

Die Eiszeit in der Czarnohora*).

Von Dr. Stanisław Pawłowski.

(Mit einer Kartenskizze.)

Czarnohora, die schöne Gebirgsgruppe der Ostkarpathen, wird begrenzt: im W durch den Tatarenpaß (931 *m*), im O durch den tiefer gelegenen Teil des Hauptrückens (südlich vom Berge Waskuł), welcher an dieser Stelle die Höhe von 1342 *m* kaum erreicht (vgl. die Spezialkarte 1 : 75.000, Bogdan).

Der Hauptrücken der Czarnohora (siehe die nachstehende Kartenskizze), welcher über 30 *km* mißt, zieht sich in sanft gebogener Linie von NW nach SO; aber auch in der Vertikalrichtung zeigt die Kammlinie schwache Entwicklung und geringe Gestaltung. Die Czarnohora beginnt im W mit dem Szesaberg (1564 *m*) und endet im O mit dem Gropa (1773 *m*). Zwischen diesen beiden Bergen ragen die kegelförmigen Gipfel folgender Bergspitzen von W angefangen: Pietros (2022 *m*), Howerla (2058 *m*), Breskuł (1911 *m*), Pożyżewski (1822 *m*), Dancercz (1866 *m*), Turkuł (1935 *m*), der Große Tomnatyk (1997 *m*), Łemska Hora (2036 *m*), Munczel (2002 *m*), Pop Iwan (2026 *m*). Die niedrigsten Pässe zwischen den aufgezählten Bergspitzen erreichen folgende Höhen: 1469 *m*, 1462 *m*, 1824 *m*, 1765 *m*, 1734 *m*, 1788 *m*, 1782 *m*, 1919 *m*, 1815 *m*, 1690 *m*. Wir sehen also, daß auf der Strecke von der Howerla zum Pop Iwan der Hauptkamm nicht unter 1700 *m* fällt. Es ist ein Gebirgswall von kompakter und wenig zerrissener Struktur. Der Pietros hingegen, welcher durch einen tiefen Einschnitt (zirka 1500 *m*) von der Howerla geschieden ist, steht gleichsam abseits und bewahrt hierdurch seine in die Augen fallende Individualität.

Von dem Hauptrücken der Czarnohora zweigen sich nach N und S, gewöhnlich unter einem rechten Winkel, zahlreiche Glieder ab, welche zugleich die Wasserscheiden für die Bäche bilden, die von der Czarnohora herabfließen. Diese Bäche aber sind die oberen Quellenarme des Pruth, des Czeremosz und der Theiß, deren dichte Wasseräderchen die Czarnohora umspannten und indem sie sich quer zum Hauptrücken eingruben, gaben sie ihr das gegenwärtige landschaftliche Gepräge.

Die nordwestlichen, westlichen und südwestlichen Hänge nahm die Theiß ein, die nördlichen, östlichen und südöstlichen Hänge der Pruth und sein Nebenfluß Czeremosz. Besonders zu erwähnen ist von

*) Vgl. Literaturverzeichnis Nr. 89.

den linken Zuflüssen des Schwarzen Czeremosz der Bystrzec mit den Bächen Gadżyna und Kicia, außerdem die Dżembronia mit dem Skorusznychbach und der Szybeny mit den Zuflüssen Pohorylec, Gropa und Regieski, ferner von den Zuflüssen der Weißen Theiß der Balzatul, Brebenieskul und die Howerla sowie der Bogdan, von den Zuflüssen der Schwarzen Theiß der Kewelebach mit dem Sumieski, die Łopuszanka und die Laszczyna mit dem Koźmieskibach.

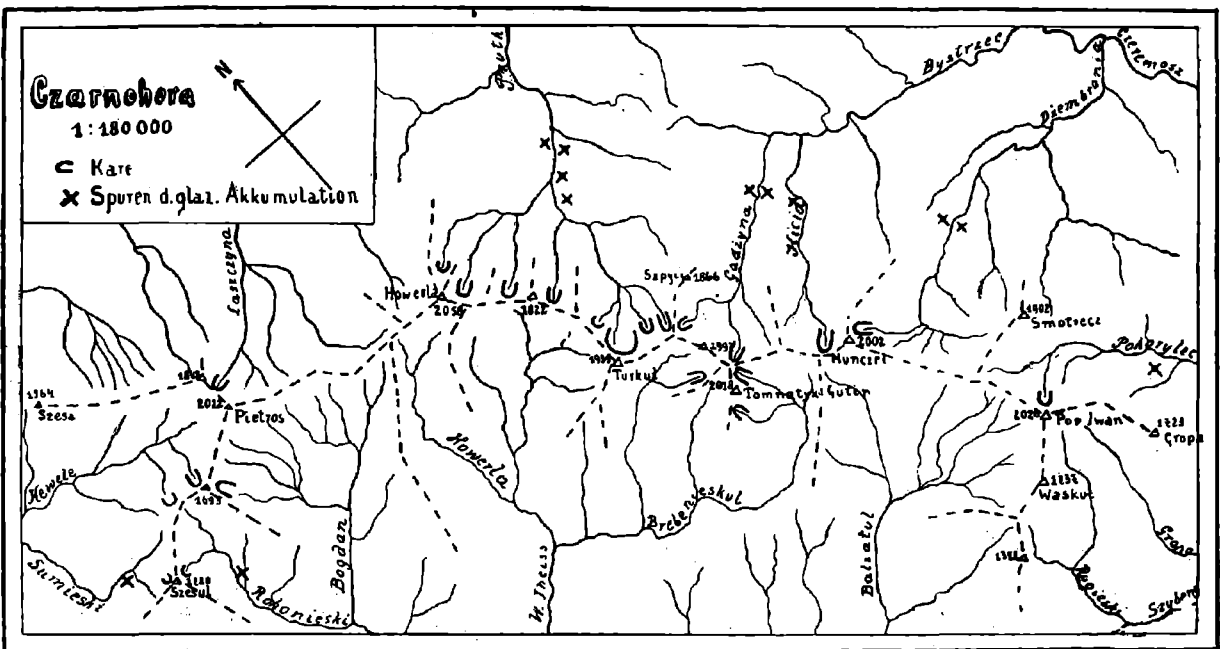
In der Entwicklung des Flußnetzes in der Czarnohora kann man verhältnismäßig geringe Neigung zur Bildung von Längstälern beobachten, welche doch das Entstehen gewaltiger Gletscherzüge so sehr begünstigen. Mit Ausnahme gewisser Teile des Pruthtales, des Schwarzen Czeremosz nebst Zuflüssen (zum Beispiel Bystrzec, Dżembronia) und der oberen Theiß ist der überwiegende Teil der Täler Quertäler. Jene Täler sind dadurch gekennzeichnet, daß auf den Nord- und Südosthängen der Czarnohora sie parallel verlaufen, und zwar oft in nicht großer Entfernung voneinander, auf der Südseite hingegen laufen sie fächerförmig in einem Punkte zusammen, indem sie große, durch ihre Form auffallende Sammeltrichter bilden (zum Beispiel Balzatul, Brebenieskul, Bogdan). Auf der Nordseite sind solche Sammeltrichter selten (zum Beispiel Pruth). Das war gewiß nicht ohne Einfluß auf die Entstehung gerade auf dieser Seite von vereinzelt Gletscherzungen.

