

Die Spuren der Eiszeit in den Ost- und Südkarpathen.

Geologisch-morphologische Studie
von Dr. Theodor Krätner.

Inhaltsverzeichnis.

Geschichte der glazial-geologischen Forschung in den Süd- und Ostkarpathen	12
Die Eiszeit in den Ost- und Südkarpathen	15
Der morphologische Formenschatz und die Ablagerungen der Eiszeit	18
a) Moränen	18
b) Rundhöcker	21
c) Gletscherschliffe	21
d) Die Seen	22
e) Kare, Stufen und Trogtäler	24
Die Verbreitung der eiszeitlichen Vergletscherung in den Süd- und Ostkarpathen	32
A. Ostkarpathen.	
a) Csernahora	33
b) Die kleinen vergletscherten Massive der Marmarosch	35
c) Das Rodnaer Gebirge	38
d) Das Căliman-Gebirge	48
B. Südkarpathen.	
a) Das Bucegi-Massiv	49
b) Das Fogarascher Gebirge	52
c) Das Jezeru-Massiv	60
d) Das Sebeşer- und Zibins-Gebirge	61
e) Der Parâng	62
f) Das Retezat-Massiv	67
g) Die Boresecu-Godeanu-Gruppe	74
h) Die Țarcu-Gruppe und der Vrf. Petri	77
Allgemeine Zusammenfassung	78
Literaturverzeichnis	82

Verzeichnis der Karten und Abbildungen.

Kartenskizzen.

Karte der diluvialen Vergletscherung der Südkarpathen	15
Die geloteten und vermessenen Seen der Südkarpathen	22
Die Eiszeit in der Csernahora	33
Eiszeitliche Gletscherspuren im Rodnaer Gebirge	38
Die Vergletscherung des Bucegi-Massives	49
Die diluviale Vergletscherung des Fogarascher Gebirges	52
Vergletscherung des Jezeru-Massives	60
Die diluviale Vergletscherung des Parâng	62
Die diluviale Vergletscherung des Retezat-Massives	67
Die diluviale Vergletscherung der Boresecu-Godeanu-Gruppe	74
Die diluviale Vergletscherung der Țarcu-Gruppe	77

Anmerkung zu den Skizzen.

Auf den beiliegenden Skizzen der einzelnen, vergletschert gewesenen Gebiete sind die Kare mit dicken schwarzen Linien schematisch dargestellt, während die Kammlinie durch eine unterbrochene Linie bezeichnet wird. Die Spuren glazialer Akkumulation, z. B. Moränen, sind durch dichte Punkte kenntlich gemacht. Talstufen sind auf einigen Skizzen durch feinere quer-gestrichelte Linien dargestellt. Die Verbreitung der eiszeitlichen Gletscher, ist, wo dieses nach dem heutigen Stand der Kenntnisse möglich schien, durch eine dünne gestrichelte Linie angegeben.

Die Skizzen sind nach den in der Literatur zu findenden Angaben und nach den topographischen Karten 1:25 000, die teilweise die Morphologie gut erkennen lassen, gezeichnet und in den meisten Gebieten durch eigene Beobachtungen berichtigt und ergänzt. Sie haben nicht die Aufgabe genaue morphologische Studien zu ermöglichen, sondern sollen nur einer allgemeinen Übersicht dienen.

Photographien.

Kuhhorn, Valea Ineului, Kar und Trogtal (Rodnaer Gebirge).	Abb. 1
Vrf Omu. Kar der Jalomița, Gaura und val. Cerbului (Bucegi)	2
Kuhhorn, Die drei Talstufen des Valea Lala (Rodnaer Gebirge)	3
Kuhhorn, Das Kar des Valea Lala (Rodnaer Gebirge).	4
Kuhhorn, Der Lalasee im Lalatal (Rodnaer Gebirge)	5
Kuhhorn, Der Lalasee und das untere Lalatal (Rodnaer Gebirge)	6
Kar des Muntele Cailor (Rodnaer Gebirge)	7
Das Kar der Goldenen Bistritz (Rodnaer Gebirge)	8
Pietros, Talstufe und See des westlichen Bucuiescu-Gletschers	9
Das Gaura Kar (Bucegi)	10
Blick aus dem Jalomițatal auf das Trogtal und die Kare Jalomița (Bucegi)	11
Der Căltunsee von der Portița aus Fogarascher Gebirge)	12
Boden eines Seitenkares der Capra (Fogarascher Gebirge)	13
Karboden und See des westlichen Schweukares (Parâng)	14
Der westliche Flügel des Roșiite-Kares (Parâng)	15
Steile, von Schutthalten verkleidete Wände Roșiite (Parâng)	16
Kare und Trogtäler des Val Petreilor von N. (Retezat)	17
Kar und Trogtal Val Petreilor, Stănișoara und Galesu (Retezat).	18
Hängekar des Slăveiu, im Vordergrund Passwanne. Păpușa (Retezat)	19
Grosser Talkessel und Seitenkare der Bucura (Retezat)	20
Lăpușnicul, aus dem Peleagakar kommend (Retezat)	21
Gipfel des Retezat und Schutthalten des Petrile-Kares (Retezat)	22
Blick vom oberen Bucuratalboden auf den mittleren See (Retezat)	23
Gemenile und Tău-negru-Kar von der Retezatspitze (Retezat)	24
Blick von der Bucuraspitze gegen Judele. Scharte zwischen 2 Karen (Retezat)	25
Der grosse Bucura See und Talstufe (Retezat)	26
Grosser Bucura See darüber latschenbewachsene Rundhöcker (Retezat)	27

Die Erforschung der eiszeitlichen Verhältnisse, und besonders die Beschreibung des glazialen Formenschatzes der Karpathen reicht um fünfzig Jahre zurück. In diesem Zeitraum ist eine ziemlich umfangreiche Literatur über den Gegenstand entstanden, die sich in den verschiedensten Zeitschriften verstreut, oft schwer zugänglich, vorfindet und welche in ihren Folgerungen und Ergebnissen oft zu sich widersprechenden Resultaten gelangt, die kritisch gewertet werden müssen, um zu einem allgemeinen, übereinstimmenden Bild über die diluviale Vergletscherung der Süd- und Ostkarpathen zu gelangen. Diese bisher bestehende Literatur zu sammeln und ihre Ergebnisse kritisch zu einer Einheit zu verbinden, ist der Zweck der vorliegenden Arbeit. Sie soll also hauptsächlich als Sammelreferat gewertet werden und daneben eine Vereinheitlichung unserer Ansichten über die Gletscherbildung in den Karpathen bezwecken.

