

Die Westkarpaten in der Diluvialepoche.

Von M. Klimaszewski, Kraków.

Zur Zeit der maximalen Vereisung in Polen „Cracovien“ (9), die nach Woldstedt (11) der Elster-Eiszeit entspricht, war das Relief der Westkarpaten im Abschnitte von Olza bis San dem jetzigen Stande sehr ähnlich. Die Talböden im unteren Laufe waren bereits bis zum jetzigen Niveau vertieft, im mittleren und oberen dagegen befanden sie sich in der Höhe von 1 bis 30 *m* über der heutigen Talsohle. Nur größere Flüsse von stärkerer Erosionskraft (Dunajec, San) besaßen schon damals auch im mittleren Laufe bis zum jetzigen Niveau vertiefte Talböden.

Die nordische Vereisung „Cracovien“ reichte in Südwest-Polen bis in die Westkarpaten. Das Inlandeis durchschritt und bedeckte das karpatische Hügelland, welches in der Höhe von 340 bis 400 *m* eingeebnet worden war, und gelangte bis an die karpatische Bergstufe von über 400 *m* Höhe. Sein Bereich steht im Einklang mit der Oberflächen-gestaltung (4). Die etwas unebene Oberfläche des Inlandeises befand sich im nördlichen Teile des karpatischen Hügellandes in einer Höhe von 420 *m* und im südlichen Teile in einer Höhe von 350 *m*. Seine Mächtigkeit betrug hier zirka 80 bis 130 *m*. Die Spuren dieser Vereisung finden sich in dem karpatischen Hügellande vor in Form von spärlichen Resten der Grundmoräne, von erratischen Schottern und Mischschottern und vor allem von erratischen Blöcken, von verschiedener Größe bis zu 2 *m* Durchmesser.

Südlich von dem Bereiche dieser Vergletscherung wurden in allen westkarpatischen Flußtälern, also in dem Tal der oberen Weichsel (5), Soła, Skawa, Raba (2), Dunajec (8, 3), Wisłoka, Wisłok und San Spuren einer hohen Aufschüttung gefunden, die fast fertige Talformen mit Flußmaterial bis zu bedeutenden Höhen ausfüllte. Smoleński (8) war der erste, welcher auf diese Erscheinung in den Westkarpaten Aufmerksamkeit lenkte. Die Ablagerungen dieser Aufschüttung erhielten sich nur selten in der Gestalt von Akkumulationsterrassen; es sind am meisten nur an die Talgehänge angelehnte Fetzen von Flußmaterial. Diese Ablagerungen reichen mancherorts ununterbrochen vom Talboden bis zu bedeutenden Höhen, die in einzelnen Tälern verschieden sind. Die Mächtigkeit dieser Aufschüttungen war von der Flußgebietgröße und der Talform abhängig. In den meisten Tälern betrug sie zirka 30—50 *m*, im Santale 50—70 *m* und im Dunajectale 90—120 *m* über der heutigen Talsohle. Die Aufschüttungshöhe vergrößerte sich in allen diesen Tälern flußabwärts und erreichte ihr Maximum am Übergange vom bergigen zum hügeligen Talabschnitt, an jener Stelle, bis zu welcher vom Norden das Inlandeis reichte. Die Aufschüttungen der bergigen Talabschnitte bestehen aus Karpatenschottern, zusammen mit Sand und Flußlehm.

Die Erscheinung der Aufschüttung verlief etwas anders im Dunajectale, welches gleichzeitig im oberen Laufe (Tatragebirge) vergletschert war (1, 7). In den Schottern der hohen Aufschüttung des Dunajectales überwiegen absolut Quarzitzerölle (bis 90%) über die sehr verwitterten Granitgerölle. Dieser Schottertypus baut nach Halicki (1) in dem Becken von Podhale, am Fuß der Tatra, fluvioglaziale Schwemmkegel von der Mächtigkeit bis zu 80 *m* auf, welche mit der ältesten, maximalen Tatravergletscherung verknüpft sind. Diese Schwemmkegel gehen in die hohe Aufschüttung des Dunajectales

über, wodurch die Gleichzeitigkeit der hohen Aufschüttung mit der maximalen Tatravergletscherung bewiesen wird.