Der allgemeine Charakter der Täler ist derartig, daß auf den Südhängen ausgebreitete, tief eingeschnittene, abschüssige und lange Klamme vorwiegen, im Norden hingegen sind die Formen der Talgründe und Abhänge bei weitem sanfter und zugänglicher. Dadurch wird die Tatsache erklärlich, daß im Nordosten die Czarnohora dichter und öfter vom Menschen bewohnt wird, als im Südwesten. Der Unterschied zwischen den Tälern der Nord- und Südseite der Czarnohora wird vor allem durch das Gefälle angegeben, das für deren obersten Teile berechnet wurde. So zum Beispiel beträgt auf dem Nordabhang das Gefälle des Pruth Zarosłacki bis zur Mündung des Foreszczenkabaches 91‰ , dagegen das Gefälle des Howerlabaches auf der Südseite bis zu seiner Einmündung in den Brebenieskul 121‰ .

Schließlich ist in der Entwicklung des Wassernetzes der Czarnohora die Erscheinung der Verschiebung der Wasserscheide auf dem West- und Ostflügel der Czarnohora erwähnenswert, und zwar im W zugunsten der Schwarzen Theiß, im O zugunsten des Schwarzen Czeremosz. Daher muß man die Schwarze Theiß mit dem Czeremosz vergleichen, wogegen die Weiße Theiß mehr dem Pruth entspricht.

Der geologische Bau der Czarnohora bietet nicht minder interessante Probleme, wie die anderen Teile der Karpathen. Das Verdienst, diesen erforscht zu haben, gebührt, wenn wir von älteren Arbeiten Alths und Hauers absehen, Tietze und Paul, Łomnicki M., besonders aber Zapałowicz, ferner Zuber, schließlich Posewitz.

Nach der Ansicht von Zapałowicz (Literaturverz. 12) stellt der Westteil der Czarnohora, das ist der Pietros samt seinen seitlichen Abzweigungen, dem Szesul und der Szesza, untere und obere Kreide dar. In der unteren Kreide unterschied Zapałowicz Hieroglyphen- und



Inoceramen-Schichten, Sandsteine und Konglomerate, in der oberen Kreide Konglomerate und Exogyrensandsteine. Außerdem stellte er an einigen Stellen Jurakalk fest, indem er diesen als Klippen vorfand. Das bisher unbekannte Auftreten von Eruptivgesteinen haben wir mit H. Dr. M. Goldschlag (38) während eines mehrtägigen Ausfluges östlich von Szesul gefunden. Die Kreide dehnt sich als breiter Lappen südlich vom Hauptkamm aus, geht jedoch nirgends über die Linie hinaus, welche durch den Paß zwischen dem Pietros und der Howerla sowie durch den Szybenybach bestimmt wird. Südlich von dieser Linie unterschied Zapałowicz unteroligocäne Schiefer (Menilitschiefer) und oberoligocänen Magurasandstein.

Zuber (10, 14), dessen Aufnahmen gleichzeitig und unabhängig von Zapałowicz stattfanden, unterschied in dem tertiären Anteile der Czarnohora vor allem a) Menilitschiefer, dazwischen Bänke von Hornstein- und Sandsteinschichten, und zwar feinkörniger Sandsteine, ferner grauen Mergel. b) Das Oberoligocän repräsentiert der mächtig entwickelte Magurasandstein; es ist dies dickschichtiger Sandstein, mit deutlichen Schichten, hell, grobkörnig. Stellenweise geht er in Konglomerate über, oder es wiederholen sich zwischen seinen Schichten Zwischenlagen von dunklen Schiefeln, untermischt mit Sandstein und Sphärosideriten. Dies ist — nach Zuber's Ansicht — eine gleichalterige Abart der Maguraformation (die sogenannten Schipoter Schichten Pauls). Zapałowicz bezeichnet diese Schiefer als zum unteren Oligocän gehörig.

Die obersten Spitzen und Grate der Czarnohora sowie der Hauptkamm bestehen aus Sandstein, im Westen oberkretazäisches Alters, im Osten, von der Howerla beginnend, aus Magurasandstein. Hier und dort auf den Nordosthängen sieht man öfters Schiefereinlagerungen durch dünne Sandsteinschichten geschieden. Anderswo geht hingegen der Sandstein in Konglomerat über. Zapałowicz unterscheidet einen schmalen Schieferstreifen an den Gipfeln, welcher sich von der Howerla bis zum Smotrecz windet. Das Hauptgebiet der Schieferentwicklung bilden jedoch die unteren Partien des Czarnohorarückens, besonders seine nordöstlichen Hänge. Schwarze oder rote Schiefer, durch dünne Sandsteinschichten geschieden, ziehen sich in breiter Zügel von der Schwarzen Theiß bis zum Czeremosz hin. Nur die höchsten Spitzen des Skoruszny, der beiden Mariszewski, der Koźmieski, bestehen aus Sandstein.

Die untere Schieferzone, sonst einwandfrei auf der Karte Zapałowicz' zur Darstellung gebracht, muß nur an einigen Stellen höher geführt werden, zum Beispiel im Gropatal, im Radulgebiet, hingegen im Flußgebiet des Pruth mit dem oberen Streifen verbunden werden. Wenngleich auch unten die Schiefer überwiegen, was man sogar im Bereiche der unteren Kreide am Fuße des Pietros verfolgen könne, so ist gegen O das Übergewicht der Schiefermassen ganz unbestritten. Diese bedeutende Schieferentwicklung am Fuße der Czarnohora ist von ganz besonderem Einfluß für das Landschaftsbild.

Die Schichten fallen auf der Czarnohora vorwiegend nach S und SW ab, wogegen sie mit ihren Köpfen nach N und NO ragen. Dieses

ständige Fallen nach S läßt sehr leicht die Vorstellung einer Ueberschiebungsdecke auf der Czarnohora entstehen.

Der Einfluß der tektonischen und petrographischen Faktoren auf die Formen des Terrains ist in der Czarnohora unzweifelhaft. Nach N und SO auslaufende Schichten des Kreidesandsteins zeigen die Tendenz zum Rutschen, wie auf dem Pietros; in den Gebieten hinwiederum, welche durch den Magurasandstein eingenommen sind, bilden sie hier und dort steile Wände und Hänge, Rippen und felsige Grate. Die nach S und SW geneigten Schichten leuchten oft wie abgewetzte, steile Wände (zum Beispiel auf der Howerla und dem Balzatul) und formen sich zu weiten, dem Kamm benachbarten Flächen oder zu langen Armen. Dadurch sind bessere Vorbedingungen für die Entstehung gewisser typischer kesselartiger Vertiefungen auf der Nordseite der Czarnohora gegeben, als auf der Südwestseite, wie das übrigens mit Recht Zapałowicz bemerkt hat. Dieser Autor geht doch zu weit, wenn er der Tektonik die Hauptrolle in der Entstehung der Rücken und Täler auf den Nordosthängen spielen läßt.

Die petrographische Zusammensetzung der Gesteine entscheidet hingegen über Stil und Aussehen der Formen. Ihr ist auch der übermächtige Einfluß zuzuschreiben, um so mehr, da genannte Erscheinung nirgends mit solcher Präzision, wie gerade in der Czarnohora auftritt. Zuerst bemerkte das Zuber. Es besteht kein Zweifel darüber, daß die harten Partien des Magurasandsteines beigetragen haben, die Kämme und Gipfel zu erhalten. Die Hauptmasse der Czarnohora und ihrer Arme, und sogar des parallel zur Czarnohora verlaufenden Zuges Koźmieska—Mariszewska und Kukul—Kostrycza setzt sich aus diesem Gestein zusammen. Merkwürdig ist es, daß die Arme an einer bestimmten Linie enden, welche an den Nordosthängen der Czarnohora sich durch steile Abhänge kennzeichnen. In die Linie fallen auch die Karstufen und Kartreppen, welche die oberen Teile der Täler abschließen. In der tiefen Rinne zwischen dem Hauptkamm und dem Kostrycza, in welcher eben die Schiefer zur Entwicklung kommen, senkt sich das Terrain im Mittel um 1000 m im Vergleich zu den Kulminationen der Czarnohora.

