

- 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

Notiz habe ich einen Hinweis auf die Bedeutung der Ergebnisse für die Auffassung von Alter und Entstehung der alpinen Landformen gemacht. Es wurde gezeigt, daß die flächenhafte Denudation in jungtertiärer Zeit, wie aus der Abdeckung mächtiger tertiärer Schichten von jungen alpinen Gewölben, ferner aus der abschätzbaren Abtragung während des höheren Pliozäns und Quartärs im oststeirischen-westungarischen Vulkanland und schließlich aus der ungeheuren Mächtigkeit der älterpliozänen Schuttdepots in der ungarischen Kleinen Tiefebene und der Aufstapelungen äußerst mächtiger miozäner Schuttbildungen an Teilsäumen des steirischen Beckens und auch der Wiener Bucht, hervorgeht, eine viel bedeutendere gewesen ist, als meist angenommen wird. Mit der Erhaltung miozäner, ja selbst jungmiozäner Landformen kann daher nicht mehr gerechnet werden. Die ältesten, gerade noch erkennbaren Züge im Landschaftsbild gehen daher etwa an den Beginn des Pannons (nach vorherrschender Auffassung Unterpliozän) zurück. In der kurzen, zusammenfassenden Studie: „Die jungtertiäre Entwicklungsgeschichte der Ostabdachung der Alpen“ (Zbl. f. Min., Abt. B, 1940) fügte ich den schon 1933 mitgeteilten Hinweisen auf die Jugendlichkeit des ostalpinen Reliefs weitere hinzu: Unstimmigkeit zwischen dem heutigen Alpenrelief und den ungeheuer mächtigen alt- und mittelmiozänen Schuttdepots; sehr großes Ausmaß des jungtertiären Abtrags, berechnet aus jenem der Gegenwart und aus der Dauer der seither verflorenen Zeiträume; Festlegung des pliozänen Alters der jungen Aufwölbungsvorgänge, die korrelat zu den jungen tiefen Absenkungen der Randbecken erscheinen, welche im Pliocän die Denudationsvorgänge und damit die Reliefgestaltung der östlichen Alpen bedingt haben.

In der „Geologie der Ostmark“ (Wien 1941) wurde eine systematische, allerdings nur übersichtliche Darstellung der jungtertiären Entwicklung der östlichen Alpen gegeben und auch die Beweise für das jugendliche Alter des alpinen Reliefs in großen Zügen herausgehoben. Schließlich wurde das aus neueren geologischen Untersuchungen resultierende pliozäne Alter des alpinen Reliefs in der Studie „Grundsätzliches zur Erforschung des Jungtertiärs am Ostabfall der Alpen“ (Mitt. d. Reichsamts f. Bodenforsch. Zw. Wien 1942) von allgemeinen Gesichtspunkten aus kurz behandelt.

Als Einleitung zu den nachfolgenden sachlichen Ausführungen sei darauf verwiesen, daß besonders eigene Forschungen und die Ergebnisse erdölgeologischer Studien (K. Friedl, R. Janoschek, E. Veit, K. Grill, J. v. Szadeczky-Kardoss, J. v. Sümeghy, L. Strauß, L. Sommermeier, G. Götzinger, K. Papp u. a.) es nunmehr ermöglichen, den Ablauf der geologischen Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpenrand schon in sehr vielen Einzelphasen zu verfolgen. Bei Heraushebung von etwa 30, mehr oder minder weit verfolgbaren jungtertiären Zeitschnitten kann — bei einer Länge der Neogens von 30 bis 40 Millionen Jahren auf Grund neuerer Schätzungen — den einzelnen Teilphasen der Entwicklung eine Zeitdauer in der Größenordnung von rund je 1 bis 1½ Millionen Jahren zugemessen werden. Es sind also jeweils Zeiträume von größerer oder mindest gleicher Dauer wie das gesamte Quartär. So wie innerhalb des letzteren sehr bedeutende Umgestaltungen im alpinen Relief sich ersichtlich vollzogen haben, so wird auch den vielen jungtertiären Einzelphasen jeweils eine sehr beträchtliche morphologische Veränderung der Reliefformen zuzuschreiben sein, welche bei einer, auf geologischer Grundlage aufbauenden, morphologischen Analyse zu berücksichtigen ist. Erst durch einen solchen, ins Einzelne gehenden Auflösungsversuch, der natürlich auch derzeit erst tastend versucht werden kann und in Hinkunft noch sehr ausbaufähig sein wird, besteht, meines Erachtens nach,

die Möglichkeit, die Erscheinungen der Landschaftsformung enger an die geologische Geschichte anzuknüpfen.

Es ist nicht meine Absicht, in diesem Aufsatz einen solchen Versuch systematischer Darstellung und ins Einzelne gehender Analyse zu machen, zumal dies den verfügbaren Raum weit überschreiten und eine Darlegung der gesamten geologischen Unterlagen mit entsprechender Begründung erforderlich machen würde.

Die vorliegende Mitteilung ist dadurch veranlaßt, daß schon vor einiger Zeit und vor kurzem Veröffentlichungen erschienen sind, welche zu meinen neueren Auffassungen, soweit diese auf die ostalpine Morphologie Bezug nehmen, kritisch Stellung bezogen haben. Es sind dies insbesondere N. Lichteneckers Studie „Die Raxlandschaft in der südlichen und östlichen Gebirgsumrahmung der Leithabucht“ (Geogr. Jahresh. aus Österr. 19, 1938); ferner die kurze Stellungnahme von J. Fink „Zur Frage des Alters der ostalpinen Landformen“, schließlich die Bemerkungen am Schlusse der Mitteilung von H. Klimpt „Zur Tektonik der Landschaft um Wien“; die beiden letztgenannten in den Mitt. d. Geogr. Ges. Wien 90, 1938, erschienen.

Wenn eine Stellungnahme zu N. Lichteneckers Studie nicht schon bald nach deren Erscheinen (1938) erfolgt ist, so hat dies seinen Grund darin, daß mich das tragische Schicksal, durch welches der begabte Forscher während der Herausgabe seiner Arbeit das Leben verloren hat, davor abhielt, in einer Zeit eine Stellungnahme zu veröffentlichen, wo Lichtenecker nicht mehr in der Lage war, in eine sachliche Diskussion selbst einzugreifen. Da aber inzwischen mehrere Arbeiten erschienen sind, welche auf Lichteneckers Ergebnissen aufbauen, und da meine gegenteiligen Auffassungen in den oberwähnten beiden Mitteilungen in Frage gestellt werden, sehe ich mich veranlaßt, mich hiezu zu äußern und insbesondere auch auf die grundsätzlichen Ausführungen Lichteneckers zu erwidern. Letzteres ist um so leichter, als Lichtenecker selbst die mit mir, J. Sölch, D. Bädecker, J. Büdel und anderen strittigen Fragen in einer zwar schroffen, aber die Probleme scharf herausarbeitenden Kritik beleuchtet hat.¹

II. Stellungnahme zu N. Lichteneckers Darlegungen (1938).

1. Allgemeines.

Es geht gerade aus Lichteneckers Darlegungen hervor, wie die Behandlung vieler geomorphologischer Probleme von der Vieldeutigkeit der Befunde und

¹ Eine kurze Anmerkung: Lichtenecker hat, indem er meine morphologischen Deutungen entschieden kritisierte, nur auf eine kurze Notiz (6 S.), veröffentlicht im Anz. d. Akad. d. Wiss. Wien 1938, und — bezüglich der örtlichen morphologischen Deutung des Anninger Massivs — auf jene im Cbl. 1928 Bezug genommen. Dagegen wurde meine ausführliche und für die einschlägigen, von Lichtenecker behandelten Fragen grundsätzliche Arbeit: „Ergebnisse über junge Abtragung und Aufschüttung am Ostrande der Alpen“ (Jb. geol. B. A. 1933, 41 Seiten) und die in den Sb. Akad. Wiss. Wien 1928, also mehrere Jahre vor Lichteneckers Arbeitsabschluß, erschienene Mitteilung: „Über Studien in den inneralpinen Tertiärlagerungen und über deren Beziehungen zu den Augensteinfeldern der Nordalpen“ von ihm weder im Texte berücksichtigt, noch im Literaturverzeichnis angeführt, also offenbar übersehen. Auch die Anführung der die morphologischen Probleme am Nordostsporn der Zentralalpen behandelnden Studien von A. Aigner (1916, 1923/24) und R. Maier (Denkschr. Akad. Wiss. Wien 1929) wäre erforderlich gewesen.

von der Unvollständigkeit und Unvollkommenheit der geologischen Grundlagen abhängig ist. Diese Schwierigkeiten spiegeln sich in den weitgehenden Verschiedenheiten der Lösungsversuche für die Aufklärung der Morphologie des östlichen Alpenraumes wieder. Ich erblicke in den anregenden, durch konsequente Durchführung bestimmter Gedankengänge gekennzeichneten Studien N. Lichteneckers einen grundsätzlich interessanten Beitrag zur Deutung ostalpiner morphologischer Probleme. Es zeigt sich aber, daß die geologisch tektonischen Grundlagen, auf welche Lichtenecker seine Schlußfolgerungen aufbaute, neueren geologischen Feststellungen nicht gerecht werden und daß auch einige morphologische Gesichtspunkte, insbesondere seine Auffassung über Ausmaß und Wirkksamkeit jungtertiärer Denudation, einer sachlichen Kritik unterzogen werden können.

