

Zum Betrag der jugendlichen Hebung der Alpen.

Von Hans Peter Cornelius †.

Vor kurzem hat Ch. Exner in dieser Zeitschrift die Meinung vertreten, das Äquivalent der sanftgeformten Altlandschaft der östlichen Zentralalpen, der „Nockfläche“, sei in den Hohen Tauern nicht in den hochgelegenen Talböden („Firnfeldniveau“ usw.) gegeben, in denen es bisher gewöhnlich gesucht wurde. Die viel stärkere junge Hebung im Bereich des Tauernfensters — die wahrscheinlich heute noch fort dauere — lasse vielmehr daran denken, daß dort überhaupt kein solches Äquivalent mehr existiere — daß es hoch über allen heutigen Gipfeln gesucht werden müsse und längst durch Abtragungen verschwunden sei. Im inneralpinen Jungtertiär sind nach den Gerölluntersuchungen Winklers (und anderer) Tauerngesteine nicht vertreten; sie waren also damals offenbar der Abtragung noch nicht zugänglich — mithin müsse die Landoberfläche zu gleicher Zeit noch in den als Decken über das Fenster gebreiteten ostalpinen¹ Gesteinen gelegen haben. Exner gibt auch Mindesthöhen für die Höhenlage der penninisch-ostalpinen Grenzfläche an, die er auf Grundlage der Tektonik errechnet hat (die er freilich selbst als unexakt bezeichnet); er kommt dabei auf Werte bis zu 7000 m im Bereich der Hochalmspitze. In noch größerer Höhenlage wären erst die hypothetischen Altformen zu erwarten.

Anknüpfend an Exners Arbeit sei hier der Versuch gemacht, eine größenordnungsmäßige Schätzung des Betrages zu unternehmen.

Ich muß gestehen, daß mir die Gleichsetzung „Nockfläche“ = Firnfeldniveau nie gefallen wollte; daß ich die Fortsetzung der ersteren immer, ähnlich wie Stini (1924) über bzw. im Niveau der heutigen Gipfelfur der Tauern suchte (wegen der dort vorhandenen Altformen-Reste vgl. unten). Dies freilich mehr gefühlsmäßig. Wenn nun Exner auf Tatsachen hinweisen kann, die eine geradezu flexurartige Verstellung längs der Katschberglinie höchst wahrscheinlich machen, so kann ich das nur begrüßen.

Geben wir eine Verstellung zu, so ist die weitere, oben angeführte Schlußfolgerung Exners im großen ganzen zwingend, wenn die „Nockfläche“ älter oder doch gleich alt ist wie jene Jungtertiärablagerungen; unter der Voraussetzung, daß in diesen Tauerngerölle nicht sekundär durch Verwitterung oder schon durch Auslese beim Transport verschwunden sein können. Das kann hier nicht im einzelnen untersucht werden; aber da manche jener jungtertiären Ablagerungen reich sind an Geröllen nicht allzuschwer zerstörbarer Gesteine, wie Werfener oder Grauwacken-Schiefer, ist die Wahrscheinlichkeit größerer Auslese nicht groß; um so weniger, als auch nicht einzusehen wäre, daß das Tauernkristallin weniger widerstandsfähig sein sollte als das doch vielfach reich vertretene ostalpine. Da nun diese Abwesenheit von Tauernmaterial für das ganze umgebende Tertiär — Inn-

¹ Bei Exner „Austriden“. Ich ziehe es vor, bei der alteingebürgerten Bezeichnung „ostalpin“, bzw. „oberostalpin“ zu bleiben, da neue Fachausdrücke ohne neuen Inhalt grundsätzlich abzulehnen sind.

tal, Ennstal, Lungau, Kärnten — zu gelten scheint, nicht minder auch für die Vorland-Molasse, so sei vorderhand angenommen, daß unsere Voraussetzung zutrifft. Die eine Möglichkeit ist dabei natürlich nicht auszuschalten, daß die Abtragung in den Tauern bereits im Begriffe war, die ostalpine Überdeckung da und dort zu durchfressen, die Entblößungen der penninischen aber erst so unbedeutend waren, daß sich das von ihnen gelieferte Material der Beachtung bisher entziehen konnte.

Ist die „Nockfläche“ jünger, dann gilt der obige Schluß nicht mehr. Denn damit entfällt die Möglichkeit, an Hand des Geröllmaterials die Verhältnisse im Abtragungsgebiet zu beurteilen.

Es handelt sich also zunächst um die beiden Fragen: Wie alt sind die Jungtertiärablagerungen und wie alt sind die Altformen?

Die erste ist in den Hauptzügen gelöst: es handelt sich einerseits um Aquitan bis Altmiozän, im Inn- und Ennstal, dessen einst viel weitere Verbreitung spärlich tektonisch eingeklemmte Reste (Stoderalpe bei Gröbming im Ennstal), vor allem aber die heute auf sekundärer oder tertiärer Lagerstätte befindlichen Augensteinschotter, bezeugen (siehe Winkler 1928). Daß solche auch über den Bereich der Kalkplateaus des Ostens hinaus vorkommen können, bezeugt der bisher wohl westlichste Fund am Kopftörl im Kaisergebirge (Leuchs 1924; die Deutung als Verwitterungsrückstand von Gosauschichten, die Leuchs vorzieht, wird hier wie in anderen Fällen dadurch widerlegt, daß der Geröllbestand — vom Quarz abgesehen — ein anderer ist).