Jedoch nicht nur in der Form tritt der Einfluß der Gesteinsnatur bedeutsam zutage. Wir können ihn auch bei anderer Gelegenheit beobachten. Die Schiefer bestehen als denudatives Material aus dünnen und kleinen Tafelchen, der Magurasandstein bildet hingegen Schollen und Platten von verschiedener Größe, von länglicher Form, gewöhnlich breiter als dicker, vier- und vielseitig. Hier und dort begegnen wir gewaltigen, gleichsam geglätteten Steinen, manchmal in einem sehr hohen Niveau. Es sind dies zwiebelartige Blöcke, welche aus Magurasandstein bestehen, in Schieferflächen eingehüllt, die leicht infolge der Verwitterung abfallen. Das Sandsteinkonglomerat bedeckt, wo es reichlicher auftritt, den Untergrund mit feinem Quarzkies, oft mit grobkörnigem Quarz.

Den morphometrischen Studien Romers verdanken wir eine Reihe von Tatsachen, welche ein interessantes Licht auf das Relief der Czarnohora werfen. Es verlohnt sich, die wichtigsten Zahlenergebnisse des genannten Verfassers für die Czarnohora anzuführen:

	O-Czarnohora	W-Czarnohora (Pietrosgruppe)
Durchschnittshöhe	1833 <i>m</i>	1683 <i>m</i>
Oberfläche der 1500 <i>m</i> Höhengschicht.	79·54 <i>km</i> ²	17·4 <i>km</i> ²
Breite der 1500 <i>m</i> Höhengschicht	3·08 <i>km</i>	1·8 <i>km</i>

Die große Massigkeit, ich möchte sagen „Breitschultrigkeit“ der Czarnohora, welche in der Oberfläche und Breite der Höhengschicht von 1500 *m* zum Ausdruck kommt, begünstigt die Gletscherentwicklung im hohen Grade. Nach Romer war die präglaziale Oberfläche des Teiles der Karpathen, wo die Czarnohora sich befindet, eine Fastebene, oder eine sehr alte Oberfläche. Auch das Längsprofil der Karpathenrücken bestätige ihre Zugehörigkeit zu der Peneplene, das Querprofil hingegen wies auf ein Erheben der Peneplene jedenfalls vor dem Diluvium und auf die Erneuerung der Erosion, die von den Karpathenrändern nach dem Innern fortschritt. Nach meiner Ansicht ist weder das Alter der Fastebene noch ihr eigentliches Bestehen einwanfrei bewiesen.

Obgleich wir also nicht sicher sind, ob aus der Peneplene sich das präglaziale Relief ableiten läßt, oder ob man andere Anfänge suchen muß, so besteht doch darüber nicht der geringste Zweifel, daß schon vor der Vergletscherung die Formen den heutigen glichen, obschon jünger in der Entwicklung. Die Gletscher fanden schon zu einem gewissen Grade fertige Formen vor und hinterließen in diesen die Spuren ihres Vorhandenseins. Des öfteren wird man in unseren weiteren Betrachtungen auf dieses Moment aufmerksam machen müssen.

Schon eine kurze historische Uebersicht der Literatur und der Forschungen der Vergletscherung der Czarnohora vermag uns zu überzeugen, welche Vergletscherungsspuren wir in dieser Gebirgsgruppe erhoffen können. Im Herbst des Jahres 1874 unternahmen zwei Schotten, Jack und Horne (3), eine Wanderung durch das Theiß- und Pruththal; hierüber verfaßten sie im Jahre 1877 einen Bericht, in welchem sie die Möglichkeit der Existenz eines Gletschers im Theißtal von der Länge von 45 englischen Meilen annahmen. Ohne die Gipfel zu erklimmen, untersuchten sie den Talgrund der Theiß; bewunderten die Alluvialterrassen bei Marmaros-Sziget sowie die im N davon gelegenen und stießen auf Schottermassen, in denen ihnen sehr große Blöcke auffielen, sei es, daß diese von der Marmarosgruppe stammten, sei es, daß sie dem Flyschgebirge zugehörten. Diese Blöcke hielten sie für durch einen Gletscher geschleppte Blöcke. Im Pruthtale fanden sie nichts dergleichen. Ein Jahr vor der Veröffentlichung des Reiseberichtes der Schotten, also im Jahre 1876, zogen Tietze und Paul, nachdem sie die Kare von Zaroślak beschrieben hatten, aus der Form, aus den Gletscherschliffen und den Moränen den Schluß, daß ein Gletscher dort existiert hatte, welcher bis an die obere Waldgrenze gereicht hatte. Diesen Autoren (1, 2) gebührt also das Verdienst, unleugbare Beweise für die Vergletscherung der Czarnohora geliefert zu haben.

Das Interesse an dem Problem war bei den Polen offenbar groß, da man hierüber im Jahre 1877 während der Sitzungen des Tatra-

vereines sprach und an Ort und Stelle Erhebungen anstellte. Łomnicki M. (5) neigte der Ansicht Tietzes und Pauls zu im Jahre 1879 und lieferte neues Beweismaterial aus dem westlichen Pożyżewskital. Wajgel (6) erkannte im Jahre 1880, und später 1885 (11), die kleinen Seen als Spuren einer Vergletscherung, welche die Gipfelregionen der Czarnohora einnahm. Zapałowicz (7) hingegen war im Jahre 1881 der Meinung, daß alle größeren Täler vergletschert waren. Davon zeugten nicht nur die Moränen, sondern auch die Flora.

Im Jahre 1882 erwähnt Siegmeth (8) Moränen auf den Südabhängen der Czarnohora. Bald darauf, im Jahre 1884, schreibt Zuber (10), daß „alle Talkessel in den nordöstlichen Abhängen der Czarnohora wahrscheinlich Böden kleiner Gletscher waren“. Er schließt dies aus dem amphitheatralischen Aufbau der Talkessel, die mit Blöcken bedeckt sind und nach unten stufenweise abfallen. Nach ihm verfocht Zapałowicz (12) in seiner geologischen Arbeit vom Jahre 1886 die Ansicht, indem er Tietzes und Pauls Aeußerungen bekämpft, daß die Vergletscherung nur die unteren Regionen der Täler und nicht die höheren betroffen habe. Posewitz (17) wiederum bestimmt im Jahre 1892 nicht nur auf den Nord-, sondern auch auf den Süd- und Westabhängen der Czarnohora sehr niedrig verlaufende Gletschergrenzen. Trotzdem glaubte Czirbusz (19) noch im Jahre 1900 überhaupt nicht an deren Existenz. Das hielt jedoch Gąsiorowski von weiteren Nachforschungen (27) nicht ab, deren Ergebnis (im Jahre 1906) es war, daß die Vergletscherung überwiegend nur den nordöstlichen Teil des Czarnohorakammes umfaßte, dagegen nur schwach im S und W war. So erwähnt auch Sawicki (31) im Jahre 1909 das Vorhandensein von 16 Talkesseln auf den nördlichen Abhängen der Czarnohora (die Anzahl ist ungenau), gleichzeitig nimmt Romer (32) auf Grund der Beobachtung des Reliefs an, daß beide Hänge der Gebirgskette vergletschert waren.