Lichtenecker vertritt, unter Anführung spezieller Begründung, in der morphologischen Formengliederung, einen Standpunkt, welcher meiner Meinung nach eine zu weitgehende Vereinfachung in der zeitlichen Oberflächenentwicklung bedeutet. Dem äußerst wechselvollen geologischen Geschehen im Jungtertiär, mit seinen zahlreichen orogenen und epirogenen Teilphasen und mehrere tausend Meter umfassenden jungen Schichtfolgen in den Randsenkungen, mit dem in vielfältiger Folge vorsichgehenden trans- und regressiven Wechsel der Meere und Seen und mit den mehrphasigen, in gewaltigen Schuttdepots sich markierenden großen, oft paroxysmatischen Denudationsvorgängen am Alpensaum, wird eine ganz einfache und zeitlich kaum gegliederte morphologische Entwicklung an die Seite gestellt. Lichtenecker stellt sich, in Übereinkommen mit ähnlichen, aber nicht so schroff formulierten Deutungen von F. v. Machatschek und A. Aigner, damit in Gegensatz zu den meisten ostalpinen Geomorphologen, wie J. Sölch, R. v. Klebelsberg, A. Bobek, F. Leyden, O. Maull, R. Mayer, O. Morawetz, B. Behrmann und Schülern, E. Seefeldner u. a., welche eine viel weitergehende Aufgliederung des morphologischen Bildes und die Existenz einer mehrgliedrigen Rumpftreppe in ihren Arbeiten vertreten. Noch wichtiger ist aber die Unzulänglichkeit der geologischen Grundlagen, auf die fast alle Autoren, welche sich mit Fragen ostalpiner Morphologie beschäftigt hatten, bisher aufgebaut haben. Hieher gehört insbesondere die allzu einfache, ja unrichtige Auffassung eines im wesentlichen einmaligen, unmittelbar vortortonischen Einbruchs des inneralpinen Wiener Beckens (und der Grazer Bucht), wodurch auch schon die morphologischen Grundzüge der heutigen Formengestaltung geschaffen worden sein sollten. Dem etwa 25 Millionen Jahre umfassenden jüngeren (posthelvetischen) geologischen Entwicklungsgang, auf dessen Vieltätigkeit schon verwiesen worden ist, wurden — besonders im Rahmen der Auffassungen von Lichtenecker, Machatschek und Aigner — nur relativ geringfügige Umgestaltungen im morphologischen Antlitz parallelisiert. Lichtenecker hatte selbst gefühlt, daß bei Einreihung seiner, in universeller Verbreitung angenommenen „Raxlandschaft“ an den Beginn des Mittelmiozäns, die Entsprechungen für den höhermiozänen und pliozänen Entwicklungsgang in tektonischer und erosiv-denudativer Hinsicht sehr gering ausfallen und noch keine spezielle Aussage über den morphologischen Zustand dieser Zeiten ermöglichen.

In der Altersfrage der alpinen Landformung scheiden sich ebenfalls noch immer die Geister. Die Mehrzahl der ostalpinen Morphologen neigt bekanntlich dazu, mit Sölch, v. Machatschek und Lichtenecker die Entstehungszeit der höchsten, noch erhaltenen Formenelemente bis ins Altmiozän (oder gar ins Oligozän) zurückzudatieren, während von geologischer Seite schon

Anfang der zwanziger Jahre von J. Stini, erst später von mir selbst (1933), mit eingehender Begründung, und in anderer Form auch von L. Kober (1926) ein pliozänes Alter des gesamten älteren Formenschatzes vertreten wurde.

2. Stellungnahme zu Lichteneckers Deutungen betreffend Entstehung und Bedeutung der Raxlandschaft.

Lichtenecker vertritt bekanntlich die Auffassung, daß die verschiedenen hoch gelegenen Plateauflächen der nordöstlichen Alpen (Kalkalpen, Ausläufer der Zentralalpen und Flyschbergland) nicht eine aus altersverschiedenen Teilen zusammengesetzte Rumpftreppe darstellen, wie es auch für sein Arbeitsgebiet von mehreren Seiten (insbesondere von J. Sölch und dem Verfasser dieser Zeilen) — und ziemlich allgemein für die ostalpine Landformung überhaupt — vorausgesetzt wurde, sondern nimmt nur eine einzige, in flächenhafter Ausdehnung entwickelte Primärrumpflandschaft an, die von tektonischer Verbiegung und von weitgehender bruchförmiger Zerstückelung betroffen worden ist. Ihre Teilschollen treten heute in verschiedensten Höhenlagen auf.

Die theoretischen Bedenken, welche Lichtenecker gegen die Annahme ineinander geschachtelter, altersverschiedener Abtragsflächen zum Ausdruck brachte, sind speziell folgende:

1. Es sei nicht möglich anzunehmen, daß bei einheitlicher Höherschaltung eines Erdkrustenstückes ein Teil der Scholle sein morphologisches Bild behalten könne, während der unmittelbar angrenzende Raum einer tiefreichenden Denudation und Erosion, bei Entstehung einer tieferen Rumpftreppenstufe, erfahren würde. Insbesondere bei einheitlichen Kalkmassiven sei ein solcher Vorgang ausgeschlossen. Die heute meist durch Verkarstung außer Funktion gesetzten, oft breiteren, alten Talungen, welche häufig auf eine tiefergelegene Staffel der Plateaulandschaft ausmünden, und dann gegenwärtig in bedeutenderen Höhen über den heutigen Talböden auftreten, bedeuten nach Lichtenecker nicht das Vorgreifen eines jüngeren morphologischen Zyklus flächenhafter Einebnung in die gehobene Landschaft hinein; sie seien vielmehr durch ein Rückwärts-einschneiden von der Oberfläche der schwächer gehobenen Scholle, als lokaler Erosionsbasis, aus bedingt.

Zu dieser Auffassung ist zu bemerken: Die Erscheinungen, daß sich an ein gehobenes, mit Resten alter Landflächen versehenes „zentrales Bergland“ jüngere, selbständige Flächensysteme anschalten, ist heute eine allgemein festgestellte Tatsache, welche zumeist im Sinne altersverschiedener, durch Unterbrechungen im Hebungsakt bedingter morphologischer Entwicklungsabläufe gedeutet wird. Daß tatsächlich unter bestimmten geologischen und klimatischen Voraussetzungen „Inselberglandschaften“ mit Resten älteren Niveaus auf den Höhen und mit steileren Abfällen zu flächenhaft ausgedehnten jüngeren Fußebenen durch Denudationsvorgänge geschaffen worden sind, steht heute außer Zweifel. Hiebei ist zu berücksichtigen, daß am östlichen Alpensaum noch im Jungtertiär, mindestens bis in das mittlere Pliozän hinein, wahrscheinlich aber noch etwas länger, ein subtropisches Klima geherrscht hat, das, worauf speziell Aigner, O. Jessen, G. Spreitzer verwiesen haben, in geringerem oder größerem Maße auch die Vorgänge in der Landformung der tertiären Alpen beeinflußt haben muß.

Aber ganz abgesehen davon, lassen sich auch bei Annahme heutiger Klimaverhältnisse — bei Vorhandensein bestimmter geotektonischer Voraussetzungen — die Entstehung treppenförmig aneinandergeschalteter und ineinandergeschalteter Flächensysteme nicht nur erklären, sondern erscheinen unter Umständen

sogar zwangsläufig bedingt. Allerdings ist die spezielle Mitwirkung tektonischer Vorgänge für die Lokalisierung der jüngeren, angegliederten Stufen von ausschlaggebender Bedeutung anzusehen. Es können hier zwei Extremfälle in Betracht gezogen werden:

Fall a: Heraushebung einer eingeebneten Scholle an einer Bruchlinie bzw. an einem System von Staffelbrüchen. Der geologische Befund am Alpensaum weist darauf hin, daß die Hebungen (an Brüchen bzw. an Flexuren und flacheren Verbiegungen) innerhalb des Jungtertiärs in mehreren Teilzyklen, die sedimentologisch, tektonisch und auch paläomorphologisch hervortreten, an- und abschwelend erfolgt sind, wobei zwischen den Bewegungszeiten auch langdauernde Epochen vollkommener oder nahezu vollständiger tektonischer Inaktivität eingeschaltet waren. In letzteren haben sich an der Küste mehr oder minder breite Brandungsplattformen, die zum Teil später wieder verschüttet wurden, und zum Teil ebenfalls nachträglich begrabene und erst wiederaufgedeckte subaerile Abtragflächen und reife Talungen gebildet. Das Ausmaß der jeweiligen Teilhebungen und Senkungen kann — im Rahmen der höhermiozänen pliozän-quartären Entwicklung der östlichen Ostalpen — auf einige wenige hundert Meter bis etwa an fünfhundert Meter heran beziffert werden. Es ist klar, daß besonders an einer untersten Randstaffel eines gehobenen Bruchschollensystems — speziell bei unmittelbarem Angrenzen der Erosionsbasis — günstige Bedingungen für eine weitgehende Denudation in den geologisch vielfach feststellbaren Phasen des Rücksinkens des Gebirges bzw. in einer anschließenden Phase tektonischen Stillstandes, gegeben sein mußten. Diese Absenkungs- und Stillstandsphasen sind nicht nur kurze Episoden gewesen, sondern, wie sich aus ihren Effekten und den Abmessungen geologischer Zeiträume überhaupt, insbesondere aber aus der großen Mächtigkeit der jeweils mehrere hundert Meter bis an 1000 Meter betragenden Feinsedimentation hervorgeht, viele Jahrhunderte umfassende, im Jungtertiär vielfach sich wiederholende Entwicklungsabschnitte. Unter dem Gesichtswinkel dieser Ergebnisse ist die Entstehung jüngerer, randlich angeschalteter Niveaus flächenhafter Denudation nicht nur möglich, sondern — ganz abgesehen von positiven Anzeichen für ihr Vorhandensein — sehr wahrscheinlich. Im hohen Pliozän und im Quartär sind in den Flußbereichen der Raab, Mur, Drau und Save am östlichen Alpensaum drei solcher Teilzyklen feststellbar, und mit zugehörigen aneinandergeschalteten randlichen Abtragflächen, am Saum der relativ gehobenen Schollen und mit in letztere eingreifenden Terrassen, dort allgemein entwickelt.