Augensteinschotter sind aber nicht auf die Nördlichen Kalkalpen beschränkt: F. Kahler 1941 und neuerdings E. Czermak geben solche an von den Karawanken (Petzen) bzw. von den Gailtaler Alpen (Dobratsch), Winkler 1933 vom Hochlantsch; ich selbst fand² auf der Grebenzen einige stecknadelkopfgroße bis erbsengroße, gut gerundete Quarzgeröllchen, zusammen mit grauen, grünen, braunen Tonschieferplättchen (? Werfener; dort, wo der Weg von N her die Gipfelfläche erreicht, sowie bei der Doline E vom Gipfel). Augensteine sind demnach im E der Alpen überall zu finden, wo Kalkvorkommen ihre Erhaltung in Karstschloten, Dolinen, eventuell Höhlen möglich gemacht haben; sie haben also von einem bisher nicht bekannten Meridian gegen E auch die Zentralalpen — wenn auch vielleicht nicht geschlossen — überdeckt. Es wäre interessant, auf den Kalkbergen des Nockgebietes nach ihnen zu suchen.

Ein anderer Teil des inneralpinen Jungtertiärs ist jünger: und zwar wurde bisher der Hauptanteil, die kohlenführende Serie der Mur—Mürz-Furche und ihrer Nachbarschaft, für Helvet angesehen, die diskordant auflagernden Schotter für Torton. Die Neubestimmung der Göriacher Wirbeltierfauna durch Thénius hat nun das überraschende Resultat ergeben, daß auch in der kohlenführenden Serie bereits Torton vertreten sei. Es bleibt abzuwarten, was das für die Altersdeutung im weiteren Umkreis für Folgen haben wird. Die Einordnung des Großteils der Ablagerungen im Drautal und im Lungau ins Helvet ist bisher ohne Hypothese möglich gewesen; wegen möglicher Vertretung des Altmiozäns vgl. Winkler 1943, S. 386. Im Lavanttal soll nach neuesten Funden von Beck-Mannagetta sogar noch Sarmat vorkommen.

Was nun die zugehörigen Oberflächen betrifft, so ist von der altmiozänen (aquitan?) bestimmt nichts mehr erhalten. Wir können nur sagen, daß diese

² Gelegentlich einer Exkursion mit den Herren Loos und van Eykeren (Amsterdam) im Juli 1942.

„Augensteinfläche“ sehr flach gewesen sein muß — so flach, daß sich in weiter Ausdehnung Schotterdecken auf ihr ablagern konnten; und dies nicht nur im Bereich der Nördlichen Kalkalpen, von dem gewöhnlich allein geredet wird, sondern überall, wo Augensteine vorkommen, also auch in Teilen der östlichen Zentralalpen und des Drauzuges. Aber weiter verallgemeinern darf man diesen Schluß nicht: Das Material stammt aus den Zentralalpen; dort müssen also immer noch (oder immer wieder?) Bodenerhebungen bestanden haben, die Material liefern konnten. Man wird dabei in erster Linie die Teile der Zentralalpen ins Auge fassen, die auch späterhin die Hebungsachse darstellen: die Hohen und die Niederen Tauern. Allein, wie der Geröllbestand zeigt, kann damals das Tauernfenster bestimmt noch nicht angeschnitten gewesen sein; ja auch abseits vom Bereich der Hohen Tauern werden z. T. ganz andere Gesteine abgetragen worden sein als die, die heute an der Oberfläche der betreffenden Gebirgsteile anstehen. Ich schließe dies aus der verhältnismäßig starken Beteiligung von paläozoischen Gesteinen an den altmiozänen Ablagerungen, die öfters (z. B. Winkler 1928, S. 185, 190 u. a.) hervorgehoben wird; denn es ist nicht anzunehmen, daß die heutige, auf weite Strecken — z. B. im Ennstal — nur schwächliche und überdies im Ablagerungsbereich gelegene Grauwackenzone besonders viel Material hätte liefern können.

Die Auflagerungsfläche des Helvet ist im E — Kor- und Saualpe usw.; Mürztal — allgemein gekennzeichnet durch ungemein mächtige Verwitterungsdecken (Stini 1924; Kieslinger 1927; Cornelius 1938). Sie sind vom Abtragungsrande der Sedimente noch einige 100 m aufwärts nachzuweisen; aber auch, wo sie die Erosion entfernt hat, sind die Flächen, an die sie gebunden sind, vielfach noch gut kenntlich. Ob sie in die flachen Formen der Gipfel übergehen, darüber kann man vielleicht manchmal im Zweifel sein; im allgemeinen aber ist der Eindruck der, daß sie über die Altflächen hinweg in die Luft weisen. So habe ich diese denn 1938 für das Mürztaler Gebiet als das Erbe der miozänen Auflagerungsfläche bezeichnet, im gleichen Sinne, wie seit Lichtenegger die kalkalpine Raxlandschaft als das Erbe der Augensteinfläche gilt; und ich sah das sedimentäre Äquivalent der Umgestaltung in den hangenden Grobshutttablagerungen, welche von dem kohleführenden Miozän durch die (jüngere) steirische Diskordanz getrennt sind, die damals an die Wende Helvet—Torton gestellt wurde.

Nun rückt nach der Theniusschen Umdatierung der kohleführenden Serie (s. oben) auch diese Diskordanz im Mürztal höher ins Torton hinauf; ja man kann vielleicht zweifeln, ob es sich nicht bereits um die attische Phase der Gebirgsbildung an der Grenze Miozän—Pliozän handelt. Das kann hier nicht entschieden werden; aber wie dem auch sei: älter als jüngstmiozän können unsere Altflächen und damit auch die „Nockfläche“ nicht sein. Sie sind also jedenfalls jünger als alle jungtertiären Ablagerungen, in welchen das Fehlen von Tauernmaterial Verwunderung erregen kann; denn in den groben, vermutlich tortonischen Hangendschottern des Mur—Mürz-Gebietes mit ihren ganz lokal gefärbten Geröllgesellschaften können wir solches füglich nicht erwarten; und näher an den Tauern kennen wir kein Äquivalent zu diesen.