Schließlich modifizierte Zapałowicz (35, 36) in den Jahren 1912 und 1913 etwas seine Ansichten in der Richtung, daß er eine Vergletscherung auch in den höheren Teilen der Czarnohora zugibt. Die Vergletscherung war eine allgemeine, die Gletscher reichten bis an den Fuß der Berge, ja vielleicht sogar bis an den Rand der Karpathen haben sie die Täler des Czeremosz, des Pruth und der beiden Theiß ausgefüllt. Die Vergletscherungsfrage der Czarnohora kehrte nun in das Stadium zurück, in welchem es Jack und Horne zurückließen.

Aus obiger historischer Uebersicht ersieht man, welcherlei glaziale Spuren wir in der Czarnohora zu gewärtigen haben. Vor allem hängen an den obersten Graten des Hauptkammes Kare. Nach Ansicht erklärter Anhänger der Gletschererosion (Penck) sowie der Forscher, welche die Erosion nicht ausschließen (Richter), sind die Kare unzweifelhaft ein Beweis für die Vergletscherung. Die Czarnohorakare muß man gleichfalls als solche ansehen. Denn ohne Rücksicht darauf, wie wir deren Entstehung erklären wollen, ob nun durch ausschließliche Einwirkung der Erosion oder nur durch Mitwirkung des Gletschereises und des fließenden Wassers, so vermögen wir doch nicht zu leugnen, daß man die Zirkusform in den Ostkarpathen nie dort antrifft,

wo die Wassererosion normal verlief und infolge der Vergletscherung nicht unterbrochen wurde.

Die zweite Vergletscherungsspur bilden in der Czarnohora die Moränen, ob nun diejenigen, welche den Grund der Kare und den der ehemaligen vergletscherten Täler bedecken oder die Endmoränen. Da infolge der Einheitlichkeit und Vergänglichkeit des Materials, aus dem sie bestehen, das petrographische Kriterium im Stiche läßt, so kann nur die Größe der Blöcke (sie sind gewöhnlich mannigfach geformt) und die Gestaltung der Moränen entscheidend sein. Den dritten Beweis für die Vergletscherung bildet die hier und dort in bescheidenem Umfange erhaltene U-Form der Täler. Mit solchen Spuren haben wir also auf der Czarnohora zu tun: wo sie angetroffen werden, da ist die Vergletscherung erwiesen. Dagegen entfällt eine ganze Reihe anderer Spuren, welche man in ehemals vergletscherten Gebirgen antrifft, wie die Uebertiefung der Täler, in Felsen ausgehöhlte kleine Seen, Risse und Schlitze, Rundhöcker und Riegel, erratische Blöcke, alles das fällt fort. Ich getraue es mir zu behaupten, daß davon in der Czarnohora nichts vorhanden ist.

Stufen und Kartreppen sind die Folge der geologischen und petrographischen Zusammensetzung der Gesteine. Seen, das sind durch Steingeröll gedämmte Wasserlachen, Glätten und Rundhöcker würde jemand vergeblich im Magurasandstein suchen; erratische Blöcke sind deshalb unbekannt, daß Sandsteine sich so ähneln wie zwei Zwillinge.

Hieraus ergeben sich große Schwierigkeiten für die glaziologischen Forschungen in der Czarnohora. Entweder muß man andere Kriterien annehmen und andere Methoden anwenden oder mit Hilfe der schon vorhandenen sehr exakt zu Werke gehen.

Als ich dessen wohl bewußt an die Arbeit trat, so gelang es mir bisher nur an folgenden Stellen, Gletscherspuren festzustellen. An den nordöstlichen Abhängen der Czarnohora fand ich eine kleine, sanft terrassierte Nische auf Szesa (1564 *m*) im W, undeutliche Spuren von Karén auf Pietros und auf dem Nordabhang der Howerla; jedoch geben die Moränenablagerungen in der Höhe von zirka 1100 *m* im Bäche Holowczewski und Koźmieski keinen genügenden Aufschluß über die Intensität der Vergletscherung des Westflügels der Czarnohora.

Im Flußgebiet des Pruth, zwischen der Howerla im W und dem Szpyci (1935 *m*) im O, fielen alle Täler unzweifelhaft der Vereisung anheim. Vor allem weisen darauf die schön ausgemeißelten oberen und unteren Kare hin, in der Regel durch prächtige Stufen geschieden, wie auch durch schön entwickelten Seiten- und Endmoränen in der Höhe von 1150—1050 *m* im Teile des vereinigten Pruth. Die letzteren sind durch den Pruth geschnitten. Der Gletscher des Pruth war, was seine Länge (6·5 *km*) und was seine Breite (0·5 *km*) betrifft, der mächtigste der Czarnohora.

In den Tälern der Bäche: Gadżyna, Kicia, Dzembronia und Pohorylec, welche zum Flußgebiet des Schwarzen Czeremosz gehören, kam es zur Entwicklung von einzelnen Gletschern, nicht so mächtiger wie der Pruthgletscher, da sie voneinander geschieden waren. Die Wiege jedes dieser Gletscher waren sehr breite Schneefelder und Kare, die in hohen Stufen abfielen. Die breiten, wenngleich auch

tief durch Bäche durchschnittenen Talböden sind mit großen Felsblöcken angefüllt und schließlich in der Höhe von 1100—1200 *m* durch Endmoränen gesperrt. Besonders schön entwickelt in der Form von quer verlaufenden Wällen sind die Endmoränen im Tale der Bäche Gadżyna und Dzembronia. Auf der Südwestseite des Czarnohorakammes gelang es mir, deutliche Spuren in den Tälern des Szesul (1728 *m*), der im SW des Pietros liegt, zu entdecken. Hier fielen der Vergletscherung vor allem die Täler der Bäche: Kewele, Sumieski und Rohonieski anheim. Akkumulationsspuren der Gletscher sind in jenen Tälern ziemlich deutlich zu erkennen.

Es fehlt ebenfalls nicht an schönen Karenformen auf der Südwestseite der Czarnohora, wie zum Beispiel unter Gutin Tomnatik in der Höhe von 1800 *m* und unter dem Großen Tomnatik in der Höhe von 1650 *m*, obschon auf dieser Seite der Czarnohora es deren weniger gibt als auf der Nordostseite. Die Südhänge der Czarnohora fallen nämlich viel steiler ab als die Nordhänge, auch sind die Einschnitte der Bäche hier tiefer. Dabei ist das Aufsuchen der Moränenablagerungen im hohen Grade noch durch den Urwaldcharakter erschwert. Die nähere Erforschung der Südwesthänge und die Ermittlung neuer Einzelheiten über die Nordosthänge wird das Ziel der zukünftigen Forschungsstudien des Verfassers bilden.

Ins einzelne gehende Betrachtungen über die Vergletscherung der Czarnohora, welche an dieser Stelle bloß in Kürze zusammengefaßt worden sind, können zu einer ganzen Reihe von Schlußfolgerungen allgemeiner Natur führen. Es empfiehlt sich, alle mit der Vergletscherung im Zusammenhang stehenden Erscheinungen der Reihe nach durchzugehen, um nachzuweisen, welche von ihnen für die Czarnohora am meisten charakteristisch sind.

