

Alte Züge im Landschaftsbild der Ostalpen¹⁾.

Von Eduard Brückner.

Von jeher haben die Alpen als das Muster eines durch Faltung entstandenen Gebirges gegolten; sie sind in der Tat ein ausgezeichnetes Faltenland. Ist aber auch die Tatsache, daß sie ihre Umgebung weit überragen und uns so als Gebirge entgentreten, eine Folge dieser Faltung? Für die Lösung dieser Frage bot Wien als Ausgangspunkt der Forschung besonders günstige Gelegenheiten.

In den Wien benachbarten Teilen der Alpen finden sich ausgedehnte Kalkplateaus, die uns als mächtige, mehr oder minder pultförmige Bergklötze entgentreten. Sie galten und gelten zum Teil noch heute bei Geologen²⁾ als Schichttafeln. Doch zeigte mir schon 1907 eine Exkursion, die ich mit meinen Schülern von Wien aus auf die Raxalpe, etwa 80 km südwestlich von Wien, unternahm, daß es sich hier keineswegs um eine Schichttafel handelt, sondern um eine Abtragungsfäche, die ganz unabhängig von der Schichtung ist³⁾. Es war das bisher nur für einige Teile der Kalkvoralpen anerkannt, für die Kalkhochalpen aber direkt in Abrede gestellt worden⁴⁾. Systematische Untersuchungen, die seit 1907 vom Geographischen Institut der Wiener Universität aus durchgeführt worden sind, haben ganz allgemein ergeben, daß uns in der Oberfläche der Kalkplateaus Reste einer einst zusammenhängenden ausgedehnten Abtragungsfäche vorliegen. 1912 bis 1917 veröffentlichte Gustav Göttinger⁵⁾, bis 1911 Assistent am Geographischen Institut, seitdem an der Geologischen Reichs- bzw. Bundesanstalt, seine im Bereiche der niederösterreichischen Kalkalpen gewonnenen Ergebnisse. 1910 bis 1914 untersuchte Dietrich Baedeker besonders eingehend das Gebiet der Schneebergalpen; seine Resultate erschienen 1922⁶⁾. Nicht in Druck gelegt werden konnten bisher die bedeutungsvollen

¹⁾ Vortrag mit Lichtbildern, gehalten am 6. Januar 1923. Im Auszug mitgeteilt.

²⁾ Z. B. bei F. X. Schaffer, Über Miozän im Bereiche der Alpen. *Mitteil. (geolog. Ges. Wien, VIII (1915) S. 226.*

³⁾ Ed. Brückner, Das Alter der alpinen Landschaftsformen. Vortrag vor dem Schweizer. Geographentag Sept. 1907. *Jahresber. Geograph. Ges. Bern, XII (1906/07) S. 36* — E. Rotter, Bericht über die Exkursion des Geographischen Seminars der Universität Wien auf die Raxalpe am 29. Juni 1907. *Geograph. Jahresber. aus Österreich VII, Wien 1909 S. 122 bis 125.*

⁴⁾ Siehe N. Krebs, Die nördlichen Alpen zwischen Enns, Traisen und Mürz. *Encks Geograph. Abhandl. VIII/2 S. 36. Wien 1903.*

⁵⁾ G. Göttinger, Zur Frage des Alters der Oberflächenformen der östlichen Kalkalpen. *Mitteil. Geogr. Ges. Wien, Bd. 56, 1913 S. 39 bis 57; ferner Verhandl. k. Geolog. Reichsanstalt Wien 1913 S. 61; 1915 S. 272.* — *Geomorphologie der unzer Seen und ihres Gebietes. Internat. Revue d. gesamten Hydrobiol. u. Hydrogr. uppl. Heft. Leipzig 1912 S. 25.* — *Kleinere Karstgebiete in den Voralpen Niederösterreichs. Kartograph. Zeitschr. V. (Wien 1916) S. 11; VI (1917) S. 5; Die Raxalpe. V. (Wien 1917) S. 48.*

⁶⁾ Dietrich Baedeker, Beiträge zur Morphologie der Gruppe der Schneebergalpen. *Geogr. Jahresber. aus Österreich XII, Wien, 1922 S. 5 bis 100.* Auch selbständig erschienen.