Damit aber entfällt die Stütze, die Exners Annahme bezüglich der Fortsetzung der „Nockfläche“ hoch über den Tauerngipfeln in dem Fehlen von Tauerngeröllen in den Miozänablagerungen zu finden schien; und es erhebt sich die Frage, ob wir wirklich so hoch greifen müssen — ob es nicht eine näher liegende Anknüpfungsmöglichkeit gibt.

Und die gibt es in der Tat. Es sind die Verflachungen, die von den Morpho-

logen der Grazer Schule — D r o f e n i g, K r e n, S c h m u c k — in den höchsten Regionen der Tauern auf Gipfeln und Kämmen festgestellt wurden und die als „Niveau I“ bezeichnet worden sind.³ Ich kenne eine ganze Reihe solcher Fälle sehr gut — ohne mit allen Angaben des Genannten einverstanden zu sein — und werde bei Gelegenheit Genaueres darüber mitteilen; hier sei nur kurz hingewiesen auf die Verflachungen des Hochfillecks (2947 m), des NW-Eckpunktes (P. 3025 m) im Grat des Kalser Bärenkopfs; des Hochgassers (2922 m) — alle in der Granatspitzgruppe; ferner in der südwestlichen Venedigergruppe auf die Muswand (auf der AV.-Karte Steingrubenkogel, 3228 m); auf die Quirlwand mit ihrer von etwa 3100 bis gegen 2500 m hinabziehenden Verebnung; endlich auf die Hochfläche des Venedigers selbst (K r e n; vgl. auch M a u l l, 1938, S. 204), die sich bis zur Kristallwand über mehr als 4 km erstreckt.

Die recht verschiedene Höhenlage dieser Flächenreste mag z. T. auf spätere tektonische Verstellung zurückgehen; in der Hauptsache wird man darin doch noch ursprüngliche Reliefenergie zu sehen haben. Darauf hat für die Glocknergruppe kürzlich N. K r e b s (1948) hingewiesen. Eine Reliefenergie von mindestens einigen 100 m zeigt aber die „Nockfläche“; auch E x n e r gibt ihre Mittelhöhe zu 2000 m an, die Gipfel Rosennock (2434 m), Kilmprein (2410 m), Eisenhut (2441 m) aber erheben sich alle noch um mehr als 400 m darüber. Eine ähnliche — wenn nicht noch größere — Reliefenergie ist ja auch von der kalkalpinen Raxlandschaft schon längst bekannt.

Darin liegt also kein Hindernis für die Parallelisierung; und ich stehe nicht an, dieselbe in dem angedeuteten Sinne zu vollziehen. Ein Verbindungsglied, der Höhenlage nach, liegt z. B. in der kleinen Gipfelfläche auf dem Weißbeck (2709 m; Radstädter Tauern) vor — ausgezeichnet vor wohl allen ihresgleichen dadurch,

³ H. K l i m p t 1943 zieht diese Gipfelverflachungen in der Sonnblickgruppe zusammen mit seinen „Flachkaren“ — dem „Firnfeldniveau“ anderer Autoren — zu einem zusammengehörigen Flächensystem, das er der kalkalpinen „Raxlandschaft“ parallelisiert. Die Begründung, daß der Höhenunterschied so gering wäre, daß für die mit Recht als notwendig angenommene glaziale Tieferlegung der Flachkarböden kein Spielraum bleibe, wenn man in diesen ein gesondertes jüngerer Flächensystem sehen wolle —, diese Begründung scheint fallweise zwar gewiß plausibel. Allein K r e b s 1948 weist überzeugend nach, daß die fluviatil angelegten Talenden, aus deren glazialer Umgestaltung die „Flachkare“ hervorgingen, sich gar nicht an deren heutigem Ort befunden haben können; sie sind bergwärts verlegt worden! Und durch die im Verhältnis zu den darüber aufragenden Kämmen übergroße Breite darf man sich auch nicht täuschen lassen, sie ist auf die seit E. R i c h t e r bekannte Weise, durch glaziale Aufzehrung trennender Sporne entstanden. Die Flachkare sind somit für die Rekonstruktion alter Landschaften nur sehr mit Vorsicht zu gebrauchen. Daß sie den Hochgebirgskämmen gegenüber jüngere, in sie eingesenkte, eingeschnittene Formen darstellen, ist besonders dort deutlich, wo dies Einschneiden größere Beträge erreicht (z. B. Obersulzbachkees). — Wenn K l i m p t gegen die Selbständigkeit des „Firnfeldniveaus“ weiter behauptet, daß Äquivalente desselben den Kalkalpen fehlten, so ist das nur teilweise richtig (z. B. die Kare des Karwendels oder des Zugspitzgebietes können wohl als solche Äquivalente gelten); und, soweit richtig, ist es nicht stichhältig, da die Kalkalpen weit schwächer gehoben wurden (s. unten!), so daß sehr wohl zwei in den Hohen Tauern getrennte Flächensysteme in eines zusammenfließen können.

daß darauf noch kleine Überbleibsel eines fossilen Gehängeschutttes gefunden werden konnten (Cornelius und Cornelius-Furlani 1932⁴).

Die relative Hebung der Tauern gegenüber den Muralpen mit Ausbildung der Nockfläche beläuft sich demnach auf etwa 1000 bis 1500 m.

