließlich erklärten sich die Österreichischen Bundesforste schon 1936 in Salzburg bereit, einen Großteil ihrer Flächen zum „Naturbanngebiet“ auf der Basis des Salzburger Naturschutzgesetzes 1929 zu erklären (DRAXL 1979).

Doch die aufkeimenden Nutzungsansprüche durch die Energiewirtschaft, die Befürchtungen der Land- und Forstwirtschaft und schließlich die Wirren des 2. Weltkrieges hemmten alle Bemühungen zur Verwirklichung des Nationalparks Hohe Tauern. Das Drängen der großen Naturschutzorganisationen und alpinen Verbände Österreichs führte schließlich als Beitrag Österreichs zum Europäischen Naturschutzjahr 1970 zur mittlerweile berühmten Dreiländervereinbarung von Heiligenblut am 21. Oktober 1971 zwischen Kärnten, Salzburg und Tirol zur Realisierung des Nationalparks Hohe Tauern.

Mit dieser Dreiländervereinbarung wurde ein 2.589 km² großer Planungsraum für den Nationalpark Hohe Tauern fixiert. Diese Flächenausdehnung in der Größe des Bundeslandes Vorarlberg blieb auch nicht lange unwidersprochen. So meldeten im Laufe der 70er Jahre Energiewirtschaft, Seilbahnunternehmen und Bergbaubetriebe ihre großtechnischen Projekte im selben Planungsraum an. Die Almbauern, die um ihre Landnutzungsrechte in den über Jahrhunderte gepflegten Almen der Außenzone fürchteten, rückten in Schutzgemeinschaften zusammen. In Tirol beschloß die Landesregierung noch kurz vor der Dreiländervereinbarung die Strategie, daß der Nationalpark weder energiewirtschaftliche noch touristische Projekte behindern dürfe: die Quadratur des Kreises!



Abb. 1: Wiege des Nationalparkes Hohe Tauern, Großglockner mit Pasterze. Foto: W. Retter

Zwar bildeten die vorhin aufgelisteten Grundbesitzungen von Alpenverein, Verein Naturschutzpark Hamburg-Stuttgart, Touristenverein Naturfreunde und den Österreichischen Bundesforsten das Fundament für die Nationalparkplanungen; auch die bestehenden naturschutzrechtlichen Festlegungen in Form von Schutzgebieten vor allem in Salzburg und Kärnten trugen zur Flächensicherung wesentlich bei; sie wären jedoch zu klein gewesen, um einen zusammenhängenden und repräsentativen Nationalpark in der Symbiose einer unberührten Naturlandschaft und der seit Generatio-

nen gepflegten und naturnah erhaltenen Kulturlandschaft zu schaffen. Dieses Ziel bedeutete eine große Herausforderung und zugleich Kampfansage an sämtliche angeführten Nutzungskonkurrenten.

Flächensicherung vor Großtechnik

Einige dieser Interessenkollisionen sind in die jüngere Geschichte der Hohen Tauern eingegangen; sie gelten als Muster- und Lehrbeispiele für die alpine Raumordnung und werden noch Gene-

rationen von interessierten Besuchern, Studenten der Geographie, Biologie, Raumplanung, Ökologie, Politikwissenschaft, Forstwissenschaftlern und einschlägig befaßten Praktikern einen einprägsamen Anschauungsunterricht und Diskussionsstoff bieten (HASSLACHER u. JANSCHKE 1981).

Energiewirtschaft versus Nationalpark

Der Konflikt Nationalparkprojekt versus energiewirtschaftliche Projekte war aufgrund des noch großen, bisher ungenutzten energiewirtschaftlichen Ausbaupo-



Abb. 2: Kaiser Dorfertal; projektierter Speicherraum für das Großkraftwerk Dorfertal/Matrei in Osttirol.
Foto: W. Retter

tentials für Speicherkraftwerke zu erwarten. So mußten in langwierigen Auseinandersetzungen zahlreiche Kraftwerksprojekte abgewendet werden:

- Speicherkraftwerksprojekt Dorfertal/Matrei i. O. auf der Südseite der Hohen Tauern in Osttirol (Abb. 2) mit einem Riesenspeicher im Kaiser Dorfertal, mit einer 220 m hohen Staumauer und 22 geplanten Bachfassungen mit einem hydrographischen Einzugsbereich von rund 340 km² (Variante 1986);
- Speicherkraftwerksprojekt Oberpinzgau auf der Nordabdachung der Ve-

nedigergruppe in Salzburg mit 5 Bachfassungen und einem Wochenspeicher im Habachtal;

- weitere größere Projekte existierten im Käfertal/Rotmoos in der Gemeinde Fusch an der Großglocknerstraße (Salzburg), in der Kärntner Gemeinde Mallnitz die Projekte Dösenener See und Seebachtal, ja sogar bestehende Schutzgebiete, wie etwa das 1964 verordnete Naturschutzgebiet Schobergruppe-Nord (Kärnten) u. a. wurden in energiewirtschaftliche Projektplanungen miteinbezogen.

Der Kern der Kontroversen bestand darin, ob zusätzlich zu den bestehenden Speicherkraftwerken in der Glockner-, Granatspitz- und Goldberggruppe scheinbar alle repräsentativen Gletscherbäche der Hohen Tauern für die energiewirtschaftliche Nutzung gefaßt, in Stollen beigeleitet und in Riesenspeichern innerhalb oder knapp außerhalb des Nationalparks in den „Einstiegstälern“ gesammelt werden sollten. Das fließende Wasser hat nämlich den wesentlichsten Anteil an der Gestaltung der Reliefformen der Alpen. Die heutigen Bäche und Flüsse in den



Abb. 3: Untere Stufe der Krimmler Wasserfälle – vom Europarat mit dem europäischen Naturschutzdiplom ausgezeichnet. In drei Kaskaden fällt die Krimmler Ache über eine ca. 400 m hohe Talstufe ins obere Salzachtal; ca. 700.000 Besucher pro Jahr! Foto: W. Retter

Talgründen, die Bäche und Wasserfälle an den durch Gletscher geformten Trogtalwänden sind Wesenselemente der alpinen Gebirgslandschaft. Die Gletscherbäche, ganzjährig fließend und mit besonderer Ausprägung, sind somit ein Wesenselement des vergletscherten Kristallin-Hochgebirges, das nur in diesem existiert, ein Element der Mindestausstattung der Hohen Tauern als eine für Österreich repräsentative Nationalpark-Landschaft (KASTNER 1978). Sie weisen sowohl ein charakteristisches Abflußverhalten mit zwei Drittel der Jah-

resfracht zwischen Juli bis September und einen ebenso typischen Tagesgang mit der Abflußspitze am späten Nachmittag bzw. in den Abendstunden auf (SLUPETZKY u. WIESENEGGER 1993). Da es in Kärnten zu dieser Zeit bereits keinen repräsentativen Gletscherbach mehr gab, der unversehrt vom Gletschertor bis in das vorgelagerte Talsystem abfloß, konzentrierten sich die Anstrengungen der Naturschützer auf den Salzburger und Tiroler Nationalpark-Planungsraum. Lange Zeit hindurch glich die Auseinandersetzung einem

Rückzugsgefecht des Naturschutzes. „Mit dem Rücken an der Wand“ forderten die Naturschützer beispielsweise in Tirol nur mehr die uneingeschränkte Erhaltung der oberen Isel im Umbalstal (Gemeinde Prägraten) und der Bäche des Gschlöß (Gemeinde Matrei i. O.). Es galt Zeit zu gewinnen. Denn erst als die Kraftwerksplaner in ihrer Überheblichkeit immer mehr Bäche und Talschaften in ihre Überlegungen einbezogen, regte sich erbitterter Widerstand in Teilen der Bevölkerung, insbesondere in der Glocknergemeinde Kals, wo der Spei-

Tourismuswirtschaft versus Nationalpark

cherstausee im Kalser Dorfertal situiert worden wäre. Am 20. September 1987 votierte die Bevölkerung von Kals bei einer Beteiligung von 66,8 % mit 67 % in einer Volksbefragung nach Tiroler Gemeindeordnung eindeutig gegen die Errichtung des Dorfertal-Stausees (HASSLACHER 1988). Zusammen mit einem Erkenntnis des Verwaltungsgerichtshofes aus dem Jahre 1985 „*ein Bedarf aus volkswirtschaftlicher Sicht, das Vorhaben Speicherkraftwerk Dorfertal/Matrei beschleunigt auszuführen, ist im gegenwärtigen Zeitpunkt nicht gegeben*“, viel Sympathie bei Spitzenpolitikern in Wien und der nimmermüden Arbeit der Geschäftsstelle der überregionalen Nationalparkkommission Hohe Tauern, des Vereins zum Schutz der Erholungslandschaft Osttirol und der Fachabteilung Raumplanung/Naturschutz des Oesterreichischen Alpenvereins ist es schließlich gelungen, das endgültige politische Aus dieses Speicherkraftwerksprojektes Dorfertal/Matrei im März 1989 zu erreichen (HASSLACHER 1992).

