

bei erstmalig der Zusammenhang der Doppelinsel mit dem Ural erkannt wurde.

Spitzbergen wurde 1871 von Payer und Weyprecht berührt, dann 1872 in einigen Sütteilen von Höfer und Wilczek erforscht und 1873 von dem österreichischen Geologen Richard v. Drasche-Wartinberg besucht. Vor dem 2. Weltkriege haben dort Hanns Tollner und Franz Nusser vorwiegend glazialgeologische Untersuchungen durchgeführt. Während des letzten Krieges überwinterte Franz Nusser als Meteorologe einer Wetterstation im Lillihoekfjord, Westspitzbergen, und der Verfasser dieser Zeilen auf der Hopeninsel. Letztere Station ist heute als norwegische Station 062 für den internationalen Wetterdienst tätig:

Auch Teile Grönlands waren österreichisches Forschungsgebiet. Payers Leistungen im Nordosten der Rieseninsel sind heute noch in den Namen Payerland, Payerspitze, Franz-Josefs-Fjord, Tyrolerfjord mit Großglockner und Pasterze, Fligély-Fjord, Hochstetter-Vorland und Kuhn-Insel ersichtlich. 1881 erschien in Wien das Werk eines der Ratgeber der ersten Jan Mayen-Expedition H. W. Klutschak: „Als Eskimo unter Eskimos“. Während wir heute der Meinung sind, daß das „Leben vom Lande“ nach Art der Eingeborenen einer späteren Epoche angehört, hat Klutschak diese Praxis damals schon ausgeübt.

In Westgrönland weilte 1910 der Grazer Dr. jur. Felix König, der seine bei den Eskimos gewonnenen Erfahrungen als Teilnehmer der Filchner-Expedition 1911/12 im Weddellmeer gut verwerten konnte. Die von König geplante, aber infolge des Kriegsausbruches 1914 nicht zur Durchführung gelangte Erforschung des Weddellmeersektors der Antarktis ist heute noch aktuell.

Die Grönland-Expedition des Grazer Universitätsprofessors Alfred Wegener 1930/31, die nach seinem Tode auf dem Inlandeis von seinem Bruder und Nachfolger in Graz, Kurt Wegener, zu Ende geführt wurde, ist eine der größten, und bedeutendsten Unternehmungen der letzten Zeit und war von der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaften finanziert. Unter den Teilnehmern befanden sich die Österreicher Rupert Holzapfel und Hugo Jülg. Ohne die zahlreichen Ergebnisse aufzuzählen, sei hier nur erwähnt, daß wir seither die Verhältnisse der Lufthülle über der Insel sowie ihre Oberflächenbeschaffenheit und ihren Bau verhältnismäßig gut kennen. Grönland ist eine Schüssel mit bis 4000 m hohen Rändern, die im Inneren von einem leicht gewölbten Eisschild erfüllt ist, der in der Mitte eine Mächtigkeit von 2000 m erreicht. Die gesamte Eismasse der Insel beträgt demnach mindestens 3 Millionen km³, d. i. die 40fache Wassermenge der Nord- und Ostsee. Bei ihrem plötzlichen Freiwerden müßte der Spiegel des Weltmeeres um 8 m steigen. Dadurch erledigen sich die neuesten reichlich phantastischen Vorschläge, mittels Atomkraft das Eis Grönlands zum Schmelzen zu bringen und das humuslose, zum größten Teil unter der Herrschaft von Mitternachts-sonne und Polarnacht stehende Land der menschlichen Siedlung zugänglich zu machen, von selbst.

Beitrag zur Kenntnis der jungen Hebung der östlichen Hohen Tauern.

Von Ch. Exner.

Mit 1 Karte bei Seite 192.

Der uns heute zugängliche Gebirgskörper der östlichen Hohen Tauern lag während der regional gesteinsprägenden alpidischen Orogenese tief versenkt unter der Last austrider Schubmassen und steigt in jungtertiärer bis rezenter Zeit aufwärts. Längs der Ostgrenze der Hohen Tauern (Katschbergzone) schnellen die

Taueriden mit einer Flexur aus dem Untergrund des austriden Altkristallins des steirisch-kärntnerischen Nockgebietes (= Gurktaler Alpen) in Form eines achsial gegen Westen und Nordwesten gelängten, nach oben hin gewölbeartig abgeschlossenen Körpers in die Höhe. Die Ursache der jungen Hebung ist durch das Vorhandensein einer aus relativ gegenüber der Umgebung zu leichtem Material bestehenden gravimetrischen Störungsmasse in der Erdhaut vertikal unter den östlichen Hohen Tauern gegeben (sialischer Tiefenwulst). Nach beendeter Tiefensog-Wirkung der alpidischen Orogenese drängt die Erdhaut auf Wiederherstellung des isostatischen Gleichgewichtes. Das negative isostatische Anomaliegebiet der östlichen Hohen Tauern wird gegenüber den positiven isostatischen Anomaliegebieten der austriden Elemente des nördlichen und südlichen Täuernrahmens (für den östlichen Tauernrand fehlen leider bisher Schweremessungen!) relativ gehoben (6).

Wertvolle Beiträge zur Erkenntnis der jungen Hebung der östlichen Hohen Tauern und zur Aufklärung des Mechanismus dieses Vorganges lieferten in neuerer Zeit anlässlich der Darstellung verschiedenartigster geologischer Erscheinungen unseres Gebirgsabschnittes vor allem: L. Kober, H. P. Cornelius (Tiefentektonik der östlichen Hohen Tauern, Metamorphose, junge Hebung des Gebirgskörpers), A. Kieslinger (System der spät- bis nachalpidischen kratogenen Bruchtektonik), O. M. Friedrich (spät- bis nachalpidische Vererbung in den östlichen Hohen Tauern und Umgebung, Detailbeobachtungen zur jungen Hebung des östlichen Tauernkörpers in der Schellgadener Lagerstätte), A. Winkler-Hermaden (Tiefenversenkung der Taueriden noch zur Zeit der Sedimentation des inneralpinen Tertiärs der Nordalpen), R. Schwinner (gravimetrische und seismische Auswertungen), R. Schwinner und R. Staber (Verbreitung Braunkohle-führenden Miozäns längs des Tauernostrandes vom Lungau bis in die Gegend von Spittal a. d. Drau) und J. Stiny (junge Hebung des Tauernkörpers, Verlegung des geomorphologischen Äquivalents der Nockfläche in der Reißbeckgruppe über das Firnfeldniveau).