Es ergibt sich nun aber, worauf hier besonders hingewiesen sei, die theoretische Möglichkeit und auch der öfters praktisch verwirklichte Fall, daß bei Vorhandensein einer Bruchstaffelung, außer den in jüngeren Entwicklungsstadien entstandenen randlichen Denudationsflächen und ihren talförmigen Ausstülpungen in den gehobenen Schollen, auf der Oberfläche der Bruchstaffeln selbst Reste des hier relativ abgesenkten (d. h. schwächer gehobenen) Ausgangsrumpfes erhalten bleiben könnten. Je zahlreicher und knapper die vertikalen Abstände übereinander angeordneter, zeitlich aufeinanderfolgender Randverebnungen sind, desto mehr mußten zwar die relativ gesenkten (d. h. weniger hoch gehobenen) Reste der alten Hauptrumpffläche durch die Denudation, besonders im Bereiche der jeweils tiefsten Randstafeln, aufgezehrt werden. In günstigen Fällen konnten aber, allerdings durch die Erosion schon stärker zerstückelte und durch die Denudation weitgehend umgestaltete Reste des ältesten Rumpfs (Hauptrumpfs), noch erhalten bleiben. In manchen Fällen wird

also eine Interferenz zwischen älteren, relativ abgesenkten (schwächer gehobenen) Rumpfflächenteilen und jüngeren, randlich und entlang von Talungen und intramontanen relativen Senken eingearbeiteten Verebnungen festzustellen sein.

Fall b: Im Falle einer Verbiegung (Flexur, Schrägstellung) einer alten Rumpflandschaft wird jeweils die Zerstörung der deformierten Abtragsflächen durch lineare, von der Erosionsbasis mindestens bis in die weniger emporgewölbten Randteile der Massive rasch fortschreitende Tiefenerosion in Erscheinung treten und — im Deformationsbereich — die Altlandschaft auch durch flächenhafte Denudation schrittweise zum Verschwinden gebracht werden. Hiedurch wird der alte Formenkomplex des Ausgangsrumpfs — besonders bei mehrfacher Wiederholung dieser Vorgänge — weitgehend vernichtet und in seinen Ruinen nur mehr in den obersten Talverzweigungen noch angedeutet sein. Jüngere Verebnungsflächen kommen — in Rücksenkungs- und Stillstandsphasen — am Rande von Schrägstellungen, und zwar in größerer Breite als am Saume von Bruchschollen, zur Entwicklung und greifen in breiteren, ausreifenden Talböden (den späteren Terrassen) in das Gebirge ein. Die junge Tektonik zeichnet auch in diesem Falle, wenigstens in den Hauptzügen, die Entwicklungsbereiche jüngerer Verebnungsflächen vor. Die letzteren sind aber nicht einfach Teile der verstellten alten Hauptoberfläche, sondern in rhythmischem Entwicklungsgang in die schräggestellte und größtenteils schon vollkommen zerstörte alte Landoberfläche eingekerbt. Sie markieren sich im heutigen Landschaftsbild als verschieden hochgelegene und im allgemeinen bei abnehmendem Alter immer weniger mitverbogene Niveaus. Die Erscheinungen konnten sich sowohl in Kristallin- und Schieferbergländern als auch in Kalkmassiven, in letzterem durch die Karsterosionsvorgänge modifiziert, abspielen. Es sei hier vermerkt, daß auch R. Mayer (Neumarkter Paßlandschaft 1926) auf die tektonische Vorzeichnung der Ausbildungsbereiche jüngerer Abtragungssysteme besonders hingewiesen hat.

Lichteneckers Annahme, daß die in die verschieden hoch gehobenen Staffeln der Landschaft eingesenkten Hochtalungen nicht von der allgemeinen (tiefergelegenen) Erosionsbasis aus sich entwickelt hätten, sondern daß sie von einer lokalen Erosionsbasis in ihrer Entwicklung abhängig gewesen seien, welche durch die in einem höheren Niveau gelegene Oberfläche jener Bruchstaffel, auf die die alten Täler, hoch über den heutigen, ausmünden, gegeben war, muß widersprochen werden. Denn eine fluviatile Zerschneidung der Bruchstaffellandschaft, wie sie schon durch das Auftreten dieser Talungen für bestimmte Zeiträume tatsächlich festgelegt ist, hätte im Zuge eines ununterbrochenen, kräftigeren Hebungsvorganges, wie ihn Lichtenecker annimmt, nicht zu den breiten und flach eingesenkten Talungen geringen Gefälles führen können, wie sie uns tatsächlich entgegentreten. Vielmehr hätte — angesichts der Nähe der allgemeinen Erosionsbasis am Alpenostrand — eine schluchtartige Zerschneidung der Oberfläche der tieferen Bruchstaffeln, auf welche die Hochtäler ausmünden, von der Saumsenke her platzgreifen müssen. Diese jungen ausgereiften Hochtalungen, die nachträglich einer Verkarstung unterlegen sind, weisen daher im Gegensatz zu Lichteneckers Annahme, aber in Übereinstimmung mit neueren geologischen Befunden darauf hin, daß sie einer langdauernden Unterbrechung im Hebungsvorgang, zum Teil sogar einer zeitweilig eingreifenden Rücksenkung des Gebirges ihre Entstehung verdanken. Als Anzeichen eines diskontinuierlichen Hebungsvorganges haben sie denn auch D. Bädeker, J. Sölch u. a. angesehen.

Aus diesen Darlegungen folgt, daß am östlichen Alpenrande Rumpf-

treppen auftreten, deren tiefere Staffeln im allgemeinen formengeschichtlich jüngerer Entstehung sind. Sie haben sich, besonders in tektonisch vorgezeichneten Räumen, speziell an und in der Nähe der Haupterosionsbasis, aber auch in intramontanen Senken und entlang von Haupttalungen bei länger dauerndem Aussetzen der Hebung durch flächenhafte Denudation als Einebnungen, bzw. durch verminderte Tiefennagung als ausgereifte Talungen, in den vorher stärker gehobenen Schollenteilen entwickelt. Eine Interferenz dieser jüngeren Formenfolgen mit älteren Flächensystemen an den bei der Aufwölbung zurückgebliebenen Hebungsstaffeln bzw. mit schräggestellten Altniveaus an den verbogenen Flanken der Bergmassive ist aber in weiterem Umfang vorauszusetzen. Jedoch sind die alten tektonisch verstellten Rumpfflächenreste an den Flanken der Hebungsschollen durch das Eingreifen jüngerer Flächensysteme meist schon weitgehend umgestaltet worden.

Lichtenecker räumt im übrigen selbst ein, daß in vielen Fällen die von ihm aus morphologischen Indizien postulierten Bruchlinien, welche die als verstellte Teile der Raxlandschaft betrachteten Teilschollen voneinander trennen sollen, und ihr Alter geologisch nicht nachweisbar sind (S. 15). Tatsächlich ist dies bei manchen von Lichtenecker angeführten Störungen der Fall, welche auch neueren geologischen Kartenblättern (z. B. der Raxkarte 1: 25.000 v. H. P. Cornelius) nicht zu entnehmen sind.²

2. Einen zweiten Gegengrund gegen das Erscheinen altersverschiedener Rumpftreppenstufen erblickt Lichtenecker in dem Auftreten von Augensteinen auf den Kuppen der Altlandschaft im Bereiche auch tiefer gelegener Staffeln der Kalkmassive. In Übereinstimmung mit mir nimmt er das primäre Aufschüttungsniveau der Augensteinschotter oberhalb der Raxlandschaft an. Er leitet die auf den Kalkplateaus so reichlich auftretende Schotterüberstreuung von ersterer auf dem Wege der Abschwemmung und des Abkriechens ab. Da nun aber die Augensteine auch auf den Kuppen tiefer gelegener Schollenstaffeln auftreten, so schließt Lichtenecker, daß die Abtragsfluren der letztgenannten nicht jüngerer Entstehung sein können. Denn wäre letzteres der Fall, so wäre nicht zu verstehen, von woher die Augensteine auf die Höhen dieser jüngeren Kuppen hätten gelangen können.

Zu diesem Einwand ist zu bemerken, daß Lichtenecker wohl davon abgesehen hätte, ihn zu erheben, wenn er meine 1927 erschienene Arbeit in Rücksicht gezogen hätte, in welcher auf Grund zahlreicher Einzelbefunde, die, sich seither übrigens noch vermehrt haben, nachgewiesen wurde, daß die Augensteine — von seltenen Ausnahmen abgesehen — auch nicht mehr auf sekundärer Lagerstätte sich vorfinden, sondern daß sie schon von dieser abgeschwemmt wurden und fast immer auf tertiärer Position sich vorfinden. Es konnte nämlich gezeigt werden, daß sie durch Auswitterung, Abschwemmung und Abkriechen aus bloßgelegten Höhlengängen und aus oft stark verfestigten, Kalktrümmer und Augensteine führenden Gangbreccien abstammen, in die sie in viel früheren Zeiträumen aus der primären Lagerstätte von oben her eingefüllt worden waren. Bei dieser Ableitung der Augensteine, deren tertiäre Fundstellen sehr häufig 1000 m bis 3000 m unterhalb der ursprünglichen Aufschüttungsfläche anzunehmen sind, ist natürlich ein Auftreten in durchhöhlten und mit Breccien erfüllten Spaltensystemen der Kalkmassive und ihre Auswaschung aus diesen in

² Dies gilt jedoch nicht für die bedeutende, das Raxplateau querende Bruchstörung und für die Hochschneeberg und Kuhschneeberg trennende Dislokation.

jeder beliebigen Höhe und auf ganz altersverschiedenen Abtragsniveaus gegeben.