In Salzburg wurde die Gefahr einer energiewirtschaftlichen Nutzung der Tauerntäler schon früher gebannt. Bereits 1958 wurden einige Täler unter Landschaftsschutz gestellt, 1967 zeichnete der Europarat die Krimmler Wasserfälle (Abb. 3) mit dem Europäischen Naturschutzdiplom aus und machte diese derart zu einem Bollwerk gegenüber energiewirtschaftlichen Gelüsten. Im Jahre 1982 erklärte der mittlerweile verstorbene Landeshauptmann von Salzburg, Dr. Wilfried HASLAUER, den Plänen zur Errichtung eines Großkraftwerkes im Oberpinzgau eine eindeutige Absage. In dem im Jahre 1983 schließlich vom Salzburger Landtag einstimmig beschlossenen Salzburger Nationalparkgesetz Hohe Tauern ist sowohl in der Kern- als auch Außenzone das Verbot zur Errichtung von Anlagen zur energiewirtschaftlichen Nutzung ausdrücklich verankert. Dieses Verbot bedeutete gleichzeitig aber auch ein wichtiges Signal an Tirol, daß einerseits sowohl Kern- als auch Außenzonen vor großtechnischen Eingriffen nachhaltig zu schützen sind und andererseits sich ein für Österreichs alpine Landschaft repräsentativer Nationalpark nicht nur auf die hochalpine Berg-, Gletscher- und Urlandschaft beschränken dürfe.

Gleichzeitig mit dem Kraftwerksproblem überschattete und behinderte auch der Konflikt technisierter Tourismus versus Nationalpark Hohe Tauern eine baldige Realisierung des für Österreich größten Naturschutzprojektes. Österreich befand sich Ende der 70er Jahre, anfangs der 80er Jahre in einem Run auf Gletscherschigebiete. Begleitet von heftigen Auseinandersetzungen, gingen zu Beginn der 80er Jahre die Gletscherschigebiete im Kautertal und im Pitztal (beide in Tirol) in Betrieb. Auch die hintere Iselregion in Osttirol – und dabei insbesondere das Virgental mit den Gemeinden Prägraten und Virgen – setzten hohe Erwartungen in ein derartiges, nur mit Hilfe von Kraftwerksmillionen erreichbares Tourismusprojekt zur Verbesserung der Bettenauslastung. Da das Projektgebiet „Venediger-Süd/West“ jedoch auf Grundbesitz des Oesterreichischen Alpenvereins und praktisch im Herzstück der Venedigergruppe zu liegen gekommen wäre, war es politisch nicht durchsetzbar. Mit dem Beschluß der Novelle des Tiroler Naturschutzgesetzes am 9. Mai 1990 wurden schließlich alle schichttechnisch noch ungenutzten Gletscher Tirols noch vor der Realisierung des Tiroler Nationalparkanteils unter strengen Naturschutz gestellt. Damit folgte Tirol dem Beispiel von Vorarlberg bzw. Kärnten, wo die Gletscher als Trinkwasserreservoir der Zukunft bereits seit dem Jahre 1982 bzw. 1986 streng geschützt sind. Ähnliche Projekte zur touristischen Nutzung von Gletschern für den Pistenschliff wurden ebenso erfolglos, jedoch mit weniger Einsatz in der Granatspitzgruppe vom Alpinzentrum Rudolfshütte aus, am Hocheiser als Erweiterung des bestehenden Gletscherschigebietes Kitzsteinhorn (Salzburg) und am Hochalmkees von Malta aus (Kärnten) betrieben. Einzig das Wurtenkees am Fuße des Schareck (Gemeinde Flattach/Kärnten) in der Goldberggruppe wurde noch einem fragwürdigen Projekt geopfert, dem Nord-Zubringer vom Gasteiner Tal auf das Schareck kam die Nationalparkrealisierung auf Salzburger Seite zuvor.

Dieser Auszug aus der Liste wichtiger Projekte der Großtechnik, welche der

Realisierung des Nationalparkes Hohe Tauern in den drei beteiligten Bundesländern Kärnten, Salzburg und Tirol mehr oder weniger viele Jahre hindurch entgegenstanden, unterstreicht mehr als genug die Fülle der unternommenen Anstrengungen, welche der Erhaltung dieser für Österreich so repräsentativen Berglandschaft dienten. Eine Leistung, die im ausgehenden 20. Jahrhundert wohl nicht genug gewürdigt werden kann.

Der lange Weg: 1971–1991

Ebenso schwierig wie die Ausräumung der verschiedenen Nutzungskonflikte gestaltete sich die Verankerung der nationalparkrechtlichen Festlegungen in den einzelnen Bundesländern.

Nach verschiedenen Anläufen zur Etablierung des Nationalparkes in der Zwischenkriegszeit und nach dem 2. Weltkrieg kam es 1971 zur Unterzeichnung der mittlerweile berühmten Dreiländervereinbarung in Heiligenblut zwischen Kärnten, Salzburg und Tirol zur Errichtung des Nationalparkes Hohe Tauern. Zur Beratung der drei Landesregierungen wurden 1972 die Nationalparkkommission bzw. 1975 eine Geschäftsstelle in Matrei i. O. eingerichtet. Oberste Planungsstrategie war es fortan, hoheitliche Planungsfehler der Vergangenheit ausmerzen und durch eine bürgernahe und grundbesitzerfreundliche Planung „von unten“ zu ersetzen. Denn eines war klar: Dieser Nationalpark Hohe Tauern konnte nicht „von oben“ zentral beschlossen und verordnet werden, wie etwa Nationalparks mit vorrangig dem Staat gehörenden Flächen. Im Nationalpark Hohe Tauern mußten in langwierigen Verhandlungen ungefähr 1.100 Grundbesitzer überzeugt und in den Nationalpark integriert werden. Eine Einmaligkeit, die derzeit von internationaler Seite her leider nicht entsprechend gewürdigt wird. Die IUCN bevorzugt nämlich für Nationalparks hauptsächlich im öffentlichen Besitz stehende Flächen, da damit strenge Naturschutzziele wesentlich leichter erreicht würden! Die Anstrengungen in den Hohen Tauern bei der Ausräumung der Vielzahl von Interessenkonflikten unterstreichen jedoch die Ernsthaftigkeit der Naturschutzbestrebungen in Österreich; bei der Durchsetzung der Qualitätsziele eines von der



Abb. 4: Blick ins Virgental, als eine der Modellregionen im Nationalpark Hohe Tauern. Im Hintergrund Rötspitze und Dreiherrnspitze. Foto: W. Retter

IUCN als Nationalpark der Kategorie II anerkannten Schutzgebietes muß daher nun auf den Faktor Zeit und aufgrund der Besitzstruktur auf die Akzeptanz der Grundbesitzer und einheimischen Bevölkerung gesetzt werden.

Eine Langzeit-Akzeptanz durch die Bevölkerung vor Ort kann aber nur dann erreicht werden, wenn die Regionalentwicklung in der Nationalparkregion (außerhalb des eigentlichen Schutzgebietes gelegene Gemeindeflächen) unbeschadet der Nationalparkrealisierung zukunftsorientierte Per-

spektiven zuläßt. Deshalb darf zwischen Schutzgebiet, Nationalparkregion und dessen Vorfeld keine Trennlinie gezogen werden. Eine aktive Raumordnungspolitik kompensiert eventuelle Entwicklungsnachteile und fördert die Entfaltung einer ökologisch orientierten Vorbildlandschaft.

Diese Zielsetzung ist insofern nicht abwegig, da es sich bei der Majorität der Nationalparkgemeinden um einerseits kleine, noch mehr oder weniger „unverbrauchte“ Berggemeinden handelt, die andererseits aber auch mit dem Natio-

nalpark gemeinsam eine Entwicklungschance suchen.

Schon im Jahre 1978 wurde von den politisch zuständigen Landespolitikern der Auftrag erteilt, in jedem Bundesland zur Anschauung und Bewußtseinsbildung für Einheimische und Gäste Modellgebiete zu entwickeln. Unter teilweise oft widrigen Umständen, bedingt durch die heftig diskutierten Interessenkonflikte, konnten im Virgental (Tirol) (Abb. 4), im obersten Oberpinzgau (Krimml und Neukirchen am Großvenediger in Salzburg) und im oberen Mölltal (Kärnten)

erste Fingerübungen unter dem Motto „Schützen und Nützen“ stattfinden. 1982 wurde erstmals von seiten des Bundes auch budgetäre Vorsorge für die verschiedenen Förderungsaktivitäten in diesen ausgewählten Modellgebieten getroffen. Das wiederum brachte einen positiven Meinungsbildungsschub in der Bevölkerung mit sich und die tangierten Bundesländer in Zugzwang.

Kärnten

Zehn Jahre nach Unterzeichnung der Dreiländervereinbarung von Heiligenblut preschte das Bundesland Kärnten vor und beschloß am 15. September 1981 die Verordnung, „womit der Nationalpark Hohe Tauern im Land Kärnten eingerichtet wird“. Die Meinungen über diesen Schritt Kärntens waren zunächst geteilt: einige glaubten, daß die noch zögernden Länder Salzburg und Tirol aus der Vereinbarung ausscheren würden, andere sahen in dieser Initiative den Startschuß für weitere Beschlüsse, was sich schließlich als richtige Vermutung herausstellte. Immerhin richtete das Land Kärnten im Bereich der schon lange bestehenden Naturschutzgebiete um Großglockner/Pasterze und Scho-

bergruppe-Nord im oberen Mölltal ein rd. 195 km² großes Nationalparkgebiet ein, 1983 folgte das Kärntner Nationalparkgesetz als Rahmenrichtschnur für Kärntner Nationalparkprojekte. 1986 wurde der Nationalpark Hohe Tauern in Kärnten um die Region „Mallnitz-Hochalm Spitze“ erweitert und ein zweiter Nationalpark in den Nockbergen errichtet. Aufgrund der völlig unterschiedlichen naturräumlichen Ausstattung der Nationalparke „Hohe Tauern“ und „Nockberge“ wurden 1993 erste Initiativen für auf die jeweiligen Nationalparke zugeschnittene Gesetze bzw. für eine völlige organisatorische Trennung laut. Seit 1986 existieren auf Alpenvereinsgrund-

besitz im obersten Mölltal auch die beiden ersten streng geschützten Sonderschutzgebiete des überregionalen Nationalparkes Hohe Tauern, nämlich „Großglockner-Pasterze“ und „Gamsgrube“ (Abb. 5) im Ausmaß von rund 37 km². Letzteres ist mit einem Betretungsverbot belegt und nimmt innerhalb des Nationalparkes und in den Alpen eine naturkundliche Sonderstellung ein. Durch das extrem kontinental geprägte Lokalklima – ähnlich Spitzbergen, Island, Grönland und den Gebirgen Zentralasiens – entstanden bis zu drei Meter mächtige Flugsandablagerungen mit einer äußerst sensiblen, lückenhaften Steppenrasenvegetation sowie sibirische