Es wäre eine eigene, den Rahmen dieses kurzen Beitrages überschreitende Aufgabe, die vielen wichtigen Hinweise auf unser Thema, die sich bei den genannten Autoren und in vielen anderen Arbeiten finden, zusammenzustellen, um so ein möglichst umfassendes Bild der Tiefenversenkung und nachfolgenden jungen Hebung der östlichen Hohen Tauern zu erhalten. Da ich mit der feldgeologischen und petrographischen Bearbeitung des Gebirgsabschnittes beschäftigt bin und hoffe, daß ich selbst noch manchen Beitrag zur Kenntnis des Mechanismus der jungen Hebung der östlichen Hohen Tauern werde liefern können, so will ich eine derartige Zusammenfassung getrost der Zukunft überlassen und hier bloß einige mir besonders wichtig erscheinende Gesichtspunkte herausarbeiten.

Das geomorphologische Problem.

Die Höhengichtenkarte bei S. 192 läßt den geomorphologischen Gegensatz zwischen den Hohen Tauern und dem steirisch-kärntnerischen Nockgebiet sehr klar in Erscheinung treten. Überwältigend in der Landschaft wirkt das Ost-Eintauchen des Tauern-Hochgebirges unter die „Nockfläche“ längs der von St. Michael im Lungau bis in die Gegend von Spittal a. d. Drau, also annähernd Nord-Süd streichenden Katschbergzone.

Als „Nockfläche“ möchte ich die leicht rekonstruierbare Altfläche bezeichnen, zu der man durch theoretische Verbindung der breiten eintönigen Hochplateaus und Mugelformen in den westlichen Gurktaler Alpen (westlich der Flattnitz-

Furche) gelangt. Sie liegt, wie A. Aigner (1) angibt und durch Detailbeschreibungen erhärtet, in durchschnittlich 2000 m Seehöhe, erleidet aber um diesen Mittelwert herum zahlreiche weitspannige Aus- und Einbiegungen nach oben und unten. Bei dem Entwurf der Höhengschichtenkarte kam es darauf an, die Nockfläche möglichst günstig „einzufangen“ zwischen zwei Höhengschichtlinien, damit sie auf der Karte als das erscheint, was sie in der Natur ist: eine höchst auffallende, für den Bergwanderer ermüdend eintönige, teilweise moorbedeckte, von den Höhen der Tauern wie ein breiter Schild erscheinende Altfläche, zumeist über der Waldgrenze. Dies gelang durch die Wahl der 1750 m — und 2250 m — Schichtlinie, denen dann die gesamte Höhengschichtenkarte angepaßt wurde. „Über den Ebenheiten erheben sich die Kämme meist als ziemlich flache Prismen nur stellenweise haben sie zwischen den Karen den Charakter von Graten angenommen. Die Gehänge und Ebenheiten erscheinen durch Mulden gegliedert, die zwar im einzelnen oft glaziale Wirkungen zeigen, im ganzen aber unzweifelhaft als vorglaziale Formen zu betrachten sind.“ So schreibt A. Aigner und wir finden die flachen Prismen der „Gipfel“ der Gurktaler Alpen (besser gesagt: „Mugel“) auf unserer Höhengschichtenkarte über dem 2250 m-Niveau wieder.

In der Natur und auf der Höhengschichtenkarte bei S. 192 ist zu sehen, daß die Ebenheiten der Nockfläche just bis an die geotektonische Grenzlinie I. Ordnung zwischen Taueriden und Austriden längs der Katschbergzone heranreichen und westlich dieser Grenzlinie zunächst einmal spurlos verschwunden sind. Nun erhebt sich die prinzipiell wichtige Frage, die da lautet: Gibt es in den Hohen Tauern ein morphogenetisches zeitliches Äquivalent der Nockfläche; wenn ja, welche Ebenheiten in den östlichen Hohen Tauern entsprechen der Nockfläche?

Trotz einer ganzen Reihe neuerer geomorphologischer Arbeiten im Umkreis des Tauernostendes (1, 10, 11, 20, 22, 30) kann man die Frage als exakt unbeantwortet betrachten. Es handelt sich um eine prinzipielle Frage ostalpiner Morphologie und um die historisch-geologisch grundlegende Frage, wie rasch, innerhalb welches Zeitraumes und um welchen Betrag sich die östlichen Hohen Tauern relativ zur Nockfläche herausgehoben haben. Ich kann hier nur meine aus dem geologischen Gesamtbild vermutete Lösung liefern, möchte aber einige Beiträge endogener und exogener Natur in Übersicht bringen, teilweise auf eigenen Beobachtungen in den östlichen Hohen Tauern (1935—1939 und 1946—1948) beruhend, teilweise bloß referierend.

Nur allein auf die Morphologie gestützte Forschung hat es hier schwer. Eine morphologisch besonders hervorstechende Eigenschaft der Hohen Tauern ist es ja, daß die peripheren Seitenkämme der Gneisgebiete ungemein steiles Gehänge ganz allgemein besitzen, in dem wir oft vergeblich nach Hangleisten und Eckfluren ausspähen. Das gilt vor allem auch an vielen Orten für den Grenzbereich längs der Katschbergzone. Man kann natürlich — und hat es auch oft genug getan — die schönen, im Inneren der Gebirgsgruppen der Hohen Tauern vorhandenen Verebnungen je nach Geschmack mit der Nockfläche theoretisch morphogenetisch parallelisieren.