Das Längsprofil der oberen Teile der Czarnohorataler weisen alle die Merkmale auf, welche wir oft in vergletscherten Tälern antreffen, demnach eine bedeutende treppenartige Gefällsknickungen oben, unten dagegen schon ausgeglichene Böden. Die Gefällsknickungen kommen, was ja klar ist, auf die Talstufen, der Ausgleich dagegen beginnt erst tiefer. Man kann jedoch das Längsprofil eines Baches nicht als gleichbedeutend mit dem Längsprofil eines Gletschergrundes auffassen, zumal im unteren Teil, wo das Sicheinschneiden des Baches in den ehemaligen Boden immer tiefer wird.

Das Querprofil verrät keine irgendwo entdeckten und anderweitig bekannte Formen. Vor allem läßt sich nirgends die U-Form eines Tales feststellen, da sie entweder unten einen zu schmalen Boden hat oder die Wände gehen zu sehr auseinander. Aehnliche, doch nicht dieselben Formen, finden sich in den Karen oder in der charakteristischen Sperrung der Talerweiterungen, welche man „Tore“ der oberen Talkessel nennen könnte. Deshalb ist es schwer, in der Czarnohora ein Beispiel für ein U-Tal zu finden, wie mir gleicherweise auch kein Fall eines übertieften Tales bekannt geworden ist.

Die Kare in der Czarnohora lassen sich in ihrer Entstehung auf die trichterförmigen Rinnen zurückführen. Die Tatsache, daß neben Karen auch solche Rinnsale und Rillen existieren, dient als Beweis dafür, daß in nur sehr vertieften Trichtern Gletscher ent-

standen und diese sich allmählich in Kare verwandelten. Jene Trichter mußten jedoch nicht besonders abschüssig und schmal gewesen sein (Richter). Außer der Erosionsarbeit des Eises kommt bei der Entstehung der Kare ein sehr intensiver Verwitterungsprozeß des Sandsteins in Betracht, was man noch heute beobachten kann, ferner die Tätigkeit des fließenden Wassers, die gewiß größer ist als irgendwo im Gebiete kristallinischer Gesteine oder alter Kalksteine. Am besten ausgearbeitete Kare sind die in schwach geneigten Sandsteinschichten, viel weniger gut dort, wo neben Sandstein Schiefer auftritt (zum Beispiel im Dzembronja- oder Pohorylecbach); ganz fehlen dagegen die Kare im Schiefergelände. Die Kare auf den Südwestabhängen sind asymmetrisch; die Wand nämlich, welche von den Schichtenköpfen gebildet wird, ist steiler als die, welche die Schichtenflächen bilden. Im allgemeinen sind die Wände der Kare nirgends, mit Ausnahme unter dem Gutin Tomnatyk, so steil, als daß man nicht an diesen heraufklettern könnte. Die Einknickung in den Abhängen tritt überall in der Form eines Trograndes oder Felsenvorsprünge an dessen Stelle. Trotzdem sie nirgends ganz deutlich ist, so spricht das doch für eine Umwandlung der Talform unter dem Einflusse der Tätigkeit eines Gletschers. An der Mündung eines Zirkus verliert sich der Trogrand und läßt sich in den tiefer gelegenen Teilen des Tales nicht verfolgen.

Der Bodengrund ist in der Regel uneben. Wir sehen da Stufen und Schwellen, Quer- und Längswälle, aus Blöcken zusammengesetzt, flache sumpfige Gründe von geringer Neigung, Aufschütthaufen an den Ufern der Bäche, an Wände angelehnte Schuttkegel. Auffallen muß einem Jeden die Verschüttung des Bodengrundes mit verschiedenartigem Material, für welche Erscheinung ich aus dem Lateinischen den Ausdruck *Obrution* vorschlage. Obige Erscheinung beweist, daß das Ausbleiben der Gletscher ständigen Schwankungen unterlag. Wahrscheinlich „hingen“ die oberen Enden der Gletscher noch lange Zeit in den oberen Teilen der Kare. Diese *Obrution* gibt uns gleichfalls eine Vorstellung von der Macht der Verwitterung der Abhänge während und nach der Eiszeit.

Die Mehrzahl der Czarnohorakare liegt in den Höhen zwischen 1600—1800 *m*. Man könnte daher aus der Höhenlage derselben nicht die Schneegrenze in der Eiszeit bestimmen, wie es Richter (20) anrät. Tiefer gelegene Talerweiterungen (von 1400 *m* bis 1600 *m*), von den höheren durch Stufen geschieden, haben wenig Aehnlichkeit mit Karen. Sie haben gewöhnlich steile und hübsch abgewetzte Hinterwände, die Seitenwände sind dagegen niedrig und wenig typisch. In der Regel sind sie jedoch mehr als doppelt so breit wie die Kare. Die schönsten unteren zirkusartigen Erweiterungen sind im Koźmieski-tal, im Zaroślacki-, im westlichen Pożyżewski-, Gadżyński- und im sogenannten Kozię Łęgi-Tal. Die Erosionsspuren der Gletscher sind durchaus undeutlich, eher kann man von Akkumulationserscheinungen sprechen. Jedenfalls muß man die Kare als die durch den Gletscher, das Gletscherwasser und das postglaziale Wasser modifizierten Taltrichter ansehen.

Stufenweise fallen die Kare ab oder endigen mit einer bedeutenderen Karststufe. Einige Stufen, die aufeinanderfolgen, ergeben

eine Treppe. Felsriegel sind in der Czarnohora sehr selten. Ueberdies ist deren Höhe nie bedeutend, ihre Vernichtung durch das Wasser ist immer beträchtlich. Die Stufen dagegen erreichen die Höhe von einigen bis einigen hundert Metern. Gewöhnlich werden sie durch Bäche von einigen Metern durchschnitten, welche in kleinen Wasserfällen abwärts stürzen.

Die Entstehung der Stufen fand noch vor der Vergletscherung eine Prädisposition in der verschiedenen Härte des Bodengrundes. Hier stellen die Sandsteinarten verschiedene Widerstände gegen die Zerstörung durch das Wasser dar, dort ermöglichen Schiefereinlagen größere Einschnitte. Das Uebergewicht der Schiefer wurde besonders nach unten die Ursache hoher Stufen, welche die oberen Kare abschlossen. Mit solchen Stufen fallen ab und endigen sogar die trichterförmigen Rinnen, insofern sie in eine mit den Kären gemeinsame Talerweiterung einmünden. Die präglaziale Existenz der Stufen, mit denen die Kare enden und die man Hauptstufen bezeichnen darf, findet die beste Bekräftigung in der Tatsache, daß der Trogrand der Kare bei der Ausmündung sich verliert und man sie in der tieferen Erweiterung nicht vorfindet. Insofern sie dagegen in den „Toren“ auftritt, so nur in sehr verschiedenen und unbestimmbaren Höhenlagen. Jedenfalls sieht man sie viel tiefer in Uebereinstimmung mit dem Talboden, aber nicht übereinstimmend mit Trogrand im Kare. Es läßt sich jedoch nicht in Abrede stellen, daß die Gletscher die Stufen beeinflussten, indem sie diese ein wenig modifizierten, sei es durch eigene Erosion, sei es durch Wasser, das von der Stirn der Gletscher in der Phase abfloß, wo diese sich zurückzogen.

