

Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse
vom 16. März 1933

(Sonderabdruck aus dem Akademischen Anzeiger Nr. 10)

Das wirkl. Mitglied G. Geyer übersendet folgende vorläufige Mitteilung:

»Aufschüttung, Abtragung und Landformung am Ostrand der Alpen« von Artur Winkler-Hermaden.

Auf Grund der in den letzten vier Jahren, zum Teil mit dankenswerter Unterstützung der Akademie der Wissenschaften, zum Teil im Auftrage der Geologischen Bundesanstalt durchgeführten Studien am Ostrand der Alpen ist der Verfasser zu Resultaten gelangt, welche neue Gesichtspunkte für die Erkenntnis der jungen Entwicklung des Ostalpenrandes ergeben und welche als Weiterbildung der bei älteren Studien gewonnenen Anschauungen betrachtet werden können. Eine ausführlichere Behandlung des Gegenstandes (mit Literaturhinweisen) wird an anderer Stelle erfolgen.

1. Die jungtertiären Sedimentmächtigkeiten am östlichen Alpenrand. Seit Beginn des Miozäns ist der Abtragsschutt der östlichen Randgebirge, am näheren oder ferneren Saum, in sehr großer, oft nicht hinreichend gewerteter Mächtigkeit niedergelegt worden, wobei am Zentralalpenrand (steirisches Becken) im Laufe des älteren Miozäns ein Vordringen der für die marinen und fluviatilimnischen Aufschüttungen raumschaffenden Senkungen vom S her zu konstatieren ist. Hierbei wurden zwar fortschreitend breite Teile der östlichen Zentralalpen unter jungen Sedimenten begraben, die bedeutendsten Schichtmächtigkeiten aber nur in begrenzten, tiefen Senken am Saume des zu Miozänbeginn stärker aufsteigenden Gebirges aufgehäuft. So weisen die altmiozänen Radel-Wildbachschotter (einschließlich ihrer, vielleicht noch aquitanen Basischichten) örtliche Schichtmächtigkeiten bis zu 1500 m; die auflagernden mittelgroben, vorwiegend fluviatilen unteren Eibiswalder Schichten solche bis über 1500 m auf. Die höheren Eibiswalder Schichten, samt den konkordant überlagernden Marinbildungen des »Florianer Tegels« (= steirische Grunder Schichten) deuten auf eine bis zu etwa 1000 m mächtige Aufstapelung hin. Dabei stammt der (sichtbare) Abtragsschutt der tieferen der vorerwähnten Komplexe ausschließlich, jener der höheren zum großen Teil nur von den kristallinen Randbergen des südweststeirischen Beckens ab.

Diese Gebirge müssen demnach schon im Altmiozän eine ganz bedeutende und — bei lokaler Anhäufung der Abtragsprodukte in Mächtigkeiten bis zu 4000 *m* — zweifelsohne auch sehr weitgehend flächenhafte Denudation ihrer Oberflächen erfahren haben.