Der dritte Einwand Lichtenackers, daß nämlich die Hochtäler, welche auf „schwächer gehobene“ Staffel ausmünden, zu ungleichen Zeiten und in ungleichem Ausmaße der Verkarstung unterlegen seien, verliert dadurch an Beweiskraft, daß es sich nach unserer, auch von anderer Seite geteilter Auffassung bei den heute verkarsteten Hochtalungen nicht um Täler ein und derselben Entwicklungsphase handelt, sondern um solche zeitlich verschiedener Stadien, die deshalb auch in verschiedenen Höhen auftreten.

Wenn daher hier der Schlußfolgerung Lichtenackers und der ähnlichen Aigners), wonach ein einziges Hauptabtragungssystem zu konstatieren sei, nicht beigepflichtet werden kann, so ist es doch zu begrüßen, daß durch diesen Forscher die Aufmerksamkeit der Morphologen stärker, als bisher, auf die Bedeutung junger tektonischer Verstellungen von Altlandschaften hingelenkt worden ist.

3. Stellungnahme zu Lichtenackers Annahme einer einheitlichen, Kalkhochalpen, Kalkvoralpen und Flyschzone überziehenden Raxlandschaft.

Eine Gleichsetzung der Raxlandschaft auf den Kalkhochplateaus mit rumpfartig ausgebildeten Oberflächenteilen in sehr verschiedener Höhenlage in den Voralpen, auch dort, wo diese von leichter abtragsfähigen Gesteinen (Gosau, Lunzer Schichten, Fleckenmergeln) aufgebaut werden, oder gar mit der, einer alten Abtragslandschaft entsprechenden Oberfläche des Wienerwald-Flysches, im Sinne Lichtenackers, erscheint schon auf Grund der Länge der Denudationszeiten und der annähernd ermittelbaren Größe junger Abtragung in rascher zerstörbaren Gesteinen ausschließbar. Nach der Untersuchung von J. Stini im Wienerwald (Messung von Feststoffen in den Quellwässern) beträgt der abschätzbare Wert gegenwärtiger flächenhafter Denudation durch die Quellerosion allein 0,009—0,01 mm pro Jahr. Das ist aber nur ein Bruchteil der tatsächlichen Denudation. Denn auch auf sehr flachen Hängen setzt das Abkriechen des Bodens niemals völlig aus und ist ferner Abschwemmung und — besonders auf den Kämmen — auch die Abwehung dauernd wirksam. Es ist ferner zu berücksichtigen, daß die Flyschhöhen des Wienerwaldes in den Eiszeiten verstärkten periglazialen Denudationsvorgängen ausgesetzt waren und daß das Jungtertiär durch die tiefer greifenden Verwitterungsvorgänge eines subtropischen Klimas beherrscht war. Für einen Zeitraum von etwa 25 Millionen Jahre, welcher annähernd seit der Mitte des Miozäns verfloßen sein dürfte (vgl. Schwinner, geol. Cbl. f. Min. 1944, S. 235), würde sich, schon allein unter Zugrundelegung der Quellerosion, eine flächenhafte Erniedrigung der Landoberfläche um 230 bis 250 m im Flyschbergland ergeben. Tatsächlich ist, unter Berücksichtigung der übrigen Abtragsfaktoren und des Klimas der Jungtertiärzeit, mit einem Mehrfachen dieses Denudationswertes zu rechnen. Aber auch wenn — unter Zuerkennung eines von mir vertretenen, jüngeren Alters für die Hauptoberflächenformen der östlichen Alpen — nur die Zeit des Pliozäns (ca. 14 Millionen Jahre) für die Denudation in Rücksicht gezogen wird, erscheint die Erhaltung von Rumpfflächenresten des „Hochniveaus“ der Raxlandschaft im Flysch nicht mehr gegeben.³

³ Im übrigen hat Lichtenacker selbst, trotzdem er die Fluren des Wienerwald-Flysches mit der Raxlandschaft gleichsetzte, doch eine stärkere Denudation der letztgenannten in der Flyschzone zugegeben.

Auf eine weitgehende jungtertiäre Denudation weisen im übrigen auch die zum Teil mächtigen und flächenweit verbreiteten Sedimentablagerungen aus zerstörtem Flyschgestein im inneralpinen Wiener Becken hin. So enthalten die Laaerbergschotter nebst Material aus Kristallgebieten und solchem, das auf die Kalkalpen deutet, lagenweise sehr viel Flyschgerölle. Reich an Flysch sind insbesondere aber auch die tortonischen und sarmatischen Schottermassen und die pannonischen „Lokalschotter“. Dazu kommen die jedenfalls noch wesentlich größeren Flyschanteile an den feineren Beckensedimenten.

Im Speziellen weise ich auf die große Ausdehnung des überwiegend aus Flyschgeröllmaterial zusammengesetzten „Triestingdeltas“ des oberen Sarmats in der südlichen Wiener Bucht hin. Es erscheint schon am Westsaum des Wiener Beckens (Hölles, Lindabrunn), ist dann — in der Tiefe versenkt — im Untergrund eines Teiles des südlichen Wiener Beckens anzunehmen und bedeckt, bei beträchtlicher Mächtigkeit, zwischen dem Marzerkogel und Ödenburg den Bereich der „Pforte“ in großer flächenhafter Ausdehnung. Zur Zeit seiner Aufschüttung — einem ganz kurzen Abschnitt aus der jungtertiären Abtragsperiode der nordöstlichen Alpen — muß eine beträchtliche Erniedrigung der Kammfluren auch im Flyschbereich eingetreten sein. Die räumliche Ausbreitung dieses hochsarmatischen Schuttkegels muß zumindest als gleichwertig mit der Größe des Einzugsbereiches im Flysch (ca. 120 km²) angenommen werden. Es wird dabei ganz davon abgesehen, daß große Mengen feinen Flyschmaterials an der Stirn des Schuttkegels (Deltas) bis weit in die Kleine ungarische Ebene hinein verfrachtet worden sind.

Die Erhaltung einer mittelmiozänen Landschaft in der Wienerwaldzone, aber auch von Äquivalenten der Raxlandschaft, kann daher ausgeschlossen werden.

4. Jungtertiärer Abtrag am östlichen Alpensaum; Lichteneckers kritische Stellungnahme zu meinen Auffassungen und deren Widerlegung.

Schon 1933 hatte ich, wie oben angegeben, auf das große Ausmaß jungtertiärer Abtragung auch im Bereiche des Hochwechsels und seiner Umrahmung hingewiesen. Lichtenecker meinte (S. 68), daß ich mich „nie deutlich“ ausgesprochen hätte, „ob durch diese bedeutende Abtragung Grundgebirge oder jungtertiäre Massen oder beide gemeinsam entfernt sind“. Dieser Vorwurf ist nicht stichhältig. Denn auf S. 4 (Sonderdruck) der erwähnten Anzeigernotiz von 1933 gebe ich an: „Am Nordostsporn der Zentralalpen . . . konnte in analoger Weise die flächenhafte Abtragung einer bedeutenden Schichtdecke über dem Krystallin (1000 bis 2000 m) bei gleichzeitiger Aufwölbung und bruchförmiger Zerstückelung der Landscholle festgestellt werden.“ Daraus geht klar und eindeutig hervor, daß bei diesen hohen Abtragungswerten eine Abdeckung von Tertiär über dem Grundgebirge gemeint war. Diese Abtragung hatte ich als tortonisch-alpannonisch angesehen, also in die Zeiträume des höheren Mittelmiozäns, der Obermiozäns und des ältesten Pliozäns verlegt. Daß ich an den kristallinen Massiven (bei dem in Rede stehenden Falle für den Hochwechsel) wesentlich geringere Abtragungswerte vorausgesetzt hatte, geht aus der Stelle auf der letzten Seite derselben Mitteilung hervor, in welcher ich auf die Existenz auch schon altmiozäner und mittelmiozäner, kräftig zerschnittener Mittelgebirge verwiesen und dann betont hatte: „Die Oberfläche dieser miozänen Alpen sind aber von den gegenwärtigen Bergeshöhen durch eine große Kluft einer wahrscheinlich bis zu 1000 m und mehr betragenden flächenhaften Abtragung geschieden.“ Der hier angegebene Höchstwert an Denudationsgröße bezieht sich nämlich in diesem Falle nicht nur, wie beim früheren

Zitate, auf den Zeitraum Torton-Altpannon, sondern umfaßt die Gesamtabtragung von den höheren östlichen alpinen Massiven seit Miocänbeginn, also zusätzlich zu dem vorerwähnten Zeitraum noch jenen des höheren Altploziäns bis zur Gegenwart (mindest 8 Millionen Jahre Zeitdauer!) und jenen des Burdigals und Helvets (wahrscheinlich mindest 15 Millionen Jahre!). Wenn daher in dem vorher angeführten Zitat für den Zeitraum Torton-Altpannon eine Abdeckung von 1000 bis 2000 m mächtigen Lockersedimenten an den Ausläufern des Nordostsporns der Zentralalpen, dagegen für den mindestens dreimal längeren Zeitraum vom Miozänbeginn bis zur Gegenwart eine Denudation von „wahrscheinlich bis zu 1000 m und mehr“ von den nordöstlichen kristallinen Massiven angegeben wurde, so ergibt es sich für den, der auf meine Gedankengänge genauer eingeht, ohne weiteres, daß das Ausmaß denudativer Abräumung von tertiärem Lockermaterial in gleichen Zeiträumen als etwa vier- bis fünfmal so groß von mir angenommen wurde, als die flächenhafte Kammfluren-Denudation im Bereiche der kristallinen Gesteine der Massive.⁴

Allerdings sind diese, auch jetzt noch von mir vertretenen und näher begründbaren Abtragswerte im kristallinen Grundgebirge voll ausreichend, um jede Spur vortortonischer und tortonischer Oberflächen an den Massiven der nordöstlichen Zentralalpen auszuschließen.

