

kommen, erfaßt dann weite Teile des hochgespannten Schuttlappens, der sich abwärtsrutschend über das ihm vorgelagerte Material schiebt; dabei fließt er etwas auseinander und in den mittleren Teilen preßt sich auch Schutt empor. Die rückwärtigen Zungenspitzen werden an Material ärmer und zugleich flacher. Ziemlich plötzlich hält dann die ganze Masse. Ein Stirnwulst kann sich ausbilden, und die Begrenzungslinie zwischen der eben abgerutschten Masse und der unbeweglich gebliebenen läßt sich gut verfolgen. Bei diesen Vorgängen können einzelne Blöcke wie kleinere Schuttpartien über das Gros des Materials hinabgelangen, aber nur wenig ändert sich die Neigung des Schuttmantels durch das Abrutschen. Nach dem Stillstand setzt wieder das Spitzenwachstum und die Auffüllung des Schuttlappens mit Material ein. Bei erreichter Überlastung beginnt sich die vergrößerte Masse wieder in Bewegung zu setzen. So überfahren in einzelnen Schüben die Schuttlappen die Kegelfläche. Dadurch wächst der Kegel, was Länge, Breite und Dicke anbelangt. Das Spitzenwachstum oben wie das an Dicke in den einzelnen besonders aktiven Abschnitten geht schneller vor sich als das nach der Breite und das Vorschieben längs des untersten Randes in das Vorgelände. Recht auffällige Änderungen erleidet die Kegelspitze, beginnen dort die überlasteten Schuttlappen zu gleiten. Hier, wo der angelieferte Schutt noch zusammengehalten ist, braucht die Wiederauffüllung und ein beachtliches Spitzenwachstum viel weniger Zeit als bei den Lappen weiter unten auf dem Kegelmantel.

Nach dem Stillstand des Lappens trifft man längs des vorderen Lappenrandes auf verhältnismäßig viel Großmaterial, dessen Herkommen in der schnelleren Bewegung der großen Blöcke während der Gesamtbewegung zum Teil seine Erklärung findet. Wölbt sich die Lappenstirne beim Stehenbleiben, so wandern die größeren Blöcke wieder meist schneller über sie herab und vermehren die Blockanhäufung. Auch durch Nachrieseln und Nachspringen längs der Seitenfurchen gelangt Material nach vorne zum neuen Lappenrand. Liegen zwei Rutschlappen knapp nebeneinander, ergibt sich eine besonders auffällige Furche. Im Bereich der alten Lappenspitzen entsteht infolge ihres Abrutschens eine ziemlich ausgewetzte Bewegungsbahn, die ein schnelles Abwandern neuen, nachdrängenden Schuttes auf den Lappenrücken und zu den seitlichen Furchen recht begünstigt. Das Ergebnis ist vor allem beim Vorhandensein zahlreicher Schuttlappen und ihrem wiederholten Abrutschen eine ziemlich kräftige Formung der Kegeloberfläche.

Zur Tektonik der Landschaft um Wien.

Von Hans Klimpt.

Leopold Kober hat seine an verschiedenen neuen Erkenntnissen der Geologie modifizierten Anschauungen über die Tektonik des Wiener Beckens jüngst zusammengefaßt¹. Danach befindet sich die Erde dauernd in „gravitativer Kontraktion“, einem von Kober bereits 1942 erläuterten diskontinuierlichen Schrumpfungsprozeß. Die Kontraktionskräfte, die Ursache aller tektonischen Bewegungen, speichern sich und kommen erst zur Auslösung, wenn sie einen Schwellenwert von 13 bis 15 km Erdradiusverkürzung erreicht haben. Mehrere solche tektonische

¹ L. Kober: Wiener Landschaft. Wiener Geographische Studien. Herausgegeben von Prof. Dr. H. Leiter. Nr. 15, 85 S., 10 schematische Profile, mehrere Abbildungen, eine tektonische Kartenskizze. Touristik-Verlag, Wien 1947.

Phasen bilden einen tektonischen Zyklus. Jeder dieser Zyklen macht plastische Restzonen der Erde landfest und besteht:

1. Aus der sehr lang dauernden geosynklinalen Phase, in der in die Flachsee der langsam sinkenden Geosynklinale sedimentiert wird.