Am beliebtesten ist die Gleichsetzung: Firnfeldniveau (Hohe Tauern) = Nockfläche (Gurktaler Alpen). Theoretisch wird für diese genetische Parallelisation ein Herabbiegen des in der zentralen Hochalmgruppe etwa zwischen 2300 und 2900 m gelegenen Firnfeldniveaus zur durchschnittlich 2000 m hoch gelegenen Nockfläche postuliert (11, 12). Aber es fehlen eben die verbindenden Zwischenstücke für den exakten morphologischen Nachweis dieses Herabbiegens. Man

möge sie mir zeigen, ich habe sie jahrelange, wohltrainiert in dem breitgetretenen Vorstellungskreis, der sich auf die wichtigen, seinerzeit einen großen Fortschritt bedeutenden gleichzeitigen Originalarbeiten R. v. Klebelsbergs am Tauernwestende und N. Creutzburgs am Tauernostende stützte, vergebens gesucht.

Rein morphologisch beobachtend würde eine Verknüpfung von zentralem Hochtalboden (besonders rein und eindrucksvoll entwickelt im Großelendboden und oberstem Murtalboden) über mitunter doch vorhandene Karböden und Hangleisten peripherer Seitenkämme, welche dann ganz nahe an die Katschbergzone heranreichen (Oblitzen—Kareck—Kamm—N-Flanke, Sternspitz—Schober—Kamm—N-Flanke, Dornbacher Alpe—N-Flanke, Gmeineck—N-Flanke) bis zur Nockfläche eher gerechtfertigt erscheinen. Alle diese Ebenheiten liegen etwa um 2000 m hoch. Aber diese mit den Beobachtungen vereinbare Parallelisation birgt die theoretische Schwierigkeit, daß unmöglich an das Zustandekommen einer Sanftfläche, wie sie die Nockfläche darstellt, zu denken ist, wenn gleichzeitig während der Genese der Sanftfläche ein mächtiger Gebirgsstock über sie aufragt. Aus dieser theoretischen Überlegung heraus ist man ja im allgemeinen geneigt, das genetische Äquivalent der Nockfläche möglichst hoch auf den Tauernkörper hinaufzulegen.

Als einen prinzipiellen Fortschritt betrachte ich es, daß J. Stiny das Äquivalent der Nockfläche über das Firnfeldniveau der Reißbeckgruppe verlegt, indem er schreibt (29): „Am Gmeineck fressen sich junge Kare in die Altflächen hinein. Ihre letzten Reste in der Reißbeckgruppe erblicken wir auf den Höhen des Hühnersberges (2587 m) und des Sonnblickes (2521 m). Hier wannen sich bereits Hochgebirgsfluren“ (bei J. Stiny gleichbedeutend mit Firnfeldniveau) „in sie hinein; ihre Ausbildung nimmt im Inneren der Reißbeckgruppe zu (Reißbeck-Radleckgebiet). Die Hochgebirgsfluren sind also jünger als die — vielleicht sarmatisch — pannonischen Sanftflächen der Muralpen; sie haben in der inneren Reißbeckgruppe bereits die Altlandflächen aufgezehrt und Grate und Felsspitzen aus ihnen herausgemeißelt; danach wären letztere jünger als das Altland, aber auch jünger als die Anlage der Hochgebirgsfluren“. Auch diese Annahme J. Stinys kann sich auf keine exakten morphologischen Zwischenglieder, auf keinerlei verbindende, die Aufbiegung der Nockfläche zu ihrem hypothetischen Äquivalent in der Hochregion der Reißbeckgruppe erweisende Hangleisten und Eckfluren im fraglichen Grenzgebiet (Umgebung der Katschbergzone) zwischen Hohen Tauern und Gurktaler Alpen stützen. Sondern es werden offenbar die regelmäßig, bretteben geneigten, unter 15—30° östlich einfallenden Isoklinalhänge der Tauernschieferhülle als Übergangszone angenommen.

Von der Vorstellung J. Stinys ist es dann nicht mehr weit zu meiner eigenen Vermutung, nämlich daß das morphogenetische Äquivalent der Nockfläche in den Hohen Tauern rezent überhaupt nicht erschlossen ist. Ich glaube, daß der heute zugängliche Gebirgskörper der östlichen Hohen Tauern zur Zeit der Nockflächebildung noch gar nicht bis an die Erdoberfläche heraufragte. Die Gebirgsteile, die damals die westliche Fortsetzung der Nockfläche trugen, sind schon zur Gänze der Erosion zum Opfer gefallen. Die theoretische Fortsetzung der Nockfläche nach Westen streicht flexurartig, dem Aufbiegen des tektonischen Daches des Tauernkörpers folgend, längs der tektonischen Grenze I. Ordnung über dem rezenten Tauernkörper in die Luft aus.

Einige Tatsachen längs der Katschbergzone.