Geschichte der glazialgeologischen Forschung in den Süd- und Ostkarpathen.

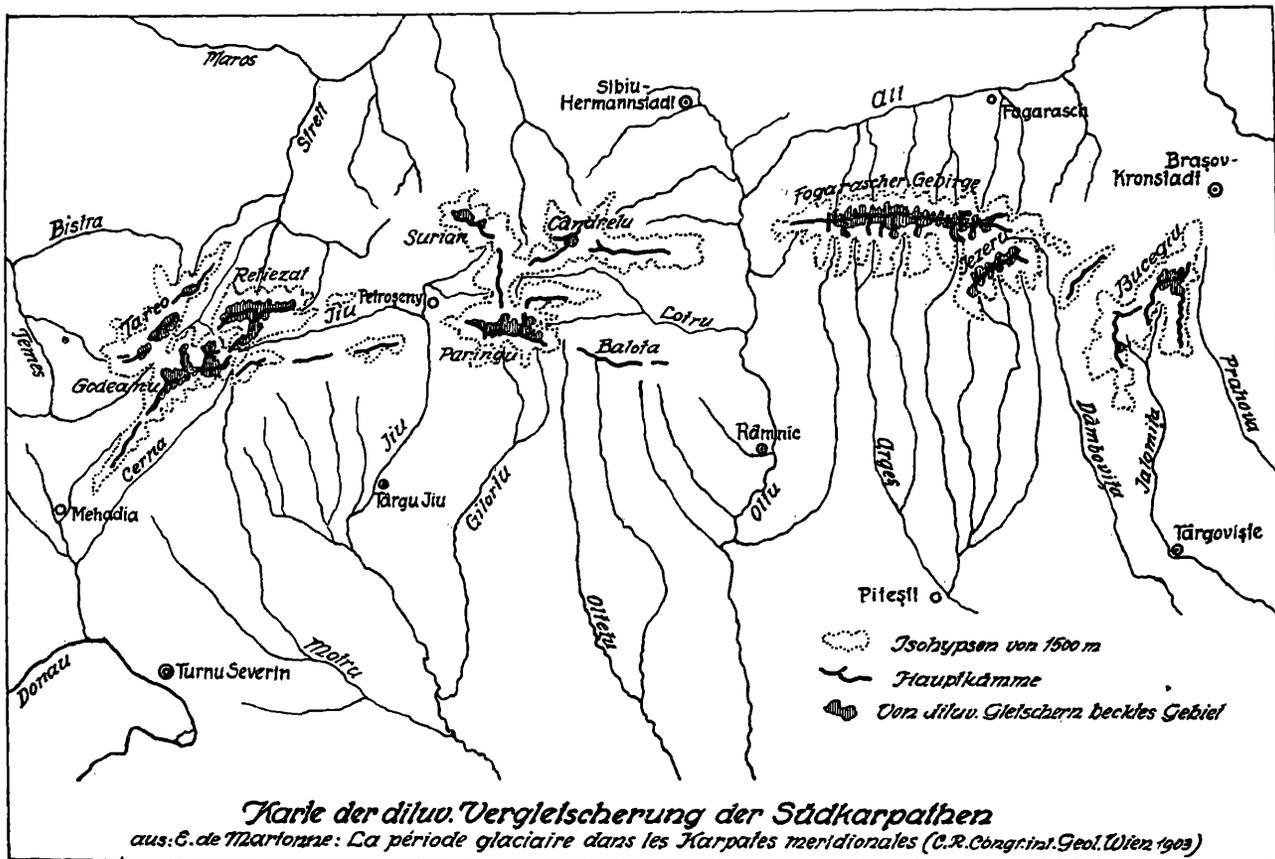
Lehmann, der Breslauer Geograph, war der erste, der im Fogarascher Gebirge typisch glaziale Formen, Kare und Trogtäler fand und beschrieb (1881)¹⁸. Im Jahre 1891¹⁷ entdeckte er auch im Norden Siebenbürgens, im Rodnaer Gebirge, im Lalatale die Anzeichen einer früheren Vergletscherung. Seine Beschreibungen sind, wenn auch nicht immer vollständig, so doch sehr korrekt und anschaulich. Lehmann besuchte auch das Zibinsgebirge, den Parâng und den Retezat, wo er überall auf Spuren glazialer Erosion und Akkumulation stiess^{19, 20, 21}. Somit kann man sagen, dass Lehmann, der erste Forscher auf diesem Gebiete, beinahe alle vergletscherten Gebiete der Ost- und Südkarpathen kannte und so der späteren Detailforschung grosse Dienste leistete. Die Arbeiten Lehmanns stammen aus einer Zeit, da aus den verschiedensten Teilen der Welt das Vorhandensein von diluvialen Gletscherspuren gemeldet wurde. So wurde in diesen Jahren auch die Vergletscherung der Cser-

nahora von Jack und Horne (1877)¹³, Tietze (1878)⁶⁰, Siegmeth (1882)⁵⁸ und Partsch (1882)⁴⁸ beschrieben, sowie diejenige des Rila-Dagh in Bulgarien von Cvijic⁸.

Auf diese Zeit ergebnisreicher Forschung erfolgte jedoch bald eine Reaktion in umgekehrtem Sinne. Primics⁵¹ leugnet gelegentlich seiner geologischen Studien im Fogarascher Gebirge 1884 kurzerhand das Vorhandensein von glazialen Spuren, ohne auf irgend eine Kritik der Beobachtungen Lehmanns einzugehen. Inkey¹² verhält sich 1892 dem Lehmann'schen Standpunkt gegenüber auch ablehnend, jedoch sucht er seine Ansichten mit wissenschaftlichen Argumenten zu rechtfertigen, so z. B. dass die Moränenablagerungen in den Karpathen keine gekritzten Geschiebe führen und dass sie deshalb nicht mit Sicherheit als solche angesprochen werden können.