2. Aus mehreren orogenen Phasen, bei denen sich nach dem etwas abgeänderten „Orogengesetz“ Kobers aus dem Jahre 1911 die sialischen Kontinentalmassen (Kratone) gegeneinander bewegen, die Geosynklinale unterschieden und auspressen und so die fächerförmig gebauten „Orogene“ (Deckenwülste) bilden. Es entstehen „Schubdecken“, die durch die Auspressung, und „Gleitdecken“, die nur durch ihre Schwere bewegt werden. Beide treten nach beiden Seiten auf die unterschiedenden Vorländer über. Diese entgegengesetzt bewegten „Stämme“ des Orogens grenzen entweder an „Narben“ eng aneinander oder entfernen sich voneinander durch eingeschaltete „Zwischenmassive“. Die tiefsten Decken geraten in die unter ihnen gelegene Sialisierungszone und werden dort von unten her, unter Zufuhr saurer pazifischer Magmen, eingeschmolzen. Aus der Sialisierungszone steigen dann migmatitische Granite nach oben, unter ihr sammeln sich die schweren basaltischen Abspaltungen und verbinden sich mit dem Sima.

3. Gegen Ende des Zyklus gehen die vorwiegend horizontalen Bewegungen der orogenetischen Phasen in die Kratogenese über, d. h. in vorwiegend vertikale Bewegungen, in Längs- und Querundationen (A. Pencks Großfaltung) und Brüche, die sich oft aus alten Überschiebungslinien entwickeln. Die am Ende der Zyklen auftretenden Eiszeiten werden z. T. durch die kratogenen Hebungen, z. T. durch eine etwas unklare „Pendulationstheorie“ (mit Erdachsenschwankungen und Drehung der Erdrinde über dem Erdkern) erklärt.

Der paläone (paläozoische) Zyklus hat den Erdradius um 120 km verkürzt und zwei zweiseitige Orogene erzeugt, von denen der Südstamm des Nordorogens in den moravischen Decken des Waldviertels und der Nordstamm des Südorogens in der alten Tektonik der Grauwackenzone die Wiener Landschaft durchziehen.

Der heute ausklingende mesozoisch-känozoische alpine Zyklus hat den Erdradius um 80 km verkürzt und die Tethys seit der Oberkreide jährlich um 2 bis 3 mm, d. h. in 90 Millionen Jahren um 200 km, zusammengepreßt. Er beginnt mit der Geosynklinalphase des Mesozoikums. Ende Jura beginnen die orogenetischen Phasen. Durch sie entsteht zuerst in der Mitte der Geosynklinale ein Deckenwulst, der sich mit jeder orogenetischen Phase verbreitert. Dadurch werden die beiden Vortiefen oder Restgeosynklinale im Norden und Süden immer schmaler und verlanden schließlich. Folgende orogenetische Phasen werden unterschieden:

1. Die jungkimmerische Phase — Ende Jura.
2. Die sehr bedeutende austrische Phase (= vorgosauische Gebirgsbildung), durch die die sehr flachen Gosaulpen und die Flyschvortiefe im Norden entstehen.
3. Die mitteloligozäne Phase, in der die Kalkalpen den Flysch überschieben und die Molasse-Vortiefe entsteht.
4. Die steirische Phase, in der der Flysch die Molasse überschiebt, die Vortiefen zu verlanden beginnen und die Orogenese in die Kratogenese übergeht.

Im Waldviertel liegt im Westen das alte moldanubische Deckensystem. An der vom Manhartsberg über Krems und vielleicht über Melk nach Nordwesten ziehenden Überschiebungslinie, die die uralte Vorzeichnung des alpin-karpatischen Streichens zeigt, überschiebt das Moldanubikum das jüngere variszische Deckensystem des Moravikums. Den Moraviden sind im Osten die permokarbonen Gesteine der Boskowitz Furche vorgelagert, eine Art paläozoischer Molasse vor dem Orogen der Varisziden. Nach der Ausbildung dieser alten Tektonik ist das

Gebiet des Waldviertels Land geblieben und nur stellenweise seicht überflutet worden. Von solchen Überflutungen stammen auch die Molasseschichten, die den Südrand der Böhmisches Masse stellenweise überdecken. Die Muldenachse der jungtertiären Donauvortiefe lag stellenweise über den randlichen Teilen der Böhmisches Masse. Die der Muldenachse folgende Donau mußte daher bei ihrem späteren Einschneiden die Massivsporne in Durchbruchstälern abtrennen.