Daten zum Nationalpark Hohe Tauern

Bundesland	Anzahl der Gemeinden	Gebietsverordnungen	Fläche (km ²)			Summe
			Kernzone	Außenzone	SSG ¹⁾	
Kärnten	6	1981, 1986	263	72	37	372
Salzburg	13	1983, 1990	533	266	5	804
Tirol	10	1991	350	260		610
Nationalpark Hohe Tauern	29		1.146	598	42	1.786

¹⁾ SSG = Sonderschutzgebiete

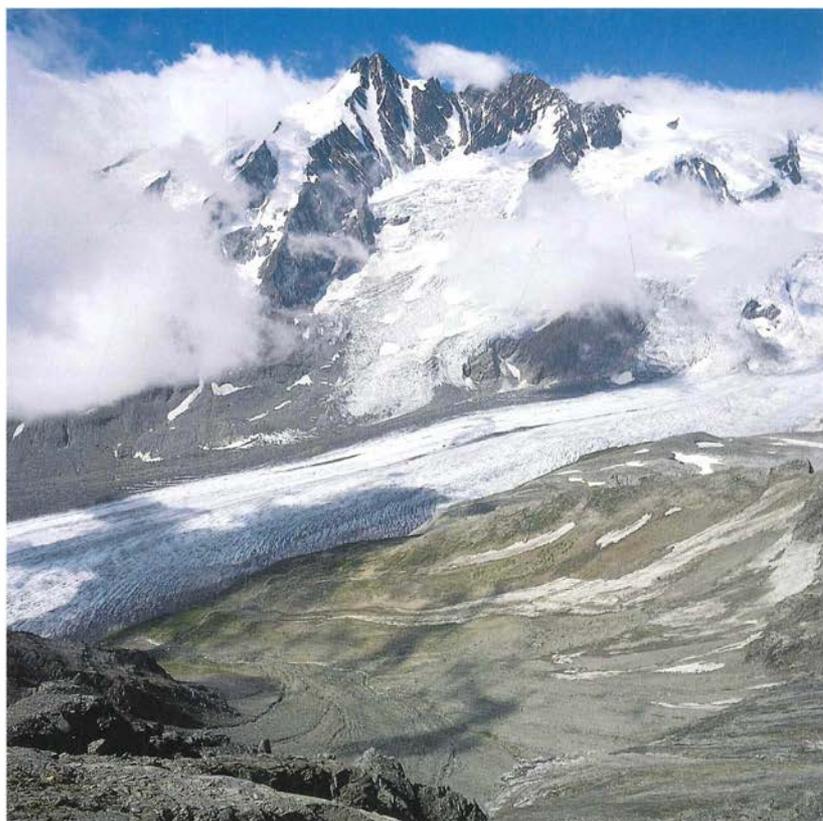


Abb. 6: Gamsgrube: Flugsand bildet auf dem Firn charakteristische Sandkegel. Foto: E. Stüber

Abb. 5: Sonderschutzgebiet „Gamsgrube“; im Hintergrund Pasterze und Großglockner. Foto: W. Retter



Abb. 7: Sonderschutzgebiet „Wiegenwald“, im hinteren Stubachtal. Im Hintergrund die Hohe Riffel, bekannt auch wegen zahlreicher Erz- und Mineralfunde. Foto: W. Retter

und arktische Pflanzenarten. Die Zusammensetzung der Vegetation ist nicht nur durch die Klima- und Eiszeitgeschichte, sondern in besonderem Maße durch die ständige Ablagerung von Flugsand und die Erosion durch Schnee und Wasser bedingt (Abb. 6). Das Betretverbot des Sonderschutzgebietes „Gamsgrube“ wird durch Nationalparkbetreuer ständig überprüft, um derart bestmöglich den hohen Schutzanforderungen zu entsprechen. Im Jahre 1992 beschloß der Kärntner Landtag eine Novelle des Kärntner Nationalparkgesetzes

und damit verbunden auch qualitative Verbesserungen der Schutzziele.

Salzburg

Zwei Jahre nach dem Durchbruch in Kärnten folgte im Jahre 1983 nach der Ausräumung der Interessenkonflikte das Bundesland Salzburg mit dem Landtagsbeschluß am 19. Oktober 1983. Dem ging ein heftiger Schlagabtausch um das geplante Speicherkraftwerksprojekt im Oberpinzgau zwischen dem Salzburger Landeshauptmann und der Verbundgesellschaft voraus. Nach dem

Vorrangflächenprinzip wurde schließlich als Ergebnis festgelegt, den Bereich der Hohen Tauern vorrangig dem Nationalpark Hohe Tauern zu widmen und dafür die mittlere Salzach energiewirtschaftlich zu nutzen („Teilung im Raum“). Die skeptischen Bauern, die sich in eine eigene „Schutzgemeinschaft“ der bäuerlichen Grundbesitzer formiert hatten, konnten durch ein detailliertes Förderungsprogramm zur Erhaltung und Pflege der bergbäuerlich geprägten Kulturlandschaft in der Außenzone des Nationalparkes Hohe Tauern

und unzählige Gespräche über Grenzziehung, Schutzzinhalte und Förderung an Ort und Stelle überzeugt werden. Mit dem 1. Jänner 1984 wurde der Nationalpark Hohe Tauern in Salzburg vorerst in 10 Gemeinden auf einer Fläche von 667 km² vom Wildgerlostal (Gemeinde Krimml) im Westen bis in das Rauriser Tal im Osten eingerichtet. Um die Nationalparkregion aufzuwerten und die Nähe der Verwaltung zur ortsansässigen Bevölkerung zu unterstreichen, kam es zur Auslagerung der Verwaltungsstrukturen aus der Landeshauptstadt in die für den Nationalpark besonders verdienstvolle Gemeinde Neukirchen am Großvenediger.

Im Jahre 1990 beschloß die Salzburger Landesregierung schließlich die Erweiterung im Pongau und Lungau (Badgastein, Hüttschlag, Muhr), wodurch der Salzburger Nationalparkanteil nunmehr insgesamt 804 km² beträgt und sich über 11 Prozent der Salzburger Landesfläche erstreckt. Mit der Pifflkar-Sonderschutzgebietsverordnung 1988 wurde auch in Salzburg mit der Erhöhung der Schutzqualität im Nationalpark begonnen. Als kurz- und mittelfristige Maßnahmen sollen auch im Bereich der Krimmler Wasserfälle (500 Hektar), im Untersulzbachtal (ca. 4.100 ha) der Gemeinde Neukirchen, im Wiegenwald (ca. 140 ha) (Abb. 7) der Gemeinde Uttendorf, Durchgangswald (ca. 100 ha) und Wandl (13 ha) in der Gemeinde Rauris Sonderschutzgebiete ausgewiesen werden. Mittel- und langfristig ist die Einbeziehung des alpinen Urlandes mit den Gletschern geplant (KREMSER 1989: 87). Für die Besucherlenkung und Information wurde im Zeitraum 1984 bis 1993 versucht, in allen Nationalparkgemeinden entsprechende Informationsstellen, Lehrwege und Besucherzentren als sichtbare Kristallisationspunkte für die Nationalparkentwicklung zu errichten (Abb. 8) (HASSLACHER 1992: 40/41).

Abb. 8: Nationalparkzentrum „Klausnerhaus“ in Hollersbach. Ein typischer alter Pinzgauer Hof aus dem 14. Jahrhundert, der heute ein Informations- und Medienzentrum für den Nationalpark in diesem Bereich beherbergt. Foto: W. Retter

In diesem Zusammenhang versucht sich die mitten durch den Nationalpark führende Großglockner Hochalpenstraße mit naturkundlichen Informationsstationen und der Alpinen Naturschau im „Wilfried-Haslauer-Haus“ als „Nationalpark-Straße“ zu profilieren (GOLLEGER 1993).

Tirol

Beinahe zwanzig Jahre seit der Dreiländervereinbarung von Heiligenblut mußten vergehen, ehe der Tiroler Landtag am 9. Oktober 1991 das Tiroler Nationalparkgesetz Hohe Tauern mit Stimmenmehrheit beschloß.