In den vorkarpatischen Talabschnitten, welche von dem Inlandeise bedeckt waren, wurde auch eine Aufschüttung festgestellt, welche direkt in die hohe Aufschüttung der bergigen Talabschnitte übergeht. Die stratigraphische Reihenfolge der Diluvialbildungen in den nördlichen Teilen der westkarpatischen Täler sieht folgendermaßen aus:

Im Liegenden befinden sich rein-karpatische Flußbildungen (meistens Schotter) von einer Mächtigkeit von 30 bis 50 *m*. Auf ihnen liegt die Grundmoräne (gewöhnlich verwaschen), die manchmal typische Bändertone unterlagern, und auf ihr sind Mischschotter, Flußsand und Lehm aufgelagert.

Die Flußablagerungen, welche unter der Moräne liegen und der ihnen entsprechende untere Teil der Aufschüttung der bergigen Talabschnitte verbinden wir mit der Transgression des Inlandeises, die Ablagerungen, welche sich auf der Moräne befinden, mit seiner Regression. Den oberen Teil der hohen Aufschüttung der bergigen Talabschnitte bringen wir mit der Stagnation des Inlandeises an der karpatischen Bergstufe in Verbindung, in der Zeit, als es die westkarpatischen Talmündungen verstopfte.

Die oben angeführten Feststellungen bilden also einen Beweis für die Gleichzeitigkeit und den Zusammenhang der hohen Aufschüttung der westkarpatischen Täler mit der Transgression und dem Halt des Inlandeises zur Zeit der maximalen, nordischen Vereisung „Cracovien“. Dasselbe beweist auch das hypsometrische Kriterium, u. zw. der Zusammenhang der Kulminationsstelle der Aufschüttung mit der Grenze des Inlandeises.

Betreffs des Dunajctales beweisen die Feststellungen eine Gleichzeitigkeit der maximalen Tatravergletscherung mit der maximalen nordischen Vereisung.

Zur Zeit der maximalen Ausbreitung des Inlandeises im Zusammenhange mit der Erschwerung des Gewässerabflusses fanden im Gebirgsinnern, im Raum der niedrigen Wasserscheiden seitliche Abflüsse und Vereinigungen der Gewässer der benachbarten Flußgebiete statt, u. zw. verbanden sich die gestauten Gewässer der Raba mit denen der Skawa (bei Chabówka) und in der großen Vertiefung von Jasło—Sanok die Gewässer von Wisłok mit denen von San und Wisłoka.

Während der Regression des Inlandeises schritt das Durchschneiden, die Ausräumung und Mischung des Flußmaterials mit dem erraticen (hauptsächlich Mischschotter) vorwärts. Der Rückzug des Inlandeises gestaltete sich ungleichmäßig im Zusammenhange mit der Oberflächengestaltung. Die Stillstandstadien während des Rückzuges fanden an der Grenze der physiographischen Einheiten von verschiedener Höhe und Textur statt. Sie traten vor der Stufe des karpatischen Hügellandes und vor dem Rande des Vorgebirges in Erscheinung.

Mit den Rückzugsstadien waren die Abflüsse der Karpaten- und Gletschergewässer in benachbarte Flußgebiete verbunden, natürlich bei günstiger Oberflächengestaltung. In der Zeit des Rückzuges des Inlandeises, noch im Gebiete des karpatischen Hügellandes, flossen die Gewässer der Weichsel in das Olsatal (5), der Skawa ins Sołatal, des Dunajec ins Biła-Dunajewatal. In der Zeit des Stillstandstadiums des Inlandeises vor der Stufe des karpatischen Hügellandes flossen die Gewässer der Raba—Dunajec—Wisłoka (2, 3)—Wisłok und San ins gletscherfreie Dniestratal (6).

Während des Interglazials „Masovien I“ dauerte noch weiter die Ausräumung der Täler an und zugleich fand das Zerschneiden der Erosionstalböden im mittleren und oberen Laufe um 1—20 *m* statt.

Mit der Zeit der nordischen Vereisung „Varsovien II“ (Saale-Eiszeit) verbinden wir die Ablagerungen der Akkumulationsterrasse mit felsigem Sockel im bergigen Laufe und der Akkumulationsterrasse in dem hügeligen Talabschnitte von einer Höhe von 10 bis 20 *m*. Sie besteht hauptsächlich aus Schotter und Lehm, worüber sich oft Löß befindet. In den Talabschnitten im Hügellande finden wir erratices Material im unteren Teile dieses Schotters in sekundärer Lage. Diese Terrasse hat eine bedeutende Ausbreitung; sie ist gut erhalten und kann in allen Tälern beobachtet werden.

Im Dunajectale weist sie den Charakter eines fluvioglazialen Schwemmkegels auf, der mit der zweiten Tatravergletscherung verbunden ist (1). Im Becken von Podhale besitzt sie eine Höhe von 40 m und unterhalb des Beckens erreicht sie eine Höhe von 15 m. Sie wird von überwiegenden Granitschottern (bis 60%) aufgebaut.