Die Ablagerungen des höheren Miozäns und des Altplozäns am östlichen Zentralalpensaum erscheinen durch eine einsetzende Gebirgsbewegung, vom Südwestteil des steirischen Beckens fortschreitend, abgedrängt und nach N und NO verschoben, nach welcher Richtung hin vorgreifende Absenkungen und Niederbiegungen von im älteren Miozän noch aufragenden Landschollen sich zu erkennen geben. Die »Steirische« Gebirgsbildung des Mittelmiozäns markiert sich durch einen gewaltigen Schutttransport, sowohl im Südteil der steirischen Bucht (Schutt- und Deltakegel der Arnfelder- und Kreuzbergkonglomerate mit grober Materialzufuhr aus den kristallinen Randbergen und dem Grazer Paläozoikum, übergehend in Schlier!) als auch am Nordostsporn der Zentralalpen, wo die zum Teil als Wildbachschotter ausgebildeten Sinnersdorfer Konglomerate und nordöstlich anschließend, die in Marinbildungen übergehende Auwaldschotter und der Brennberger Blockstrom (R. Janoschek) niedergelegt wurden. Im Profil am Wechselsaum lassen sich Schichtmächtigkeiten der groben Schuttbildungen bis zu 2000 *m* erschließen. Eine genaue Abmessung der Mächtigkeit des steirischen Schliers am Saum des Poßruckgebirges ergab einen Wert von zirka 1500 *m*, jene der darüber gelegenen tortonischen Marinbildungen einen solchen von mindestens 500 bis 600 *m*. Die Mächtigkeit der durch Hebungen schon nach der Oststeiermark verdrängten, obermiozänen, sarmatischen Ablagerungen kann nach der Bohrung von Radkersburg (400 *m* im Sarmat!) auf 550 bis 600 *m* geschätzt werden. Das Material stammt zum größeren Teil aus den kristallinen Randbergen, zum kleineren Teil auch aus den Kärntner Gebirgen (karinthischer Schuttkegel!).

Während das ältere Pannon offenbar noch das ganze oststeirische Becken bedeckt hat, erscheinen die jüngeren pannonischen Horizonte auf eine nördliche und nordöstliche, nach diesen Richtungen ausgreifende Senkung am Zentralalpensaum beschränkt und weisen, in einem vorwiegenden Durchzugsland, nur Mächtigkeiten von etwa 500 bis 600 *m* auf, während größere, bis über 2000 *m* betragende Anhäufungen sich erst weiter östlich und südöstlich (Bohrung von Budafapuszta an der unteren Mur, welche in 1737 *m* Tiefe noch pannonische Fossilien lieferte!) einstellen. Auch die pannonischen Ablagerungen des steirischen Beckens, einschließlich jener eines wesentlichen Teiles der kleinen ungarischen Ebene, stammen hauptsächlich von den östlichen Zentralalpen ab. Große, bis 1000 *m* betragende pannonische Schichtmächtigkeiten sind auch im inneralpinen Wiener Becken festgestellt worden (Friedl). Innerhalb des Pannons wurden sowohl in der südöstlichen Steiermark (Gleichenberger Eruptivgebiet) wie auch am Saume des Nordostsporns Anzeichen von Gebirgsbewegungen (vermutlich attische Phase!) festgestellt, mit welcher offenbar auch die ausgedehnten, den ganzen Nordsaum des steirischen Beckens

verhüllenden und auch in die Wiener Bucht vordringenden pannonischen Schuttkegel zusammenhängen.

Erst die Sedimente des jüngeren Pliozäns (Daz und Levantin = Levantin der ungarischen Geologen!), die hauptsächlich auf die östlich der Donau und südlich der Save gelegenen Räume, zum Teil in ebenfalls bedeutender Mächtigkeit, beschränkt erscheinen, bezogen ihr Material außer aus den Zentralalpen wohl überwiegend auch aus anderen Alpentteilen und aus den Karpathen.

Kombiniert man die in den Zonen stärksten Auftrages festgestellten Schichtmächtigkeiten des höheren Miozäns und Pliozäns, so erhält man Werte von 5000 bis 6000 *m*, welche sonach den, natürlich nicht übereinander, sondern in sich verschiebenden Senken, in zeitlicher Folge nebeneinander aufgehäuften Ablagerungen entsprechen. Diese und die aus dem älteren Miozän angegebenen Beträge von Schichtmächtigkeiten lassen erkennen, daß sowohl im Altmiozän, wie auch im Jungmiozän und Pliozän, ganz gewaltige Abräumungen der Alpenoberfläche, beziehungsweise ihrer Randgebiete sich vollzogen haben, was die Erhaltung alter Landoberflächen auf den zentralalpinen Randhöhen aus den Zeiten des älteren oder mittleren Miozäns wohl ausschließt.