Nun wollen wir unsere Blicke zunächst anderen Gegenden der Alpen zuwenden. Es wurde bereits wiederholt die Raxlandschaft der Kalkalpen erwähnt, deren zeitliche Gleichsetzung mit der Nockfläche wohl am nächsten liegt. Diese überzieht fast alle Gruppen der Kalk-Hochalpen vom Rande des Wiener Beckens bis ins Berchtesgadener Land; wenn einzelne, wie die Gesäuseberge, eine Ausnahme machen, so nur deshalb, weil sie im wesentlichen bereits unter die Höhe der Altfläche abgetragen sind, von der auf einzelnen Gipfeln — Großer Buchstein, Sparafeld u. a. — noch kleine Reste vorliegen. Der Fall scheint mir typisch für das Verhältnis der Gipfflur zur Altfläche: diese bildet gewissermaßen die Tangentialebene für die Gipfel der Gesäuseberge!

Von der Saalach gegen W wiederholt sich dieser Fall, nunmehr aber als Regel für das ganze Gebirge, in dem nur noch ausnahmsweise Altflächenreste erhalten sind; der wohl bedeutendste in der Hochfläche des Zahnen Kaisers.⁵ Dann etwa wieder in der sanften W-Abdachung des Großen Solsteins bei Innsbruck und in der Gipffläche der Hohen Munde am E-Ende der Mieminger Kette. Noch der eine und andere weitere ähnliche Rest wird sich finden lassen, so daß es mir nicht gewagt scheint, auch hier das bezüglich der Gesäuseberge Gesagte zu verallgemeinern: wenn auch im ganzen genommen die Erniedrigung des Gebirges unter die einstmals dasselbe überspannende Altfläche etwas weiter gehen dürfte als in jenem Fall, so liegt doch in der Gipfflur immer noch das Erbe jener Altfläche, d. h. der Raxlandschaft vor.⁶

Besonders wichtig sind die Verhältnisse im Allgäu. Die sanfte Abdachung auf der S-Seite des Gipfels des Großen Daumens (2280 m) ist wohl wieder als ein kleiner Rest unserer Altfläche⁷ anzusehen. In fast gleicher Höhe steht jenem

⁴ Die Zweifel, die Fross-Büssing an unserer Deutung geäußert hat, sind gänzlich unberechtigt. Angesichts eines Belegstückes, welches ich dieser Autorin vorweisen konnte, hat sie dieselben mir gegenüber — leider nicht öffentlich — zurückgenommen.

⁵ Das Sonnwendgebirge darf man hier nicht nennen; der plateauartige Eindruck, den es aus der Entfernung macht, beruht auf der nur knapp unter die Kammhöhe eingetieften, ausgedehnten Kare.

⁶ Vgl. dazu v. Staff 1912. In neuerer Zeit sind ähnliche Ansichten wiederholt gemacht worden; z. B. bezeichnet es Klimpt 1943, S. 67, als „Tatsache, daß alle Gipfel der Ostalpen aus den Rücken und Kuppen der Raxlandschaft entstanden sind“.

⁷ M. Richter 1929 rechnet diese nördlichen Allgäuer Berge nicht mehr der „echten“ Gipfflur zu, sondern einem tieferen, jüngeren Niveau. Das wäre dann berechtigt, wenn man dieses tiefere Niveau in gleicher oder etwas größerer Höhe sich in den Bereich der „echten“ Gipfflur verzweigen sähe; d. h. wenn in letzterem die obersten Kare auf mindestens 2200 bis 2300 m lägen. Tatsächlich liegen diese Kare aber auf 1900 bis 2050 m (z. B. Rappensee, Obere Mädelealp, Kare der Hornbachkette); und es besteht kein Grund, sie einem anderen Niveau zuzuteilen als jenen, die im Bereich der nördlichen tieferen Gipfflur bei 1700 bis 1800 m liegen (z. B. Oberer Geisalpsee, Schrecken, Traualpsee usw.). Man darf eben nie vergessen, daß die „Raxlandschaft“ keine Ebene und auch

W der Iller ein relativ sanftes Gehängestück auf der SE-Seite des Hohen Ifen (nicht zu verwechseln mit dem Gottesackerplateau!) gegenüber; es liegt, rein morphologisch betrachtet, kein Grund vor, dasselbe nicht mit der gleichen Fläche in Verbindung zu bringen. Geologisch freilich klappt ein tiefer Schnitt dazwischen: während wir uns bis zur Iller im oberostalpinen Bereich bewegt haben, haben wir mit dem Hohen Ifen das helvetische Deckengebiet betreten. Nicht nur die Gipfflur greift also unbekümmert über die Deckengrenze hinweg — auch die ihr vorausgehende alte Flachform tut dasselbe!

Tatsächlich finden wir im helvetischen Deckengebiet der Schweiz eine Reihe ähnlicher alter Verebnungen; vor allem im Hauptkamm beiderseits des Aarmassivs: im E das Gletscherplateau des Vorab (3025 m; Glarner Alpen), im W Wildstrubel, Wildhorn, Diablerets (alle über 3200 m⁶). Dazwischen, im Aarmassiv, scheinen ähnliche Formen zu fehlen — trotz der überragenden Gipfelhöhen von 3700 bis 4275 m. Selbst wenn sich Reste solcher Formen⁹ bei genauerem Zusehen doch noch finden sollten, bleibt der Schluß aufrecht, daß das Aarmassiv seine überragende Höhe einer jungen Heraushebung verdankt; nur das Ausmaß derselben könnte verringert werden. Nach dem bisher Bekannten übersteigt dasselbe 1000 m gegenüber den Altflächen im E und W, und zwar wohl um ein Beträchtliches.