In der Czarnohora und den angrenzenden Flyschkarpathen Moränen zu unterscheiden und festzustellen, ist überhaupt sehr schwierig. Hierauf hat schon Romer (26) aufmerksam gemacht, indem er das Moment nachdrücklich betonte, daß bei deren Feststellung die petrographische Zusammensetzung als Merkmal fortfällt. Außerdem ist das Moränenmaterial äußerst gering und wenig dauerhaft, zumal es sich um Sandsteinkonglomerate handelt. Als Grundmoränen müssen Tonlager mit in ihnen steckenden größeren oder kleineren Blöcken gelten, und sollten es nur kleine Splitter sein. Aehnlichen Bildungen begegnen wir im westlichen Nebenarm des Pruth, im östlichen Pożewskibach und in den sogenannten Kozie Łęgi; sie sind jedoch nicht typisch und keinem Zweifel unterliegend. Seitenmoränen sind nur hier und dort besser entwickelt, zum Beispiel am Pruth, im Gadżyna- und Dżembroniatal. Ebenso treten die Endmoränen nur selten in der Gestalt von hübsch geschweiften Querwällen auf, wie zum Beispiel im Gadżyna. Das vom Ende der Gletscher abfließende Wasser hat sie nämlich zerwühlt, indem es zahlreiche Einbuchtungen und Depressionen verursachte. Die untere Höhenlage der Endmoränen schwankt zwischen 1050 m bis 1200 m. Sie liegt demnach unterhalb der Waldgrenze. Doch reicht bis in diese Höhe hinein die obere Grenze der Buche und Tanne; diese Bäume trifft man neben der Kiefer auf der Endmoräne an. Man könnte demnach jene Linie mit der Eisperiode in den Karpathen im Verbindung bringen, was ihr keineswegs deren klimatische heutige Bedeutung abspricht.

Das Material, aus welchem die Moränen bestehen, ist durchweg Magurasandstein. Er tritt in großen Blöcken auf, mit abgeschlagenen Kanten und sehr alter Abrißfläche. Besser behauene Felsen sind selten.

Fluvioglaziale Bildungen lassen sich nicht präzise feststellen. Das akkumulierte Material der fließenden Gewässer in der Eiszeit und in der Gegenwart ist fast identisch. Die Bestimmung einer Scheidegrenze zwischen beiden ist infolge der Einheitlichkeit des Materials in hohem Maße erschwert.

Auffallen muß dagegen einem Jeden das tiefe Sicheinschneiden der Bäche in die Moränen und in den ehemaligen Gletscherboden. Die Tiefe der Einschnitte in den Endmoränen schwankt zwischen 30 m bis 50 m, dagegen in den ehemaligen Böden 10 m bis 30 m. Die Terrassen, welche durch die Einschnitte entstanden, halten die Geologen mit Recht für Diluvialterrassen. Demnach rühren alle höher gelegenen Terrassen und Gerölle aus der vordiluvialen Zeit her. Die Endmoräne liegt gewöhnlich zu hoch im Verhältnis zu den Terrassen, die sich tiefer entwickelten. Ich nehme an, daß die gesteigerte Kraft der Bäche, welche von der Stirn der Gletscher herabflossen, eine Vertiefung des Tales unterhalb der Endmoräne verursachte, um so mehr, da diese Tätigkeit sich vorwiegend in Schiefen abspielte. Spuren intensiver Wasserwirkung kann man — worauf Romer zuerst aufmerksam machte — an den Blöcken erkennen, welche noch tief im Tal am Grunde oder an den Abhängen zerstreut liegen.

Die Seen und Moräste haben seit jeher die Forscher interessiert. Haquet erwähnt (1794) einen See auf dem „Ruski-Rücken“, was Siegmeth auf einen der Czarnohoraseen bezieht. Derselbe Autor befaßt sich kurz mit den Seen auf ungarischer Seite. Vor ihm jedoch beschrieb Wajgel bis ins einzelne die Seen auf polnischer Seite, indem er sie als Folge und Beweis für die Vergletscherung hinstellte. Schließlich spricht Zapałowicz (15) von Seen und Morästen, indem er nachdrücklich hervorhebt, daß sie in allmählichem Schwinden durch Austrocknung sowie Zuwachsen durch Torf begriffen sind. Es existierten demnach viel mehr kleine Seen, wovon die oft vorgefundenen morastigen Bodengründe in den Karen zeugen. Gesondert betrachten muß man jedoch die Wasserlachen, die man nach der Schneeschmelze oder in Vertiefungen im Kamm, oder auch in kleinen Zirkusmulden beobachten kann.

Die am meisten typischen kleinen Seen, wie die sogenannten Niesamowite, oder unterhalb des Gutin Tomnatyk, oder im ersten Zirkus des Keweletals befindlich, sind seicht mit einem Grund, der mit Blöcken bedeckt ist. Nirgends ist eine Spur davon, daß eine Mulde im felsigen Untergrunde ausgehöhlt wurde, also ein Felsbecken darstellt. Im Gegenteil, die Lage am oberen Ende des Zirkus und die Abdämmung durch einen verhältnismäßig niedrigen, aus Blöcken bestehenden Wall sprechen dafür, daß diese Seen ihre Entstehung nicht der Erosion, sondern der Akkumulation verdanken.

Die Schneegrenze lag an den Nordostabhängen der Czarnohora in der Höhe von 1450—1528 m. Jedenfalls war sie in der Mitte der Kette höher als an ihren West- und Ostenden. Diese Ergebnisse

stimmen mit den Romers (26) überein, welcher für den Świdowiec, 1450—1475 *m*, und des Sawicki (33, 34), welcher für die Marmaroser Karpathen die Schneegrenze auf 1400—1500 *m*, für die Rodnaer Alpen auf 1500 *m*, für das Bihargebirge 1600 *m* annimmt. Erwähnenswert ist es, daß de Martonne (28) für die um 3° südlicher gelegenen Transsylvanischen Alpen 1900 *m* als Schneegrenze angibt. Vergleichsweise bemerke ich, daß nach Penck und Brückner (30) die Schneegrenze an den Nordabhängen der Alpen in der Höhe von 1000—1200 *m*, nach Richter (20) in den am meisten nach Osten gelegenen Teilen der Alpen in der Höhe von 1600—1800 *m* lag.

Meine Ergebnisse stimmen jedoch mit den Annahmen des Partsch und Zapałowicz nicht überein. Partsch (9, 25) nahm, indem er sich auf die Sache nicht erschöpfenden Beobachtungen von Paul, Tietze und Lehmanns (16) stützte, eine größere Herabsetzung der Höhe der Schneegrenze im ozeanischen Westen als im kontinentalen Osten an.