In eine neue Epoche, und zwar in die fruchtbarste, tritt die glazialgeologische Erforschung der Karpathen durch die Arbeiten von Mrazec⁴⁰, Emm. de Martonne^{24—39}, Murgoci⁴¹ und Schafarzik^{55—56}, in den Jahren 1898—1907. Besonders Emm. de Martonne war es, der viele Jahre hindurch die Südkarpathen zu seinem speziellen Arbeits- und Studiengebiet machte. Ihm verdanken wir neben seinen allgemein-morphologischen Arbeiten eine ganze Reihe speziell glazialgeologischer Aufsätze; er war es, welcher die morphologischen Formen genau analysierte und es auf diese Weise möglich machte, die Existenz und Verbreitung der eiszeitlichen Gletscher allein durch den morphologischen Formenschatz zu erkennen, eine Arbeitsmethode, welche in den Karpathen, bei der grossen Seltenheit unzweideutiger Moränenablagerungen von ausschlaggebender Bedeutung ist, um überhaupt zum Ziel gelangen zu können. So verdanken wir Emm. de Martonne die ersten topographischen Aufnahmen von typischen glazialen Hochgebirgsformen (Gäuri und Gălcescu — Kare im Parâng), im Maßstabe 1:10.000²⁷, ihm verdanken wir fast allein die genaue topographische und glazialmorphologische Erforschung des Parâng-Stockes, eines der typischsten Gebiete der diluvialen Vergletscherung in den Südkarpathen. Seine mehr allge-

meinen, nicht ins Detail gehenden Studien am Bucegi, am Retezat, im Fogarascher Gebirge, in der Boresecu-Godeanu-Gruppe und im Ţarcu-Gebiet erlaubten ihm eine allgemeine Übersicht über die Art und Verbreitung der diluvialen Vergletscherung zu erhalten und aus diesen Daten wichtige Schlüsse über die Zahl der Vereisungen, über die Höhe der Schneegrenze und über die klimatologischen Verhältnisse der Eiszeit im Gebiet der Südkarpathen zu ziehen. So gelangte de Martonne als erster zu einer zusammenfassenden Darstellung der diluvialen Verhältnisse der Südkarpathen. Während de Martonne seine Studien zum grössten Teil auf altrumänischem Gebiet ausführte, arbeitete Schafarik fast zur selben Zeit im Banat und in Siebenbürgen (1897—1898)^{55—56}, besonders im Retezat-, Boresecu-, Godeanu- und Ţarcu-Massiv, wo er überall Gletscherspuren nachwies und beschrieb. Seither bewegte sich die glazialgeologische Forschung in den von de Martonne gewiesenen Bahnen. Lóczy²² unternahm 1904 mit seinen Schülern eine Reise in das Retezat-Gebiet, wobei er den Bucura- und Zănoagă-See lotete und noch wichtige Beobachtungen über die Verbreitung der Gletscher machte. Sawicki⁵³ und Szilády⁵⁰ brachten 1907 Arbeiten über die Vergletscherung des Rodnaer Gebirges im nördlichen Siebenbürgen. O. Phelps⁴⁰ studierte 1904 besonders die glazialen Seen des Fogarascher Gebirges und lotete bei dieser Gelegenheit den Frecker-, Bulea-, Podragu-, Podragel- und Urlea-See. E. Jekelius^{14—15} brachte während der geologischen Aufnahme des Bucegi-Massives wertvolle Notizen über den Malaieşter-, Ţiganesther- und Gaura-Gletscher (1915—1916), Pawlowsky^{46—47} gab 1917 eine zusammenfassende Beschreibung der eiszeitlichen Verhältnisse in der Csernahora. Behrmann² bringt 1924 gelegentlich seiner morphologischen Studien in den Südkarpathen auch manche neue Beobachtung über die diluviale Vergletscherung, besonders im Jalomişatal (Bucegi), und Kräutner konnte gelegentlich der geologischen Bearbeitung des Rodnaer Gebirges die von Sawicki gemachten Beobachtungen ergänzen. Damit schliesst die Reihe der Arbeiten über die Vergletscherung



der Süd- und Ostkarpathen; nach de Martonne hat nur Pawlowsky und Sawicki grössere glazialgeologische Arbeiten herausgegeben, während die übrigen Angaben sich in der geologischen und geographischen Literatur nur verstreut vorfinden. In diesem kurzen Überblick wurden nicht die Namen sämtlicher Autoren erwähnt, sondern nur die verschiedenen Etappen des Fortschrittes unserer Kenntnisse angedeutet.

Ein vollständiges Literaturverzeichnis findet sich, alphabetisch geordnet, am Schlusse dieser Arbeit, worauf die im Text befindlichen Nummern Bezug haben.

Die Eiszeit in den Ost- und Südkarpathen.

Sowohl die-grosse Verbreitung des nordischen Inlandeises zur Diluvialzeit, welches ganz Norddeutschland bedeckte und erst an den südlichen alten Gebirgshorsten brandete und sein Ende erreichte, als auch die intensive Vergletscherung der Alpen, legten schon seit lange den Gedanken nahe, dass zu jener Zeit auch niedrigere, heute unter der Schneegrenze liegende Gebirge vergletschert gewesen sein könnten. Lag doch in den Alpen in der Eiszeit die Schneegrenze 1200—1300 Meter tiefer als heute, so dass sie in den Kalkalpen 1100—1300, in den Zentralalpen 1600—1800, in den Julischen Alpen 1400 und in den besonders niederschlagsreichen Salzburger und Allgäuer Alpen nur 1000 Meter betrug. Wenn nun auch die Höhe der Schneegrenze, wie dies auch heute in den Alpen zu sehen ist, nicht allein von der absoluten Höhe des Gebirges abhängt, sondern vor allem durch die Massenerhebung, durch die klimatischen Verhältnisse (Niederschlagsreichtum) und die Exposition der Hänge bedingt wird, so können wir in den Karpathen, vor allem ihrer geringeren Massenerhebung wegen, von vornherein auf eine höhere Lage der Schneegrenze gefasst sein, als in den Alpen. Die allgemeinen klimatischen Bedingungen, welche in den Alpen die Vereisung hervorriefen, eine Temperaturerniedrigung von 3—5 Grad C und eine grössere Niederschlagsmenge dürften auch für die Karpathen dieselben gewesen sein, natürlich mit lokalen Änderungen, beson-