Einen schönen Altflächenrest trägt dann wieder das Montblanc-Massiv in den oberen, sanftgeformten Gletscherhängen des Monarchen selbst bis hinab zur Aiguille du Gouter. Hier ist die sanftgeformte Mittelgebirgslandschaft am höchsten überhaupt — soweit Reste erhalten! — emporgetragen: bis gegen 5000 m.

Ganz ähnlich sieht es nun auch in den Zentralalpen aus. Im W der Tauern finden wir im Ötztaler Massiv Altformenreste in ähnlicher Höhenlage wieder, wie in jenem: Sonklarspitze (3476 m) in den Stubaier Alpen, vor allem aber das ausgedehnte Plateau des Gepatschferners (vgl. M a u l l 1938, S. 204). Im Ortlergebiet trägt der Ortler selbst einen solchen Rest; weiter der Monte Vioz (3644 m) und wohl auch der Palon della Mare (3705 m) in einem ausgedehnten, ungemein flachen Firnplateau. Auf weitere kleine Reste in der südlichen Ortler- und Berninagruppe, im Adamello- und Bergeller Massiv habe ich bei früheren Gelegenheiten (1928, 1930) hingewiesen; die zahlreichen Vorkommen des Err-Julier-Gebietes werden an anderer Stelle beschrieben.

Damit sind wir wieder am Ostalpenrande angelangt; und es sei nur noch auf eine Reihe von Resten flacher Altformen im penninischen Deckengebiet des Wallis hingewiesen, wo ja v. S t a f f 1912 schon, seiner Zeit vorauseilend, erstmalig auf diese Erscheinung aufmerksam gemacht hat. Zwar der Monte Rosa trägt keine solchen Reste; seine Gipfel zeigen scharfe Schneidenform; hier ist die

keine Fast-Ebene war; und bei dem Zustand vollkommener Auflösung, in dem sie im Allgäu (und sonst vielfach) heute vorliegt, können die ihr bereits eigenen Höhenunterschiede zusammen mit der gegen den Alpenrand zu anzunehmenden Kippung sehr wohl einmal den Eindruck einer Stufe hervorbringen. Womit nicht gesagt sein soll, daß nicht a n d e r e Stufen der Gipfflur reell sind!

⁶ Diese Berge kenne ich allerdings nur aus der Fernsicht von der Walliser Seite.

⁹ Nach der Karte könnte man an den Grindelwalder Fiescherhörnern und auf der Ebenfluh Altflächenreste um 4000 m Höhe vermuten; weiter E am Gwächtenhorn (3428 m) in der Dammastock-Gruppe.

Altfläche erst in noch größerer Höhe zu suchen. Dagegen bildet eine über 1 km² große Altfläche das Breithornplateau zwischen diesem Gipfel (4171 m), der Gobba di Rollin (3908 m) und dem Kleinen Matterhorn (3885 m). Ein weiterer Rest ist das Gipfelplateau des Grand Combin (4317 m), ein dritter jenes des Mont Collon (3644 m). Wahrscheinlich wird sich auch hier noch mehr derart finden lassen.

Endlich die Südalpen: eine schöne Altfläche im Drauzug ist jene der Villacher Alpe (Dobratsch). In der Karnischen Kette wäre vielleicht die Gipfel­fläche des allseitig steil abfallenden Hochweißstein (Monte Paralba) zu nennen. Im Dolomitengebiet sind flache Gipfel­formen bekanntlich sehr häufig, aber mit Vorsicht zu gebrauchen, da sie zumeist mit Einschaltungen leicht verwitternder Gesteine (Cassianer, Raibler Schichten usw.) zusammenfallen, bei flacher Lagerung; ich erinnere an das Sella- und Schlern plateau). Diese Bedenken fallen weg bei der gewaltigen Hochfläche des Ritten, die im Quarzporphyr von etwa 1000 bis 2500 m (Villanderer Berg) aufsteigt.

Für den schönsten Rest einer jungtertiären Landoberfläche aber halte ich jene der Val di Non, die sich von den Randteilen des Mendelgebirges von 1700 bis 1900 m bis unter 1000 m mit sanftem Gefälle hinabsenkt, von steilwandigen jungen Schluchten zerschnitten — in ihrer Weiträumigkeit eine vollkommen „unalpin“ anmutende Landschaft! Im W findet sie an der Judikarienlinie eine Grenze. Eine Überprüfung dieses meines nur auf kurzen Besuchen von insgesamt wenigen Tagen basierenden Eindrucks durch eine eingehende morphologische Bearbeitung wäre sehr zu begrüßen.

Dieser flüchtige und zweifellos sehr unvollständige Überblick über die Verbreitung flacher Altformenreste¹⁰ in den Alpen lehrt uns:

1. Solche Reste finden sich in den verschiedensten Gruppen, ganz unabhängig von Gesteinsart und geologischem Bau und ebenso unabhängig von der relativen Höhe.

2. Es sind in der Regel die höchsten oder doch diesen nahekommenen Gipfel, welche die Überbleibsel der Flachformen tragen.

3. Innerhalb der einzelnen Gebirgsgruppen ist die Reliefenergie der Altformen nicht ganz gering: einige 100 m bis ausnahmsweise (Montblanc!) gegen 1000 m.

4. Die Erscheinung greift über die Grenzen aller tektonischen Großeinheiten hinweg: vom ostalpinen auf den penninischen und helvetischen Bereich, mit Einschluß der autochthonen Massive; ebenso auch auf die Südalpen.