Forschungen von Dr. Amalie Stummvoll, verheiratete Slanar, über die Morphologie des Traisentales¹⁾, sowie die ausgedehnten Untersuchungen von Dr. Hans Slanar über weite Gebiete der Zentralalpen, von den Seetaler Alpen im Osten bis zur Etschlinie im Westen²⁾. Die Salzburger Schieferalpen behandelte Dr. Bettina Baronin Rinaldini³⁾. Dem Abschluß nahe sind die Forschungen von Norbert Lichtenegger im Gebiet der Kalkhochalpen zwischen Saalach und Groß-Ache. Unveröffentlicht sind noch die Resultate Otto Lehmanns für das Adamellogebiet. Auch von geologischer Seite, so von Arthur Winkler vom Hermeden⁴⁾ am Isonzo und von R. v. Klebelsberg⁵⁾ in den Lessinischen Alpen und am Ritten bei Bozen, ist in den letzten Jahren in der gleichen Richtung gearbeitet worden, desgleichen von Andreas Aigner in den Gurktaler Alpen⁶⁾ und von Walter Schmidt in der Umgebung von Leoben⁷⁾. Ich möchte hier besonders über die vom Geographischen Institut der Universität Wien aus durchgeführten Arbeiten berichten.

Die Reste der alten Landschaft sind in den nördlichen Kalkalpen bis zum Inn in überraschend großer Zahl vorhanden. Baedeker stellt auf einer Karte ihre ungefähre Verbreitung dar. Wir zählen die wichtigsten Gebirgsgruppen, von Osten nach Westen geordnet, kurz auf: Hohe Wand, Gahns, Schneeberg, Rax, Schnealpe, Hochschwab, Dürrenstein; dann, nach einer Unterbrechung zu beiden Seiten der Enns, das Tote Gebirge, Dachstein, Hölleengebirge; Tennengebirge; jenseits der Salzach Untersberg, Reiteralp, Lattengebirge, Hagengebirge, Steinernes Meer, Übergossene Alm, Leoganger und Loferer Steinberge, Fellhorngruppe, Zahmer Kaiser. Außer diesen verhältnismäßig ausgedehnten Resten finden sich noch zahlreiche kleine, so auf dem Gipfel des Ötschers, des Traunsteins usw.

Die beistehende, der Arbeit von Baedeker entnommene morphologische Kartenskizze der Raxalpe und des Schneebergs zeigt klarer, als es viele Worte vermöchten, den Charakter der Kalkhochflächen. Steil ist der Anstieg von allen Seiten; an einer fast stets sehr deutlichen Kante wird die Hochfläche erreicht. Diese ist keine Ebene, sondern eine Hügellandschaft, deren Rücken sich 200 bis 300 m über die flachen Täler erheben. Die Gehänge der Rücken verfließen ohne scharfe Grenz

¹⁾ A. Stummvoll, Das Obere Traisental und seine Entwicklung. Wiener Dissertation 1918.

²⁾ Hans Slanar, Geomorphologische Studien im Gebiet der Seetaler Alpen. Wiener Dissertation 1914. Slanar hat seitdem seine Forschungen nach Westen und Osten fortgesetzt. Eine vorläufige Mitteilung erschien in Form eines Berichtes über einen Vortrag in den Mitteil. d. Geogr. Ges. Wien, 1916 S. 281/82.

³⁾ B. Baronin Rinaldini, Die Kitzbüheler Alpen. Wiener Dissertation 1921. Erscheint in den Ostalpinen Formenstudien Abt. 2, Heft 3. (Berlin, Gbr. Bornträger.)

⁴⁾ A. Winkler, Morphologische Studien im Isonzogebiet. Mitteil. d. Geograph. Ges. Wien 1919 S. 140 bis 143.

⁵⁾ R. v. Klebelsberg, Zur Morphologie der Lessinischen Alpen. Ostalpinische Formenstudien Abt. 3, Heft 1. Berlin 1921. — Südtiroler Geomorphologische Studien Die Höhen zwischen Eisack- und Sarntal. Veröffentl. d. Museum Ferdinandeum Heft 1. Innsbruck, 1922.

⁶⁾ A. Aigner, Geomorphologische Beobachtungen in den Gurktaler Alpen Sitzungsber. Wiener Akad. (im Druck).