Im Gegensatz zu Partsch vertritt Zapałowicz gerade die entgegengesetzte Ansicht, und zwar, daß die Schneegrenze in den Ostkarpathen sogar tiefer gelegen sei als in den Alpen. Zuerst trat Zapałowicz im Jahre 1909 mit der Behauptung hervor, daß die Gletscher in der Höhe von 1450—1600 *m* begonnen hätten. Im Jahre 1912 dagegen (36), in dem er sich auf einen Diluvialflorafund in Frek (Transsylvanische Alpen) in der Höhe von 400 *m* stützte, berechnete er für die Nordseite der Czarnohora die Höhe der Schneegrenze auf 870 *m*. Diese Berechnung kann jedoch nicht verpflichtend sein, solange 1. in betreff des genannten Fundes noch Zweifel bestehen (vgl. Pax 18, 29), 2. solange man nicht mehr dergleichen Entdeckungen macht, 3. solange man auf der Czarnohora nicht eine so tiefliegende Grenze für die Diluvialflora vorfindet. Anscheinend hat Zapałowicz selbst kein allzu großes Vertrauen zu obiger Ziffer gehabt, wenn er im Jahre 1913 (37), auf etwas anderen Voraussetzungen fußend, die Höhe der Schneegrenze für die Ostkarpathen in der ersten Gletscherperiode auf 1040 *m*, in der zweiten auf 1210—1382 *m* ansetzt. Die Wahrscheinlichkeit jener Ziffern steht natürlich im geraden Verhältnis zu der Glaubwürdigkeit jener Prämissen. Wenn es sich um die Czarnohora handelt, so hat der Autor für die Nordseite keine konkreten Tatsachen beigebracht, für die Südseite führt er einen riesigen Block im Sandstein an, in den Alluvien der Weißen Theiß in Bogdan (550 *m*) versteckt vorgefunden, als Beweis für die Existenz eines 24 *km* langen Gletschers im Theißtal und für die tiefe Lage der Schneegrenze. Ich muß gestehen, daß ich in Bezugnahme auf jene Tatsache in keiner Weise mich entschließen könnte, auf jenen vereinzelt Fund hin eine so weitgehende Folgerung zu ziehen.

Die Länge der Czarnohoragletscher betrug 2—6·5 *km* (auf dem Świdowiec 1·5—2·5 *km*, in den Rodnaer Alpen 1·5—7·5 *km*, in den Transsylvanischen Alpen 5—6 *km*). Nicht zu vergleichen mit den gewaltigen Gletscherströmen in den Alpen, welche in der Eiszeit sich bis hinter die Alpenränder erstreckten! Man kann jedoch nicht mit Stillschweigen die Tatsache übergehen, daß seit den Zeiten Jacks und Hornes aus der einschlägigen Literatur der Gedanke nicht schwindet,

daß lange und große Gletscher die Ost-Karpathentäler ausfüllten. Der Hauptvertreter dieser Anschauung ist Zapałowicz, welcher seit 1886 erklärt, daß Gletscher in den tieferen Teilen der Haupttäler existierten und demnach lang sein mußten. Mit den schottischen Autoren und mit Zapałowicz polemisierte Tietze in den Jahren 1878 (4) und 1886 (13), indem er deren Erwähnungen von langen Gletschern in Zweifel zog. Ebenso wenig bestätigten die Annahmen der genannten Autoren die Studien Romers, de Martonnes und Sawickis. Trotzdem verharret Zapałowicz bis zuletzt auf seinem Standpunkt und nimmt in seiner neuesten Arbeit vom Jahre 1913, welche von der Eiszeit in den Pokutisch-Marmaroser Karpathen und in Patagonien handelt, die Länge der Gletscher auf 19—92 km an. Wenn uns jedoch die Art der Beweisführung für das Vorhandensein langer Gletscher in der Czarnohora nicht befriedigen kann, so haben wir um so mehr das Recht zu verlangen, daß mehr und einwandfreie Belege beigebracht werden. Um so mehr, da es für sicher gilt, daß in der Zeit, wo die Täler der Czarnohoragruppe mit so langen Gletschern gefüllt waren, die Gorganen und Bieszczaden ungleich stark vergletschert gewesen sein müssen. Indessen gelang niemandem der Beweis hierfür für die polnische Gebirgsseite. Die Bemerkungen Łomnickis J. (23) und Szajnochas (21) über Gletscherspuren am Karpathenrand sind nämlich entweder nicht überzeugend oder stießen auf kritische Abweisung (vgl. Zuber 22).

Daß die Vergletscherung in den Ostkarpathen mehrmals auftrat, versuchte zuerst Romer (24, 26) zu beweisen, indem er aus solchen morphologischen Merkmalen, wie es Kare und Leisten sind, auf das Vorhandensein zweier Eisperioden auf dem Świdowiec schloß. Bald darauf behauptet Gąsiorowski, indem er seine Annahme auf dem Vorhandensein doppelter Kare auf der Czarnohora stützt, daß diese Gebirgsgruppe zweimal die Vereisung durchmachte. De Martonne überzeugten doppelte Moränen und Interglazialbildungen von zwei Eisperioden in den Transsylvanischen Alpen. Sawicki (34) jedoch spricht auf Grund der Kare nur von einer maximalen Vergletscherung in den Rodnaer Alpen und in den Marmaroser Karpathen und von zwei Phasen beim Sichzurückziehen der Gletscher. Diese Anschauung teilt auch Zapałowicz im Jahre 1912 und entwickelt sie in der Weise, indem er annimmt, daß in der I. Phase (der maximalen Entwicklung) die Gletscher sehr tief bis an den Fuß der Berge (400 m) hinabstiegen, in der II. Phase bis 677—770 m, in der III. Phase bis 1480—1530 m. Doch schon im Jahre 1913 änderte der Autor seine Ansichten, indem er eine mehrfache Vergletscherung der Ostkarpathen annahm und seine neue Anschauung folgendermaßen kristallisierte. Es bestanden zwei Eiszeiten getrennt durch die interglaziale oder pluviofluviatile Periode. Während der ersten Eiszeit reichten die Gletscher bis an den Karpathenrand (310—340 m) und waren bis 90 km lang; während der zweiten viel kürzeren reichten sie bis zu 665—790 m und waren nicht so weitläufig (19—24 km). Aus dieser Eiszeit soll der Gletscher der Weißen Theiß herrühren mit seiner Endmoräne beim Bogdan. Die Gletscher des Pruth und Czeremosz sind noch nicht entdeckt und erforscht worden.

Wenn ferner es auch mir nicht gelang, auf der Nordseite der Czarnohora so ausgedehnte Gletscherspuren zu finden, trotzdem ich das ganze Czeremosztal durchwanderte, so kann ich um so weniger den kühnen Behauptungen Zapałowicz Glauben schenken und will lieber auf bescheidenem, doch dafür sicherem Boden eigener Untersuchungen bleiben, aus denen hervorgeht:

Daß in einem gewissen Maximalstadium der Entwicklung die Gletscher ziemlich tief in die Täler hinabstiegen und dort längere Zeit verblieben. Nach jenem Maximum zogen sich die Gletscher schnell und ohne Unterbrechung aufwärts zurück bis zur Höhe von 1400 m. Seitdem schwanden sie, öfters Halt machend, wovon die Obrutionserscheinungen zeigten. Am längsten erhielten sie sich zweifellos in den oberen Karen. Immerhin schließe ich aus den schwach angedeuteten Erosionsformen, daß die Eisperiode kurz dauerte und unsere Berge nur wenig veränderte und das nur in den höchsten Teilen. Die kurzen Gletscher jedoch hinterließen ziemlich ausgedehnte Endmoränenfelder. Es scheint mir also sehr wahrscheinlich zu sein, daß wir, wenn die Ostkarpathen einstmals mit solchen Riesengletschern bedeckt gewesen wären, von denen man spricht, dann allen Grund hätten, schöne U-Täler und Kare sogar auf niedrigen Bergen erhoffen zu dürfen, schließlich auch nicht weniger mächtige Moränenablagerungen, wie man sie im Umkreis der Alpen zu sehen bekommt. Dies wären gleichfalls unzweifelhafte Argumente, welche für allgemeine Vergletscherung der Ostkarpathen sprächen.

Verzeichnis der wichtigsten Literatur über die Vergletscherung der Czarnohora.

1876.