Daraus können wir die folgenden, z. T. im vorausgehenden schon angedeuteten Schlüsse ziehen:

a) Es ist wahrscheinlich, daß im allgemeinen die Gipfel­flur in den Alpen — eine weitere Verallgemeinerung scheint mir vorderhand nicht am Platz! — noch ungefähr die Höhenlage der alten Oberfläche widerspiegelt, fallweise mehr oder weniger abgetragen; am stärksten wohl in den Gruppen, in denen sich gar keine Altflächenreste mehr finden, wie anscheinend im Berner Oberländer Aarmassiv.¹¹ Die vielbekämpfte These v. Staffs, nach der der Gipfel­flur eine viel

¹⁰ Ich betone, daß es sich dabei stets um Flachformen handelt, die gegen unten allseitig durch steilere Formen begrenzt sind; ferner daß ich mich ausschließlich auf die Aufzählung solcher Reste beschränkt habe, die mir aus eigener Anschauung, mindestens von ferne, bekannt sind.

¹¹ Aus Gründen der Tektonik wie der Talgeschichte — Einbruch des südwärts

flachere Ausgangsform zugrunde liegt, kommt nun nach fast vier Jahrzehnten doch wieder zu Ehren.

b) Eine „Peneplain“ war diese flache Ausgangsform freilich nicht, sondern ein Hügelland bis z. T. Mittelgebirge. Daß dieses aus einer noch flacheren Form hervorgegangen wäre, wie es die Augensteinfläche der östlichen (Nord-, z. T. auch Zentral- und Süd-) Alpen gewesen sein muß, dafür gibt es im überwiegenden Teil der Alpen keinen Beleg. Für die Gebiete der Zentralalpen wenigstens, welche das Material der Augensteine geliefert haben, müssen wir immer ein gewisses Relief annehmen. Selbstverständlich ist es durchaus möglich, daß diese Ausgangsfläche selbst nicht einheitlich war. Allein Anteile verschiedener Alters und verschiedener Entstehung darin zu unterscheiden — dazu bietet ihre höchst fragmentarische Erhaltung keine Anhaltspunkte.

c) Die Verbreitung der Altformreste über das helvetische (Decken- und autochthone) Gebiet gibt sehr wichtige Anhaltspunkte für die zeitliche Einordnung. Die helvetische Deckentektonik ist ja um vieles jünger als die penninisch-ostalpine; wenn es wohl auch nicht nötig ist, sie jünger als die saviische oder steirische Phase anzusetzen (unbeschadet der Tatsache, daß der letzte Aufschub auf die Molasse noch jünger ist); eine solche Uneinheit der Bewegungszeiten widerspricht zwar geläufigen Vorstellungen, ist aber durchaus möglich, sobald man auf den aktiven Schub von der Wurzel — der ohnehin mechanisch unmöglich ist — als bewegende Kraft verzichtet (vgl. Cornelius 1940, S. 305). Jedenfalls: ein vor- und mittelmiozänes Alter ist für die Altflächenreste im helvetischen Gebiet von vornherein ausgeschlossen. Prüfen wir aber den Geröllbestand der Vorlandssedimente, so wiederholt sich das aus der Umgebung der Tauern Ausgeführte in ganz ähnlicher Weise: bis in die jüngsten, tortonischen Nagelfluhen hinauf sind sichere Gerölle aus dem helvetischen Deckengebiet oder aus den autochthonen Massiven nicht bekannt (siehe Cadisch 1923); und das vollständige Fehlen gerade der typischen und leicht erkennbaren Gesteine, wie z. B. des Glarner „Verrukanos“ spricht dafür, daß gewisse, weniger typische, die gelegentlich für helvetischen Ursprungs gehalten wurden, auch anderswoher stammen werden. Diese Verhältnisse aber sind unvereinbar mit einer Existenz von tief ins helvetische Deckengebirge einschneidenden Abtragungsflächen vor etwa Ende des Torton. Wir werden dieselbe also als höchstens jungmiozän bezeichnen können; wobei auch ein noch jüngerer — altpliozänes — Alter, wie

gerichteten Entwässerungssysteme bis in Bereiche weit N von der tektonischen Scheitelung — möchte man eine sehr starke Erniedrigung der Gipfelflur unter die Ausgangsform in den Tessiner Alpen und dem westlichen anschließenden Gebiet bis zum Simplon erwarten. Daß die Gipfelflur dieses Alpentales die des westlichen Graubündens — wo von besonders starker Erniedrigung wohl nicht die Rede ist — in fast gleicher Höhe fortsetzt, spricht jedoch nicht dafür, daß obige Erwartung zutrifft. Es wäre von hohem Interesse, ob in dem angedeuteten Bereich alte Flächenstücke vorkommen oder nicht.

Daß in solchen Gebieten stärkerer Abtragung eine sekundäre tiefere Gipfelflur zustande kommen kann, ist kein Widerspruch gegen das oben Gesagte. Man braucht nicht einmal an ein flächenhaftes Eingreifen eines jüngeren Abtragungsstockwerkes zu denken; gleichmäßige Beschleunigung des Abtragungsvorganges bei gleichartiger Begünstigung — z. B. im leicht zerstörbaren Flysch des Prätigaus; M. Richter (1929) — dürfte für das Zustandekommen einer annähernd parallelen, tieferen „Gipfelflur“ ausreichen.

Winkler-Hermaden vertritt, noch im Bereiche der Möglichkeit läge. Man mag sogar versucht sein, aus der vielfachen Erhaltung von Altflächenstücken, der vielfach offensichtlich erst geringen Erniedrigung der Gipfelfur unter das durch jene gekennzeichnete Ausgangsniveau zu schließen, daß ein geringes Alter die größere Wahrscheinlichkeit für sich habe. Doch sei zu dieser Frage — zu der neue, eingehende Ausführungen von Winkler-Hermaden in Aussicht stehen — hier nicht Stellung genommen.

Damit schließe ich mich ungefähr dem Standpunkt an, den Stini in der Frage des Alters der Flachformen in den Alpen schon lange vertritt.