Das Alpen- und Karpatenvorland zeigt positive Schwerewerte der Bouguer-Reduktion. Die von Süden herangeschobene Last des Deckenwulstes hat also wahrscheinlich den Boden der Vortiefe hier nur 1000 bis 2000 m herabzudrücken vermocht. Noch weniger tief liegt der „komagenische Rücken“ Vettors, eine ungefähr parallel zum Alpenrand verlaufende Aufwölbung des kristallinen Untergrundes, von der die anbrandenden Flyschdecken z. B. den Granitscherling des Waschbergs abgeschürft haben. In die jungtertiäre Molassevortiefe schütteten die Flüsse der Alpen und der Böhmisches Masse an den Rändern ihre Sande und Schotter, in die Mitte ihren Schlamm, den über 1000 m mächtigen und größtenteils untermiozänen Schlier. In der steirischen Phase wurde diese Molasse vom Flysch ungefähr 20 km weit überschoben. An der Überschiebungslinie sind Flysch, Molasse und Granitscherlinge kompliziert miteinander verschuppt.

Das unter den heutigen Kalkalpen gelegene Heimatgebiet der Flyschablagerungen war noch in der Trias Land. Erst in der austrischen Phase wurde es durch die Last der bis zum Wechsel vorgerückten Kalkalpendecken zur Vortiefe. In dieses Flyschwattenmeer lieferten von der Unterkreide bis zum Unteroligozän die Flüsse ihren Feinschutt, die bis zu 2000 m mächtigen Sandsteine und Mergel des Flysches. Im Mittelmiozän unterschob die gegen Süden vorrückende Thayakuppel den Flysch, wodurch die vier, bzw. fünf Flyschdecken (Helvetiden) entstanden, deren Wurzelzonen unter die vorrückenden Kalkalpendecken gerieten. Für die Verfolgung dieser relativ autochthonen Flyschdecken, ihr Auf- und Abtauchen im Streichen sind die zehn schematischen Profile und die V-Linien des Kärtchens recht brauchbar. F_0 , die unterste Flyschdecke, taucht erst jenseits der Donau im Waschberg empor, verschwindet gleich wieder im Korneuburger Becken und an Querdepressionen (B_1 -Linien) unter den jungen Schichten des Wiener Beckens. Über die Pollauer Berge läßt sie sich aber bis in die subbeskidische Decke Uhligs verfolgen. Über ihr folgen F_1 , die Greifensteiner Decke mit dem Greifensteiner Sandstein, und F_2 , die Wienerwalddecke mit den Inoceramenmergeln. Die höheren Flyschdecken F_3 und F_4 kommen erst in den Karpaten zum Vorschein, die ebenso wie die Westalpen tektonisch unter den Ostalpen liegen. Die Klippen im Schöpfunggebiet werden von Kober weiterhin, zum Unterschied von Götzinger und Friedl, als von oben her eingefaltete Teile der Klippendecke erklärt.

Die Gesteine der Kalkalpen wurden in der südlich von Fürstenfeld gelegenen vorgosauischen Geosynklinale mit starken Faziesdifferenzen abgelagert. Eine Sonderstellung nimmt die Klippendecke ein, deren Heimatgebiet in eine etwas unklare „südhelvetische Küstenzone“, bzw. in eine ebenso unklare „ostalpine Sattelzone“ verlegt wird. Jedenfalls war im Jura die Muldenachse der Tethysgeosynklinale bereits bis in diese Gegend nach Norden gewandert. Die Klippen-gesteine (Aptychenkalke, Radiolarite) zeigen, daß sie hier ihre größte Tiefe erreichte. In der austrischen Phase, bei der nun einsetzenden großen Nordbewegung der ostalpinen Decken (die jeweils aus einem altkristallinen Kern und umhüllendem Paläozoikum und Mesozoikum bestanden), riß an dieser Stelle die Überschiebungslinie auf zwischen der unterostalpinen Decke im Norden und der sie überschiebenden oberostalpinen Decke im Süden. Beide Decken wanderten auf den