Am 31. März 1989 gab der damalige Energieminister Robert GRAF das politische Aus für das Speicherkraftwerksprojekt Dorfertal/Matrei bekannt. Noch im Juli 1989 erteilte der Tiroler Landtag der Landesregierung den Auftrag zur Ausarbeitung eines Nationalpark-Gesetzesentwurfes und eines regionalen Entwicklungsprogrammes. Nach Anlaufschwierigkeiten wurden Gesetzes- und Grenzziehungsverhandlungen im Eilzugstempo vom Herbst 1991 bis zum Tag des Beschlusses im Herbst 1992 durchgepeitscht. Die Schwierigkeiten,

über Jahrzehnte aufgestaute Ressentiments, Vorurteile und bewußte Fehlinformationen abzubauen, gestalteten sich als äußerst schwieriges und zeitraubendes Unterfangen. Volksbefragungen in Matrei i. O. und in Prägraten mit eindeutigen Voten gegen die Errichtung des Nationalparks noch im Juni/Juli 1991 erschwerten das Vorhaben zusätzlich. Es kam sogar soweit, daß die Mehrheit der bäuerlichen Grundbesitzer in der Venedigergemeinde Prägraten ausscheren und die Gemeinden Ainet und St. Johann im Walde überhaupt herausgenommen werden mußten. Trotz dieser Wermutstropfen konnten 610 km² von ursprünglich 711 km² in den Tiroler Anteil am Nationalpark Hohe Tauern eingebracht werden. Die Akzeptanz der tangierten Gemeinden konnte der Beschluß des regionalen Entwicklungsprogrammes für die Nationalparkregion außerhalb des Schutzgebietes mit einem Förderungsvolumen von insgesamt S 250 Mio. für den Zeitraum 1992–2001 erhöhen. Für die Umsetzung des Programmes kümmert sich als Tiroler Rarität ein eigener Regionalbetreuer. Da im Nationalpark-Schutzgebiet jeder energiewirtschaftliche Eingriff verboten ist, tauch-



ten 1993 mehrere Projekte in den Einstiegstälern zum Nationalpark auf (z. B. im Gschlöß). Deshalb verlangen die Naturschutzorganisationen die Ausarbeitung eines Landschaftsplanes „Fließgewässer“ im Vorfeld des Nationalparkes. Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß

- die Phase der Flächensicherung für den überregionalen Nationalpark Hohe Tauern gegen die geschilderten heftigen Widerstände im wesentlichen abgeschlossen ist. Von einem 1971 mit 2.589 km² festgesetzten Planungsraum sind 1993 mit 1.786 km² insgesamt 69 % der vorgeschlagenen Fläche in den Nationalpark integriert worden (Kärnten: 52 %, Salzburg 69 %, Tirol 85 %);
- mit rund 1.100 Grundbesitzern im Nationalpark konnte das Einvernehmen hergestellt werden, was wiederum bei der Verbesserung der Schutzqualität einen großen Zeitaufwand erfordern wird; die einheimische Bevölkerung (Bürgermeister, bäuerliche Grundbesitzer) bilden die Majorität in den Entscheidungsgremien;
- die Schutzbestimmungen sowohl für die Kern- und Außenzone keine großtechnischen Eingriffe von Energie-, Tourismus-, Verkehrswirtschaft usw. mehr zulassen; im Zuge von Novellierungen der Nationalparkgesetze sowie anderer relevanter Gesetze wie Jagd, Naturschutz und Forst wird die

Schutzqualität sukzessive angehoben;

- im Bereich des Nationalparkmanagements Verwaltungen vor Ort in der Nationalparkregion eingerichtet sind; Nationalparkbetreuer halten intensiven Kontakt zur einheimischen Bevölkerung sowie zu den Gästen und tragen dadurch zur Qualifizierung des sanften Tourismusangebotes bei;
- diese Aktivitäten zum Aufbau und zur Optimierung der Nationalparkziele jährlich mit S 60 Mio. von Bund und Ländern zu gleichen Teilen gefördert werden;
- der Nationalpark Hohe Tauern als Symbiose von Schutz im Nationalpark und der Förderung einer eigenständigen Regionalentwicklung im Dauersiedlungsraum verstanden wird.

Ausblick

Der Nationalpark Hohe Tauern ist „ein ganz besonderer Schatz“ inmitten des vom Menschen großteils umgestalteten und vielfach schon verarmten Mitteleuropa: auf einer Fläche von rd. 1.800 km² liegen riesige Areale von weitestgehend unberührtem alpinen Urland, umrahmt von einer ökologisch reichhaltigen, extensiv genutzten, traditionellen Kulturlandschaft (WINDING 1993: 19). Schätzungsweise leben hier an die 800 Arten von Blütenpflanzen, über 1.000 Flechten-, deutlich über 1.000 Schmetterlings-, wohl an die 2.000 Käfer-, etwa

100 Brutvogel- und rund 50 Säugetierarten, um nur einige Beispiele zu nennen. Einige Arten kommen weltweit nur in den Hohen Tauern vor oder haben hier den Schwerpunkt ihrer Weltverbreitung, wie zum Beispiel der in den Hohen Tauern durchaus nicht seltene Rudolphs Steinbrech oder die prächtige Gletschernelke (Abb. 10, 11). Immer wieder werden neue Kleintiere entdeckt, vor allem verschiedene auch für die Wissenschaft neue Arten. Im Gegensatz zu den außeralpinen Verhältnissen sind in der Tier- und Pflanzenwelt des Nationalparkes Hohe Tauern nur vergleichsweise wenige gefährdete Arten zu finden. Das heißt nicht, daß hier nur häufige „Allerweltsarten“ vorkommen – sondern, daß im Nationalpark für die charakteristische Hochgebirgsflora und -fauna noch großflächig weitgehend intakte Verhältnisse vorherrschen. Diese gilt es nun, in der zweiten Phase der Nationalparkgestaltung zu erhalten bzw. durch eine geeignete Besucherlenkung, Schaffung von Ruhezeiten und Außernutzungstellung gefährdeter Bereiche entsprechend den strengen Bestimmungen der IUCN zu optimieren. Über das erstmals in der Tiroler Nationalparkgesetzgebung verankerte Instrument des Vertragsnaturschutzes und auf der Basis von verwandten Gesetzesnovellierungen muß ein „planmäßiger Rückzug“ der Jagd-, Land- und Forstwirtschaftsnutzung wegen ihres nachhaltigen Eingriffes auf die ökologischen Prozesse zumindest aus den Kernzonen erfolgen (MANG 1993).

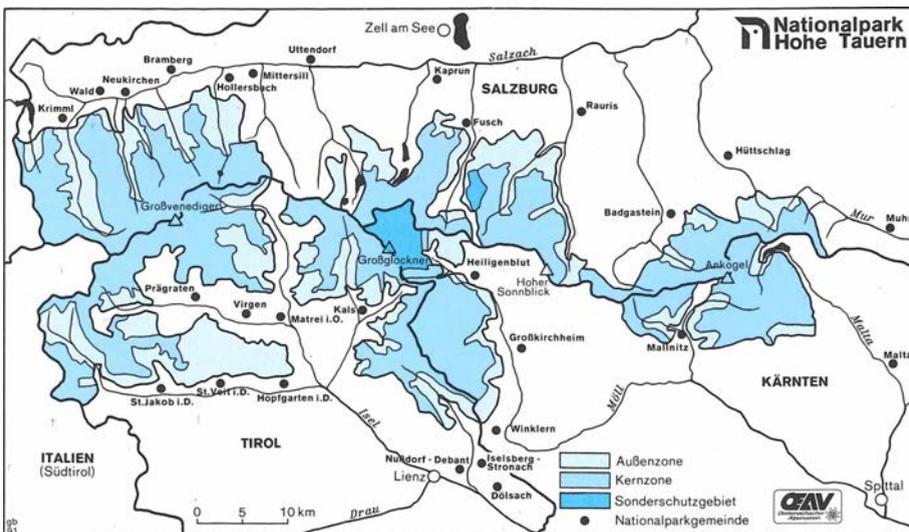


Abb. 9: Der Nationalpark Hohe Tauern in den Bundesländern Kärnten, Osttirol und Salzburg. Die Schutzzonen umfassen aber auch Gebiete, die sich außerhalb der eigentlichen Hohen Tauern befinden, z. B.: Lasöringgruppe oder Schobergruppe.



Abb. 10: Rudolphs Steinbrech (*Saxifraga Rudolphiana*).
Foto: W. Retter



Abb. 11: Gletschernelke (*Dianthus glacialis*). Foto: W. Retter

Diese Anforderungen sind auch zu erfüllen, um von der IUCN international als Nationalpark (Kategorie II) anerkannt zu werden. Zur Zeit wird der Nationalpark Hohe Tauern aufgrund dieser Landnutzungsprobleme noch in der Kategorie V (Geschützte Landschaften) eingestuft. Alle politischen Aussagen über die IUCN-Anerkennung tendieren in die Richtung, daß diese unter Berücksichtigung der Akzeptanz der Bevölkerung und des Faktors Zeit angestrebt wird. Ein langer und schwieriger Weg steht bevor!

Um dieses Ziel langfristig zu erreichen, wird es in den nächsten Jahren vermehrt darauf ankommen, ob die bäuerlichen Grundbesitzer, die einheimische Bevölkerung, die Freizeitsportler, Bergsteiger, Mineraliensammler, Jäger usw. bereit sind, einen Verzicht zu leisten. Es gilt im Zusammenhang mit der qualitativen Verbesserung des Schutzzinhaltes, die Möglichkeit, „alles“ zu tun und in alle unberührten Räume des Nationalparkes vorzudringen, umzuschreiben in eine neue, wiederzuerkennende Freiheit, die uns befähigt, etwas aus Wertschätzung/Ehrfurcht/Wissen um die ökologischen Zusammenhänge im Nationalpark nicht zu tun, etwas zu unterlassen.