Während des Interglazials „Masovien II“ erfolgte eine Vertiefung und Ausräumung dieser Akkumulationsablagerungen und ein Zerschneiden des Erosionstalbodens durch Flüsse (im bergigen Laufe) um 1–10 m.

Mit der Zeit der letzten nordischen Vereisung „Varsovien II“ (Weichsel-Eiszeit) verbinden wir die akkumulative Talbodenterrasse von einer Höhe von 4 bis 6 m. Im Liegenden besteht sie aus Schotter und sonst hauptsächlich aus Sand und Lehm. In den Becken von Krosno und Jasło bildeten sich in dieser Zeit Stauseen mit Torf und Seekreide. Die paläobotanischen Untersuchungen dieser Stauseeablagerungen an der Jasiołka (Nebenfluß der Wisłoka) wiesen ihre Gleichzeitigkeit mit der letzten Vereisung in Polen auf (10).

Im Dunajectale besitzt diese Terrasse wieder den Charakter eines fluvioglazialen Schwemmkegels; sie ist mit den Moränen der letzten Tatravereisung verbunden. Im Becken von Podhale hat sie eine Höhe von 15 m, welche sich im unteren Laufe auf 6–9 m verringert. Sie besteht aus stark überwiegenden Granitschottern (bis 90%).

Während der Postglazialperiode, zur Zeit des Klimaoptimums, wurden diese Talbodenterrassen bis zum heutigen Flußniveau zerschnitten und erst nach dem Klimaoptimum folgte eine neue Akkumulationsperiode, welche bis heute dauert. Die Ablagerungen der jetzigen Akkumulation sind in die zerschnittenen älteren Talbodenterrassen eingeschaltet.

Literatur.

1. Halicki B., Dyluwjalne zlodowacenie północnych stoków Tatr. La glaciation quaternaire du versant nord de la Tatra. Bulletin du Service Géologique de Pologne. V, Nr. 3–4, Warszawa 1930.

2. Klimaszewski M., Z morfogenezy polskich Karpat Zachodnich. Über die Morphogenese der polnischen Westkarpaten. Revue mensuelle de géographie. XII, Nr. 5–9, Kraków 1934.

3. Klimaszewski M., Morfologja i dyluwjum doliny Dunajca od Pienin po ujście. Morphologie und Diluvium des Dunajectales von den Pieninen bis zur Mündung. Bulletin du Service Géographique, V. XI, Warszawa 1937.

4. Klimaszewski M., Zasiąg maksymalnego zlodowacenia w Karpatach Zachodnich. Die Grenze der maximalen Vereisung in den Westkarpaten. Revue mensuelle de géographie. XIV, Nr. 3–4, Kraków 1936.

5. Książkiewicz M., Utwory czwartorzędowe pogórza Cieszyńskiego. Über die Quartärbildungen im Teschener Hügellande. Schlesische Publikationen der Poln. Akad. der Wissenschaften, Geologie. Nr. 2, Kraków 1935.

6. Romer E., Kilka przyczynków do historii doliny Dniestru. Contribution sur le développement de la vallée du Dniestr. Kosmos. 31, Lwów 1907.

7. Romer E., Tatrzańska epoka lodowa. The Ice Age in the Tatra Mts. Travaux Géographiques publiés sous la direct. Romer, XI, Lwów 1929.

8. Smoleński J., O wysokich terasach dyluwjalnych na zboczach kotliny Sądeckiej. Über die hohen Diluvialterrassen an den Rändern des Beckens von Sącz. Bull. de l'Academ. des Sc. Série A, 47, Kraków 1918.

9. Szafer W., Zarys stratygrafji polskiego dyluwjum na podstawie florystycznej. Entwurf einer Stratigraphie des polnischen Diluviums auf floristischer Grundlage. Annal. de la Soc. Géol. de Pologne, V, Kraków 1928.

10. Szafer W., Jaroń B., Plejstocenijskie jezioro pod Jasłem. Pleistocene Lake near Jasło in Poland. Starunia. Publikation der Pol. Akad. d. Wiss., Kraków 1935.

11. Woldstedt P., Einige Probleme des osteuropäischen Quartärs. Jahrb. d. Preuss. Geol. Landesanstalt, 54, Berlin 1933.

Diskussion.

St. Pawłowski: In seinem Vortrage hat sich Klimaszewski nur auf einige Einzelheiten der Diluvialepoche in den Westkarpaten (streng genommen Westbeskiden) beschränkt.