⁷⁾ W. Schmidt, Zur Oberflächengestaltung der Umgebung Leobens. Sitzber. Wiener Akad. math.-nat. Kl. Abt. I, 129. Bd., S. 539 bis 558. Wien, 1920.

in den Talböden, der an manchen Stellen sich zu Ebenheiten verbreitert. Hier findet man gelegentlich einzeln oder auch angehäuft kleine Quarz-



Abbild. 5.

gerölle fluviatilen Ursprunges, die sogenannten Augensteine. Sie sind von Götzinger eingehend untersucht worden. Er hat gezeigt, daß sie aus den Zentralalpen stammen und an ihre heutige Lagerstätte

nur durch Flüsse gebracht worden sein können, die direkt aus den Zentralalpen kamen zu einer Zeit, als die Längstäler noch nicht bestanden, die heute die Kalkalpen von den Zentralalpen trennen. Die Böschungen der Rücken sind so sanft, wie sie unter Kriechschutt zu sein pflegen. Dieser selbst fehlt heute. Gelegentlich treten ganz flache Karstmulden auf. Als in den Tälern Wasser floß, muß der Karstwasserspiegel etwa im Niveau der Talsohlen der Plateaus gelegen haben; andernfalls hätten gleichsinnige Täler nicht entstehen können. Heute liegt der Karstwasserspiegel tief unter der Oberfläche der Täler. Mit Schichtflächen hat die Hochfläche der Kalkplateaus nichts zu tun. Die Oberfläche der Rücken, Täler und Ebenheiten schneidet vielmehr die Schichten, wie an vielen Stellen zu beobachten ist. Besteht auch die Oberfläche der Kalkplateaus zum größten Teil aus verschiedenen Kalksteinen, vor allem aus Dachsteinkalk, Hallstätterkalk und Dolomit, so treten an einzelnen Stellen auch Mergel und Schiefer auf, also wasserundurchlässige Gesteine, so z. B. an der Bodenwiese auf dem Gahns Werfenerschiefer, ebenso auf der Schneetalpe.

Fassen wir zusammen, so stellt sich die Landschaft auf der Höhe der Kalkplateaus, wenn wir die Nomenklatur von Davis anwenden, als eine spätreife, ja greisenhafte dar, wie sie nur in der nächsten Nähe der Erosionsbasis bestehen konnte, gewiß aber nicht in der Höhe, in der wir sie heute finden.

Die alte Landschaft ist nun heute zum Teil vernichtet. Das ganze Gebiet wurde durch Verwerfungen in Blöcke zerlegt und diese Blöcke wurden in verschiedene Höhen gehoben. Die Karte zeigt das deutlich. Der Gahns im Osten hat im Bereiche seiner Täler eine Höhe von 1150 bis 1200 m. Weit höher ist die Scholle des Ochsenbodens gehoben (Höhe 1800 m); über sie ragt als flache ursprüngliche Kuppe der alten Landschaft der Hochschneeberg (2075 m) empor. Tiefer liegt wieder die Scholle des Kuhschneebergs (1500 m), noch tiefer weiter im Westen die des Fegenbergs (1100 m). Aber auch das Plateau der Rax ist in sich selbst zerbrochen. Der Grünsbacher liegt etwa 200 m tiefer als der Westteil des Plateaus mit der Heukuppe und der Hohen Lechnerin. Der Westteil senkt sich in seiner nördlichen Hälfte deutlich nach Norden zu und besitzt im Scheibwald nur noch Höhen von 1400 m. Zwischen dem Grünsbacher und dem Westteil der Raxalpe ist ein schmaler Streifen der alten Landoberfläche eingesunken. Es liegt hier ein regelrechter Graben vor, dessen begrenzende Brüche geologisch nachweisbar sind. In seiner nördlichen Fortsetzung ist später das Große Höllental eingeschnitten worden.

Die Hebung unter Blockbildung erfolgte nicht auf einmal, sondern wurde durch eine längere Pause unterbrochen, nachdem sie im Bereich der Rax etwa 200 m erreicht hatte. Rund 200 m ist nämlich, wie Baedeker feststellte, ein Talsystem in die alten Formen eingesenkt; es weist auf eine zur Zeit seiner Ausbildung konstante Lage der Erosionsbasis hin. Baedeker spricht von einem zweiten Plateauzyklus im Sinne von Davis. Erst später erfolgte die Hebung bis zur heutigen Höhe¹⁾.