Neben dieser großen Herausforderung, die alle am Nationalpark Hohe Tauern beteiligten und interessierten Personen und Verbände angeht, ist die Politik ge-

fordert, die Rahmenbedingungen für ein enges und harmonisches Zusammenwachsen der drei am Nationalpark Hohe Tauern engagierten Bundesländer Kärnten, Salzburg und Tirol zu verbessern. Bei allem Respekt vor den durch die österreichische Bundesverfassung garantierten Länderkompetenzen – Nationalparke, Naturschutz und Raumplanung sind in Österreich Ländersache – ist die Koordinationsverbesserung zwischen den Ländern einerseits und zwischen den Ländern und dem Bund andererseits dringend erforderlich. Zwar wurde zur politischen Koordination ein Nationalparkrat mit einem Ratssekretär eingesetzt, doch kann diese Initiative derzeit kaum über die Kooperationsmängel hinwegtäuschen. Dieses Nationalparkmanagement ist aber die Voraussetzung für die immer wieder ins Spiel gebrachte europäische Vorbildregion Nationalpark Hohe Tauern. Ergodessen müßten im Nationalpark und dessen Vorfeld Aktivitäten im Sinne einer innovativen Schule eines gelungenen ökologischen Lebens gesetzt werden. Die Nationalparkgemeinden sollen „Testbezirke“ neuer ökologischer Verkehrstechniken bzw. einer geänderten Mobilitätsmoral schlechthin werden. Kulturlandschaftsprogramme, wie etwa in der Nationalparkgemeinde Mallnitz (Kärnten) erstmals für das Berggebiet Österreichs ausgearbeitet und erprobt, sind ein ge-

lungenes Beispiel für den Nationalpark Hohe Tauern als innovativen Ideenpool für eine nachhaltige Berggebietsentwicklung (JUNGMEIER 1993).

Zähigkeit und Engagement haben zur Errichtung des Nationalparkes Hohe Tauern geführt. Dieselbe Hartnäckigkeit und Überzeugungskraft wird vonnöten sein, um dieses Lehrbeispiel alpiner Naturschutzpolitik zu einem weit über die Grenzen Österreichs hinaus anerkannten Nationalpark zu machen. Der eingeschlagene Weg ist vielversprechend!

Adresse des Autors:
Mag. Peter HASSLACHER
Fachabt. Raumplanung Naturschutz
Oesterreichischer Alpenverein
Wilhelm-Greil-Straße 15
A-6010 Innsbruck, Pf. 318

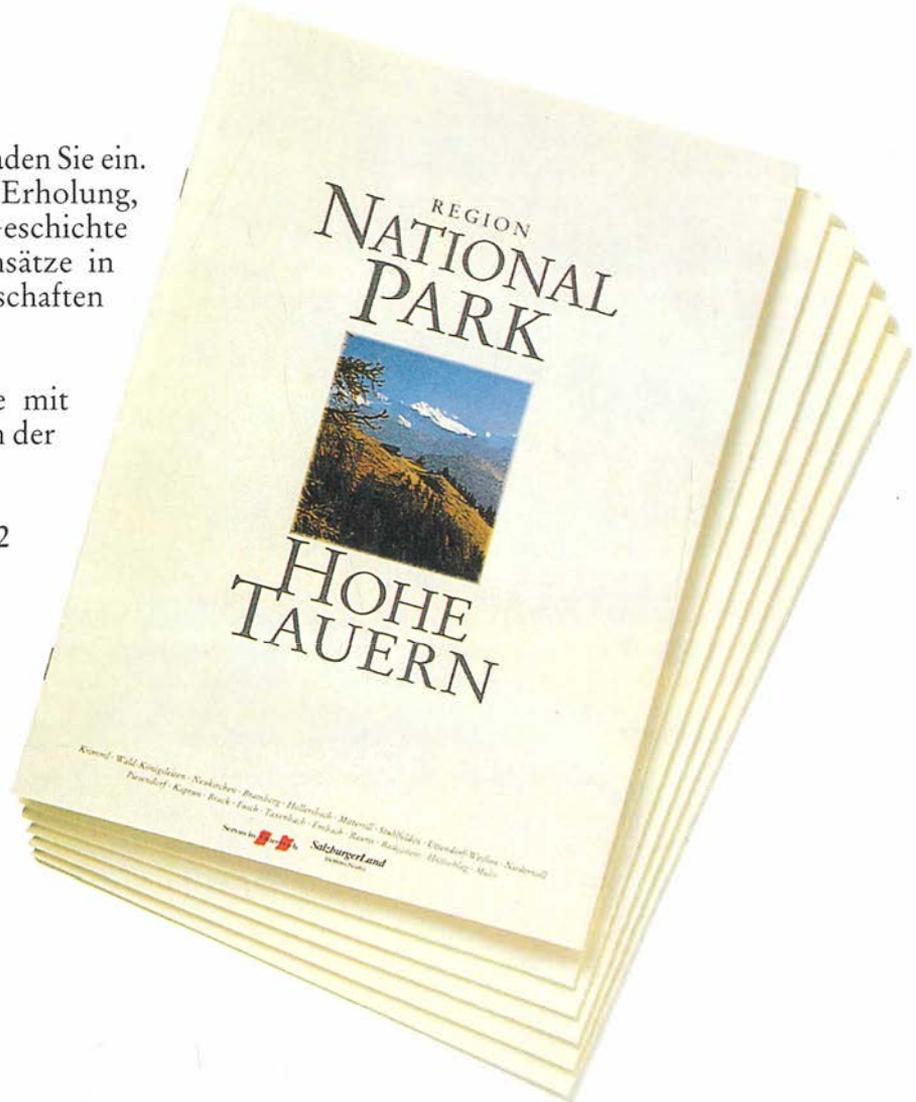
- Amt der Tiroler Landesregierung (1991): Entwicklungsprogramm Nationalparkregion Hohe Tauern. Innsbruck, 212 S. + Anhang.
- BARNICK, H. (1991): Entwicklungsprogramm für die Nationalparkregion Hohe Tauern. In: RO-INFO Tiroler Raumordnung H. 2, S. 26–27.
- BROGGI, M. F. (1993): Aufbruchstimmung für weitere Nationalparke in den Alpen? In: CIPRA-Info Nr. 29, S. 2–3.
- DRAXL, A. (1979): Ideen und Initiativen zur Gründung eines Nationalparks in den österreichischen Alpen bis zum Europäischen Naturschutzjahr 1970. In: Alpenvereinsjahrbuch 1979, S. 131–135.
- FLOIMAIR, R. (Hrsg.) (1989): Salzburger Nationalpark-Report (= Schriftenreihe des Landespressebüros, Serie „Salzburg Informationen“, Nr. 69); Salzburg, 139 S.
- GELB, G. (1989): Das Pasterzengebiet in der Obhut des Alpenvereins. In: Oesterreichischer Alpenverein (Hrsg.): Albert-Wirth-Symposium Gamsgrube (Heiligenblut), Tagungsbericht (= Fachbeiträge des Oesterreichischen Alpenvereins – Serie: Alpine Raumordnung Nr. 2); Innsbruck, S. 97–113.
- COLLEGER, K. (1993): Großglocknerstraße und Nationalpark – Konfrontation oder Symbiose? In: JÜLG, F. u. Chr. STAUDACHER (Schriftlgt.): Tourismus im Hochgebirge – Die Region Großglockner. Symposium über ökologische, ökonomische und soziale Fragen in Heiligenblut, 1992 (= Wiener Geographische Schriften Bd. 64); Wien: Service Fachverlag an der Wirtschaftsuniversität Wien, S. 43–50.
- HARTL, H. u. Th. PEER (1987): Die Pflanzenwelt der Hohen Tauern. Nationalpark Hohe Tauern – Wissenschaftliche Schriften Bd. 2; Klagenfurt: Universitätsverlag Carinthia, 168 S.
- HASSLACHER, P. (1984): Praxisbezogene Entwicklungsplanung im Nationalpark Hohe Tauern. In: LENDI, M., W. J. REITH (Hrsg.): Regionalentwicklung im Berggebiet. Schweiz – Österreich: Strategien im Vergleich (= BOKU Raumplanung Schriftenreihe Nr. 1), Wien, S. 177–190.
- HASSLACHER, P. (1988): Das Schicksal des Kaiser Dorfertales 1985–1987. In: NOPP, L.: Almen und Almwirtschaft im Dorfertal. Eine volkswissenschaftliche Untersuchung in der Gemeinde Kals am Großglockner, Bezirk Lienz, Osttirol (= OeAV-Dokumente Nr. 2); Innsbruck, S. 89–93.
- HASSLACHER, P. (1989): Der Alpenvereinsgrundbesitz im obersten Mölltal im Spannungsfeld von Naturschutz und Tourismus. In: Oesterreichischer Alpenverein (Hrsg.): Albert-Wirth-Symposium Gamsgrube (Heiligenblut), Tagungsbericht (= Fachbeiträge des Oesterreichischen Alpenvereins – Serie: Alpine Raumordnung Nr. 2); Innsbruck, S. 19–28.
- HASSLACHER, P. (1991): Nationalpark Hohe Tauern – 20 Jahre nach Heiligenblut. Entwicklungsstand und Blick in die Zukunft. In: Alpenvereinsjahrbuch 1991, S. 227–238.
- HASSLACHER, P. (1992): Der Nationalpark Hohe Tauern in Kärnten, Salzburg und Tirol – ein Lehrbeispiel für die alpine Naturschutzpolitik. In: Jahresbericht Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium Lienz 1991/92; Lienz, S. 5–9.
- HASSLACHER, P. (1992): Der Salzburger Anteil des Nationalparks Hohe Tauern im Oberpinzgau im Überblick. In: MÜLLER, G., W. SITTE u. H. SUIDA (Hrsg.): Exkursionen im Bundesland Salzburg und in Nachbargebieten. Salzburg: Selbstverlag des Instituts für Geographie der Universität Salzburg, Abt. für Geographische Landeskunde, S. 31–42.
- HASSLACHER, P. (1993): Anforderungan an Nationalparke aus der Sicht der überörtlichen Raumplanung. In: CIPRA Österreich (Hrsg.): Nationalparke: Ihre Funktionen in vernetzten Systemen – Anspruch und Wirklichkeit (= CIPRA-Schriften Bd. 7); Wien, S. 43–53.
- HASSLACHER, P. u. W. JANSCHKE (1981): Unterschiedliche Nutzungsansprüche im Nationalpark Hohe Tauern (Beispiel Osttirol). In: GW-Unterricht Nr. 8, S. 29–47.
- HUTTER, C. M. u. P. SCHREINER (1990): Österreichischer Nationalpark Hohe Tauern: Kärnten – Salzburg – Tirol. Salzburg-Aigen: VCM-Verlag, 83 S.
- JUNGMEIER, M. et al. (1993): Kulturlandschaftsprogramm Mallnitz. Grundlagen-erhebung – Konzeption – Umsetzung. Umweltbundesamt Monographien Bd. 31, Wien, 138 S. + Karten.
- KASTNER, F. (1978): Die zu erwartenden Veränderungen des Landschaftsbildes und ihre Auswirkungen. Fachgutachten im Rahmen des ökologischen Gutachtens zum wasserwirtschaftlichen Rahmenplan für das Iselgebiet, Osttirol; i. A. des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft – Oberste Wasserrechtsbehörde im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Handel, Gewerbe und Industrie – Energiesektion. Wien, 133 S.
- KREMSEMER, H. (1989): Nationalpark Hohe Tauern, Salzburger Anteil: Sonder-schutzgebiete – freie natürliche Entwicklung. In: Oesterreichischer Alpenverein (Hrsg.): Albert-Wirth-Symposium Gamsgrube (Heiligenblut), Tagungsbericht (= Fachbeiträge des Oesterreichischen Alpenvereins – Serie: Alpine Raumordnung Nr. 2); Innsbruck, S. 85–90.
- KREMSEMER, H. (1992): Nationalparke über die Grenzen – der Salzburger Weg. In: Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.): Naturschonender Bildungs- und Erlebnistourismus – Chance und Gefahr für die Natur (= Laufener Seminarbeiträge 3/92); Laufen, S. 7–10.
- LANGER, J. (1991): Nationalparks im regionalen Bewußtsein – Akzeptanzstudie „Hohe Tauern“ und „Nockberge“ in Kärnten. Kärntner Nationalpark-Schriften Bd. 5; Klagenfurt, 108 S. + Anhang.
- MANG, J. (1993): Bisher eine halbe Sache: Nationalparke in Österreich. In: Nationalpark 2/93, S. 30–32.
- RETTNER, W. u. R. FLOIMAIR (1992): Nationalpark Hohe Tauern. Den Ursprüngen begegnen. Salzburg: Verlag Anton Pustet, 167 S.
- RETTNER, W. u. G. RAINER (1993): Nationalpark Hohe Tauern – Tirol. Salzburg: Verlag Anton Pustet, 108 S.
- RÜCKER, Th. (1993): Die Pilze der Hohen Tauern. Nationalpark Hohe Tauern – Wissenschaftliche Schriften Bd. 4; Innsbruck-Wien: Verlagsanstalt Tyrolia, 159 S.
- SCHIECHTL, H. M. u. R. STERN (1985): Die aktuelle Vegetation der Hohen Tauern – Matrei in Osttirol und Großglockner, Vegetationskarten 1:25.000 mit Erläuterungen. Nationalpark Hohe Tauern – Wissenschaftliche Schriften Bd. 1; Innsbruck: Universitätsverlag Wagner, 64 S. + Karten.
- SLAMANIG, H. (1993): Nationalparks in Kärnten – Idee und Entwicklung. Kärntner Nationalpark-Schriften Bd. 7; Klagenfurt, 224 S.
- SLUPETZKY, H. u. J. WIESENEGGER (1993): Vom Schnee, Eis, Schmelzwasser und Regen zum Gletscherbach – Hydrologie der „Krimmler Ache“. In: HABLACHER, P. (Red.): Krimmler Wasserfälle. Festschrift 25 Jahre Europäisches Naturschutzdiplom 1967–1992 (= Fachbeiträge des Oesterreichischen Alpenvereins – Serie: Alpine Raumordnung Nr. 7). Innsbruck.