Die Nockfläche über dem altkristallinen Gneis- und Glimmerschiefergebirge der austriden Schubmasse der Gurktaler Alpen wird, wie es sich für eine echte

Altfläche gehört, vom rezenten Flußsystem nur angenagt, lokal unterbrochen, ohne bezüglich ihrer genetischen Anlage mit diesem in erkennbarer Beziehung zu stehen. So finden wir die Nockfläche, wie schon A. Aigner zeigte, auch westlich der Katschbergstraße und westlich des Liesertales (talabwärts Rennweg) vorzüglich entwickelt, obwohl ihr hier bis zur tektonischen Grenze I. Ordnung (Grenze zwischen tauerider Schieferhülle und austridem Quarzphyllit, unterostalpine mesozoische Schollen häufig an der Grenze und innerhalb des Quarzphyllits!) nur ein schmaler, höchstens einige Kilometer breiter Spielraum gelassen ist. Zu diesem schmalen Saum westlich der Katschberg-Lieser-Furche gehören die Ebenheiten am Tschaneckrücken, Moosstritzen—Stubeckrücken und die Ebenheiten am bedeutend niedrigeren Ebenwaldrücken (1356 m) und Greitbühel (1304 m). Daß an den beiden letztgenannten Lokälitäten die Nockfläche 700 m unter ihre normale Durchschnittshöhe absinkt, dürfte wohl mit dem allgemeinen Absinken der Nockfläche gegen Süden zum Gebiet der Kärntner Seen im Zusammenhang stehen (1), wenn auch damit unzureichend erklärt ist, warum nördlich des Millstätter und Ossiacher Sees noch die normale Nockflächenhöhe aufrechterhalten bleibt. Ebenso scheint, wie R. Schwiner (23, 24) und F. Heritsch zeigten, die Nockfläche im Norden zum Lungauer Becken abzusinken und dann über die langen, weithin sichtbaren, breiten südlichen Querrücken der Niederen Tauern (z. B. Preberkamm) aus dem Lungau wieder in die Hochregion der Niederen Tauern flach anzusteigen.

Die Nockfläche reicht gerade nur so weit nach Westen, als der austride Gneis, Glimmerschiefer und — in der Grenzzone selbst — vor allem der austride Quarzphyllit ansteht. Der taueride Gesteinskörper setzt mit scharfem Gehängeknick von der Nockfläche ab. Die streng ebenflächig parallel gefügten Hangendlagen des Tauernkörpers (periphere Tauernschieferhülle) streben, aus dem Untergrund der austriden Schubmasse auftauchend, längs der gesamten Erstreckung der Katschbergzone mit schnurgeraden, viele Kilometer langen Isoklinalhängen, bretten, wie mit dem Lineal gezogen, mit 15—30° Ostneigung in die Hochgebirgsregion der östlichen Hohen Tauern aufwärts. Häufig folgt der Isoklinalhang einer widerstandsfesten Grünschieferlage der Tauernschieferhülle.

Wo längs der tektonischen Grenze I. Ordnung die junge Talausräumung die Nockfläche unterschritten hat, besteht dennoch auch in der ausgeräumten Tallandschaft längs der tektonischen Grenze ein markanter Gehängeknick. Diesen zeigt der Höferberg südwestlich St. Michael im Lungau, der Saraberg nördlich St. Peter, der Maltaberg nördlich Obermalta und das rechte Liesertalgehänge zwischen Radlbach und Greitbühel. Der Gehängeknick läßt sich besonders klar in Bachprofilen studieren, welche in diesen niedrigen Regionen die tektonische Grenzlinie I. Ordnung überqueren (z. B. im Rachengraben südlich Gamper bei Trebesing).¹

Dieser gesetzmäßige Gehängeknick in den tieferen Regionen und der großartige, die ganze Landschaft beherrschende Kontrast zwischen annähernd waagrecht Nockfläche und 15—30° Ost-geneigten Isoklinalhängen in der Hochregion kann nicht bloß auf verschiedener Widerstandsfähigkeit gegenüber den Atmosphärien infolge verschiedener Gesteinshärte und Gesteinsgefüge des taueriden und austriden Gesteinskomplexes beruhen, sondern dürfte vor allem durch die junge Hebung des Tauernkörpers, die wahrscheinlich rezent andauert, bedingt sein.

¹ Geologische Detailbeschreibung der Katschbergzone südlich des Maltatales siehe: Ch. Exner, *Aufnahmebericht auf Blatt Gmünd—Spittal*, Verhandl. Geol. Bu. A. Wien 1948 (im Druck).

In dieser Hinsicht ist es von Interesse, Näheres über die geologischen Verbandsverhältnisse längs der Grenzlinie zu erfahren. Darüber gibt meine geologische Kartierung der Katschbergzone Auskunft (4). Ich fand keine beträchtlichen Verwerfer längs der annähernd Nord-Süd verlaufenden Katschbergzone. Häufiger sind nur kleine, meist Nordwest-Südost gerichtete Brüche und Blattverschiebungen quer zur Katschbergzone hauptsächlich an den Flanken der Quertäler (z. B. nördlich St. Michael im Lungau, südlich Unterschaneck, nördlich Gries im Liesertal und bei Dornbach im Maltatal), womit eine gewisse tektonische Anlage dieser Täler wahrscheinlich wird. Wo kontinuierliche Aufschlüsse in der Gränzzone zwischen Taueriden und Austriden vorhanden sind, ruht der ostalpine Quarzphyllit den unterostalpinen mesozoischen Schollenzonen, bzw. — bei deren Fehlen — der Tauernschieferhülle ohne Verwerfung auf (z. B. Tschaneck-Kamm, Wildbachgraben im rechten Gehänge des Wolfstales halbwegs zwischen St. Peter und Pirkeralm, Rachengraben).

Die geologischen Verbandsverhältnisse blieben also trotz der vermuteten intensiven jungen Hebung des Tauernkörpers im großen und ganzen erhalten. Im näheren Umkreis der Katschbergzone scheint sich somit die Hebung des Tauernkörpers unter kontinuierlicher Beibehaltung des internen tektonischen Verbandes als eine nach Westen aufbiegende Flexur vollzogen zu haben.

O. M. Friedrich hat im Bergbau Schellgaden (Stüblbau) an den Nord-Süd streichenden Hauptstörungen nachgewiesen (9), daß „stets der westliche Teil um wenige Meter (beobachtet $\frac{1}{2}$ bis 3 m, seltener 5 bis 6 m) gehoben, bzw. der östliche abgesenkt erscheint ... In den nördlichen Teilen des Grubenfeldes wird die Nord-Süd-Störung von einer Nordnordost-Südsüdwest-Störung abgelöst. Soweit festgestellt werden konnte, übernimmt in diesen nördlichen Grubenteilen das Nordnordost-System den Spannungsausgleich im selben Sinne wie das Nord-Süd-System, d. h. auch hier ist der jeweils östliche Teil um wenige Meter abgesenkt, bzw. der westliche gehoben“.