¹⁾ Auch W. Schmidt (a. a. O.) hält in den Kalkalpen nördlich des Murtales zwei Zyklen auseinander. Während des älteren bestanden die Längstäler der Mur

Zweierlei Folgen hatte die Hebung. Dort, wo die alte Landoberfläche aus Kalkstein bestand, sank der Karstwasserspiegel um größere Beträge. Das führte zu einer Neubelebung des Verkarstungsprozesses. Die alten Ebenheiten und Täler der Plateaulandschaft wurden von Dolinen zerfressen, die an manchen Orten ganz gewaltige Dimensionen annehmen, z. B. auf dem östlichen Teil des Dachsteinplateaus, dem sogenannten „Stein“. Wo an der Oberfläche der alten Landschaft langgestreckte Zonen undurchlässiger Gesteine, wie Werfener Schiefer, zutage traten, wurden normale Täler eingeschnitten; das geschah gelegentlich auch dort, wo das Gestein durch Brüche zermürbt war. So wurde das heutige Talnetz angelegt. In steilen Denudationsstufen erheben sich die Kalkklötze über die Täler. Manchenorts haben die Täler durch Rückwärtseinschneiden die Kalkhochfläche zerstückelt, ja vernichtet und zu Gratbildung geführt, wie an vielen Stellen im Bereich des Hochschwab und des Toten Gebirges. Oft aber hat sich auf einem schmalen Grat oder einem Gipfel noch ein kleiner Rest der alten Landoberfläche erhalten, der mit seiner geringen Böschung in scharfer Kante gegen die begrenzenden jungen Steilhänge absetzt.

Veränderungen hat auf den Hochflächen auch die Vergletscherung hervorgerufen. Auf den heute eisfreien Kalkplateaus sind an verschiedenen Stellen von kleinen Gletschern der Eiszeit an den Rücken kleine Kare eingefressen, von größeren Gletschern Täler trogförmig ausgestaltet worden. Doch ist die alte Landschaft durch die Wirkung der eiszeitlichen Vergletscherung nur örtlich etwas verändert worden; eine stärkere Abtragung hat sie durch die Eiszeit nicht erlitten.

Anders im Bereiche des Dachsteins. Das Dachsteingebirge erscheint als ein riesiger Block, der in seinem östlichen Teil etwa bis 2000 m, in seinem westlichen auf 2600 bis 3000 m emporgehoben ist. Es dürfte ein Bruch beide Teile trennen. Im westlichen Teil reichen noch heute weite Flächen über 2500 m und damit über die heutige Schneegrenze. Dadurch kommt ein scharfer Gegensatz gegenüber der Rax zustande: die Umgebung des Hohen Dachsteins ragte nicht nur zur Zeit des Hochstandes der Vergletscherung über die Schneegrenze, wie die Rax und der Schneeberg, sowie die weiter westlich gelegenen Kalkplateaus des Toten Gebirges und des Hochschwab, sondern auch in der Gegenwart und wohl auch — wenigstens zeitweise — in den Interglazialzeiten, während deren jene eisfrei waren. Daher ist die alte Landschaft hier in viel höherem Grade durch die Gletscher zerstört. Was die Wasserwirkung, die mit einer nur kurzdauernden Gletscherwirkung abwechselte im Osten nicht vermocht hat, hat hier die langdauernde Gletscherwirkung ausgeführt: Tief eingefressen in die alte Landschaft liegt der Hallstättergletscher, ebenso der Gosaugletscher und der Schladmingergletscher da. Nur die Höhen zwischen den Gletschern tragen Reste der alten Landschaft. So zieht östlich des Hallstättergletschers ein bis zu 1 km breiter Streifen der alten Landoberfläche vom Hohen Gjaidstein zum Taubenkogel, sich dabei von

und Müritz noch nicht und die zentralalpinen Flüsse flossen über die Kalkalpen hinweg direkt nach Norden, die Augensteine mit sich führend. Während des jüngeren Zyklus fand schon eine teilweise Südentwässerung der Kalkalpen in die seit dem Untermiozän bestehende Längsfurche des Murtales statt.

2792 m auf rund 2300 m nach Norden zu senkend, ebenso westlich des genannten Gletschers ein schmalerer Streifen vom Niedern Kreuz zum Hohen Ochsenkogel. Der Hallstättergletscher, dessen Oberfläche etwa parallel diesen Resten der alten Landoberfläche verläuft, ist 200 bis 300 m tief in sie eingesenkt. Er liegt in einem großen, breiten, flachen Kar, das er selbst geschaffen hat und dessen Rückwand bis auf einige isoliert aufsteigende Gipfel schon weggefressen ist.