2. Direkte Beweise für sehr bedeutende spätmiozäne-nachmiozäne Abtragung am östlichen Alpenrand. Die genaue schrittweise Untersuchung des Profils am Radelgebirge in Südsteiermark ergab, daß hier eine bis zu 2000 *m* mächtige, altmiozäne Schichtenfolge über dem Scheitel dieses steileren miozänen Faltengebölbes denudiert worden sein muß. In noch eindeutigerer Weise läßt sich die Abtragung einer über 1000 *m* mächtigen, mittelmiozänen Schlierdecke und zum Teil auch noch älterer miozäner Schichtglieder an der prächtigen, steilen Antiklinale des Remschnigg und dem breiten Faltengebölbe des Poßbrucks in Südsteiermark feststellen. Am Nordsaum des letzteren streichen die Miozänschichten in voller Mächtigkeit in die Luft aus, um an seinem Südsaum, bei steiler Neigung, in die zugehörige Synklinale Reifnig-St. Lorenzen, südlich der Drau, wieder einzutauchen. Auf den Höhen dieser Berge kappt eine sehr deutliche Abtragsfläche das aufgerichtete Mittelmiozän, ebenso wie das ältere (kristallin-triadisch-kretazisch-altmiozäne) Grundgebirge. Da deren Bildungszeit ins Pliozän fällt, läßt sich die Dauer der Abtragung der alt-mittelmiozänen Schichtdecke auf die Zeiten des Torton, Sarmats und Pannons einengen.

Zeitlich noch genauer fixierbare Daten für junge Abtragung und Landformung gewährt die östliche Steiermark. Während des Pannons (Gliederung nach Krejci-Graf), aber erst nach Ablagerung von dessen unteren Teils, wölbte sich im Südteil der Oststeiermark eine breite Antiklinale auf, sich hierbei offenbar mit einem Primärrumpf überziehend, welche später zum Teil, aber nicht besonders mächtig, eingeschottert wurde, um im Gleichenberger Eruptivgebiet — am Ende des Pannons — von der Basaltdecke des Hochstradens überflossen zu werden. Aber auch dieser, bis 600 *m* Höhe auf-

ragende Basalt, der höchste Punkt der Südoststeiermark (609 *m*), wurde ebenso wie die 596 *m* hohen (ältermiozänen) Trachyandesit-Andesit-Kogeln von Gleichenberg, noch von der jüngstpannonischen Verschüttung eingedeckt. In die vulkanischen Massen eingeschnittene, auch mit Quarzgerölle führenden Lehmen bedeckte, zum Teil recht ausgedehnte Terrassen im Vulkangebiet (zwischen 470 und 580 *m* Seehöhe) sind noch jüngeren, höhermittelplozänen (vermutlich dazischen) Alters.

Ein weiterer sicherer Hinweis auf die regionale Höhenlage der spätpannonischen Landoberfläche im steirischen Becken ergibt sich auch aus der Tatsache, daß die zirka 40 mittelplozänen Basalttuffschlote der Oststeiermark bereits vollständig der zugehörigen oberflächlichen Tuffwälle und der anschließenden Tuffdecke beraubt sind, also das heutige Landniveau schon bedeutend unter die alte Oberfläche der Ausbruchszeit denudiert erscheint. (Der Sedimentboden in die mittelplozäne Landoberfläche eingesenkter Kraterseen krönt heute die Höhen mehrerer Berge!) Auch das Auftreten der, nahezu zur Gänze schon flächenhaft abgetragenen jungpannonischen Schotter, in Form ungezählter und oft großblockiger Einschlüsse in den Tuffschloten, weist nach derselben Richtung hin. Die mittelplozäne Landschaft lag vermutlich mindestens 200 *m* über der heutigen oststeirischen Hügelflur und etwa 350 *m* über den Tälern, wieder ein klarer Hinweis auf die große Bedeutung der spät- und nachplozänen flächenhaften Denudation.