1. Paul, K. M. und Tietze, E.: Bericht über die bisher in diesem Sommer ausgeführten Untersuchungen in den Karpathen. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. Wien. S. 296.

1877.

2. Paul, K. M. und Tietze, E.: Studien in der Sandsteinzone der Karpathen. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Wien. S. 33—130.
3. Jack, R. L. und Horne, J.: Glacial Drift in the North-Eastern Carpathians. The Quarterly Journal of the Geol. Society. London. S. 673—681.

1878.

4. Tietze, E.: Ueber das Vorkommen von Eiszeitspuren in den Ostkarpathen. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. Wien. S. 142—146.

1879.

5. Łomnicki, M.: Dolina Prutu od Delatyna do Czarnohory pod względem geologicznym. (Das Pruththal von Delatyna zur Czarnohora geologisch betrachtet.) Pamiętnik Towarzystwa Tatrzańskiego. Krakau. S. 76—97.

1880.

6. Wajgel, L.: O Burkucie i jeziorach czarnohorskich. (Burkuth und die Seen auf der Czarnohora.) Pamiętnik Towarzystwa Tatrzańskiego. Krakau. S. 60—71.

1881.

7. Zapalowiez, H.: Z Czarnohory do Alp Rodneńskich. (Von Czarnohora zu den Rodnaer Alpen.) Pamiętnik Towarzystwa Tatrzańskiego. Krakau. S. 74—85.

1882.

8. Siegmeth, K.: Reiseskizzen aus der Marmaros. II. Teil. Jahrb. d. ung. Karpathenvereines. S. 65—94.
9. Partsch, J.: Die Gletscher der Vorzeit in den Karpathen und den Mittelgebirgen Deutschlands nach fremden und eigenen Beobachtungen. Breslau. S. 1—198.

1884.

10. Zuber, R.: Studya geologiczne we wschodnich Karpatach. (Geologische Studien in den Ostkarpathen.) Kosmos. Lemberg. Teil III.

1885.

11. Wajgel, L.: Pogląd na rzeźbę Czarnohory. (Blick in das Relief der Czarnohora.) Pamiętnik Towarzystwa Tatrzańskiego. Krakau. S. 57—75

1886.

12. Zapalowiez, H.: Eine geologische Skizze des östlichen Teiles der Pokutisch-Marmaroser Grenzkarpathen. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Wien. S. 361—591
13. Tietze, E.: Beiträge zur Geologie von Galizien. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Wien. S. 681—698.

1888.

14. Zuber, R.: Atlas geologiczny Galicyi (Tekst do zeszytu II.) (Der geologische Atlas Galiziens. Heft II.) Krakau. S. 1—110.

1889.

15. Zapalowiez, H.: Roślinna szata gór Pokucko-marmaroskich. (Pflanzenkled. des Pokutisch-Marmaroser Gebirges.) Sprawozdanie Komisji fizyograficznej. Krakau. S. 1—399.

1891.

16. Lehmann, P.: Der ehemalige Gletscher des Lalatales im Rodnaer Gebirge. Petermanns Mitt. Gotha. S. 98—99.

1893.

17. Posewitz, Th.: Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte der Länder der ungarischen Krone. Umgebung von Körösmező und Bogdan. K. ung. geol. R.-A. Budapest. S. 1—18.

1898.

18. Pax, F.: Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Karpathen. Vegetation der Erde. Bd. I. Leipzig.

1900.

19. Czirbusz, G.: Die Probleme der Howerla. Jahrb. d. ung. Karpathenvereines. S. 140—141.
20. Richter, E.: Geomorphologische Untersuchungen in den Hochalpen. Ergh. Petermanns Mitt. Gotha. S. 1—108.

1901.

21. Szajnocha, W.: Ślady lodowca pod Truskawcem. (Gletscherspuren bei Truskawiec) Kosmos. S. 142—147.
22. Zuber, R.: Kilka słów o rzekomych śladach lodowca dyluwialnego pod Truskawcem. (Einige Worte über die scheinbaren Gletscherspuren bei Truskawiec.) Kosmos. Lemberg. S. 251—256.
23. Łomnicki, J.: Ślad lodnika karpackiego u brzegu Karpat. (Gletscherspuren am Rande der Karpathen.) Kosmos. Lemberg. S. 311.

1904.

24. Romer, E.: Kilka wycieczek w źródlika Bystrzycy, Łomnicy i Cisy Czarnej. (Einige Ausflüge in die Quellgebiete der Bystrzyca, Łomnica und der Schwarzen Theiß.) Kosmos. Lemberg. S. 496—497.
25. Partsch, J.: Die Eiszeit in den Gebirgen Europas zwischen dem nordischen und alpinen Eisgebiet. Geograph. Zeitschr. Leipzig. S. 657—665.

1906.

26. Romer, E.: Epoka lodowa na Świdowcu. (Die Eiszeit im Świdowiecgebirge, Ostkarpathen) Rozprawy Akademii Umijętności. Krakau. S. 1—71.
27. Gąsiorowski, H.: Ślady glacyalne na Czarnohorze. (Sur les anciennes glaciers de Czarnohora, Karpathes Orientales.) Kosmos. Lemberg. S. 148—168.

1906—1907.

28. Martonne, E. de: Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie. (Karpates Méridionales.) Revue de Géographie. Paris. S. 1—279.

1908.

29. Pax, F.: Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Karpathen. Vegetation der Erde. Bd. II. Leipzig.

1909.

30. Penck, A. und Brückner, A.: Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig. 1.—3. Bd. S. 1—1199.
31. Sawicki, L.: O młodszych ruchach górotwórczych w Karpatach. (Die jüngeren Krustenbewegungen in den Karpathen.) Kosmos. Lemberg. S. 361—400
32. Romer, E.: Próba morfometrycznej analizy grzbietów Karpat wschodnich. (Morphometrische Studien über die ostkarpathischen Gebirgsformen.) Kosmos. Lemberg. S. 678—693.
33. Sawicki, L.: Zur Frage der Vergletscherung des Bihargebirges. Földrajzi Közlemények. Budapest. S. 316—325.

1911.

34. Sawicki, L.: Die glazialen Züge der Rodnaer Alpen und Marmaroser Karpathen. Mitt. d. k. k. Geograph. Ges. in Wien. S. 510—571.

1912.

35. Zapałowicz, H.: Ze strefy roślinności karpackiej. VII. (Recherches dans la zone de la flore carpathienne) Kosmos. Lemberg. S. 495—524.
36. Zapałowicz, H.: Okres lodowy w Karpatach Pokucko-Marmaroskich. (L'époque glaciaire dans les Carpathes Pokuto-Marmarosienes.) Kosmos. Lemberg. S. 579—654.

1913.

37. Zapałowicz, H.: Dyluwialno-lodowy okres w Karpatach Pokucko-Marmaroskich i w Patagonii. (L'époque diluvio-glaciaire dans les Carpathes Pokuto-Marmarosienes et dans la Patagonie.) Kosmos. Lemberg. S. 643—740.

1915.

38. Goldschlag, M.: Ueber das Auftreten eines Eruptivgesteines in der Polonina Rohonicska in den Czarnohora-Karpathen. Zentralblatt für Min., Geol. und Pal. Stuttgart. S. 395—397.
39. Pawłowski, St.: Ze studyów nad zlodowaceniem Czarnohory. (Aus den glaziologischen Studien in der Czarnohora.) Prace Towarzystwa Naukowego Warszawskiego. Warschau. S. 1—61.