Die alten Formen sind keineswegs an die Kalkalpen geknüpft. Dr. Bettina Baronin Rinaldini hat sie auch in den Kitzbüheler Schieferalpen im Salzburgischen nachgewiesen. Die Kante, in der sich die alten Flächen mit den jungen Talgehängen verschneiden, liegt in 1800 bis 1900 m Höhe. Die alte Landoberfläche ist bei der Hebung derart zerbrochen oder verbogen worden, daß das Tal des Zeller Sees, das der Kitzbüheler Ache und des Zillertales Bruchlinien oder Einwalmungen folgen. Dabei steht die Kante der alten Landoberfläche im Osten dieser Tiefenlinie etwa 100 m höher als im Westen. Aber auch im Bereich der aus kristallinen Schiefen aufgebauten Zentralalpen südlich der Hohen und der Niedern Tauern sind Reste der alten Landschaft in trefflicher Ausbildung zu erkennen. Das hat zuerst 1914 in seiner Dissertation Hans Slanar für die Seetaler Alpen dargetan. Er hat seitdem seine Begehungen nach Osten bis zum Wechsel und nach Westen längst der Gebirgsstöcke an der Mur- und Draulinie bis ins Etschtal ausgedehnt, wo südlich von Bozen die alten Hochflächen der Mendel und des jenseits der Etsch liegenden Badiotenhochlandes die äußersten Endpunkte seiner bisherigen Untersuchungen bilden. Für die Gurktaler Alpen liegen außerdem die Ergebnisse von Andreas Aigner vor.

Ganz wie in den Kalkalpen, so ist auch auf den Höhen der zentralalpiner Gebirgsstöcke die alte Landschaft als Hügellandschaft entwickelt, deren Reliefenergie bis 300 m ansteigt, meist aber erheblich darunter bleibt. Auch hier erfolgte eine Zerlegung in Blöcke. Die Blöcke wurden hoch gehoben und zum Teil schief gestellt. Im Bereiche des Wechsels scheint eine solche Schiefstellung zu fehlen. In der Korralpe, in den Seetaler Alpen und in der Saualpe, sowie in der Grebenze liegen dagegen Blöcke vor, die sanft nach Osten geneigt sind; sie werden im Osten wie im Westen durch Brüche begrenzt. Weiter im Westen wechselt die Schiefstellung der Blöcke vielfach und Walmungen treten auf.

Die alte Landoberfläche hat sich hier auf den Höhen gut erhalten. In die höchsten Rücken sind Kare eingefressen, so am Zirbitzkogel (2397 m). Wie im Schneeberg-Raxgebiet Baedeker, so hat in den Seetaler Alpen und ihrer weiteren Umgebung Slanar ein zweites, etwa 200 m tiefer gelegenes Abtragungsniveau nachweisen können, das in die alte Landschaft eingesenkt ist; es ist z. B. im ganzen oberen Murtal bis zum Radstädter Tauern gut entwickelt. Die Hebung, die die Reste der alten Landoberfläche in ihre heutige Höhenlage brachte, erfolgte also nicht auf einmal. Sie machte Halt, nachdem sie einen Betrag von etwa 200 m erreicht hatte. Breite Täler wurden nun ausgearbeitet. Erst geraume Zeit später setzt eine neue Hebung ein.