Ein noch tieferes, vermutlich levantines Niveau, das unter anderem auf den paläozoischen Schieferhöhen östlich von Gleichenberg über Grundgebirge und Jungtertiär kappend übergreift, steht augenscheinlich mit der Höhenflur des oststeirischen und wahrscheinlich auch mit jener von Teilen des weststeirischen Hügellandes in engem Zusammenhang. Bei seiner Ausbildung hat eine flächenhafte Ausräumung alle Schichten, vom jüngsten Pannon bis zum Altmiozän, übergriffen und durch eine stärkere, nachfolgende Hebung das flachere Ausgangsniveau nur in einer einheitlich verbreiteten, flach abdachenden, örtlich auch abgebogenen Höhenflur und an einzelnen, darüber etwas aufragenden Terrassen (an Härtlingen) überliefert. Für die Fortdauer der Jungbewegungen (Brüche, faltige Aufwölbung und Schrägstellungen) bis an die Gegenwart heran liegen außer den schon früher beigebrachten Beweisen, zahlreiche neue Belege vor. Vor allem ist an dem Verlauf der jungplozänen und quartären Terrassen in großartiger Weise eine fast vollständige Umorientierung des in den weichen Schichten, unter tektonischen Impulsen, erodierenden steirischen Flußsystems, und dessen Beeinflussung durch Bruchbildung und Verbiegung, festzustellen.

Am Nordostsporn der Zentralalpen (Friedberg—Pinkafelder Teilbecken) konnte in analoger Weise die flächenhafte Abtragung einer bedeutenden Schichtdecke über dem Krystallin (1000 bis 2000 *m*), bei gleichzeitiger Aufwölbung und bruchförmiger Zer-

stückelung der Landscholle, festgestellt werden. Da die Verbiegung in abklingendem Ausmaß Torton, Sarmat und Altpannon, nicht aber mehr das jüngere Pannon ergiffen hat, darf das Alter der Abtragung als tortonisch-altpannonisch angesehen werden. Die deutliche, 700 bis 800 m hochgelegene Landfläche der Buckligen Welt greift kappend und nur wenig verbogen über Tertiär und Grundgebirge hinweg, ist demnach jünger als die vorerwähnte Aufwölbungs- und Abtragsphase. Sie wird ans Ende des Pannons gestellt und verdankt ihre gegenwärtige Höhenlage und Zergliederung einer spätpliozänen-quartären Hebung. Auch im Wiener Becken liegen Anzeichen für gewaltige junge Abtragsvorgänge vor, wobei nur auf die vollständige Ausnivellierung des auch noch über einen beträchtlichen spätpliozänen Verschiebungsanteil verfügenden großen Leopoldsdorfer Bruches (Friedl) und anderer jüngerer Dislokationen verwiesen sei.

In der schwierigen Frage nach dem Alter und der Entstehung höhergelegener, auf den Randbergen der Zentralalpen auftretenden Landflächenreste erscheint die Auffassung naheliegend, daß ältere, als pliozäne Flächenreste — angesichts der geschilderten gewaltigen Abtragungen — vermutlich nicht mehr voraussetzen sein werden. Die auffallend einheitlich feinkörnig ausgebildeten, unterpannonischen Congerientegel im steirischen Becken (auch am Beckensaum bei Hartberg und Pinkafeld) lassen — am ausgesprochensten unter allen jüngeren Sedimenten der Bucht — ein weitgehend ausgeflechtes Randrelief zur Entstehungszeit erwarten. Es wird vermutet, daß hochgelegene und stark verstellte Reste älterer Landflächen, die an den Randgebirgen erscheinen, dieser Zeitspanne entsprechen und schon durch die attische Gebirgsbildung, beziehungsweise deren angenommene altpliozäne Phase, ihre Dislozierung und Überhöhung erfahren haben. Für alle Fälle wird — unbeschadet ausgesprochener tektonischer Vorzeichnung der Räume jüngerer flächenhafter Abtragung — an der Ausbildung mehrerer und verschiedenaltiger Abtragssäume im Pliozän am Ostrand der Alpen festgehalten, von denen freilich die jüngeren nur in bevorzugten Randzonen oder in leicht ausräumbaren Beckenteilen zur Ausbildung gelangen konnten. Das Hauptergebnis ist aber die Feststellung eines sehr jugendlichen, kaum über das Pliozän hinausreichenden Alters des Zentralalpenrandreliefs.