Dasselbe Kluftsystem finden wir in den gesamten östlichen Hohen Tauern, was seit den grundlegenden Untersuchungen A. Kieslingers (13) bekannt ist. Das junge, quer zum alpidischen Streichen verlaufende Kluftsystem stellt ja einen der wichtigsten Bestandteile unserer Kenntnis der jungen Hebung und tonnenförmig Nordwest-Südost bis Westost gestreckten Emporwölbung der östlichen Hohen Tauern dar. Aber selbst im klassischen Ausbildungsbereich der jungen Klüfte und Brüche, nämlich im Bergbaugesamt um Gastein, betragen die Sprunghöhen der kratogenen Verwerfungen und Überschiebungen selten über 50 m, meist sind sie geringer. Es sind mir aus dem Gasteiner Gebiet auch keine Fälle bedeutender einseitiger Summierung der gesamten Sprunghöhe der dort häufig in Scharen auftretenden Verwerfer bekannt. Auf Grund der Analyse des kratogenen Bruchsystems allein kommen wir nicht zu den gewaltigen jungen Hebungsbeträgen des Gebirgskörpers der östlichen Hohen Tauern. Es erweckt den Anschein, daß der Gebirgskörper sich bei weitgehender Wahrung des internen tektonischen Verbandes emporwölbte und die senkrecht zur Nordwest-, bzw. Weststreichenden Wölbungsachse verlaufenden jungen Nordost-Südwest, bzw. Nordsüd streichenden Brüche und Klüfte nur eine untergeordnete Begleiterscheinung dieses Auf-tauchvorganges darstellen.

Bemerkenswert ist weiters, daß die miozänen Braunkohlevorkommen (Karte bei S. 192) nördlich Spittal a. d. Drau bis auf wenige 100 m Entfernung an die tektonische Grenzlinie I. Ordnung (Taueriden-Austriden) heranreichen (besonders auffallend nördlich Zelsach). Im obersten Laubnitzgraben östlich Rennweg nahe

dem Quellmuldenbereich (26) liegt Braunkohle, die durch Braunkohlenfunde im Margarethengraben (24) mit dem Tamsweger Miozän ohne weiteres verbindbar erscheint, in 1750 m Seehöhe. Nördlich Zelsach auf dem austriden Quarzphyllit am Südostabhang der Reißbeckgruppe liegt Braunkohle in Verband mit Kaolin (26) in 1000 m Seehöhe. Die bisher bestimmten Pflanzenreste des Miozäns vom Lungau zeigen — was ohnedies recht allgemein bekannt ist —, daß die miozänen Braunkohlenablagerungen am Ostrande der Hohen Tauern in einem subtropischen Klima, höchstens wenige 100 m über dem Meeresniveau und unmöglich in unmittelbarer Nachbarschaft eines Hochgebirges zur Ablagerung gelangten. Wo wir heute die betreffenden Miozänvorkommen finden, gleichgültig ob sie primärstratigraphisch über der „altmiozänen“ Nockfläche, oder ob sie sekundär verworfen und eingekellt (wie am Stoderzinken und bei Wagram) unter der „pannonischen“ Nockfläche liegen, haben wir es jedenfalls mit Erosionsresten und damit wichtigen Indikatoren für die jungen Hebungsvorgänge zu tun. Daß diese Braunkohlerelikte von Osten her knapp bis an die tektonische Grenze I. Ordnung heranreichen und nicht weiter, spricht dafür, daß die Nockfläche flexurartig über den Tauern aushebt.

A. Winkler-Hermadens Geröllanalysen im inneralpinen Tertiär der Nordalpen.

Die östlichen Hohen Tauern werden im Osten kranzförmig von Miozänvorkommen umschlossen, die sich mit Unterbrechungen von Wagrein bis zum Millstätter See erstrecken. Konglomerate, Sandsteine, Tone und Schiefertone mit Braunkohlenflözen bauen die miozänen Serien auf, deren nähere Datierung innerhalb des Miozäns auf Grund der erhaltenen Pflanzenreste bisher kaum möglich ist. Im allgemeinen neigt man dazu, den Serien helvetisches Alter zuzuschreiben.

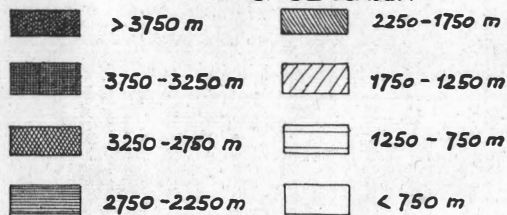
A. Winkler-Hermaden untersuchte die Geröllkomponenten der inneralpinen Miozänvorkommen des Ennstales und fand keine der charakteristischen Leitgesteine der östlichen Hohen Tauern darin enthalten. Auch in den Konglomeraten des Tamsweger Miozäns fehlen, wie schon lange bekannt und wie ich selbst bestätigen kann, die typischen Gesteine der östlichen Hohen Tauern. Austrides Altkristallin und Grauwackengesteine liefern die Geröllkomponenten der miozänen Konglomerate. Soweit A. Winkler-Hermadens Erfahrungen reichen (einschließlich Süßwassertertiär der Mur-Mürz-Furche, Unterinntalmolasse), finden sich in den inneralpinen Tertiärablagerungen der nördlichen Ostalpen überhaupt keine Gerölle typischer Leitgesteine der Taueriden (31). Dieses Urteil ist von besonderer Bedeutung, weil es sich auf die von A. Winkler-Hermaden in mehrjähriger feldgeologischer Arbeit in sämtlichen wichtigen Gesteinszonen der östlichen Hohen Tauern gewonnene petrographische Kenntnis der Tauerngesteine ebenso stützt wie auf eingehende Untersuchung der betreffenden Tertiäraufschlüsse. Auf Grund dieser Beobachtungsergebnisse gelangt A. Winkler-Hermaden zu dem Schlusse, daß der taueride Gesteinskörper noch zur Zeit der Ablagerung der inneralpinen Miozänvorkommen der nördlichen Ostalpen zur Gänze unter der austriden tektonischen Überdachung intrakrustal verborgen lag. Es ist verständlich, daß dieser tertiärgeologische Beitrag ungemein anregend für den Alpentektoniker und Morphologen ist, und es wäre wünschenswert, durch umfassende Gerölluntersuchungen inneralpiner und außeralpiner Tertiärvorkommen diesbezüglich weiterzuarbeiten (3, 21).²