Zuerst, was die Entstehung von Stauseen in den westbeskidischen Flußtälern, speziell im Dunajectal und im Krosnobecken anbetrifft, sind bisher keine evidenten Beweise (Spuren von Seeablagerungen, die Verbreitung von Stauseen ...) für solche Stauungen gefunden worden.

Auch die Aufschüttung bis zu dem heutigen Talboden, welche mit der Vergrößerung der Akkumulationstätigkeit des Wassers infolge der Stauung bestehen soll, läßt sich nicht beweisen. Wenn wir es auch mit lokalen Schotteranhäufungen (z. B. an Flußmündungen) und lokalen Stauprozessen hie und da zu tun haben, so ist die an Talgehängen vorkommende Schotterzerstreuung mehr durch normale Akkumulation im trockenen Klima während der Eiszeiten zu erklären, als durch Stauung, um so mehr als wir es mit solchen Aufschüttungen auch in ostbeskidischen Tälern zu tun haben, in welchen aber die Verstopfung der Talmündungen durch Landeis ausgeschlossen ist. Ich meine hier z. B. das Czeremosztal.

Dazu kommt noch, daß sich in den westbeskidischen Flußtälern nur die Nieder- und Hochterrasse besser erhalten hat, während ältere Terrassen in kleinen Resten vorkommen, jedenfalls aber in einem solchen Zustande sich befinden, welcher ihre Rekonstruktion im hohen Grade erschwert und ihre Verbindung sowie Parallelisierung mit Tatravergletscherungen unmöglich macht. Es hat auch Klimaszewski keine genaue Aufnahme der Terrassen und keine darauf basierten Längsprofile uns geliefert und sich nur auf einzelne Querschnitte und Aufschlüsse beschränkt.

Was nun die Hochterrasse (12—25 m) anbetrifft, so ist sie — soweit meine Arbeiten und Erfahrungen im Dunajectal (1915), im Wislokatal (1925), im Rabatal (1932) sowie in anderen karpatischen Tälern (San, Czeremosz . . .) hinreichen — keine Akkumulationsterrasse, wie es Klimaszewski behauptet, und wie es seiner Hypothese der Aufschüttung entsprechen könnte, sondern eine mit einer dünnen Decke von Schottern bestreute Felsterrasse.

Auch das Alter der Hochterrasse ist fraglich. Wenn man sie, je nach der Lößbedeckung mit älterer (Riß)Eiszeit zu verbinden pflegt, während die Niederterrasse, welche zugleich eine Hochwasserterrasse in vielen Tälern ist (1), der jüngsten (Würm)Eiszeit zugezählt wird — wie ist diese Erscheinung eben mit der Tatsache in Einklang zu bringen, daß im mittleren und im unteren Weichseltal die postglazialen Terrassen bis 50 m sich erheben. Nachglaziale Hebungen werden sowohl für die Karpaten, wie für das Polnische Tiefland doch nachgewiesen.

F. Klute: Die älteste Vereisung der Westkarpaten, die sich durch restliche fluvioglaziale Schotterauskleidung an den Talhängen der nördlichen Tatrataler zeigt, war sicher vorhanden, denn die Größe und Form der Schotter spricht für glaziale Entstehung und ihr Verwitterungszustand für ihr Alter, wie Halicki nachgewiesen hat. Ungeklärt scheint mir nur der Grund für die starke Aufschotterung, die noch bis zum Rand der Karpaten die Täler erfüllte. Die stärkere Schotterführung zur Eiszeit kann dies nicht erklären, da die Höhe der Schotter trotzdem beim Austritt aus den Tälern in das tiefere Vorland hätte abnehmen müssen. Eine Eisstauung scheint auch unwahrscheinlich, da die Eisrandlage der ältesten Vereisung des nordischen Inlandeises immerhin weiter vom Karpatenrand entfernt war. Es wäre zu überlegen, ob nicht eine tektonische Bewegung entweder des Gebirges oder des Vorlandes die Ursache dieser starken Aufschotterung der ältesten Vereisung in den Karpatentälern war.

Daß die der letzten Eiszeit entsprechende Niederterrasse nur etwa 5 m hoch ist, entspricht auch ungefähr der Höhe der Niederterrasse am Rhein, sowohl im breiten Oberrheinalgraben wie in der Engtalstrecke unterhalb Bingen. Daß bei den nördlichen Karpatenflüssen die Niederterrasse bei extremen Hochwässern überschwemmt werden kann, hat wohl seinen Grund darin, daß es sich um Gebirgsflüsse handelt, deren Wasser nicht wie beim Rhein durch große Seen reguliert wird.