- STÜBER, E. u. N. WINDING (1990): Erlebnis Nationalpark Hohe Tauern. Naturführer und Programmvor schläge für Ökowochen, Schullandwochen, Jugendlager und Gruppentouren im Nationalpark Hohe Tauern (Salzburger Anteil) und Umgebung. Neukirchen, 288 S.
- STÜBER, E. u. N. WINDING (1991): Die Tierwelt der Hohen Tauern: Wirbeltiere. Nationalpark Hohe Tauern – Wissenschaftliche Schriften Bd. 3; Klagenfurt: Universitätsverlag Carinthia, 183 S.
- STÜBER, E. u. N. WINDING (1992): Erlebnis Nationalpark Hohe Tauern. Naturführer und Programmvor schläge für Ökowochen, Schullandwochen, Jugendlager und Gruppentouren im Nationalpark Hohe Tauern (Kärntner Anteil) und Umgebung. Großkirchheim, 224 S.
- WINDING, N. (1993): Ein ganz „besonderer Schatz“ ... ist der Nationalpark Hohe Tauern. In: Mitteilungen des OeAV **48** (118), H. 1, S. 18–20.

MIT DIESER BROSCHÜRE WISSEN SIE, WO SIE IHREN NÄCHSTEN URLAUB VERBRINGEN

19 Nationalparkgemeinden laden Sie ein. Lesen Sie über die Gipfel der Erholung, über den Zauber der Geschichte und den Charme der Gegensätze in einer der aufregendsten Landschaften Österreichs.

Sie erhalten diese Broschüre mit der großen Panoramakarte von der Ferienregion Nationalpark Hohe Tauern
A-5722 Niedersill, Postfach 2
Telefon 065 48 / 84 17
Fax 065 48 / 84 36.



Gratis mit diesem Coupon

POLAK
SALZBURG

JA, ICH WILL DIE FÜLLE DER MÖGLICHKEITEN KENNENLERNEN.

Senden Sie mir die 24-seitige Broschüre der Ferienregion Nationalpark Hohe Tauern und ein Hotel- und Preisverzeichnis gratis zu.



Name: _____



Adresse: _____



Tel.-Nr.: _____
(für etwaige Rückfragen)

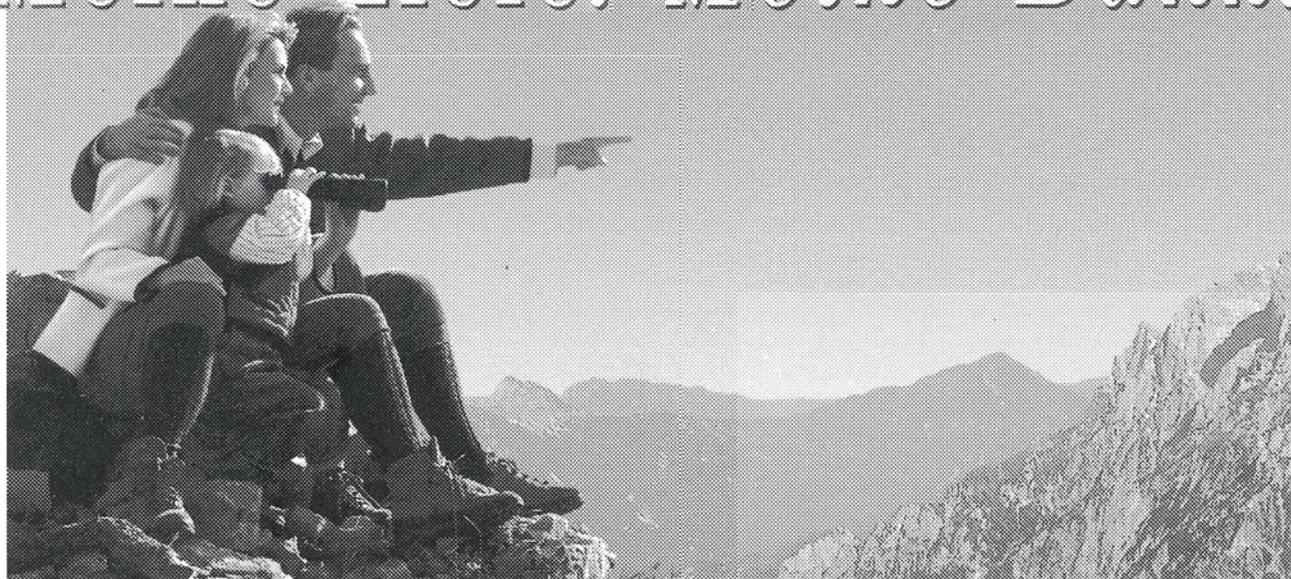




Ferienregion Nationalpark Hohe Tauern, A-5722 Niedersill, Postfach 2, Tel. 065 48 / 84 17, Fax 065 48 / 84 36.

Meine Ziele. Meine Bank.

Ogilvy&Mather



Die Raiffeisen-Vorsorgeplanung ist Ihr Weg zur individuellen Vorsorge mit höchsten Erträgen. Die gewinnbringenden Möglichkeiten reichen vom Sparbuch, dem Wohn-Bausparen über Veranlagungen in Wertpapierfonds, Anleihen und Aktien bis zur Vermögensverwaltung oder der Raiffeisen-Versicherung. Lassen Sie Ihr Geld arbeiten! Für Ihr zukünftiges Vermögen. Fragen Sie einfach Ihren Raiffeisenberater.