Rücken des heutigen Wechselfensters hinauf, von wo die ganz oben dahingetragenen und daher nicht metamorphisierten Grauwackengesteine und Kalkmassen der oberostalpinen Decke als Gleitdecken nach Norden abzurutschen begannen. Zuerst, noch vor dem Eozän, die Klippendecke. Sie hat sich dabei mit ihren Jurakalken in Seichtwasserkreide (Klippenhülle) geböhrt, die den Übergang zwischen den Gosauschichten und dem Flysch bildet, und liegt heute auf der höchsten Flyschdecke, mit der sie später auch verfaltet wurde. Bei Ober-St.-Veit versinkt sie in das Wiener Becken und kommt bei Miava in den Karpaten wieder herauf. Erst in der mittelojgozänen Phase glitten die sechs übrigen Kalkdecken (Kieselskalkzone, Frankenfels, Lunzer, Ötscher-, Hallstätter und hochalpine Decke) nach Norden ab und kamen, in einer Mächtigkeit von etwa 2000 m übereinander liegend, in der flachen Flyschmulde zur Ruhe. Insgesamt beträgt nach Kober der Nordtransport der Nördlichen Kalkalpen etwa 100 km. Alle anderen Bewegungen der Kalkalpen tragen daher nur lokalen Charakter.

Unter den Kalkalpen kommen im Süden die nordfallenden Schichten der Grauwackenzonen hervor. Sie gehören ebenfalls der oberostalpinen Decke an und lassen sich in zwei Teildecken gliedern (obere Grauwackendecke mit den erzführenden Kalken im Norden und untere Grauwackendecke mit dem Magnesit im Süden), die durch die norische Linie getrennt werden.

Erst südlich der Grauwackenzonen kommen die Teildecken der unterostalpinen Decke hervor, der sowohl das zentralalpine Semmeringmesozoikum der Adlitzgräben angehört, das in seinen Triasdolomiten und Jurakalken schon die karpatische hochtatische Fazies zeigt, als auch die Wechseldecke mit dem Wechselgneis. Im Gebiet des Hochwechsels gibt die Wechseldecke den Blick frei auf das noch recht ungeklärte Wechselfenster mit seinen migmatisierten Wechelschiefern. Es ist nach Kober entweder das helvetisch-penninische Übergangsgebiet zwischen dem penninischen Tauernfenster und den helvetischen Karpaten oder eine unterste ostalpine Decke.

Die eigentliche Übergangsstelle zwischen den Alpen und den Karpaten ist im Wiener Becken seit der steirischen Phase langsam an großen Brüchen (Sollener Bruch, Thermenlinie, Steinbergbrüche) unter gleichzeitiger ausgleichender Sedimentation in die Tiefe versunken. Im großen bildet das Becken eine zwischen Gloggnitz und Göding ungefähr dem Gebirgsstreichen folgende große Mulde von 150 km Länge. In der weniger tiefen Südwesthälfte wurde bei der Bohrung von Aderklaa in 2976 m Tiefe der Beckenboden (Gosau?) erreicht. Ungefähr entlang der Donau verläuft der Donaubruch, an dem der Bisamberg gegenüber dem Leopoldsberg, die Nordosthälfte des Beckens gegenüber der Südwesthälfte abgesunken ist. Nach den Schweremessungen liegt die tiefste Stelle mit etwa 4000 m Tiefe ungefähr bei Dürnkrut. Die Beckenfüllung, die an den Rändern aus Konglomeraten und Sanden, in der Beckenmitte aus Ton besteht, erfolgte in das Meer des Torton, das Brackwasser des Sarmat, den See des Pannon (früher Pont) und später durch die Flüsse selbst.

Die schon im Miozän durch Verebnung angelegte „Altlandschaft“ blieb bis zum Pannon erhalten. Nach dem Pannon wurde sie in der Kratogenese verstellt, verbogen und zerbrochen, wodurch die „Neulandschaft“ des heutigen Reliefs zu entstehen begann.