Lichtenecker sagt weiter, daß man wohl annehmen müsse, daß meiner Meinung nach die vermutete, enorme pliozäne Abtragung vorwiegend Tertiärmassen abgeräumt habe. „Diese Vorstellung wird aber zu Schanden an den Verhältnissen, die in der Leithabucht bzw. überall an deren Rändern zu beobachten sind: Warum sind hier nirgends in größerer Höhe des Randgebirges solche Tertiärreste erhalten? Warum erscheint nirgends Torton über der 500-m-Linie? Soll all das überall so tief abgetragen worden sein, ohne daß nur ein einziger Rest erhalten blieb?“

Darauf ist zu erwidern: Es ist tatsächlich alles, was in größerer Höhe (über dem gegenwärtigen Niveau von 500 m) gelegen war, zur Gänze abgetragen worden. Warum dies geschehen ist, erklärt sich aus folgenden Umständen:

1. Zunächst ist festzustellen, daß der unmittelbare Grundgebirgssaum im Westen und im Osten des südlichen inneralpinen Wiener Beckens auch im Bereiche des Mesozoikums und Kristallins im großen und ganzen keine größeren Seehöhen als 500 m aufweist, so daß auch das Hinaufreichen der meist lockeren Sedimente des Jungtertiärs zu wesentlich größeren Höhen gar nicht zu erwarten steht. Insoweit sie aber darüber doch noch aufgeragt haben, sind sie eben als obere

⁴ Zu der durch Lichtenecker erfolgten Beanstandung von zwei, seiner Meinung nach einander widersprechenden Daten in meiner, in den Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien 1933 veröffentlichten Mitteilung über „Die tertiären Ablagerungen am Nordostsporn“ stelle ich fest, daß zwischen beiden Angaben kein Widerspruch zum Ausdruck kommen sollte. In dem einen Falle (S. 97) ist, in allerdings nicht gerade glücklicher Weise, eine etwas schroffere Formulierung als im zweiten Falle (S. 100) erfolgt. Ich glaube aber, daß der Leser einen ausgesprochenen Gegensatz kaum darin erblicken dürfte, wenn in einem Zitat die Erhaltung vorpliozäner (ältestpliozäner) ungestörter Abtragsflächen als „kaum mehr vorauszusetzen“, in dem zweiten aber als „nur örtlich zu erwarten“ bezeichnet wird. Es war gemeint, daß die Erhaltung solcher Landformen „kaum“ anzunehmen und eventuell nur örtlich zu erwarten sei.

Decke in den langen Zeiträumen des Jungtertiärs naturgemäß der Abtragung zum Opfer gefallen. Das gilt für den Saum der Flyschzone, für den kalkalpinen Randteil zwischen Mauer und Mödling und für jenen zwischen Auebach, Triesting, Piesting und der Senke der Neuen Welt, schließlich für das Leithagebirge. Es liegen hier eben Bereiche relativ geringer, jugendlicher tektonischer Aufwölbungen vor.

Am Hohen Lindkogel und am Anningermassiv erhebt sich das Triasgebirge bis zu 700 m Seehöhe. Aber gerade in diesem Raume sind bestimmte Anzeichen junger Aufwölbung und Heraushebung der Schollen (Bobies, Küpper, Winkler-Hermaden, L. Kober) teils an Brüchen, teils an Aufbiegungen gegeben. Es ist klar, daß bei einer kräftigen Heraushebung⁵ einer Scholle die angeklebten, nunmehr in größere Höhe gelangenden Torton- (und Sarmat-) Reste in erster Linie einer vollkommenen Denudation unterliegen können.

2. Im allgemeinen ist zu betonen, daß am Saume des Wiener Beckens — in einem gewissen Gegensatz zu den andersgearteten Verhältnissen am Rande der Steirischen Bucht — eine sehr weitgehende Denudation der miozänen Randablagerungen schon während des Tortons, des Sarmats und des Pannons, jeweils die vorher gebildeten Schichten betreffend, erfolgt sein muß. Der Grund liegt darin, daß die Randbereiche des Wiener Beckens in Ost und West, im höheren Miozän und Pliozän eine Mittelstellung zwischen den stärker emporgewölbten alpinen Schollen (kalkalpine Massive, zentralalpine Hochschollen) und zwischen den tiefen, mit bedeutenden jungtertiären Sedimenten erfüllten Senkungsbecken der inneralpinen Bucht und der Kleinen ungarischen Ebene darstellten. Während in den Letztgenannten bis zu mehreren 1000 m (bis 5000 m?) mächtige miozäne und pliozäne Sedimente auf stark sinkendem Boden niedergelegt wurden, hatte in den höheren Teilen der anschließenden östlichen Zentralalpen und Kalkalpen schon damals eine stärkere Hebung stattgefunden. In dem Zwischenbereich relativer Schollenstabilität an den Säumen des Wiener Beckens konnten die Meere des höheren Miozäns und die Süßwasserseen des Pannons — bei verhältnismäßig geringen Schwankungen des Spiegelniveaus — immer wieder ihre abradierende Wirksamkeit in einem kleinen Höhenintervall entfalten bzw. die ihnen zustrebenden Flüsse und Bäche ihre zerstörende erosive Tätigkeit dort ausüben. Das kommt auch in den zonenweise reichlichem Auftreten umgelagerter Leithakalke mit sarmatischen und pannonischen Versteinerungen zum Ausdruck, ferner in der Ineinanderschaltung verschiedenalteriger Brandungsterrassen, und schließlich von in engerem Spielraum sich abwickelnden Tiefenerosionen, Verschüttungen, Wieder- aufdeckungen und neuerlichen Überschotterungen. Im Speziellen ist hervorzuheben, daß schon in den Zeiten des Obertortons weitgehende Zerstörungen tortonischer Ablagerungen erfolgt sind (Th. Fuchs), daß im Sarmat Erosionsrinnen, Grobschutförderung und Schuttkegel auf eine starke Denudation auch noch der tortonisch-sarmatischen Ablagerungen hinweisen und daß das ansteigende Sarmatmeer und die pannonischen Seephase an derselben Küste zerstörend wirksam gewesen sind: Daß die Abtragung in den höhergelegenen Randbereichen in sarmatischer, vorpannonischer und intrapannonischer Zeit die Tortonsschollen völlig entfernt und daß schließlich auch die weitgehende höherpannonische Transgression, der regionale Bedeutung zukommt, durch Bildung von Brandungs-

⁵ In dem vorliegenden Falle dürfte diese Aufwölbung und Heraushebung insbesondere in einer intrapannonischen, zum Teil auch in einer präpannonischen Störungsphase erfolgt sein.

terrassen und rückgreifenden fluviatilen Denudationsflächen noch etwa vorhandene Reste des Torton beseitigt hat, ist ohneweiters annehmbar. Nur wenn man sich der Länge der Zeiträume und der in diesen stattgefundenen morphologischen Veränderungen bewußt wird, kann sich ein richtiger Eindruck von der weitgehenden Zerstörung und völligen Entfernung aller höher aufgewölbten Reste tortonischer und sarmatischer (altpannonischer) Ablagerungen ergeben.

3. Im übrigen ist vorauszusetzen, daß das Tortonmeer in viele höher gelegene Bereiche der Randschollen des Beckens (Rax, Schneeberg, Hochwechsel) gar nicht vorgedrungen war. Dies leuchtet ein, wenn man bedenkt, daß diese Schollen, wie Untersuchungen in der norischen Senke zeigen, im jüngeren Miozän schon Mittelgebirgslandschaften bildeten.⁶ Es konnten daher, da dort keine tortonischen oder sarmatischen Ablagerungen entstanden sind, auch keine Reste derselben erhalten bleiben.⁷

Das Fehlen von höhergelegenen marinen Absätzen des Torton und Sarmats am Saume des Wiener Beckens ist daher teils auf ein primäres Nichtvorhandensein, zum Teil auf nachträgliche Denudation zurückzuführen, welche insbesondere an später stärker aufgewölbten Randschollen kräftiger wirken konnte.

Lichtenecker erhebt weitere Einwände:

„Nimmt man aber an, Winkler meine, Grundgebirge von 1 km oder noch größerer Mächtigkeit sei an den Gebirgsrändern in so junger Zeit entfernt worden, so stößt diese Anschauung auf nicht minder große Schwierigkeiten: Jenseits des Tores von Sauerbrunn setzt die flachwellige Kuppenlandschaft rings um den Sonnenberg die flachen Höhen des Rosaliengebirges gegen N fort. Wenig nördlich davon aber wird der flache Rücken des Leithagebirges von Leithakalken bedeckt. Das bedeutet nicht mehr und nicht weniger, als daß hier unmöglich eine große Masse Grundgebirges im Pliozän abgetragen worden sein kann, denn sonst müßte diese ja über dem Torton gelegen haben.“

Hiezu gilt folgendes:

1. Lichtenecker hat meine Auffassungen nicht richtig gedeutet. Wie schon angegeben, geht aus meinen seinerzeitigen Ausführungen hervor, daß ich für die pliozäne Zeit eine 1000 m betragende Denudation an den Randgebirgen des Wiener Beckens überhaupt nicht vertreten habe, auch nicht für die höheren Massive der östlichen Zentralalpen, geschweige denn für den Gebirgsrand.

An ersteren beträgt die durchschnittliche Gesamtdenudation für die Zeit des Pliozäns und Quartärs, auch meiner heutigen Auffassung nach, nur einige hundert Meter — kaum 800 m. Für jene Kristallin und Kalkalpenbereiche, die im Pliozän nur eine geringere Emporwölbung mitgemacht haben, wird ein noch bescheidernes Ausmaß durchschnittlicher Denudation angenommen.