Raiffeisen.Die Bank



Ski-Arena Wildkogel

Ihre Seilbahn zur Natur



Neukirchen - Bramberg

Oberpinzgauer
Fremdenverkehrsförderungs- und
Bergbahnen AG
Wildkogelbahnen Neukirchen - Bramberg
A- 5741 Neukirchen am Großvenediger
06565 / 6405 - Fax 06565 / 6405 - 22

Prächtige Abfahrten im Pulverschnee-Paradies

Von der Talstation in Neukirchen am Großvenediger führt eine der modernsten Kabinenbahnen in das schneesichere, sonnendurchflutete Pulverschneeparadies des Wildkogels. Und sogar dort oben, in 2100 m Seehöhe, geht's mit 7 weiteren Seilbahnen und Liften noch höher hinaus. Bis zu 12.000 Personen können in einer Stunde befördert werden. Insgesamt stehen den Skifahrern 35 Abfahrtskilometer zur Verfügung, wobei der Natur zuliebe bestehende Pisten noch weiter verbessert wurden, anstatt neue zu erschließen. Das bedeutet attraktives Skifahren in intakter Landschaft!

Mit den Wildkogelbahnen die Bergwelt erleben

Was Neukirchen und Bramberg im Winter für Skifahrer sind, sind sie im Sommer und Herbst für Wanderer und Bergsteiger – ein kleines Paradies.

Mit der neuen und komfortablen 6er-Kabinenbahn erreichen Sie die Bergstation in 2100 Meter.

Am Wildkogel, der Aussichtsterrasse zum Nationalpark Hohe Tauern, erwartet Sie ein prächtiges Panorama mit Blick auf die vielen Dreitausender der Hohen Tauern und den „böchsten Salzburger“, den Großvenediger.

Der Wildkogel ist Ausgangspunkt für Höhenwanderungen und gilt bei Paragleitern sowie Drachenfliedern als beliebter Flugberg. Die moderne Kabinenbahn auf den Wildkogel – eine bequeme Aufstiegshilfe für Skifahrer und Wanderer genauso wie für Panorama- und Sonnengenießer.



wild
kogel
bahnen

Neukirchen - Bramberg

Oberpinzgauer
Fremdenverkehrsförderungs- und
Bergbahnen AG
Wildkogelbahnen Neukirchen - Bramberg
A-5741 Neukirchen am Großvenediger
06565 / 6405 - Fax 06565 / 6405-22

KULTUR DER SEILBAHNTECHNISCHEN ART.

 Aussichtsterrasse zum Nationalpark Hohe Tauern



Sommer

Höhenwandergebiet Wildkogel



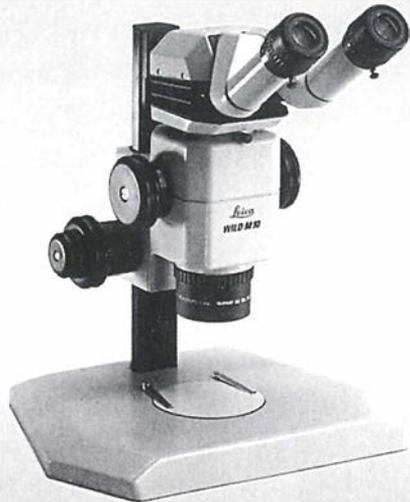
Bergrestaurant auf 2.100 Meter Seehöhe



WILD M10

WILD M10
Das Hochleistungs-
Stereomikroskop
mit Zoom 1:10

Das Zoom-
Stereomikroskop
WILD M10 stellt
einen Meilenstein
in der Geschichte
der Stereomikroskopie
dar.

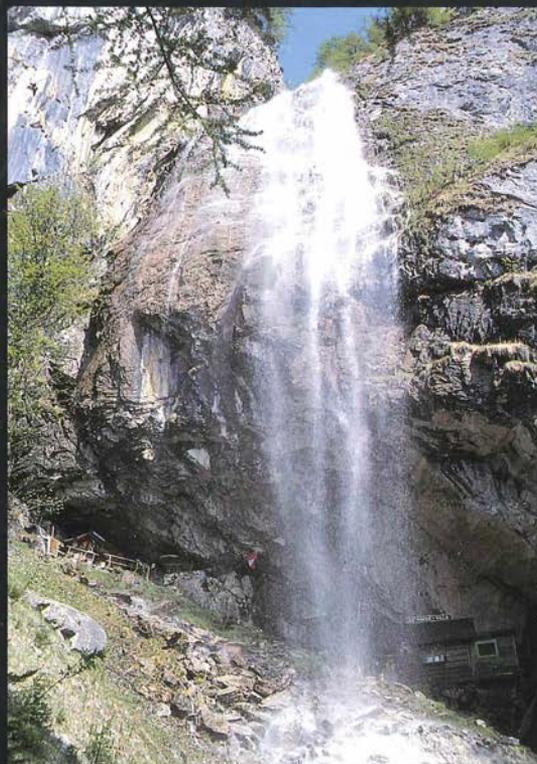


Das WILD M10
übertrifft alle
bisherigen
Stereomikroskope
auf dem Markt.

- Zoom 1:10
- Unübertroffene
Auflösungsleistung
- Brillantes Bild
- Absolute Farbtreue
- Planes Bild
- Große Schärfentiefe
- Phantastische
3D-Wirkung

Leica Aktiengesellschaft
Hernalser Hauptstraße 219 A-1171 Wien
Tel 46 16 41-210 Fax 45 47 11

Leica

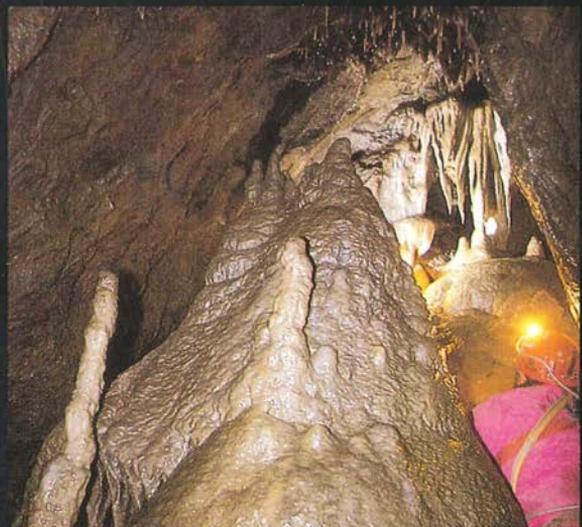


Das Eingangsportal der „Entrischen Kirche“ liegt in 1040 m Seehöhe im Luxkogel. Die in Klammkalken gebildete Karsthöhle weist eine Gesamtganglänge von ca. 1600 m auf.

Besuchen Sie die größte Schauhöhle der HOHEN TAUERN
die Naturhöhle

ENTRISCHE KIRCHE

bei Klammstein im Gasteinertal – Salzburger Land



Führungen täglich, außer Montag, von 11–16 Uhr.
Geöffnet im Zeitraum vom 20. März bis 20. Oktober.
Sonderführungen nur gegen Voranmeldung bei R. Erlmoser,
A-5632 Dorfgastein, Pf. 10. Tel: 06433/695 od. 0663/861347



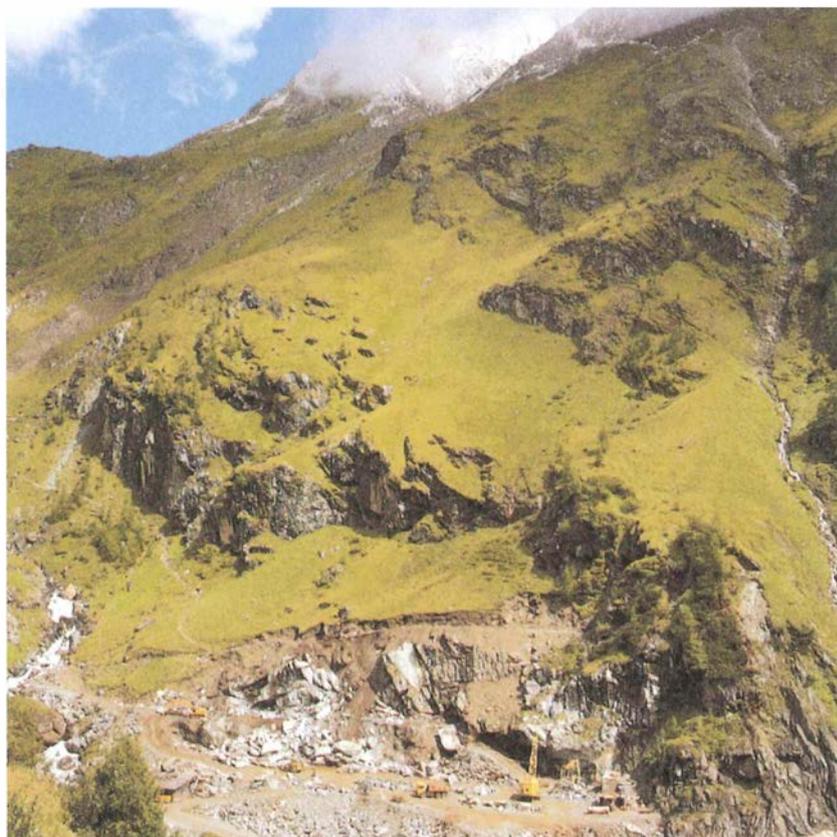
LAUSTER STEINBAU GES.M.B.H. NATURSTEINWERKE

Marmorbruch Krastal, A-9541 Einöde/Villach, Tel.: 04248/2782
Natursteinwerk St. Johann, A-9953 Huben /Osttirol, Tel.: 04872/828