Die Studie Kobers über die „Wiener Landschaft“, die auch die Arbeiten anderer Geologen in seinem Sinne zusammenfaßt, ist nicht gerade sehr populär geschrieben. Das beruht hauptsächlich auf den überflüssigen und scheinbar absichtlich etwas mystischen Sätzen über Geo-Logik am Ende der einzelnen Kapitel,

aus denen weder den Anschauungen Kober's noch der Geologie sehr viel Nutzen erwächst. Sie zeigen nur, daß Kober's sogenannte „Geo-Logik“ nichts anderes ist als eine sehr subjektive „Einfühlung“ in die Tektonik. Da auch nach Kober „die Natur entscheidet“, hätten gute Detailprofile zu der sonst packenden und großzügigen Darstellung besser gepaßt.

Die Pendulationstheorie erklärt weder befriedigend die Verteilung der permokarbonen Eiszeitspuren noch die Interglazialzeiten der diluvialen Vereisung.

Wie Kober selbst ausführt, beruhen seine tektonischen Ansichten auf der Existenz des Tauernfensters. Die Frage des Tauernfensters ist aber seit Kölbl's Venedigerarbeit, trotz der Ausführungen Blesers, offen. Das gleiche gilt für das Wechselnfenster. Es ist unbestreitbar, daß seine ziemlich autochthonen Gesteine denen des Tauernfensters recht ähnlich sind. Ebenso groß ist aber die Ähnlichkeit mit den Gesteinen der moravischen Thayakuppel. Ob es sich aber überhaupt um ein Fenster handelt, ist nach den neuen Aufschlüssen bei Aspang zumindest wieder fraglich geworden.

Für die Nördlichen Kalkalpen sind die Ferntransporte Kober's und die mehr oder minder autochthonen Ausschiebungen im Sinne von Kraus die möglichen Extremfälle, zwischen denen sich wahrscheinlich in vielfachen Abstufungen die wirklichen Vorgänge abspielten. Sowohl Kober's Hallstätter Decke als auch das Ausstreichen reduzierter voralpiner Deckenteile an den Südhängen der Nördlichen Kalkalpen werden stark angezweifelt. Die unter den Südwänden der Kalkalpen auftretenden Schuppen werden vielmehr vielfach als Beweis für Südbewegungen in den Nördlichen Kalkalpen aufgefaßt. Die Anschauungen von Kraus über die Ausschiebung sind sicher umstritten. Aber dadurch, daß sie Kober einfach mit der alten Glarner Doppelfalte gleichsetzt, mit der sie nichts zu tun haben, ist ihre Brauchbarkeit nicht widerlegt. Schließlich hat sogar Lugeon, einer der Altmeister der klassischen Deckenlehre, sich durch die erst im Ausbau begriffene Unterströmungslehre veranlaßt gesehen, seine Ansichten teilweise zu revidieren. Auch Kober selbst spricht heute offenbar viel lieber von Unter-, statt von Überschiebung. Die Synthese zwischen dem Orogengesetz Kober's und der Unterschiebung von Kraus hat allerdings ihre Schwierigkeiten. Nicht die geringste liegt darin, daß bei der Unterschiebung die Deckenbildung eher von den Rändern des Orogens zur Mitte fortschreiten müßte und nicht umgekehrt. Die für die Grundgedanken Kober's unnötige Polemik gegen Ampferer's Reliefüberschiebungen ist für die Kalkalpen unzumutbar. Die skurrile Tektonik mancher Kalkalpentteile ist heute kaum anders zu erklären als durch die weitgehende Annahme von Reliefüberschiebungen. Hier, im Hinweis auf die Wichtigkeit und Häufigkeit der Reliefüberschiebungen, liegt das Verdienst Ampferer's und nicht in der von Kober beanspruchten Entdeckung der ersten Reliefüberschiebung.