ders was die Niederschlagsmengen und die sie bedingenden Luftströmungsverhältnisse anbetrifft. Die höhere Lage der Schneegrenze jedoch und die geringere Massenerhebung der Karpathen hat auf die Form der Gletscher einen bestimmenden Einfluss gehabt. Die hohe Lage der Schneegrenze gestattete nicht das Vorhandensein von langen Talgletschern, wie wir sie heute in den Alpen in so grosser Zahl noch sehen, viel weniger noch das Zustandekommen von Piedmont-Gletschern, wie in den Alpen zur Zeit des Diluviums. Die geringe Massenerhebung in Verbindung mit der höheren Lage der Schneegrenze setzt auf natürliche Weise der Grösse der Firn- und Sammelbecken, der Ausdehnung der Eisfelder eine Grenze. Aus diesen angeführten Gründen hatten wir zur Eiszeit in den Karpathen eine Vergletscherung, welche sich mehr dem pyrenäischen Typ nähert, welcher durch kleine Hängegletscher gekennzeichnet ist. Doch gab es in den Karpathen auch Talgletscher von alpinem Typus, deren Länge jedoch höchstens 8—9 Kilometer betrug. Auch hat es wohl, besonders in den niedrigen Massiven, welche unter ihren Gipfformen keine Karlinge, sondern meist Rundlinge aufweisen, Gletscher gegeben, welche als Hängegletscher nach mehreren Seiten von einer zentral gelegenen kleinen Eiskalotte zu Tal gingen und auf diese Weise einer Verbindung des pyrenäischen mit dem skandinavischen Gletschertypus entsprechen. Dieser Typus existiert heute z. B. auch in den Alpen, so an den Gletschern des Mont de Lans im Massiv von Oisans.*)

Die Frage nach der Zahl der Vergletscherungen ist in den Alpen noch nicht ganz geklärt. Das Penck-Brückner'sche System der vier Eiszeiten und der mehrmaligen Schwankungen der letzten Eiszeit lässt sich schwer mit den Ergebnissen der fortgeschrittenen norddeutschen Glazialforschung in Zusammenhang bringen, welche zwei Eiszeiten annimmt, wobei die letztere durch eine kleine Rückzugsphase unterbrochen wird. In letzter Zeit versucht das Institut für Eis-

*) E. H a u g: *Traité de géologie* I. (Abbildung); Tafel LXV. 1.

zeitforschung in Wien unter der Direktion von J. Bayer *) durch zahlreiche Veröffentlichungen, die alpine Eiszeit in ihren Phasen mit der norddeutschen in Übereinstimmung zu bringen, das heisst also, die vier Penck-Brückner'schen Eiszeiten in zwei zusammenzudrängen, wobei die letzte zwei Vorstösse aufweist.

In den Karpathen fehlen uns leider die Grundlagen, auf denen die geologische Chronologie des Eiszeitalters in den Alpen und in Norddeutschland aufgebaut ist, fast vollständig, wohl aus dem einzigen Grunde, weil die Vergletscherung im Vergleich mit der der Alpen und Deutschlands viel zu klein und unbedeutend war, um grosse geologische Ablagerungen zu hinterlassen. Fällt es doch in den Karpathen sogar schwer, typische Moränen aufzufinden. Dabei lässt sich nirgends eine Verbindung von Moränen und Schotterterrassenbildungen feststellen; infolgedessen lässt sich beim Studium der Terrassen und der diluvialen Ablagerungen schwer oder gar nicht das Glazial vom Inter-glazial oder gar Postglazial unterscheiden. So scheiden die rein geologischen Forschungsmethoden, die sich in Gebieten starker Vergletscherung so ausgezeichnet bewähren, für die Karpathen fast vollkommen aus; die Karpathengletscher endeten eben hoch oben und gingen in Wildbachtäler über, welche selber noch eine ganze Strecke lange erodieren, bis sie endlich in ihrem Unterlauf akkumulieren. So kommt für die Karpathen nur die morphologische Forschungsmethode in Betracht, besonders da mit der paläontologischen Methode, der Unzulänglichkeit der geologischen wegen, auch zu keiner feineren Gliederung gelangt werden kann. Nur die Lössbildungen und die Bodenbildungen im Löss in Bessarabien und Russland lassen sich nach N. Florov **) gut durch die Übertragung des Penck-Brückner'schen Systems auf die Karpathen erklären.

*) J. Bayer: Der Mensch im Eiszeitalter: I. Der Weg zur rel. Chronologie des Eiszeitalters; II. Entwurf einer historischen Geologie des Eiszeitalters. Leipzig und Berlin, 1927.

**) Florov: Vortrag in der Sitzung des geographischen Instituts, Bukarest 1927.

Wie schon erwähnt, war es vor allem de Martonne, der die morphologische Methode für die Karpathen ausgebildet und verwertet hat. Aus der tiefen Lage mancher Moränen und aus den Formen der Täler kann nach de Martonne auf eine weiter ausgedehnte Eiszeit geschlossen werden, welche kleine Talgletscher schuf. Doch finden sich in allen diluvialen Vereisungsgebieten der Karpathen über den eigentlichen Trogtälern kleine Hängekare, welche nur ganz kleine Hängegletscher beherbergt haben und welche schwerlich zu gleicher Zeit mit den grösseren Talgletschern bestanden haben können. Sie entsprechen vielmehr einer zweiten, viel schwächeren Vereisungsperiode, welche auf kleine Hängegletscher beschränkt blieb. So gelangt man in den Karpathen auf morphologischem Weg zur Annahme von mehreren Vereisungen. Eine ausführliche Darlegung dieser Tatsachen und Gedankengänge findet sich weiter unten.

Der morphologische Formenschatz und die Ablagerungen der Eiszeit.

a) Moränen.