M. Klimaszewski: 1. Auf den Einwurf, daß im Dunajectal keine höheren Terrassen als 30—40 m relativer Höhe sich befinden und deshalb kein Beweis für die hohe Aufschüttung des Dunajectales (bis 90—120 m relative Höhe) existiere, erwiderte Klimaszewski, daß er im Vortrage am deutlichsten aufzeigte, daß die Reste der hohen Aufschüttung nur selten in der Gestalt von Akkumulationsterrassen, sondern als an die Talgehänge angeklebte Aufschüttungsüberbleibsel von Flußmaterial erhalten sind; diese reichen mancherorts vom Talboden bis zu 90—120 m über den Dunajecspiegel. Dabei machte Klimaszewski bei den Forschungen des Diluviums aufmerksam auf die Notwendigkeit der Anwendung nicht nur der morphologischen, sondern auch — und vor allem — der geologischen Methode.

2. Betreffs der Parallelisierung der Nord- mit der Tatravereisung glaubt Pawłowski, daß diese sich auf ungenügenden Kriterien stützt, nämlich auf der gleichen Relativhöhe der Moränenbildungen im Tatravorlande und im karpatischen Hügellande. Hingegen stellte Klimaszewski fest, daß die Parallelisierung der maximalen Tatravergletscherung mit der maximalen nordischen Vereisung auf Grund der Feststellung der hohen Aufschüttung im ganzen Dunajectale (in zahlreichen Aufschlüssen!), die in Podhale in die fluvioglazialen Kegel der maximalen Tatravereisung (Halicki) übergeht und im karpatischen Hügellande (talabwärts von Czchów) mit den Ablagerungen der maximalen nordischen Vereisung sich verbindet, durchgeführt wurde.¹⁾ Das schließt auch die vom Prof. Klute angenommene tektonische Ursache dieser hohen Aufschüttung aus.

3. Was die feinen Stauseeablagerungen anbelangt, die nach Pawłowski notwendig die hohe Aufschüttung der Täler begleiten mußten, erwiderte Klimaszewski, daß er im karpatischen Hügellande und in der vorkarpatischen Niederung unter der Moräne Bändertone gefunden hat, wogegen in den

¹⁾ Diese Verbindung wurde vom Verfasser auch auf den schematischen Profilen (auf der Tafel gezeichnet) gezeigt.

gebirgigen Talabschnitten diese nicht festgestellt wurden wegen der Talverschüttung mit grobem Material. Was die von Pawłowski bezweifelte Existenz eines diluvialen Stausees im Jasło-Krosno-Becken anbelangt, beruft er sich auf die Arbeit von Prof. Szafer, die von der Poln. Akad. der Wiss. veröffentlicht wurde (1935).

4. Betreffs des Alters der Talbodenterrasse, die S. Pawłowski im ganzen als Alluvialterrasse betrachtete, hat sich Klimaszewski auf die Ergebnisse der Untersuchungen im Dunajectal berufen, wo diese Terrasse in die fluvioglazialen Kegel der letzten Tatravereisung übergeht, und auf die Arbeit von W. Szafer „Pleistocene lake near Jasło“ („Starunia“, Kraków 1935), in welcher auf Grund der pollenanalytischen Untersuchungen die Entstehung der Talbodenterrasse der Jasiołka (Nebenfluß der Wisłoka) mit dem Klima der letzten nordischen Vereisung in Verbindung gestellt wurde. Da das Hochwasser diese Terrasse überschwemmt, ergibt sich, daß ihre Form wirklich alluvial, aber das Material größtenteils diluvial ist. Oberhalb dieser Terrasse befindet sich die höhere Terrasse (10—20 m relative Höhe, nach Pawłowski Würm-Terrasse), die erst mit Löß örtlich bedeckt ist, was den Verhältnissen, die die Exkursionsteilnehmer im Donaugebiet beobachtet haben (Riß-Terrasse mit Löß, Würm-Terrasse ohne Lößdecke) entspricht.

F. Nußbaum: Es ist erfreulich, festzustellen, daß zu den Untersuchungen von E. Romer, L. v. Sawicki, Pawłowski u. a. nun noch die Beobachtungen des Vortragenden gekommen sind; dadurch hat das Gesamtbild der Eiszeit in den Karpaten eine wesentliche Ergänzung erfahren. Etwas befremdend erscheint die geringe Mächtigkeit der Niederterrasse; es wäre zu untersuchen, ob dieselbe postglazial eine Abtragung erfahren hat.