Wenn wir die Frage nach dem Betrag der jungen Hebung zu beantworten versuchen, so sei von der Überlegung ausgegangen: ein Hügelland bis Mittelgebirge mit einigen 100 bis etwa 1000 m Reliefenergie, rings umgeben vom Meer oder wenig über das Meer erhobenen sumpf- und seenreichen Flächen, wie wir sie für das Jungmiozän im Alpenvorlande annehmen müssen, wird sich in absoluten Höhen von etwa 500 bis 1500 m bewegt haben müssen. Nun stand aber das Miozänmeer im Alpengebiet wesentlich — maximal gegen 500 m — höher als der heutige Meeresspiegel. 500 bis 1500 m über dem miozänen Meeresspiegel sind also (maximal! für das Ende der Miozänzeit gelten schon geringere Werte) 1000 bis 2000 m über dem heutigen. Nun treffen wir die Reste der Raxlandschaft in den Kalkhochalpen bei 2000 bis 3000 m, in den Zentralalpen bei 3000 bis 4000 m. Das entspricht einer Hebung von 1000 bis 2000 m in den Kalkhochalpen — in den Voralpen entsprechend weniger! —, von 2000 bis 3000 m in den Zentralalpen vom Katschberg gegen W seit (höchstens) Spätmiozän. Für die höchsten Teile der Westalpen — Aar-, Montblanc-Massiv, Walliser Alpen — kommen wir für den gleichen Zeitraum zu noch höheren Beträgen: um 3000 bis 4000 m. Daß dieser Vorgang in den hochgebirgigen Anteilen der Ost- wie der Westalpen bis ins Quartär, vielleicht bis in die Gegenwart fort dauert, ist schon oft vermutet worden und auch mit Recht wahrscheinlich.

Für die Hebung seit der Zeit der Augensteinfläche, also seit etwa Beginn des Miozäns, kommen wir zu bedeutend größeren Beträgen. Wenn wir für die Kalkalpen auch kaum Anlaß haben, diese Fläche heute hoch über den gegenwärtigen Gipfeln zu suchen, so war dafür ihre Ausgangslage kaum weit über Meeresniveau. Die seither erfolgte Hebung ist also in großen Zügen gleich den heutigen Gipfelhöhen: ungefähr 2000 bis 3000 m. In den Zentralalpen kann es, wie wir sahen, nie zu einem vollkommenen Einklang gekommen sein. Dafür können wir hier ausgehen von Exners eingangs angeführter Rechnung, wonach die ostalpine Überdeckung des Tauernfensters in Seehöhen bis zu 7000 m zu erwarten wäre. Größenordnungsmäßig ist daran nichts auszusetzen; schätzt man z. B. das von Matri an längs dem ganzen Virgental einheitlich, mit nur geringen Schwankungen gegen W gerichtete Achsenfallen mit einem Mittelwert von nur 15° ein, so kommt man allein für diese Strecke schon auf einen Achsenanstieg von 7 km in der oberen Schieferhülle. Damit soll ja nicht behauptet werden, daß in dem ganzen abgetragenen Bereich die Achsenlage die gleiche geblieben sein müsse (damit kämen wir, da ja an der Wasserscheide W des Virgentales das Fensterdach lange noch nicht erreicht ist, zu noch weit größeren, ganz unwahrscheinlichen Höhen!); aber es steht jedenfalls nichts im Wege, wenn wir das Äquivalent der Augensteinfläche — das ja nicht wesentlich unter das Fensterdach hinabgegriffen haben kann; vgl. oben — über den Tauern in 7000 bis 8000 m (heutiger) Seehöhe suchen und mit einer Hebung von insgesamt 6000 bis 7000 m rechnen. Die wohl größere Hälfte davon entfällt noch auf das Miozän; und zwar nicht als reine „Hebung“, sondern

im Zusammenhang mit einer „Großfaltung“: Einfaltung des Tertiärs der Längstalzüge (vgl. hiezu meine Ausführungen 1938). — Für alle Gebiete W der Brennerfurche verbieten sich ähnliche Schätzungen; sehen wir da doch nirgends hinter die Zeit der „Raxlandschaft“ zurück.

Angeführte Literatur.