3. Allgemeines. Der junge Entwicklungsgang der Randgebiete der Ostalpen ist, entsprechend älteren Darlegungen des Verfassers — unbeschadet der Erkenntnis auch sehr langdauernder Wirksamkeit tektonischer Bruchbildungen und Verbiegungen — ein mehrzyklischer. Besonders heben sich im Jungtertiär ein altmiozäner, ein höhermittelmiozäner-ältestpliozäner und ein jüngerpliozäner-rezenter Hauptzyklus hervor. Wahrscheinlich ist nur der Abschluß des zweiten und der dritte Zyklus morphologischer Forschung zugänglich und bildet den Inhalt des von Machatschek, Hassinger, Aigner,

Sölch, Lichtenecker und vielen anderen aufgeklärten Ablaufs morphologischen Geschehens der östlichen Alpen, dessen jüngere Stadien vor allem unter dem Einfluß großer Hebungsvorgänge (im jüngeren Pliozän und Quartär) gestanden sind. In diesem Punkt berühren sich die Ergebnisse nahe mit Auffassungen L. Kober's und Vermutungen J. Stiny's einer spätpliozän-altquartären Alpenhebung und Modellierung.

Besondere Beachtung verdient die Tatsache, daß, nach den bei allen drei Hauptzyklen gemachten Befunden, auf die große Aufwärtsbewegung der alpinen Randschollen jeweils wieder eine, größere Teile derselben erfassende, kürzere Senkung, gewissermaßen ein Rücksinken, sich eingestellt hat, wie es insbesondere in der Verschüttung unmittelbar vorher gebildeter, mittelmiozäner Rinnen an der Koralpe und in der so deutlich auf über 100 *km* verfolgbaren Niederbiegung und Überschotterung des nördlichen steirischen Beckensaumes, welcher der altpliozänen Gebirgsbildung folgte, zum Ausdruck kommt.

Hatten somit der letztere, große (pliozäne) tektonisch-morphologische Zyklus die Höhengestaltung des östlichen Alpenrandes neu geschaffen, so muß doch schon am Beginn des zweiten (mittelmiozänen) und ebenso an jenem des ersten (altmiozänen) Hauptzyklus bereits die Existenz eines ausgesprochenen, kräftig zerschnittenen, alpinen Mittelgebirges auf Grund der korrelierten Sedimente vorausgesetzt werden, welches allerdings zweimal einer weitgehenden Einrumpfung (im älteren Mittelmiozän und im ältesten Pliozän) anheimgefallen war. Die Oberflächen 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.

Die erzielten Ergebnisse lassen den jungen Entwicklungsgang des Alpenrandes als einen noch wesentlich inhaltsreicheren und sowohl in geologischer, wie in morphologischer Hinsicht mehrzyklischen erscheinen. Die ermittelten Abtragswerte bedingen eine, wenn auch, wie es schon in der Natur der Sache liegt, nicht vollständige Angleichung an die in den Westalpen angenommenen hohen Werte junger Denudation, wodurch eine bisher bestehende Diskrepanz in den Auffassungen zwar nicht beseitigt, so doch bedeutend gemildert wird. Aber auch die gerade von ostalpinen Forschern herausgearbeitete Vorstellung junger Alpenhebung erscheint nunmehr als ein noch großartigerer Vorgang, wie bisher angenommen, während der Wirksamkeit eustatischer Spiegelschwankungen — an gleichsinnigen Transgressionen am Alpenrand erschließbar — nur ein untergeordneter, wenn auch nicht ganz zu vernachlässigender Einfluß einzuräumen wäre.