Für einzelne Lokalitäten (z. B. Tamsweger Miozänkonglomerate und Mio-

² Siehe: F. Angel, Geröllstudien im Kohlentertiär der Karawanken. Canaval-Festschrift, Carinthia 1935.

Höhenschichtenkarte des östlichen Tauernfensters und seines Rahmens.

Höhenschichten:



Grenze d. Tauernfensters

(tekt. Grenze I. Ordnung zwischen Tauerniden u. Austriden)

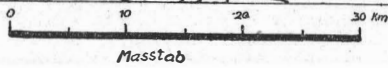
Miozänvorkommen im Umkreis d. Hoher Tauern:

anstehend

Rollstücke u. Fundorte, deren Ansteh. Natur fraglich ist

Isostatische Schwere-Anomalien

(lokal-isostatische Airy-Heiskanen Reduktion) in mgal: 0-21



zänkonglomerate von Wagrein) wurde mehrfach schon früher die Meinung laut, daß die betreffenden Konglomerate nur lokalen Bachschutt aus dem Einzugsbereich eines kleinen, in das damalige flachwellige Relief sich einnagenden Wasserlaufes ganz untergeordneter Bedeutung darstellen könnten und somit ihre Geröllzusammensetzung keinen exakten regionalen Schluß zuließe. Aber „die überwiegend gute Abrollung und eine meist erkennbare Auslese im Geröllmaterial erfordert die Annahme einer gewissen Transportlänge, die Erhaltung auch weicherer Gerölle, jedoch keinen Ferntransport“ (A. Winkler-Hermaden, 31).

Wir stehen erst am Anfang der Erforschung der tertiären Geröllkomponenten im näheren und weiteren Umkreis der Taueriden. Mit der Petrographie der Taueriden wohlvertraute Geologen werden diese Arbeit fortsetzen müssen, wenn wir aus dem Stadium des Rätselratens in diesem Punkte zu sicherer Erkenntnis vorstoßen wollen.

Der Kuppelbau der östlichen Hohen Tauern.

Ist es nur auf Grund ganz allgemeiner Schätzungen der Tauernkristallisation möglich, die austride Dachmächtigkeit während der Orogenese über den Taueriden abzuschätzen (etwa 10 km), so ist es bezüglich der Abschätzung der taueriden Gesteinsmächtigkeiten, welche heute bereits der Erosion zum Opfer gefallen sind, viel besser bestellt. Hier hilft der taueride Gebirgsbau, die Luftsättel zu konstruieren. Und so zeigen ja auch schon die ältesten Querprofile durch das Tauernfenster die Grenzföhrung zwischen Taueriden und Austriden als hypothetisch ausgezogene Linie über dem rezenten Tauernkörper gewölbeartig an.

Dieses Gewölbe, dessen Querprofil längs der Katschbergzone wir so deutlich vor uns haben, steigt achsial gegen Westen und Nordwesten an. Die Grenze zwischen Taueriden und Austriden, welche an der Katschbergzone westlich aushebt, dürfte sich über dem Reißeck (2959 m) und Schober (2971 m) etwa in 4000 m über Meeresniveau, über der Hochalmspitze (2355 m) in etwa 6000 m über Seehöhe und über dem Tauerntunnel-Nordportal (1175 m) in etwa 7000 m Seehöhe befinden. Von hier dürfte sich die Grenzfläche gegen Westen senken und über dem Großglockner (3798 m) in etwa 5000 m Seehöhe streichen.

Diese Werte sind durchaus noch unexakt. Ich glaube aber, mich bereits mit der tektonischen Detailuntersuchung der östlichen Hohen Tauern am Wege zu befinden, der in Zukunft zu einer wissenschaftlich ernstzunehmenden Konstruktion der oberen Begrenzung des Tauernkörpers und damit zu exakten Angaben führen wird. Es würde zu weit führen, hier die bisher gewonnenen tektonischen Details zu schildern. Eine Zusammenfassung findet sich in Tschermaks mineralog.-petr. Mitteilungen (5).

Zu unserem Thema geben die oben angeführten Werte einen Begriff für die von mir vermutete Lage der Nockfläche über den östlichen Hohen Tauern. Die miozäne Sedimentation (Geröllanalysen A. Winkler-Hermadens) weist darauf hin, daß der Tauernkörper während des Miozäns noch versenkt lag unter austridem Altkristallin. Die Nockfläche streicht längs der Katschbergzone von Osten her kommend bis an den Tauernkörper heran und trägt, bloß einige 100 m vom Tauernkörper entfernt, miozäne, der Erosion bisher entgangene Relikte (Braunkohle). Es ist daher durchaus wahrscheinlich, daß die Nockfläche (welches Alter ihr auch immer zukomme, ob nach der alten Vorstellung altmiozän oder nach der neuen Vorstellung pannonic, 32) auch über den östlichen Hohen Tauern einige 100 m über der Grenze: Austriden-Taueriden lag. Wir hätten somit die

theoretische Fortsetzung der Nockfläche über dem rezenten Tauerngebirgskörper einige 100 m über den oben genannten Werten hindurchzuziehen.