- Angel, F., Geröllstudien im Kohlenfertiär der Karawanken. Carinthia II (Canaval-Festschrift), S. 96, Klagenfurt 1935.
- Beck-Mannagetta, P., Die Tertiärgrenze von Stainz bis Wildbach in Weststeiermark. Verh. Geol. B.-A. 1945, S. 105.
- Bobek, Die Formentwicklung der Zillertaler und Tuxer Alpen. Forsch. deutsch. Landes- u. Volksk. 30/1, Stuttgart 1933.
- Bremer, E., Das präglaziale Relief der Ostalpen. Akad. Verh., Halle 1934.
- Cadisch, J., Beitrag zur Entstehungsgeschichte der Nagelfluh. Ecl. geol. Helv. 18, S. 222—227, Basel 1923.
- Cornelius, H. P., Zur Altersbestimmung der Adamello- und Bergeller Intrusion. Sber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, S. 541—562, Wien 1928.
- Über Tertiär und Quartär im Mürztal oberhalb Kindberg und seinen Nachbarälern. Jb. Geol. B.-A. 88, S. 103—145, Wien 1938.
- Zur Auffassung der Ostalpen im Sinne der Deckenlehre. Z. deutsch. Geol. Ges. 92, S. 271—310, Berlin 1940.
- Geologie der Err-Julier-Gruppe, III. Beitr. Geol. Karte Schweiz, N. F. 70; erscheint voraussichtlich 1950/51.
- und Cornelius-Furlani, M., Die Insubrische Linie vom Tessin bis zum Tonalepaß. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., S. 207—301, Wien 1930.
- Die Breccien auf dem Gipfel des Weißecks in den Radstädter Tauern. Verh. Geol. B.-A. 1932, S. 161—162, Wien 1932.
- Czermak, E., Beiträge zur Morphologie der östlichen Gailtaler Alpen. Diss., Wien 1949.
- Exner, Chr., Beitrag zur Kenntnis der jungen Hebung der östlichen Hohen Tauern. Mitt. Geogr. Ges. Wien 91, S. 186—196, Wien 1949.
- Drofénig, M., Geomorphologie der nördlichen Glocknergruppe (Ref. über die ungedruckte Arbeit). Geogr. Jber. Österr. 20, S. 16, Wien 1940.
- Fross-Büssing, H., Die Morphologie des nördlichen Lungaus. Geogr. Jber. Österr. 18, S. 34, Wien 1935.
- Kahler, F., Bohnerze und Augensteinfelder in Kärnten. Carinthia II, 131, S. 63—69, Klagenfurt 1941.
- Kieslinger, A., Tertiäre Verwitterungsböden in den Ostalpen. Geol. Rdsch. 19, S. 464—477, Berlin 1928.
- Klimpt, H., Morphogenese der Sonnblickgruppe. Geogr. Jber. Österr. 21/22, S. 1—130, Wien (1941/42) 1943.
- Krebs, N., Beiträge zur Orographie der Hohen Tauern. Mitt. Geogr. Ges. Wien 90, S. 20—39, Wien 1948.
- Kren, K., Beiträge zur Geomorphologie der Venedigergruppe. Mitt. naturw. Ver. Steiermark 69, S. 34—53, Graz 1932.
- Leuchs, K., Augensteinschötter im Kaisergebirge. Verh. Geol. B.-A. 1924, S. 201—204, Wien 1924.
- Leuteit, R., Die Gipfflur der Alpen. Geol. Rdsch. 20, S. 330—337, Berlin 1929.

- Leyders, F., Grundfragen alpiner Formenkunde. Geol. Rdsch. 15, S. 193—215, Berlin 1924.
- Lichtenecker, N., Die Rax. Geogr. Jber. Österr. 13, Wien 1926.
- Beiträge zur morphologischen Entwicklungsgeschichte der Ostalpen I: Die nordöstlichen Alpen. Geogr. Jber. Österr. 19, Wien 1938.
- Mauil, O., Geomorphologie. In: Enzyklopädie der Erdkunde, Leipzig Wien 1938.
- Richter, M., Zum Problem der alpinen Gipfelfur. Z. Geomorph. 4, S. 149—160, Berlin 1929.
- Schmuck, A., Beiträge zur Geomorphologie der Sonnblickgruppe (herausgegeben v. S. O. Morawetz). Mitt. naturw. Ver. Steiermark 69, S. 59—69, Graz 1932.
- Staff, H. v., Zur Morphologie der Präglaziallandschaft in den Westschweizer Alpen. Z. Deutsch. Geol. Ges. 64, S. 1—80, Berlin 1912.
- Stini, J., Hebung oder Senkung? Petermanns Mitt. 70, S. 205—209, Gotha 1924.
- Zur Landformenkunde des Glocknergebietes. Geol. Rdsch. 25, S. 378—383, Berlin 1934.
- Valkenburg, S. van, Beiträge zur Frage der präglazialen Oberflächenformen der Schweizer Alpen. Diss., Univ. Zürich 1918.
- Winkler, A., Über Studien in den inneralpinen Tertiärablagerungen und über deren Beziehungen zu den Augensteinfeldern der Nordalpen. Sber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, S. 183—225, Wien 1928.
- Winkler-Hermaden, A., Die jungtertiären Ablagerungen an der Ostabdachung der Zentralalpen und das inneralpine Tertiär; in: F. X. Schaffer, Geologie der Ostmark, S. 295—404, Wien 1943.
- Ergebnisse über junge Abtragung und Aufschüttung am Ostrande der Alpen. Jb. Geol. B.-A. 83, S. 233—274, Wien 1933.

Zum Entstehungsproblem und zur Altersfrage der ostalpinen Oberflächenformen.

Von Arthur Winkler v. Hermaden.

I. Vorbemerkung.

Langjährige Befassung mit den Fragen der jungtertiären Entwicklungsgeschichte der östlichen Alpen und besonders ihrer Ostabdachung, im Bereiche des steirischen Beckens, der untersteirischen-kroatischen Savefalten, des inneralpinen Wiener Beckens, sowie der kleinen ungarischen Tiefebene haben eine Fülle neuer stratigraphischer, sedimentologischer und tektonischer Ergebnisse gezeitigt, über die in einer größeren Anzahl von Veröffentlichungen berichtet worden ist. Diese Resultate und jene der besonders durch die Erdölstudien belebten neueren Tertiäruntersuchungen überhaupt sind in der Lage, eine wesentlich erweiterte Grundlage für die Deutung des morphologischen Entwicklungsganges der östlichen Alpen abzugeben.

Grundsätzliche Feststellungen, betreffend den jungen Entwicklungsgang am Ostsaum der Alpen, habe ich — in Erweiterung und teilweiser Umdeutung älterer eigener Auffassungen (Mitt. Geogr. Ges. Wien 1927) — in der Studie „Ergebnisse über junge Abtragung und Aufschüttung am Ostrande der Alpen“ (Jb. d. geol. Bundesanst. Wien 1933, S. 233—274) erstmalig mitgeteilt. In dieser und auch in einer fast gleichzeitig (Anz. d. Akad. d. Wiss. Wien 1933) erschienenen kurzen