2. An den unmittelbar von den Miozänmeeren und den pannonischen Seen bespülten Saum des Leithagebirges hat eine ununterbrochene, fortdauernde Denudation des Kristallins während der Zeiten des Torton, Sarmats und Pannons überhaupt nicht stattgefunden. Hier wechselte in vielfältiger Folge eine relative

⁶ Besonders deutlich konnte Höhe, Zertalung und Schuttförderung des intramiozänen, vortortonischen-altortonischen Gebirges an der Koralpe aufgezeigt werden.

⁷ Daß aber das Meer des Torton den Bereich der Buckligen Welt wenigstens teilweise überschritten hatte und seine Absätze von dort nachträglich völlig denudiert wurden, ist zu begründen und entspricht auch der Auffassung von W. Petraschek (Die „Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten“).

Hebung und Senkung der Schollen (tektonisch und in bescheidenem Maße wahrscheinlich auch eustatisch bedingt) miteinander ab: Aufschwemmung und ihr Gegenspiel, die flächenhafte und lineare Denudation, lösten einander oftmals, wahrscheinlich sieben- bis achtmal, ab. Während dieser Vorgänge wurde in den Phasen der Hebung das kristalline Grundgebirge des Leithagebirges sicherlich von der Abtragung mitergriffen und Teile desselben einnivelliert, um sodann mit jüngeren Sedimenten eingedeckt zu werden, nach deren Ablagerung sich das Spiel von neuem wiederholte. Diese vielfach unterbrochene Denudation des Kristallins im Leithagebirge dürfte im Laufe des Neogens keine ganz geringfügige gewesen sein.

Diese Bemerkungen mögen ausreichen, um Lichteneckers Einwände betreffend die Denudationswerte am Nordostsporn der Zentralalpen und des Leithagebirges zu entkräften.

Als weiteren Beweis für die große Bedeutung jungtertiärer Denudation hatte ich auf die so gewaltigen jungtertiären Schichtmächtigkeiten in der Steirischen Bucht, in der Kleinen und Großen ungarischen Tiefebene und im Wiener Becken verwiesen.

Lichtenecker sagt dazu (S. 69): „Daß man nicht von vorneherein aus der großen Mächtigkeit von Beckenfüllmassen den Schluß ziehen darf, das umrahmende Gebirge habe sehr große Höhe besessen, zeigt am besten das Beispiel des ungarisch-kroatischen Beckens, wo man mit einer Mächtigkeit des Jungtertiärs von 4000 bis 5000 m zu rechnen hat.“ ... „Ich glaube, man muß zur Erklärung der Mächtigkeit dieser Ablagerungen nicht sosehr die Annahme einer hohen Umrahmung heranziehen, als vielmehr jene sehr umfangreicher Einzugsgebiete.“

Hier liegt leider eine Nichtberücksichtigung langjähriger Studienergebnisse über den Charakter und die Entstehung der alt- und mittelmiozänen Ablagerungen in der Steirischen Bucht und am Nordostsporn der Zentralalpen vor. Ein wesentlicher Teil der von mir vom Nordostsporn beschriebenen Sedimente abnorm großer Mächtigkeit und der vom anschließenden Brennberggebiet aus durch R. Janoschek und M. Vendl näher beleuchteten Schuttmassen sind ortsnahe Bildungen, die in Mächtigkeiten bis über 1000 m in einer Phase großer tektonischer Beweglichkeit als fluviatile Wildbachschotter (Blockschotter)⁸ und Grobschotter sowie als Murenablagerungen und Hangbreccien⁹ sich abgelagert haben. Nach der Geröllzusammensetzung stammen sie von unmittelbar angrenzenden oder doch sehr nahen Bergen ab, wobei nur kurze Transporte in Frage kommen. Dasselbe gilt im gleichen Maße für altmiozänen, bis zu 3000 m mächtigen mit Riesenblöcken versehenen Wildbachschotter und Bachschottermassen und für die an die 1000 m mächtigen ältermiozänen Blockschotterströme der südweststeirischen Bucht, welche erstere nach ihrem Geröllbestand eine Abtragung ausschließlich des anliegenden kristallinen Gebirges der Koralpe, letztere eine solche von ebendort und aus dem Grazer Kalkbergland anzeigen. Auch ortsnahe tortonische Schuttfelder sind feststellbar. Dasselbe gilt schließlich für gewisse Teile des pannonischen Schuttfächers der steirischen Bucht mit bis zu 600 m mächtigen, vom kristallinen Randgebirge abstammenden Grob- und Feinsedimenten. Ein wesentlicher Teil der miozänen Sedimente und ein nicht ganz unwesentlicher der pliozänen Ablagerungen am östlichen Alpenrande entstammt daher der Denudation der

⁸ Z. B. Sinersdorfer Blockschotter, „Blockstrom“ von R. Janoschek.

⁹ Zöberner Breccien, ortsnahe grobblockige, mächtige Schuttbildungen, im Hartbergstunnel durchfahren (H. Mohr).

unmittelbar angrenzenden Randgebirge, die im untersten Miozän und im Laufe des Mittelmiozäns jeweils Mittelgebirgshöhen erreicht hatten.

2. Selbstverständlich kommen als Ursprungsgebiet für die so mächtigen höhermiozänen-pliozänen Aufschüttungen der Großen und der Kleinen ungarischen Tiefebene und zu namhaftem Teil auch für jene des Wiener Beckens und der Steirischen Bucht nicht nur die unmittelbaren Randgebirge dieser (am Alpen- und Karpathensaum) in Betracht, sondern die gesamten, im Miozän und im Pliozän nach Osten entwässerten Gebirgsbereiche der Ostalpen und ihres Vorlandes, samt anschließender Teile der Böhmisches Masse sowie die Südabdachung der Karpathen.

Diese hier skizzierte Auffassung entspricht von jeher meiner Ansicht. In der oberwähnten Studie im Zbl. f. Min. 1940 hatte ich angegeben: „Unternimmt man den rohen Versuch, ... diese Abtragsprodukte der Ostalpen aus pliozäner und quartärer Zeit auf die Zentralalpen, die Nördlichen Kalkalpen und das Alpenvorland aufzutragen, so zeigt es sich, daß die durch die neuen Bohrungen festgestellten Mächtigkeiten weit ausreichen, um das ganze Alpenrelief in den genannten Bereichen auszugleichen.“ (S. 223.) Schon ein Jahr vorher hatte ich in meinem Beitrag zur „Geologie der Ostmark“ auf S. 404 dasselbe zum Ausdruck gebracht. Aber auch aus der Stilisierung der bezüglichen Ausführungen in meiner Studie „Aufschüttung und Abtragung“ (1933) geht hervor, daß ich nur für den miozänen Abtragsschutt am östlichen Alpensaume — so wie es auch noch gegenwärtig der Fall ist — angenommen hatte, daß er zum größeren Teil von den Randbergen abstammt“ (S. 251).¹⁰

Würde man allein den pliozänen Abtragsschutt der östlichen alpinen Randbecken (südliches inneralpines Wiener Becken, Steirische Bucht, Kleine ungarische Tiefebene und Teile der Großen ungarischen Tiefebene)¹¹ auf einen, etwa 50 km breiten alpinen Randstreifen auftragen, so müßte — nach der Mächtigkeit und Ausbreitung der pliozänen Randsedimente am Alpensaum — eine durchschnittliche Denudation der Berghöhen im Ausmaß von 6000 bis 8000 m erfolgt sein, was natürlich die tatsächlich möglichen Abtragungswerte vielfach übersteigt. Ich habe auch nie daran gedacht, das am Saum der östlichen Alpen niedergelegte pliozäne Sedimentmaterial — im Gegensatz zu jenem des älteren und zum Teil auch des mittleren Miozäns — zur Gänze oder auch nur zum größten Teil von der Abtragung der östlichen Randzone der Alpen abzuleiten. Ich fasse es vielmehr als Aufstappung von Sedimenten auf, die dem Abtrag eines großen Teiles der Ostalpen entsprechen. Es wurde daher bei meinen Deutungen den von Lichtenecker geforderten „umfangreichen Einzugsgebieten“ der sedimentpendenden Flüsse gebührend Rechnung getragen.

3. Zur Frage des Alters und der Entstehung der höhergelegenen Landformen am Anningermassiv.

¹⁰ Der Hauptteil des unter- und mittelmiozänen Schutts der inneren Gebirgsteile der östlichen Alpen blieb teilweise schon innerhalb der Nördlichen Kalkalpen (Ennstalmolasse, Augensteinschotterfelder), teils in der nördlichen Randsenke der Alpen, zum Teil in der norischen Senke Steiermarks und Salzburgs, teils schließlich in den süd- und ostkärntnerischen Becken liegen, gelangte also gar nicht an den östlichen Alpenrand.

¹¹ J. v. Szadeczky hat nachgewiesen, daß die von den Alpen herbeigetragenen pannonischen Sedimente, speziell im Oberpannon, bis in die Große ungarische Tiefebene hinein verfrachtet worden sind.