Die Moränen sind das typischste Merkmal der Vergletscherung eines Gebietes und sie geben eines der besten Mittel ab, die die Eiszeit betreffenden Fragen zu klären. Wie schon erwähnt, wurde die Glazialforschung in den Karpathen besonders durch den Umstand erschwert, dass typische Moränenbildungen nur sehr selten zu finden sind. Besonders in geologisch einförmig gebauten Gebieten lassen sich Moränen sehr schwer von anderen Schuttanhäufungen unterscheiden, zumal wenn sie von der Erosion angegriffen sind, welche ihre charakteristische Form zerstört. Oft führen die kleinen Hängegletscher, wie wir sie hauptsächlich während der Eiszeit in den Karpathen hatten, keine Grundmoränen. Die Seitenmoränen sind ja nichts anderes, als auf den Gletscher herabfallender Schutt, welcher von ihm talabwärts transportiert wird und welcher sich nur schwer von einer nicht glazialen Schuttbildung unterscheiden lässt. Am typischsten ist die hufeisenförmige Endmoräne mit ihren vielen charakteristischen Kleinformen. dem Zungenbecken,

den Drumlins usw. In den Karpathen kam noch der ungünstige Umstand hinzu, dass das Gesteinsmaterial in den meisten Fällen wenig erhaltungsfähig ist und sich deshalb weder in Sedimentgesteinen, noch in den weicheren kristallinen Schiefern gekritzte Geschiebe erhalten konnten. Allen Forschern fiel der Mangel an gekritzten Geschieben auf und einige, z. B. Inkey¹², bezweifelten sogar die Moränennatur vieler Ablagerungen aus Mangel an gekritzten Geschieben. Weiterhin sind die Moränen zum grossen Teil der Erosion zum Opfer gefallen, so dass es einen schliesslich nicht Wunder nimmt, wenn man Moränen in den Karpathen erst sehr spät mit voller Sicherheit als solche erkannt hat und dass sich manches, von früheren Forschern für eine Moräne angesehene Gebilde als eine gewöhnliche fluviatile Schuttablagerung herausgestellt hat. Entscheidend ist in den Karpathen meistens die topographische Form; gekritzte Geschiebe sind nur selten gefunden worden. Aus der petrographischen Zusammensetzung sind auch einige Moränen erkannt worden (z. B. Cărbunele im Parâng).

Eine der charakteristischsten Moränen der Südkarpathen findet sich an der Soarbele (zwischen Jiu und Cerna). Das Kar dieses einstigen Gletschers liegt in verschiedenen Verrucano- und Juragesteinen, auch Kristallin nimmt am Aufbau teil. So können denn auch petrographisch hier die Moränen gut von lokalen Geröllablagerungen unterschieden werden. Die Moräne bildet zwei hufeisenförmige Wälle, deren äusserer von der Erosion schon stark angegriffen ist und an den sich eine Sandr-Bildung, eine 5—10 Grad geneigte fluvioglaziale Terrasse anschliesst. Im Innern des Moränenwalles findet sich eine für die Grund- und Stirnmoräne sehr charakteristische Topographie, in Form einer kleinen, zeitweilig von einem See eingenommenen Depression. Die Moräne liegt hier in 1450 Meter Höhe, der höchste Punkt des 1 Quadratkilometer grossen Firnfeldes liegt in 2100 Meter, die Länge des Gletschers betrug 3 Kilometer. Die Moräne der Soarbele bietet ein ganz ausgezeichnetes Beispiel für eine in grösserer Höhe liegende Stirnmoräne von

selten guter Erhaltung. Bei den kleinen Kargletschern der Karpathen müssen die End- und Stirnmoränen gerade am Ausgang des Kares, vor der hohen Karstufe liegen, also an einem Orte, wo sie der Erosion besonders stark ausgesetzt sind und sich so heute selten mehr finden und erkennen lassen. Die Endmoränen der Talgletscher der ersten grossen Vereisungsperiode hingegen wurden schon durch die starke Erosion des Interglazials zerstört, später durch die noch immer stark wirksame Arbeit des Bergbaches, in dessen Bereich der grössten Erosion ja noch alle Karpathengletscher gelegen haben. So sind die Endmoränen der Talgletscher besonders selten zu finden, und wenn, so stets in einem durch die Erosion schon stark angegriffenen Zustand.

Die Erhaltungsbedingungen für die Seitenmoränen sind, besonders im Zungengebiet der Talgletscher, besser als diejenigen der End- und Stirnmoränen. Die Flusserosion beschränkte sich im Inter- und Postglazial mehr auf die Austiefung der mittleren Talpartie und hat auch in den meisten Fällen das Tal bereits 100—200 Meter unter den eiszeitlichen Talboden ausgetieft. So sieht man heute noch oft oben am Berghang kleine Terrassen, kleine Leisten, Schliffborde und Schliffkehlen, die der Gletscher zurückgelassen hat. So finden sich am Osthange des Lotrutales, im Parâng bei der Stina Cărbunele, beim Zusammenflusse des Gălcescu und Iezeru auf einer kleinen Terrasse riesige Felsblöcke, aus Gneis bestehend, während in der näheren Umgebung nur Chlorit-schiefer anstehen. Ein Transport durch Wasser erscheint an der betreffenden Stelle ganz ausgeschlossen. Der Gneis der Blöcke ist identisch mit dem im Kare des Gălcescu anstehenden Gneise. Auf dem gegenüberliegenden Hange des Tales, bei Coasta Petreși, sind ebenfalls solche Gneisblöcke gefunden worden. Sie entsprechen den Überresten einer Seitenmoräne des Lotrugletschers. Eine Schliffwirkung des Eises konnte an diesen Blöcken nicht festgestellt werden. Gut entwickelte Seiten- und Stirnmoränen existieren jedoch im Parâng nicht und sind überhaupt in den Karpathen eine Seltenheit.

b) Rundhöcker (*Roches moutonnées*).