Zusammenfassung.

Die Nordsüd, also quer zum Alpenstreichen verlaufende Ostgrenze der Hohen Tauern (Katschbergzone) ist eine morphologische Grenzlinie I. Ordnung. Sie scheidet die Hochgebirgswelt der Hohen Tauern von den Mugelformen der Gurktaler Alpen, die eindeutig zu einer Altfläche (Nockfläche, rezente mittlere Höhe: durchschnittlich 2000 m Seehöhe) gehören. Bisher war man geneigt, das genetische Äquivalent der Nockfläche in einem der stockwerkartig gestaffelten Flächensysteme des rezent erschlossenen Gebirgskörpers der östlichen Hohen Tauern zu suchen.

Die Erkenntnis, daß die stockwerkmäßige Staffelung der Flächensysteme der östlichen Hohen Tauern auf junger Hebung des Gebirgskörpers mit mehrfachem Wechsel der Hebungsintensität und damit verknüpfter periodischer Erosionsintensität beruht, ist längst Allgemeingut geomorphologischer Ostalpenforschung. Weniger bekannt dürfte sein und wurde hier in den wichtigsten Umrissen angedeutet, daß auch bereits zahlreiche geologische Beobachtungen vorliegen, die einige Auskunft über den Mechanismus und die Größenordnung der jungen Hebung des Tauernkörpers liefern.

Die Parallelisation: Firnfeldniveau (Hohe Tauern) — Nockfläche (Gurktaler Alpen) ist morphologisch nicht befriedigend exakt nachgewiesen. Auf Grund des geologisch-geomorphologischen Gesamtbildes, das wir uns mit Hilfe der bisherigen Forschungen heute machen können und das ich durch weitere Studien in diesem Raume zu vervollständigen hoffe, möchte ich die Meinung aussprechen, daß das Äquivalent der Nockfläche hoch über den Gipfeln der östlichen Hohen Tauern gelegen hat und längst der Erosion zum Opfer gefallen ist.

Die relative Hebung des östlichen Tauernkörpers gegenüber den Gurktaler Alpen betrug seit Ende der Nockflächemorphogenese mehrere Kilometer in vertikaler Richtung. Der vertikale Auftrieb des Tauernkörpers vollzog sich als breite gewölbeartige Aufbiegung, flexurartig längs der Katschbergzone, und ist in der Gegenwart wahrscheinlich noch am Werke. Den jungen Reißklüften senkrecht zur Gewölbeachse kommt nur sekundärer Charakter zu.

Die obigen Ausführungen bewegen sich in dem hypothesenreichen und daher selten bisher in Angriff genommenen Grenzgebiet zwischen Geotektonik und Geomorphologie, welches L. Kober als „Morphotektonik“ bezeichnete. Es humpelt die exakte wissenschaftliche Beweisführung dem sehenden Verständnis des einigermaßen mit geologischen und morphologischen Erfahrungen ausgerüsteten Bergwanderers nach. Unsere gegenwärtige Aufgabe besteht wohl darin, die diesbezüglichen geologischen und morphologischen Bemühungen an Lokalitäten anzusetzen, die so wie die Katschbergzone für eine objektive und exakte Lösung der morphotektonischen Problematik in absehbarer Zukunft geeignet erscheinen.

Schrifttum.

1. Aigner, A.: Geomorphologische Beobachtungen in den Gurktaler Alpen. Sb. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. A. I, 131, 1922.
2. Brinkmann, R.: Gipfelflur und Lagerstättenstockwerke in den Alpen. Nachr. g. Wiss. Göttingen, math.-nat. Kl., 1928.
3. Cornelius, H. P.: Zur Auffassung der Ostalpen im Sinne der Deckenlehre. Z. D. Geol. Ges., 92, 1940.