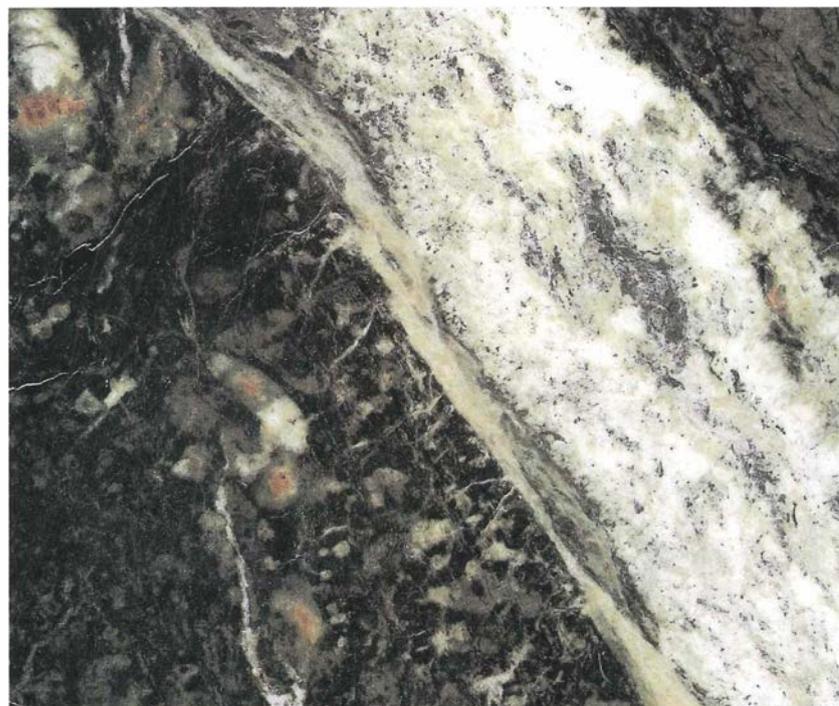
Schon in der Steinzeit war der Serpentinit aus dem Tauernbereich begehrtes Rohmaterial.

Unser Vorkommen im **Dorferbachtal** bei **Hinterbichl**, Gemeinde Prägraten, wurde 1891 zum ersten Mal erwähnt.

Der **Serpentinit** tritt hier als mächtige Linse in ca. 150 Millionen Jahre alten Schiefen der Tauernhüllgesteine auf. Ursprünglich war das Material ein aus großer Tiefe stammender **Peridotit**, der im Zuge der alpinen Gebirgsbildung in Serpentinit umgewandelt wurde.



rechts: Serpentinitsteinbruch Hinterbichl
unten: Serpentinit „Tauerngrün“, poliert



Der Serpentinit, der in Hinterbichl gebrochen wird, trägt in der Steinindustrie den Namen **„Tauerngrün“**. Das verwitterungsbeständige Material ist eine Bereicherung im Spektrum der verwendbaren Natursteine. Bei vielen Bauvorhaben wird es gerne wegen seiner Güte und schönen Farbe eingesetzt.

Verwendungsbeispiele sind Fußbodenplatten, Treppenstufen, Wandverkleidungen, Grabsteine und Werksteine in der Bildhauerei.

ERLEBNIS WOLFRAMBERGBAU

in Mittersill/Salzburger Land

Information: Tel.: 0 65 62/41 37
Fax: 0 65 62/41 37-32



Direkt gegenüber dem alten Tauernhaus Spital im Felbertal öffnet sich die geheimnisvolle unterirdische Welt des größten in Betrieb stehenden WOLFRAMBERGBAUES der Welt. 40 km Stollen, Rampen und Strecken mit riesigen Abbau-Kammern geben einen Einblick in moderne Bergbautechnik.

Die Lagerstätte – es wird Scheelit abgebaut – wurde 1967 von Münchner Geologen entdeckt. Seit 1977 ist dieser Bergbau mit einer Jahreskapazität von 400.000 t Wolframerz in Betrieb.

Mit einem speziellen Befahrungsbus kommen Sie in die Scheelitgrotte mit UV-Beleuchtung, sehen Bergbaumaschinen modernster Technik, eine gigantische Abbaukammer und eine Mineralienschau.

Herzlich willkommen im WOLFRAM-BERGBAU Mittersill!

Dringen Sie ein ins Herz der Hohen Tauern und erleben Sie einen modernen Bergbau und als Höhepunkt die Scheelitgrotte mit UV-Beleuchtung.

1.300 m

1.200 m

1.100 m

900 m

800 m

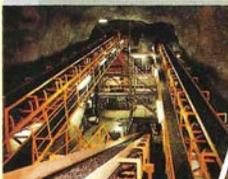
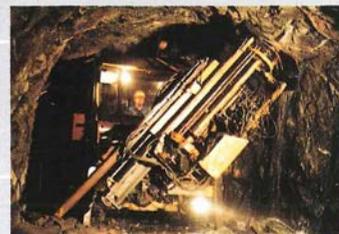
Abbau

Brecherstation

Eingang zum Bergbau in 1175 m Seehöhe



Betriebsgebäude



Brecherkaverne in 400 m Tiefe

Führungen finden Montag bis Sonntag jeweils um 11 und 14 Uhr statt. Bei Voranmeldung von Gruppen über 15 Personen sind zu jeder Zeit Führungen möglich.

Besichtigungspunkte: Anfahrstube mit Mineralienschau und Schautafeln, Scheelitgrotte, Abbaubohrwagen, Schacht, Abbaukammer und Fahrt durch die Wendel; Dauer 1,5 Stunden.

Sicherheit entsteht im Kopf

*Die intelligenten Sicherheitslösungen
von Telenorma*

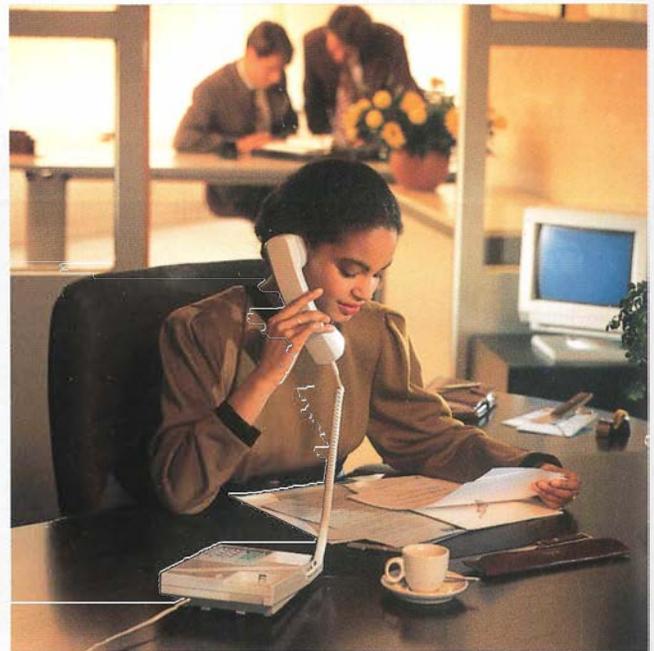


Jede Sicherheitslösung ist so gut wie das Konzept, das dahintersteht. Wir von Telenorma gehen deshalb jedes Sicherheitsproblem überlegt und kritisch an. Fundierte Analyse und langjährige Erfahrung sind die Grundlage, um Ihr Unternehmen optimal zu beraten, ein maßgeschneidertes Sicherheitssystem zu entwickeln und professionell umzusetzen. Mit modernster Technik realisieren wir Sicherheitslösungen für private Haushalte bis hin zu Großprojekten, z. B. für Banken, Flughäfen und Industriekonzerne. Unsere Kompetenz umfaßt alle Gefahrenarten: z. B. Feuer, Einbruch, technische Defekte, Umweltprobleme, Sabotage. Wir geben Ihnen rundum Sicherheit. Mit Service rund um die Uhr. Wir sollten darüber reden. Telenorma AG, Hietzinger Kai 139
1131 Wien, Tel. 00 43-1-8 78 70-0
Fax 00 43-1-8 78 70-3 70

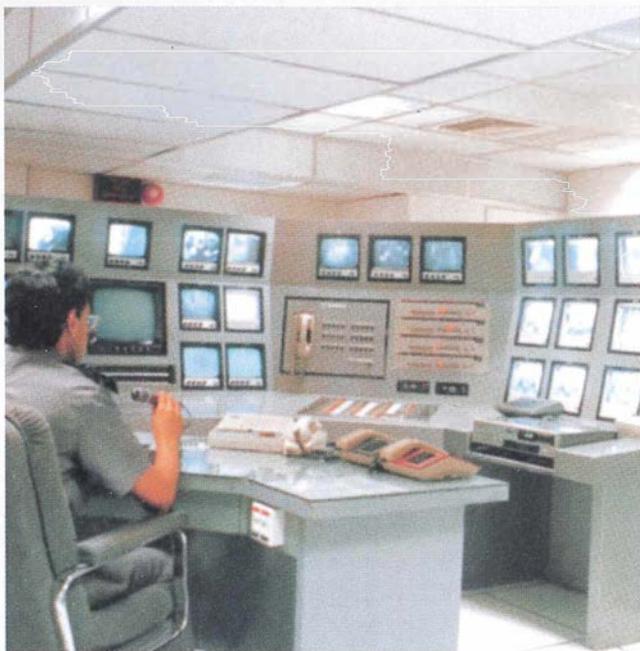
 **TELENORMA**
Bosch Telecom

Kommunikation

- ◆ Beschallungssysteme
- ◆ Hintergrundmusik
- ◆ Personenrufanlagen
- ◆ Gegensprechanlagen
- ◆ Telefonanlagen



&



- ◆ Fernsehüberwachung
- ◆ Zutrittskontrolle
- ◆ Einsatzleitsysteme
- ◆ Mehrkanal-
Gesprächsaufzeichnung
- ◆ Kongreßsysteme

Sicherheit



ISBN 3-900 275-48-3