Die Rundhöcker wurden schon seit langer Zeit als ein Charakteristikum der Vergletscherung angesehen. Sie finden sich in den Karpathen in fast allen vergletschert gewesenen Gebieten, und bilden so ein ausgezeichnetes Kriterium für die Existenz ehemaliger Gletscher. Sie finden sich ohne Unterschied in fast allen Gesteinsarten, sowohl in den Glimmerschiefern, den kristallinen Kalken, den Serpentin, als auch im Gneis und im Granit. Natürlich spielt die Gesteinsart für die Erhaltung der Rundhöcker eine grosse Rolle. Harte, gleichartig zusammengesetzte Gesteine, z. B. die Serpentine des Parâng lassen sich vom Eise leichter polieren und behalten diese charakteristischen Formen viel länger als z. B. der Glimmerschiefer oder der Phyllit. Deshalb finden sich die schönsten und typischsten Rundhöcker im Parâng. Die Rundhöcker treten vor allem dort auf, wo die Erosionskraft und der Druck des Eises am grössten war, so vor allem an den Seiten der Kare und besonders schön unter den hohen Karstufen und Kartreppen, also gerade wo sie nach der Hypothese ihrer glazialen Entstehung sein müssten. Die Form der Rundhöcker ist gewöhnlich asymmetrisch, ihre flachere Seite ist bergwärts, die steilere talwärts gerichtet, was sich aus der Bewegungsrichtung des Eises leicht erklären lässt. Oft umgeben sie auch wie ein Kranz die kleineren glazialen Seen der Kare und Hochtäler. Sie bleiben nur auf die oberste Region beschränkt. Die tiefste Stelle, an der von de Martonne Rundhöcker gefunden worden sind, beträgt 1770 Meter im Kar der Roșiile am Parâng.

c) Gletscherschliffe.

Die Gletscherschliffe stellen ein weiteres untrügliches Zeichen glazialer Einwirkung dar. Sie finden sich sowohl im Anstehenden, als auch in der Form von gekritzten Geschieben, meist im Moränenmaterial. Die Gletscherschliffe sind in den Karpathen im allgemeinen selten. Anstehend finden sie sich öfters auf den Rundhöckern, doch nur in dem Falle, wenn die Gesteinsart ihrer Erhaltung günstig ist. In allen weichen Sedimentgesteinen z. B., ferner in

weicheren kristallinen Gesteinen, wie in Phylliten und Glimmerschiefern bleiben sie nicht erhalten. Auch die Feuchtigkeit des Klimas, welche den Fortschritt der Verwitterung begünstigt, lässt sie bald verschwinden. Im Gehänge lässt sich manchmal auch in den Karpathentälern der Schliffbord, die Stelle, bis wohin die schleifende Wirkung des Eises gereicht hat, erkennen, in Form eines leichten Knickes im Gehänge, oberhalb dessen dann schroffere, vom Eis nicht mehr ummodellerte Formen herrschen.

d) Die Seen.

Albrecht Penck hat die Seen die Leitfossilien der Gletscherkunde genannt. Dieser Ausspruch ist nur in bedingtem Maß richtig. Denn nicht alle Seen und Meeraugen der Karpathen können als glazial angesehen werden. Die vielen Seen zeigen zwar eine Unregelmässigkeit des hydrographischen Netzes an, welche aber nur zum Teil der glazialen Erosionstätigkeit zuzuschreiben ist. Echte glaziale Seen sind jene, welche in einem kleinen, ausgefressenen, von Rundhöckern umgebenen, wannenförmigen Becken liegen, oder die ihre Entstehung einer Moränenbarrage verdanken. Davon zu unterscheiden sind die übrigen Seen, welche durch gewöhnliche Schutt- und Geröllanhäufungen angestaut wurden, und die oft den Moränenseen sehr ähnlich werden können (Viele Moränenseen Lehmanns). Drittens gibt es dann noch, wenn auch seltener, Dolinenseen, wie z. B. ein See im Găuri-Kar (Parâng), nördlich des grossen Găuri-Sees in 2088 Meter Höhe, der etwas niedriger als der Găuri-See liegt, weder einen Zu- noch einen Abfluss hat und welcher wahrscheinlich von dem Wasser des Găuri-Sees unterirdisch genährt wird. Ein zweiter Dolinensee findet sich zwischen Boianu und Coasta lui Popovici, ebenfalls im Găuri-Kessel. Die meisten Seen verdanken jedoch der austiefenden Wirkung des Eises und überhaupt der charakteristischen Gletschererosion ihre Entstehung. Ihre Zahl ist riesengross. Es existiert — ausser dem Bucegi- — wohl kein vergletschert gewesenes Gebiet in den Karpathen, das nicht eine stattliche Anzahl von Seen aufweist. Für eine glaziale Entstehung

Podragel-See
Fog. Geb. (Phleps)



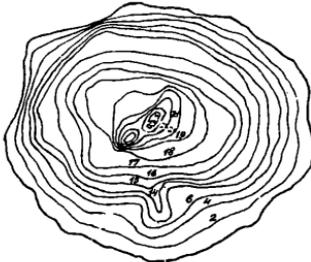
Frecker-See
Fog. Geb. (Phleps)



Urlea-See
Fog. Geb. (Phleps)



Zároaga-See
Releza! (Lóczy)



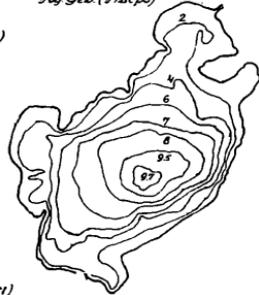
Podragu-See
Fog. Geb. (Phleps)



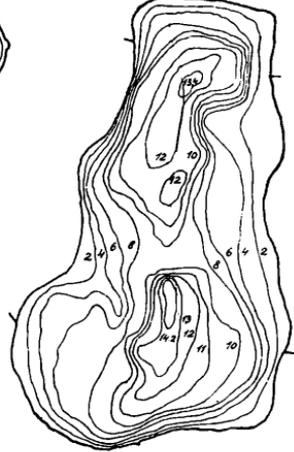
Gálcescu-See
Parârag (at Marfiorne-Murgoci)



Bulea-See
Fog. Geb. (Phleps)



Bucura-See
Releza! (Lóczy)