An einigen Stellen ist es gelungen festzustellen, daß Dislokationen

auch später noch eingetreten sind, so im Bereich des in Niederösterreich südlich von St. Pölten gelegenen Traisental. Hier hat Stummvoll die alte Landoberfläche verfolgt; sie senkt sich in der Richtung nach Norden zu. In dem ebenfalls nach Norden gerichteten Traisental, das tief in die alte Landoberfläche einschneidet, konnten eine Anzahl von Talböden übereinander festgestellt werden. Die drei untersten gehen im Donautal in das Niveau der drei quartären Terrassen (Niederterrasse, Hochterrasse, jüngerer Deckenschotter) aus, eine höher gelegene in das Niveau der Pliozänablagerung des Vorlandes. Eine Reihe von Talböden entsprechen den pontischen Donauterrassen. Im ganzen zählt Stummvoll zwischen der alten Landschaft auf der Höhe und den quartären Talböden acht Zwischentalböden. Die älteren drei zeigen nun zusammen mit der alten Landschaft auf der Höhe von der Gegend von St. Aegydt bis in die Gegend von Torhof einen deutlichen Anstieg, hierauf bis Hohenberg einen starken Abfall, und dann wieder bis etwas unterhalb Karlhof einen Anstieg. Dann kommt wieder ein steiles Sinken gegen Schrambach. Es sind also die ältesten Talböden mit der alten Landschaft auf der Höhe in zwei ganz flache West-Ost streichende Antiklinalen gelegt, die durch eine Synklinale voneinander getrennt sind. Offenbar queren zwei Hebungszone das Traisental, die südliche zwischen St. Aegydt und Hohenberg, die nördliche zwischen Hohenberg und Schrambach. Diese Dislokationen haben sich über sehr lange Zeiträume erstreckt. Am stärksten disloziert sind die ältesten Talböden. Je jünger der Talboden, desto weniger ist er verbogen. Die pontischen Talböden sind im Bereich der nördlichen Hebungszone von der Hebung nicht mehr betroffen worden; im Bereich der südlichen fehlen sie überhaupt. Die Hebung der südlichen Antiklinale hat aber noch bis an die Grenze von Pliozän und Quartär, vielleicht noch länger andauert. Sie hat das Becken von St. Aegydt aufgestaut und hier unter Seebildung den Absatz von Seekreide und mächtigen ganz jungen Schottermassen veranlaßt.

Ein anderes Gebiet, in dem Dislokationen jungen Alters nachweisbar sind, ist die Ötscherlandschaft bei Mariazell nördlich der Grenze von Niederösterreich und Steiermark. Hier ist der Ötscher (1892 m) und seine unmittelbare Umgebung um 300 bis 400 m gegenüber dem Gebiet südlich (Hochfläche des Eisernen Herrgott) emporgehoben¹⁾. In die gehobene Zone sind die Schluchten der Ötschergräben und der „Hintern Tormauer“ eingeschnitten. Ihr jugendliches Aussehen spricht für das ganz junge Alter der Hebung. Die „Vorderen Tormauer“ weiter im Norden, ebenfalls eine wilde Schlucht, mögen einer zweiten Hebungszone entsprechen. Die Hebung des Ötschers und der Gegend der Hintern Tormauer bewirkte durch Rückstau die Bildung des Beckens von Mitterbach.

Ganz junge Dislokationen, die sich an der Oberfläche scharf als Wände äußern, hat Lichtenecker in der Fellhorngruppe und an der Steinplatte (nördlich von Waidring, zwischen Saalach und Groß-Ache) nachgewiesen. Die älteren haben eine Sprunghöhe bis zu 300 m und

¹⁾ Ed. Brückner, Zur Morphologie der Ötscherlandschaft. Mitt. Geogr. Ges. Wien 1922 (im Druck).

lassen sich über die alte Hochfläche und über Täler, die in deren Abfall eingeschnitten sind, auf etwa $2\frac{1}{2}$ bis 3 km verfolgen. Die jüngsten, die noch keinen Schuttfuß besitzen, haben eine Sprunghöhe von 4 bis 5 m und erstrecken sich auf etwa 300 m hin. Die Dislokationen sind hier auch heute noch nicht zur Ruhe gekommen; das lehren die Erdbeben, die in den letzten Jahren gerade diese Gegend heimgesucht haben.

So sehen wir sowohl im Norden als auch im Süden der Niedern und der Hohen Tauern hochliegende Reste einer alten Landschaft, die zwar durch Dislokationen zerstückelt und verbogen und durch junge Täler zerschnitten ist, aber gleichwohl ihre ursprüngliche Zusammengehörigkeit erkennen läßt. Es entsteht die Frage, ob sich nicht Reste dieser alten Landschaft auch in den Tauern selbst finden. S l a n a r glaubt solche auf der Südseite der Niedern Tauern erkennen zu können. Er nimmt an, daß die gesamte Kette der Tauern einer hohen nachträglichen Aufwölbung der alten Landschaft entspricht, die hier am höchsten emporgehoben wurde. Gerade deswegen ist hier auch ihre Zerstörung am weitesten vorgeschritten. Tatsächlich haben sich am Südrand der Niedern Tauern Reste der alten Landschaft erhalten, die in der Richtung gegen den Zentralkamm der Tauern ansteigen. Die Gletscher der Eiszeit, wie die der Gegenwart und der Interglazialzeiten haben in den höchst gehobenen Teilen durch Einfressen von Karen und durch Übertiefung der Täler die Züge der alten Landschaft vollkommen vernichtet. Dasselbe ist nach Otto Lehmann in der Adamellogruppe geschehen. Hier haben sich, ähnlich wie auf dem Dachstein, noch heute vergletscherte Kare in die alte Oberfläche eingangen, deren Böden zwar erheblich unter der Oberfläche der alten Landschaft liegen, aber doch dieser ungefähr parallel verlaufen¹⁾.