Ich hatte am Nord- und Südosteck des Anningermassivs auftretende, von der Hochlandschaft desselben um fast 200 m überragte Flächenniveaus (Mitterberg, Kleiner Anninger), welche am erstgenannten zuletzt als Obermiozän oder Altplozän angesehene Schottermassen kappen, in meiner Studie „Über neue Probleme der Tertiärgeologie im Wiener Becken“ (Zbl. f. Min. 1928) mit der höchstgelegenen pannonischen Aufschüttung, also mit dem Höchststand des pannonischen Sees in Verbindung gebracht (S. 246). Ich hatte sie als fluviatile Denudationsflächen gedeutet, welche jünger wären, als die von mir damals noch ins Miozän gestellten Hochflächen des Anningers. Beziehungen dieser Niveaus zu vermuteten Brandungsterrassen an der Nordostflanke des Anningermassivs wurden zwar vermerkt, aber die wenig deutliche Entwicklung der Strandplattformen an der Ostseite des Massivs der nachträglichen Wirkung jüngerer Abrasion zugeschrieben.¹²

Lichtenecker kritisiert meine Deutung wie folgt (S. 62): „Winkler hat die Behauptung aufgestellt, daß die Mitterbergfläche und die Hochfläche des Kleinen Anningers eine fluviatile Abtragsfläche sei, angelegt in jenem Abschnitt des Pontikums“ (richtig Pannons), „als die hochgelegenen Brandungsbreccien am Ostabfall des Anningers zur Ablagerung kamen, die nahezu in die Höhe jener Hochflächen emporreichen. Winkler hat dabei übersehen, daß dieser Seespiegelstand nur von kurzer Dauer gewesen sein kann, denn sonst hätte sich an dem als Kap vorspringenden Ostrand des Anningerstocks eine breite Strandplatte in dieser Höhe entwickelt. Und selbst wenn diese Spiegellage sehr lange angedauert hätte, so hätte mit Bezug auf diese Erosionsbasis niemals eine „Abtragung“ stattfinden können, die den randlichen Teil des Anningerstocks in großer Breite und vollständig erniedrigt, den zentralen Teil aber völlig unangetastet gelassen hätte.“

Dazu stelle ich folgendes fest: 1. Das Fehlen von pannonischen Brandungsterrassen am Anninger in höheren Niveaus — oberhalb der Richardshofterrasse —, obwohl dort durch Breccienbildung und Süßwasserkalklagen ein hohes Hinanreichen des Sees erwiesen ist, betrachte ich in der Tat durch ein sehr rasches Ansteigen des höherpannonischen Sees bedingt.^{12a} Diesem Übergreifen des Sees, das regional auch an den Säumen der Steirischen Bucht und der Kleinen ungarischen Tiefebene nachweisbar ist, folgte das Vordringen fluviatil beherrschter Sedimentation nach, welches wie v. Szadeczky-Kardoss zeigte, bis tief in die Ungarische Ebene hinein, die Ablagerung des unter Flußströmungen entstandenen Unio wetzleri-Sandhorizonts zur Folge hatte. Es ist klar, daß am Saume eines solchen ausgeseichten und zeitweilig ausgetrockneten (Süßwasserkalktümpel des Eichkogels!) Beckens keine Brandungsterrassen entstehen konnten. Die Entstehung der Abtragsflächen am Nord- und Südsaum des Anninger erscheint hingegen als subaerile Abtragsfläche — bei Aussetzen tektonischer Bewegungen in Jahrhunderttausend langer Entwicklung — als das Werk der aus den Talungen im Norden und Süden heraustretenden Flüsse (Schwechattal, Mödlingbachtal) und der an diese Erosionsbasis anschließenden Denudation durchaus verständlich.

2. Daß der Stock des Anningers selbst von dieser Verebnung nicht bzw. nur randlich betroffen worden ist, daß er also einen Restberg darstellt, geht meines Erachtens auf zwei Momente zurück:

¹² Damals (1927) teilte ich noch Hassingers Auffassung eines vielgliedrigen Systems „pontischer“ Rückzugsterrassen (!). Meine neue Auffassung über die Entwicklung des Anningermassivs habe ich indessen in der „Geologie der Ostmark“ (1939—1941, S. 406—411) zum Ausdruck gebracht. Sie entspricht jener J. Büdels-

^{12a} Ursache: relativ rasche regionale Schollensenkungen.

a) Seine Aufragung stimmt fast vollständig mit der Verbreitung der widerständigeren Dachsteinkalke (gegenüber dem leichter zerstörbaren Hauptdolomit) überein, so daß er also einem „Härtling“ entspricht.

b) Er ist abseits von den beiden aus dem Gebirge austretenden alten Talungen (Vorläufer des Schwechat- und des Mödlingtals) gelegen.

Es ist ferner in Betracht zu ziehen, daß, entsprechend dem Auftreten der Einödtal-Störung bei Baden und jüngerer Querstörungen bei Mödling, die Höherhaltung der Anningerscholle auch gegenüber den nördlich und südlich davon gelegenen Zonen des Mitterbergs und des Kleinen Anningers schon vor Entstehung der jüngeren Abtragsflächen auf tektonischen Wege gegeben war, somit der mittelpliozänen Denudation die Bereiche schon vorgezeichnet waren. Ich halte daher sowohl an meiner Auffassung von dem Vorhandensein einer jüngeren pliozänen subaerilen Abtragsfläche an der Nord- und der Südflanke des Anningers als auch an ihrem jüngeren Alter gegenüber der Hochfläche des genannten Bergstockes fest.¹³

4. Die Verbiegungen der höhermiozänen — altpannonischen Schichten am Saum des Nordostsporns der Zentralalpen.

Lichtenecker nahm auf S. 71 zu meiner Auffassung Stellung, wonach die flache Kuppenlandschaft der Buckligen Welt auch deshalb pliozänen (spätpannonischen) Alters sei, weil sie von den Verbiegungen, welche am Saume noch die unterpannonischen Schichten ergriffen haben, nicht mehr betroffen wurde. Lichtenecker will hingegen nur eine Aufbiegung des Beckensaums an einer „verhältnismäßig engbegrenzten Flexur“ annehmen, „ohne daß dabei die flache Kuppenlandschaft verbogen wurde“. Das Pannon reiche nach Lichtenecker nirgends an die Flachkuppen heran.

Dieser Auffassung ist entgegenzuhalten: Das Pannon tritt im Raum von Tatzmannsdorf, Schlaining (und weiter östlich am Südsaum des Günser Horstes) an das paläozoische Grundgebirge heran, transgrediert unmittelbar über diesem und ist mit ihm gemeinsam verbogen. Die unmittelbar anschließende flache Kuppenlandschaft der Schlaininger und Bernsteiner Berge greift ungestört vom Grundgebirge auf das Jungtertiär über.¹⁴

Die Denudationsoberfläche der Buckligen Welt, welche bei Ausgestaltung ihres Flachreliefs in breiteren Zonen die intrapannonische Aufwölbung überwältigte, ist daher zweifellos jünger als letztere und damit pliozänen Alters.

Am Südsaum der Buckligen Welt zwischen Rohrbach, Pinkafeld, Oberschützen, Tatzmannsdorf und Schlaining streichen die der Reihe nach vom Gebirgssaum abfallenden Schichten des Torton, Sarmats und Unterpannons nordwärts in die Luft aus, hatten also das Grundgebirge mindestens an dessen Saum noch überdeckt gehabt (vgl. hiezu das Prof. S. 322 in „Geologie der Ostmark“). Das Alter der Abtragslandschaft aus der Buckligen Welt muß daher jünger als die Aufwölbung sein, an welcher noch Unterpannon Anteil genommen hat.

¹³ Nach meiner seinerzeitigen Auffassung wurden diese Abtragsflächen dem Höchststand des spätpannonischen Sees zugeschrieben. Meine gegenwärtige Ansicht weicht davon nicht weit ab, indem sie die Fluren als jüngstpannonische, im „Daz“ noch wesentlich überarbeitete Abtragsflächen ansieht.

¹⁴ Unbeschadet einer noch jüngeren und flacheren Gesamtaufwölbung der Großscholle der Buckligen Welt, an welcher, wie an der Steirischen Abdachung erkennbar, der Kristallinsporn des Masenberges und die Beckenfüllung der Friedberger Teilbucht gleichsinnig Anteil genommen haben.

Auf die ablehnende Stellungnahme von Lichtenecker gegen die Existenz älterer, mit der Ausbildung der Oberfläche der Buckligen Welt gleichaltriger, aber in die bereits gehobene Hochscholle des Wechsels eingreifender Talungen brauche ich hier wohl nicht näher einzugehen. Denn es ergibt sich schon aus Punkt 2 dieser Ausführungen, daß die Ausbildung solcher, von einer Randverebnung jüngeren Alters aus vorgreifender, vorher aufgewölbte Massive zertalender, reifer bis späterer Talböden, die uns gegenwärtig als Terrassen entgegentreten, durchaus möglich und entgegen Lichteneckers Annahme theoretisch begründbar und verwirklicht ist. Ich weise hier nur auf die an der Nordflanke des Wechsels als Talterrassen entlang des Otterbachtals, des Molzbachtals und des Pestingbachtals (Mariensee) auftretenden deutlichen Flurensysteme hin, welche unzweifelhaft auf die alten Abtragsniveaus der Buckligen Welt, deren Gliederung R. Mbyer gegeben hat, ausmünden. Beide zusammen bilden zwar dem Hochwechsel gegenüber ein jüngeres Oberflächensystem, stehen aber gemeinsam, als einander entsprechende Altflächenreste, den jungen Taleinschnitten gegenüber.

III. Stellungnahme zu den Ausführungen von J. Fink und H. Klimpt in den Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Wien 1948.