In der Datierung der morphotektonischen Vorgänge hat sich Kober Winkler angeschlossen. Daß die Raxlandschaft noch bis zum Pannon umgebildet wurde, ist allerdings leicht zu beweisen, da sie auch jetzt noch umgebildet wird. Ansonsten beweisen jedoch die ausgezeichneten Tertiärarbeiten Winkler's nur, daß es auch noch im Pliozän kräftige Großfaltung und Schollentektonik gab. Daß diese Bewegungen, wie Lichtenegger meinte, bereits im Mittelmiozän einsetzten und dadurch große Teile der Raxlandschaft der Einwirkung der absoluten Erosionsbasis entzogen, konnte bisher nicht widerlegt werden. Auch nicht durch Winkler's Nachweis großer jungtertiärer Abtragungsbeträge. Denn diese Abtragungsbeträge beziehen sich auf junge Lockermassen und erlauben keine Übertragung auf festen Fels. Wenig stichhältig ist der gegen Lichtenegger erhobene

Vorwurf der Einseitigkeit, denn Lichtenecker hat nicht nur die Großfaltung und Schollentektonik der Rax beschrieben, sondern diese „Längs- und Querundationen“ von den Hainburger Bergen bis in das Dauphiné verfolgt.

Zur Frage des Alters der ostalpinen Oberflächenformen.

Von **Julius Fink**.

In folgenden können nur einige grundsätzliche Erörterungen dargestellt werden¹. Unter der großen Anzahl der Forscher — sowohl tektonischer als auch morphologischer Richtung — sind es zahlenmäßig sehr wenige (Kober, Winkler, Stiny, Klüpfel), an Bedeutung aber sehr gewichtige Stimmen, die für ein höchstens pliozänes Alter der Landoberflächen eintreten. Der Verfasser dagegen stimmt im wesentlichen mit den Meinungen der übrigen darin überein, in einzelnen ostalpinen Oberflächenformen Landoberflächen aus einer Zeit vor dem Pliozän sehen zu müssen. Es geht daher bei der prinzipiellen Ablehnung des erst pliozänen Alters zuerst darum, das absolut höhere der Nördlichen Kalkalpen zu erklären und erst dann auf die übrigen Teile der Ostalpen überzugehen.

Zwischen Kober und Winkler als den Wortführern der anderen Richtung besteht noch jener Unterschied, daß ersterer das jugendliche Alter der Formen auf Grund seiner bis ins Pliozän wirkenden tektonischen Bewegungen, und zwar Überschiebungen, ableitet, während Winkler außerdem durch das intensive Studium der jungen Lockermassen an der Ostabdachung der Alpen in der Vermutung bestärkt wurde, daß im Falle ihrer Wiedereinverleibung keine älteren als pannone Formen im Raum der Ostalpen erhalten sein könnten.

Bezüglich Winkler wäre zu bemerken: Bei einem genaueren Vergleich seines in dieser Frage bedeutenden Schrifttums zeigt sich, daß er selbst bis in die letzte Zeit (1942) an einer gewissen Sonderstellung jener Teile der Ostalpen festgehalten hat, welche zum überwiegenden Teil aus Kalken aufgebaut sind, so die Nördlichen und Südlichen Kalkalpen und die Kalke des Grazer Paläozoikums; eine Sonderstellung, die durch die besonderen lithologischen Verhältnisse und damit durch die eigenen Gesetzen folgenden Abtragungsvorgänge hervorgerufen ist. Während Winkler noch 1925 betonte, daß er das „Firnfeldniveau“ jünger als die fossilen Kalklandschaften ansehe (damit den für die ganzen Ostalpen als einheitlich gedachten Lichteneckerschen Begriff der miozänen „Raxlandschaft“, den wir in diesem besonderen Fall mit dem von Creutzburg geprägten Begriff des „Firn-

¹ Ein Vortrag des Verfassers in der Geographischen Gesellschaft Wiens am 27. April 1948 über das Thema „Gedanken zum Problem der Raxlandschaft“ gab Gelegenheit zu einer sehr eingehenden Diskussion, in der Prof. Kober als Vertreter der „pliozänen Oberflächenformen“ seinen Standpunkt nochmals genauestens umrissen hat. Mittlerweile hatte ich Gelegenheit gehabt, von Prof. Winkler v. Hermaiden über dessen Auffassung eingehend informiert zu werden, wofür an dieser Stelle ergebenst gedankt sei. Der Verfasser ist überzeugt, daß die in Kürze erscheinende große Veröffentlichung Prof. Winklers die für die alpine Morphologie entscheidende Frage gänzlich neu gestalten wird, so daß obiger Aufsatz, der bereits druckfertig vorlag, mehr oder minder den Abschluß einer (ziemlich theoretischen) morphologischen Ansicht bedeutet, welche nunmehr eine wesentliche Änderung erfahren wird.