So sind Reste einer alten Landoberfläche von einheitlichem Typus über den größten Teil der Ostalpen hin verfolgt. Es handelt sich nicht um eine Rumpffläche, wie v. Staff aus dem Niveau der Gipfel — der Gipfelflur — schloß²⁾, sondern um ein durch Abtragung entstandenes Hügelland. Dieses kann offenbar nur in geringer Höhe über der Erosionsbasis entstanden sein. Die Ausbildung der Täler der alten Landschaft auf den Kalkhochflächen lehrt uns das; sie wäre bei einer Lage in großer Höhe, die notwendig eine tiefe Lage des Karstwasserspiegels mit sich gebracht hätte, unmöglich gewesen. Die relativen Höhen bewegen sich um 200 m und erreichen höchstens 400 m. Es handelt sich also um die Reste einer niedrigen Mittelgebirgslandschaft. Im Gegensatz zu Klebelsberg³⁾ möchte ich betonen, daß wir nirgends Spuren einer alten Hochgebirgslandschaft trafen.

Es gelang das Alter dieser alten Abtragungsfläche annähernd zu bestimmen. Sie ist jünger als die Schubdecken, deren jüngste in

¹⁾ Möglicherweise ist Creutzburgs „Firnfeldniveau“, das er in der Ankogelgruppe verfolgte, auch eine solche zur alten Landoberfläche parallel eingefressene Fläche (N. Creutzburg, Die Formen der Eiszeit im Ankogelgebiet. Ostalpine Formenstudien, 2. Abt., Heft I. Berlin 1921).

²⁾ H. v. Staff, Zur Morphogenie der Präglaziallandschaft in den Westschweizer Alpen. Zeitschr. Deutsch. Geolog. Gesellsch. LXIV, 1912. Abh. S. 1.

³⁾ R. v. Klebelsberg, Die Hauptoberflächensysteme der Ostalpen. Verhandl. Geolog. Bundesanst. 1922, Nr. 2/3.

den Ostalpen im Oligozän bewegt wurden; denn sie schneidet die Decken ab. Sie ist also frühesten jungoligozän oder altmiozän. Andererseits ist sie älter als der Einbruch des Wiener Beckens, der an der Grenze zwischen der ersten und zweiten Mediterranzeit erfolgte, die beide dem jüngeren Miozän angehören. Das jungmiozäne Meer der zweiten Mediterranstufe traf schon im großen und ganzen die heutige Anordnung der Höhen. Seine Absätze von Kalkalgen (Leithakalk) überziehen die Abfälle der gehobenen Schollen; und vollends die Uferlinien des Pontischen Sees, der an die Grenze zwischen Miozän und Pliozän gestellt wird, schneiden in die Abstürze der großen Kalkklötze ein. Es ist also die alte Landoberfläche älter als jungmiozän; in den Beginn des Jungmiozäns fällt ihre Zerstückelung in einzelne Blöcke und deren Hebung, sowie der Beginn der Talbildung zwischen den Blöcken. Zur Zeit des Pontischen Sees waren die Täler bereits tief eingeschnitten. Das zeigt sich nicht nur im Bereich der Gebirgsumrahmung des Wiener Beckens, das jener See erfüllte, sondern auch im Traisental, dessen Terrassen z. T. in die pontischen Donauterrassen auslaufen.