1. Zu den kritischen Bemerkungen von J. Fink.

J. Fink meint, daß nach der Zusammensetzung der am Ostrand der Alpen gelagerten Sedimente noch nicht auf den Landschaftszustand im Innern des Gebirges geschlossen werden könne, da ja auch heute noch Feinmaterial an vielen Stellen abgelagert werde. Dazu stelle ich fest, daß natürlich stets ein oft im Einzelnen nachweisbarer Übergang gröberer und feinerer Sedimente ineinander auch im Jungtertiär des Alpenrandes nachweisbar ist (z. B. Übergang der Arnfelser Konglomerate in den tieferen Schliermergel und Sandsteine; der Kreuzbergschotter in den höheren Schlier; die Schwanberger Blockschotter an der Koralpe in die gleichaltrigen, sandig-tonigen Florianerschichten des Torton; verschiedener Schutt- und Deltakegel des Sarmats und Pannons in sandig-tonige Sedimente, wie an anderer Stelle näher ausgeführt worden ist). Es handelt sich also bei der Vergleichung zwischen Landformen und korrelaten Sedimenten nicht um die Gleichsetzung irgend eines einzelnen Sedimenttypus aus einer bestimmten Zeit mit einem morphologischen Niveau, sondern um die Verfolgung der großen horizontalen Oszillationen an den Beckenrändern und in den Gebirgssenken (transgressives Vordringen der Meere und Seen, besonders in Rücksenkungsphasen!) und die damit verknüpften, regionalen Verschiebungen der gröberen und feineren Sedimentation zum Gebirge hin und von diesem weg. Dazu kommt der tatsächlich erbringbare Nachweis sehr wesentlicher zeitlicher Schwankungen in der durchschnittlichen Grobkörnigkeit der gebirgsnahen Aufschwemmungen. Es ist klar, daß sich die in der geologisch-tektonischen Geschichte nachweisbaren Verschiebungen der Abtrags- und Ablagerungssäume, die Zwischenschaltung tektonischer Ruhepausen mit nur flächenhafter Denudation in den Entwicklungsgang und ihre Ablösung durch Perioden schroffer Hebung und Tiefenerosion bei regionaler Betrachtung auch sedimentologisch zum Ausdruck kommen müssen. Die Ableitung von Schlüssen über die Landschaftsgestaltung eines Gebirgslandes kann daher mit gutem Erfolg aus der Ausdeutung der Rand- und Binnensedimentation versucht werden.

Offenbar auf einem Mißverständnis beruht die Annahme J. Finks, daß ich „die Auflösung der die Kalkalpen einst überdeckenden Augensteinschotter“ erst in pliozäne Zeit versetzt hätte. Dies war nie der Fall. Vielmehr nehme ich an, daß die Abdeckung der Augensteinschottermassen in den sehr langen Zeiträumen

des älteren und jüngeren Helvets (Mittelmiozäns) sich vollzogen habe, möglicherweise noch im Torton andauernd. Diese Abtragung wurde sicherlich durch tektonische Vorgänge, und zwar durch eine langandauernde epirogenetische Bewegung im Helvet,¹⁵ eingeleitet, vielleicht auch durch einen Nachklang der savischen Orogenese gefördert. Daß sich in den steirischen Teilphasen und in der attischen Phase neuerliche stärkere Bewegungen orogener und epiogener Natur ausgewirkt haben, kann aus bestimmten Anzeichen geschlossen werden. Die letzte Hauptbewegung ist aber, wie aus meinen Ausführungen in der „Geologie der Ostmark“ und anderen Arbeiten zu entnehmen, nicht wie Fink annimmt, an der Wende des Sarmats und Pannons erfolgt, sondern intrapannonisch (am Ende des Horizonts der *Congeria ornithopsis*). Sie ist meiner Auffassung nach jünger als die Altlandschaft der nördlichen Kalkalpen, welche letztere in ihrer maßgeblichen Ausgestaltung (als Raxlandschaft) in das untere Pannon bzw. ganz nahe an die obere Miozängrenze zu versetzen ist. Daß die „Raxlandschaft“ älter ist, als die letzte bedeutendere Störungsphase der östlichen Alpen, ist daher den Auffassungen von Fink und mir gemeinsam. Nur ist stärkerer Aufwölbung, die Zerstörung dieses Abtragsflächensystems, nach mir erst intrapannonisch erfolgt. Die Raxlandschaft selbst entstand meiner Auffassung nach zwar aus der Augensteinlandschaft des Miozänbeginns, aber in einem vielphasigen Entwicklungsgang aus der heute im einzelnen nicht mehr rekonstruierbaren Oberfläche der Augensteinschotterdecken und der sie begrenzenden Höhen, welche mehr oder minder hoch über der Gipfflur der heutigen Kalkalpen sich ausgebreitet hatten.

2. Zu den kritischen Bemerkungen von H. Klimpt.

H. Klimpt meint, daß meine Untersuchungen nur bewiesen, daß es im Pliozän noch „kräftige Großfaltungen und Schollentektonik“ gegeben habe. „Daß diese Bewegungen, wie Lichtenecker meinte, bereits im Mittelmiozän eingesetzt und so gleich große Teile der Raxlandschaft der Einwirkung der absoluten Erosionsbasis entzogen, konnte bisher nicht widerlegt werden. Auch nicht durch Winklers Nachweis großer jungtertiärer Abtragungsbeträge, denn diese Abtragungsbeträge beziehen sich auf junge Lockermassen und erlauben keine Übertragung auf festen Fels.“

Dazu ergibt sich folgende Stellungnahme: Ich habe am östlichen Alpenrand mehrere große geologische Zyklen mit orogenetischen und epirogenetischen Teilphasen — in Erweiterung der Auffassungen von Petrascheck und Stille — während des jungtertiären Entwicklungsganges feststellen können. (Kräftigste Bewegungen im untersten Miozän, Neuaufleben Gebirgslandschaften erzeugender Bewegungen im oberen Helvet bis zum Anbruch des Torton, starke intrapannonische Störungen nach schwächeren Vorläufern an der Sarmat-Pannongrenze; nachpannonische Orogenese und Epirogenese). Die Bewegungsvorgänge, welche den heutigen Bereich der Raxlandschaft deformiert haben, setzten daher, wenn man der Ausgangsform, den Augensteinschotterfeldern ein untermiozänes Alter zuschreibt, bereits im älteren Miozän ein und dauerten mit Unterbrechungen bis ins Pliozän an. Die Entstehung der Raxlandschaft wird in eine spätere Phase dieses aufsteigenden Entwicklungsganges verlegt, welcher, markiert durch eine längerdauernde Unterbrechung des letzteren, erst die mittel- und oberpliozänen (quartären) jüngsten Hebungen nachfolgten.

Es ist nicht richtig, daß ich die in Tertiärbereichen festgestellten Abtrags-

¹⁵ Daß speziell neue Untersuchungen in den Erdölgebieten Europas die langdauernde Wirksamkeit von Brüchen auch in epirogenetischen Zeiten ergeben haben (Friedl, Sommermeier), sei hier vermerkt.

werte auf das Grundgebirge übertragen habe. Vielmehr stellte ich fest, daß das kristalline Gebirge wesentlich geringere Abtragsgrößen gegenüber den meisten Tertiärbereichen (nicht aber gegenüber tertiären kompakten Blockschotter- und Konglomeratmassen) aufweist. Trotz dieser geringeren Denudationswerte im Grundgebirge sind diese aber — auf Grund direkter Anzeichen (Ermittlung der heutigen Abtragsgröße in den Alpen auf Grund der Geschiebe- und Sinkstoffführung der heutigen Flüsse und ihres Gehalts an gelöstem Material¹⁶ und nach gewissen geologischen Indizien) — so bedeutende, daß mit der Erhaltung von Landschaftsresten aus der Zeit des höheren Miozäns (Torton), geschweige denn solcher aus vortortonischen Zeiten, unmöglich gerechnet werden kann. Bestimmte Momente sprechen jüngst für ein jüngst obermiozänes-altpannonisches Alter der höchsten Landflächenreste.

Eine ausführliche Darlegung der hier nur angedeuteten Gedankengänge und insbesondere die Beibringung umfangreichen Belegmaterials soll in Kürze in einer umfassenderen Veröffentlichung in Druck gehen.

Das Innerste und das Außenwerk der geschichtlichen Religionen.

Von Walter Heinrich.

Die Religionssoziologie hat es bisher dem Geographen, der über die religiösen Zustände fremder Länder berichten soll — seien deren Bewohner Abkömmlinge von hohen Kulturen oder Naturvölker —, wahrlich nicht leicht gemacht. Sie hat ein unüberschaubares und undurchdringliches Material an verschiedenartigen religiösen Vorstellungen, Kulturen und Erscheinungsformen zusammengetragen, die von ihr erfundenen Theorien zur Sichtung und Erklärung dieses gewaltigen Stoffes aber blieben durchaus unbefriedigend: Animismus und Präanimismus, Totemismus und Fetischismus versagten für die Naturvölker (neuerdings widerrief z. B. L. Lévy-Bruhl, wie aus seinem posthum veröffentlichten Tagebuch hervorgeht, seinen Prälogismus, demzufolge das mystische Element der Religionen ein Überbleibsel einer überwundenen, primitiven Stufe menschlicher Geistesentwicklung sei, die eben nur noch bei gewissen, auf einer niederen, „prälogischen und mystischen“ Stufe befindlichen Naturvölkern nachweisbar wäre). Ebenso wenig befriedigten die mannigfachen positivistischen und spiritualistischen Erklärungsversuche für die höheren Mythologien und Religionen.

So haben zwar der Historismus und die empiristische Religionssoziologie einen gewaltigen Stoff gesammelt und zugänglich gemacht, aber je größer diese Fülle des Materials, desto schwerer ist sie zu ordnen und desto mehr versinkt die Religionssoziologie in einen verhängnisvollen Relativismus, dem überhaupt nichts mehr wertvoll und wahr bleibt. Teilweise ist dieser Relativismus auch eine Gegenbewegung gegen den grandiosen Versuch Schellings, in seiner „Philosophie der Mythologie und Offenbarung“ die gesamte Religionsgeschichte auf

¹⁶ Vgl. A. Winkler v. Hermeden, „Geologisches Kräftespiel und Bodenvirtschaft in den Deutschen Alpen“, N. Jb. f. Min., Geol., Pal., Abh. Abt. B, 89. Bd.

¹ Zu Othmar Spann's „Religionsphilosophie auf geschichtlicher Grundlage“ (Wien und Zürich 1947, XIII + 398 S., Gallusverlag und Scientiaverlag).