4. Exner, Ch.: Geologische Beobachtungen in der Katschbergzone (Das Ostende der Hohen Tauern zwischen Mur- und Maltatal, III. Teil). Mitt. Geol. Ges. Wien, 35, 1942.
5. Exner, Ch.: Beiträge zur Kenntnis der Zentralgneisfazies, I. Teil. Tschermaks Min.-petr. Mitt. 1949 (darinnen ausführliches Literaturverzeichnis über die Geologie der östlichen Hohen Tauern!).
6. Exner, Ch.: Der rezente Sial-Tiefenwulst unter den östlichen Hohen Tauern. Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 39 (im Druck).
7. Fink, J.: Betrachtungen über den gegenwärtigen Stand der Morphologie. Mitt. Geogr. Ges. Wien, 1947.
8. Friedrich, O. M.: Überblick über die ostalpine Metallprovinz. Besprochen an der Vererzung des Tauernostrandes. Z. Berg- und Hüttenwesen, 85, 1937.
9. Friedrich, O. M. und Matz, K. B.: Der Stüblbau zu Schellgaden. Berg- und Hüttenm. Monatshefte, 87, 1939.
10. Froß-Büssing, H.: Die Morphologie des nördlichen Lungau. Geogr. Jahresber. aus Österr., 18, 1935.
11. Helfrich, K.: Morphologische Untersuchungen am Ostrande der Hohen Tauern (Autoreferat). Geogr. Jahresber. aus Österr., 20, 1940.
12. Heritsch, F.: Die Entstehung der Hochgebirgsformen. Ein Buch für Bergsteiger. Graz 1927.
13. Kieslinger, A.: Die geologischen Grundlagen des Goldbergbaues in den Hohen Tauern. Bericht Leobner Bergmannstag, Wien 1937.
14. Klebelsberg, R. v.: Der Brenner. Geologisch betrachtet. Z. d. D. u. Ö. Alpenver. 1920.
15. Klebelsberg, R. v.: Die Hauptoberflächensysteme der Ostalpen, Verh. Geol. Bu. A., 1922.
16. Klebelsberg, R. v.: Die Hebung der Alpen. Z. D. Geol. Ges. 1925.
17. Kober, L.: Das alpine Orogen, Berlin 1931.
18. Kober, L.: Der Geologische Aufbau Österreichs. Wien 1938.
19. Leutelt, R.: Die Gipfelflur der Alpen. Geol. Rundschau, 20, 1929.
20. Morawetz, S. O.: Beiträge zur Geomorphologie der Kreuzeck- und Reißbeckgruppe. Veröffentl. Geograph. Inst. Univ. Graz, 1930.
21. Rathjens, C.: Die Raxlandschaft als Problem der alpinen Geomorphologie. Forsch. u. Fortschr., 21/23. Jahrg., 1947.
22. Schmuck, A.: Beiträge zur Geomorphologie der Sonnblickgruppe, bearbeitet von Dr. S. O. Morawetz, Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 69, 1932.
23. Schwinner, R.: Geologisches über die Niederen Tauern. Z. D. u. Ö. Alpenver., 1924.
24. Schwinner, R.: Über das Tertiär des Lungau. Verh. Geol. Bu. A. 1925.
25. Sölch, J.: Das Formenbild der Alpen. Geogr. Zeitschr. 1925.
26. Staber, R.: Tertiärkohlen in Oberkärnten. Verh. Geol. Bu. A. 1933.
27. Stiny, J.: Zur Geschichte des Millstätter Sees. „Die Eiszeit“, III, 1926.
28. Stiny, J.: Einiges über Gesteinsklüfte und Geländeformen in der Reißbeckgruppe (Kärnten). Z. f. Geomorph., I, 1926.
29. Stiny, J.: Zur Landformenkunde des Glocknergebietes. Geol. Rundschau, 25, 1934.
30. Thurner, A.: Morphologie der Berge um Innerkrams (Gurktaler Alpen, Kärnten). Mitt. Geogr. Ges. Wien, 73, 1930.

31. Winkler-Hermaden, A.: Über Studien in den inneralpinen Tertiärlagerungen und über deren Beziehungen zu den Augensteinfeldern der Nordalpen. Sb. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. A. I, 137, 1928.
32. Winkler-Hermaden, A.: Die jungtertiäre Entwicklungsgeschichte der Ostabdachung der Alpen. (Vorläufige Mitteilung). Zentralbl. f. Min. usw., Abt. B, 1940.

Höhlen am Unterberg bei Pernitz-Muggendorf.

Von Franz Waldner.

Mit 3 Abbildungen.

In die deutlich ausgeprägten Höhenzüge der SW—NO streichenden Kalkketten der Hohenberger Alpen ist auch der Kalkrücken des Unterberges (1341 m) bei Pernitz-Muggendorf eingebaut. Der häufige Gesteinswechsel bedingt dort eine große Formenmannigfaltigkeit. Kleine Hochlandschaften, die zum Teil über die Waldgrenze emporragen, werden von Felsbändern durchzogen und zeigen so schon äußerlich verschiedene junge Störungen an. Das Gebiet gehört der Hauptkette der mehrfach verschuppten Ötscherdecke zugeordnet und wird von südwestfallendem Gutensteinerkalk, Wettersteinkalk mit Übergängen zu Reiflingerkalk und Dolomit aufgebaut, die sich mitunter unvermittelt an den starkverpreßten Hauptdolomit anschließen. Der Höhenrücken des Unterberges ist aber auch ein charakteristisches Quellzentrum, in dem die diametral auseinanderstrebenden Flüsse Traisen, Piesting und Schwarza ihre Quellwässer sammeln.

Durch die somit im geologischen Bauplane festgelegte tektonische Anlage ist im Zusammenwirken mit den hydrisch gestaltenden Kräften am Unterberge eine Grünkarstlandschaft entstanden, in der es in letzter Zeit möglich war, infolge verschiedener günstiger Umstände,¹ auch Detailuntersuchungen an Naturhöhlen vorzunehmen.

Die untersuchten Höhlen, über die informative Befahrungsberichte vorliegen, sind: Miralucke, Nixofen, Kammschacht, Zweikoppelhöhle.

Die Höhle liegt im Quellgebiete der Mira im Lehmwegtale am Fuße des SOgerichteten Berghanges des Unterberges, etwa 20 m von der Fahrstraße entfernt, dort, wo der steile Karrenweg zum Unterbergsschutzhaus abzweigt. Orientierungstafeln und Markierungen weisen den Weg zum Höhleneingange. Die Zugangswege werden in allen Reise- und Touristenführern der Umgebung mehr oder weniger ausführlich behandelt. Seit jeher hat der leicht erreichbare Höhlenschlund mit seinen geheimnisvollen Wässern das Interesse der Menschen erregt; zahlreiche Sagen über ihn leben heute noch im Volke (Heller, H. 1924; Mailly, A. 1926).

¹ Die Befahrung des Kammschachtes und der Zweikoppelhöhle wurde über Anregung und durch Mithilfe von Hofrat Dr. E. Kießling anlässlich einer hydrologischen Untersuchung dieses Gebietes durchgeführt. An dieser gut ausgerüsteten Expedition beteiligten sich außer dem Pächter des Unterbergsschutzhauses J. Fischer und der Bergwachtführer der Ortsstelle Pernitz A. Czubusz, die Mitglieder des Landesvereines für Höhlenkunde G. Holzinger, I. Just, V. Makoter, J. Mrkos, Dr. H. Salzer, J. Schreiner, J. Schweitzer.

Für die Vermessung der Miralucke möchte ich an dieser Stelle meinen Schülern O. Adler, E. Kreuziger, H. Pfanzagl, F. Wienskowsky und F. Worm herzlichst danken.