*Die vermessenen und geloteten
glazialen Seen der Südkarpathen*

0 100 200 300 400 500 Meter

spricht auch schon die äusserst konstante Höhenlage der Seen, welche im Durchschnitt zwischen 1800 und 2100 Meter schwankt. Ihre Grösse ist verschieden. Die kleinsten haben 20—30 Ar Grundfläche, die grössten 3—4 Hektar. Der grösste glaziale See der Südkarpathen ist der Bucura-See, im Retezatgebiet, am Fusse der Peleaga und der Bucura gelegen. Die Tiefe der Seen ist auch recht verschieden; als Durchschnittstiefe kann wohl 10 Meter angegeben werden, doch erreicht zum Beispiel der Zănoaga-See im Retezat 22 Meter. De Martonne hat den Gălcescu-See im Parâng^{26—27}, Lóczy²² den Bucura- und Zănoaga-See im Retezat und Phelps⁴⁹ den Frecker-, Podragel-, Bulea- und Urla-See im Fogarascher Gebirge vermessen und verlotet. Daraus ergab sich, dass die Seen tatsächlich flache wannenförmige Becken darstellen, welche sich zum Teil schon wieder in Ausfüllung befinden. In einigen konnten am Boden auch rundhöckerartige Formen gefunden werden. Interessante Ergebnisse ergab eine Analyse des Schlammes vom Boden des Gălcescu-Sees^{26—27}, wobei sich zeigte, dass die chemische Zusammensetzung des Schlammes nach Ausscheidung der organischen Stoffe der des Granites von Gălcescu sehr gut entspricht und also sein Verwitterungsprodukt darstellt. Der Schlamm zeigt auch eine Verwandtschaft mit gewissen Arten von Gletscherlehm. In den Alpen verdanken die Seen auch zum grossen Teil der Tätigkeit des Eises ihren Ursprung.

A. von Böhm*) schätzt die Zahl der Seen der Ostalpen auf 2400.

Während in den Alpen die Pässe, welche beim Überfliessen des Eises über einen Kamm entstehen, und auf

*) Literatur über Seen: A. v. Böhm: Die Hochseen der Ostalpen. Mitt. d. geogr. Ges. Wien 1886.

E. Fugger: Die Hochseen. Mitt. d. geogr. Ges. Wien 1896;

J. Sölich: Studien über Gebirgspässe. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde, XVII/2 1908;

R. Wagner: Die Seen des Böhmerwaldes, eine geologisch-geographische Studie, zugleich ein Beitrag zur Lösung des Karproblems. — Wiss. Veröff. d. Ver. f. Erdkunde, Leipzig 1899, darin vollständige Literaturangabe.

diese Art und Weise nicht nur kleine Wannsen schaffen, sondern auch das Passprofil erweitern, sehr häufig anzutreffen sind, findet man sie in den Karpathen fast nie. Vielleicht gehören einige flache Seen, eigentlich mehr Tümpel, z. B. auf dem Păpuşa-Rücken im Retezat und auf den Kämmen des Rodnaer Gebirges hierher. Im allgemeinen sind die Seen der Karpathen auf die Kare und die oberen Abschnitte der Trogtäler beschränkt.

e) **Kare, Stufen und Trogtäler.**

Die Kare, Stufen und Trogtäler sind typische Produkte der Gletschererosion. Infolgedessen geben sie, wenn sie einwandfrei als solche nachgewiesen werden können, die sichersten Anzeichen einer früheren Vergletscherung. So bildete das Vorhandensein von Karen für Lehmann ein Hauptargument seiner Behauptung des Vorhandenseins ehemaliger Gletscher in den Karpathen. Die grösste Zahl der Forscher schreibt den Karen zwar eine glaziale Entstehung zu (Ramsay, Helland, Gastaldi, Penck, Richtofen, Sauer), doch gibt es daneben auch eine tektonische und eine Verwitterungstheorie der Kare (Bonney), deren Anhänger auch Inkey war, der deshalb in den Karen nur nachträglich durch die Flusserosion umgewandelte Flusstäler sah. Diese Verschiedenheiten der Ansichten über die Entstehung der Kare haben ihren Grund darin, dass keine genaue wissenschaftliche Definition des Begriffes „Kar“ in topographischer und genetischer Hinsicht vorlag.

Von unten gesehen, erscheint ein Kar als eine in die Bergflanke eingeschnittene Nische, und zwar gewöhnlich nahe an der Kammlinie, die gewöhnlich in einer steilen Stufe endet. Man hat von unten den Eindruck, dass der Karboden tiefer liegt als der Abschluss des Kares gegen unten. Der Boden des Kares ist jedoch horizontal oder flach nach unten geneigt; auf ihm finden sich die schon beschriebenen charakteristischen Rundhöcker, zum Teil mit Gletscherschliffen, die glazialen Seen und oft am unteren Abschluss des Kares, wenn es sich um kleine Talgletscher gehandelt hat, die wallförmige Stirn- oder Endmoräne. Der Boden der grossen Kare ist nicht so einheitlich gebaut, sondern besteht aus

mehreren horizontalen oder flach geneigten Terrassen, Karböden, welche treppenförmig, durch hohe Stufen voneinander getrennt, übereinander liegen. Die Wände der Kare sind steil und umschliessen den ebenen Boden meist halbkreisförmig; riesige Schutthalden ziehen sich oft aus halber Höhe der Wände bis zum Karboden hin. Grössere Kare weisen oft auch kleinere parasitische Nebenkare auf, welche, höher als das Hauptkar gelegen, mit einer steilen Stufe in dieses einmünden. Es sind dieses im Gegensatz zu einfachen, zusammengesetzte Kare. Das hydrographische Netz der Kare ist sehr unregelmässig. Diese Unregelmässigkeit wird durch den fast ebenen Talboden hervorgerufen, auf dem der Fluss hin und her pendelt und in steilem Gefälle dann wieder über die Talstufen hinunterstürzt. Die wichtigsten topographischen Elemente des Kares sind also folgende:

1. Das Querprofil hat U-Form, das Längsprofil ist treppenförmig. Die Längenausdehnung ist gewöhnlich grösser als die Querausdehnung.
2. Die Linien des grössten Gefälles konvergieren nicht in einem Punkt, sondern in einer oft halbkreisförmigen Linie, welche die Grenze des flachen Talbodens und der steilen Karwände bildet.
3. Die Höhenlinien haben einen ganz anderen Verlauf als in den durch Wassererosion geschaffenen Tälern. Sie bilden runde Bögen im Kar (im Tal) und laufen in spitzen Winkeln an den Scheidewänden zwischen den Karen zu.
4. Der Wasserlauf im Kar ist ganz unabhängig vom Verlauf der Höhenschichten.