Ist nun die alte hochgehobene Landschaft, die vor allem von S l a n a r für weite Gebiete der Zentralalpen nachgewiesen ist, gleich alt, wie die auf den Kalkplateaus? Für den dem Schneeberggebiet dicht benachbarten Wechsel (1738 m) im Südosten des Wiener Beckens ist das von vornherein sicher; er verhält sich zum Wiener Becken genau wie die Kalkhochalpen. Aber auch für die andern in den Zentralalpen nachgewiesenen Reste einer alten Landoberfläche ist ein gleiches Alter so gut wie sichergestellt. Senkungsfelder sind entlang der Mürz und Mur zwischen die Bergklötze eingesenkt, die auf ihren Höhen die Reste der alten Landoberfläche tragen. Diese Senkungsfelder sind also jünger als die alte Landoberfläche. Erfüllt sind sie von miozänen Landablagerungen, der kontinentalen Facies des marinen Jungmiozäns des Wiener Beckens. So steht auch für die alte Landschaft im Bereiche der Mürz und Mur ein altmiozänes Alter fest.

Die heutige hohe Lage der Reste der alten Landoberfläche ist nur durch eine bedeutende Hebung zu erklären. Der Betrag der Hebung ist sichtlich im Bereiche der Niedern und der Hohen Tauern und weiterhin der Zillertaleralpen am größten gewesen. Hier liegt die Hebung Achse, die Achse der Emporwölbung des Gebirges vor. Daß es sich durchweg nur um vertikale, von unten nach oben wirkende, also hebende Kräfte handelt, ist aus allem vollkommen klar. Die Erscheinungen haben nichts mit Faltung zu tun, wenn auch gelegentlich ganz flache Verbiegungen wie im Traisental auftreten. Die Hebung erfolgte unter Zerbrecen der Erdkruste in einzelnen Blöcken, die dabei verschieden hoch gehoben und z. T. schief gestellt wurden. Einzelne Schollen blieben bei der Hebung weit zurück oder sanken sogar ein, sie erscheinen uns heute als Senkungsfelder. Diese Erscheinung nimmt gegen das Ostende der Alpen zu; hier stellen sich zwischen den gehobenen Schollen mehrfach Beckenlandschaften ein.

Eine vertikal aufsteigende Bewegung und nicht eine Faltung hat die Ostalpen über ihre Umgebung herausgehoben und sie so zum Gebirge gemacht. Die Ostalpen sind kein Faltengebirge,

sondern ein Schollengebirge, wenn auch ihre Gesteine vor der Hebung eine Faltung erfahren haben. Die Schollenbewegung, verbunden manchenorts mit Verbiegungen und flachen Aufwölbungen, ergriff eine alte, durch Abtragung entstandene Hügellandschaft. Vielerorts haben sich noch die greisenhaften Züge dieser altmiozänen Landschaft auf den Höhen erhalten. Vollkommen vernichtet sind sie dort, wo sie durch die Hebung für die Dauer über die Schneegrenze emporgehoben worden waren. Wo die Hebung kleiner war, so daß jene Höhen nur in der Eiszeit über die Schneegrenze emporragten, während sie in den Interglazialzeiten und in der Gegenwart unterhalb der Schneegrenze lagen, sind die alten Züge oft noch gut erkennbar. Jene Hügel- und Mittelgebirgsformen auf den Höhen stellen uns die ältesten Züge der ostalpinen Landschaft dar, die in sie eingefressenen glazialen Formen die jüngsten. Diese glazialen Züge sind es, die den Hochgebirgscharakter unserer Alpen bedingen¹⁾.

Unsere Ergebnisse gelten für die Ostalpen bis zur Inn-Eisack-Etschlinie. Wie die Verhältnisse weiter im Westen, vor allem in der Schweiz liegen, haben besondere Untersuchungen darzutun. In der Schweiz reichte der Deckenschub noch bis ins Miozän hinein, also in jene Zeit, in der in den Ostalpen die altmiozäne Abtragungsfäche ausgebildet wurde. Eine Hebung des Gebirges nach der Faltung, wie sie oben für die Ostalpen nachgewiesen werden konnte, ist bisher in der Schweiz nicht dargetan. So möchte ich denn zunächst unser Ergebnis auf die Ostalpen beschränken.

¹⁾ Unsere Darlegungen weichen sehr wesentlich von denen R. v. Klebelsbergs (siehe vorige Anmerkung) und Friedrich Leydens (Die Entwicklung der Alpen zum Hochgebirge. Geolog. Rundschau, Bd. XIII, S. 18) ab. Es fehlt hier der Raum, um deren Ausführungen im einzelnen zu kritisieren. Ablehnen muß ich auf Grund der Untersuchungen, über die oben berichtet wurde, das von Leyden aufgestellte Schema von acht Phasen für die Entwicklung der Ostalpen.