Diese von de Martonne gegebene Definition des Kares bestimmt seinen Begriff eindeutig und gestattet, das Kar von ähnlichen in der Natur noch vorkommenden morphologischen Formen zu unterscheiden, und zwar wären diese ähnlichen Formen: Krater, Dolinen und Quelltrichter. Diese Verwechslungen sind sehr oft vorgekommen. So wurden die Kare der Vogesen als Krater angesehen und A. v. Spiess *)

*) A. v. Spiess: Jahrbuch des Siebenb. Karpathenvereins. Hermannstadt. Jg. 19, Hermannstadt 1899.

hielt die Kare des Cändrelu — freilich ohne sich ein wissenschaftliches Urteil anmaßen zu wollen — ebenfalls für Krater. Ein Krater kann jedoch nur in dem Falle mit einem Kare Ähnlichkeit erhalten, wenn die Erosion in den Kraterand eine Bresche schlägt und so der runde Kraterand hufeisenförmig umgestaltet wird. Doch auch in diesem Falle treffen die unter Punkt 2—4 angeführten Merkmale nicht zu. Eine Verwechslung mit Dolinen ist wohl schwer möglich. Am ehesten kann ein Kar jedoch mit einem Wildbachkessel verwechselt werden. Diese Verwechslung ist insofern die verhängnisvollste, weil sich die Wildbachkessel auch gewöhnlich im Hochgebirge vorfinden und durch eine Verwechslung dieser beiden das Vorhandensein einer diluvialen Vergletscherung in dem betreffenden Gebiete überhaupt in Frage gestellt werden kann. Doch lässt sich der Wildbachkessel (Quelltrichter) stets durch genaue morphologische Untersuchung vom Kar unterscheiden; sein Längsprofil ist nicht treppenförmig. Im Querprofil kann zwar, besonders bei stark vorgeschrittener Erosion, am Talschluss eine U-Form vorkommen, welche jedoch allmählich und bald in die spitze V-Form übergeht. Beim Kar erfolgt dieser Übergang stets scharf, an einer Stufe. Die Linien des grössten Gefälles vereinigen sich beim Wildbachkessel stets in einem Punkt und der Wasserlauf ist stets abhängig von der Form des Kessels und den Gefällslinien. Es kann vorkommen — und wir besitzen gerade in den Karpathen Beispiele dafür —, dass ein Kar nachträglich durch die Wirkung der subaërischen Erosion in einen Wildbachkessel umgewandelt wird und so Übergangsformen aufweist. Die normale Erosion des Wassers erstrebt im Hochgebirge stets die Form des Quelltrichters oder des Wildbachkessels und sucht sie in jedem Fall zu erreichen, selbst wenn schon eine ältere Form, die des Kares, vorliegt.

Umgekehrt strebt aber auch die glaziale Erosion im Hochgebirge stets die Form des Kares an und verwandelt einen eventuell früher vorhandenen Quelltrichter in ein solches.

Die Erklärung der glazialen Entstehung des Kares be-

ruht auf der Annahme der Erosionsfähigkeit des Eises und des Gletschers. Doch ist diese Erosionsfähigkeit keineswegs von der ganzen Fachwelt anerkannt. So spalten sich denn die Gletscherforscher in zwei Lager, in die „Erotiker“ und in die „Antierotiker“, wie Professor Brückner zu sagen pflegte. Bonney weist zum Beispiel darauf hin, dass die Kare eigentlich im Maximum der Erosion liegen müssten, während sie sich tatsächlich im Minimum befinden, und viele Forscher meinen, das Eis habe im Gegenteil konservierend auf seinen Untergrund gewirkt, anstatt zu erodieren. In neuerer Zeit vertreten besonders Heim, Rüttimeier, Stapff, Kjerulf und Högbom diese Ansicht, und Heim fasst seine diesbezüglichen Argumente wie folgt zusammen:

1. Alle tiefen und übertiefen Täler hatten während des ganzen Diluviums (auch im Interglazial) ihre Flüsse beibehalten.
2. Nur jene Täler sind in der Erosion zurückgeblieben (Hängetäler), welche ihre Flussläufe bereits vor dem jüngeren Diluvium verloren haben.
3. Die tiefen Rinnen der Täler wurden während der Hauptinterglazialzeit mit Hochterrassenschotter ausgefüllt, der durch die beiden letzten Vereisungen nicht ausgeräumt worden ist, was, wenn das Eis tatsächlich erodieren sollte, hätte geschehen müssen.

Die andere Schule, vor allem Ramsay, Tyndall, Geikie, Helland, Penck, Brückner, Davis, Hess, Kilian, de Martonne treten mit aller Schärfe für die Erosionsfähigkeit des Eises ein und wie uns scheint, mit vollem Recht. Denn gerade auch in den Karpathen lässt sich die Fülle der beobachteten Tatsachen am besten durch die Erosionsfähigkeit des Eises erklären.

Die Entstehung der Kare.

Die Kare sind nach Richter glazial umgestaltete Quelltrichter. Wenn durch eine klimatische Änderung die Schneegrenze bis in das Gebiet der Quelltrichter sinkt, so sammelt sich in ihnen, teils auch vom Winde hingeweht, ewiger Schnee an, der sich durch das lange Liegen und

durch den Druck schliesslich in grobkörnigen Firn und in Firneis verwandelt. Die Hinterwände des Quelltrichters sind aper und aller abfallende Schutt kommt auf das Firneis zu liegen. Dadurch werden die Rückwände immer steiler. Durch die Eisbedeckung wird die Erosion unterbunden, durch wiederholtes Auftauen und Gefrieren verwittern die Gesteine am Boden des Quelltrichters und wenn sich das Firneis in seine langsame Bewegung talabwärts begibt, so transportiert es all den Schutt und all die vom Untergrund gelösten Blöcke in Form von Moränen zu Tal. Unter dem Druck des Eises erodiert der Gletscher und schafft den typischen Karboden und das U-förmige Trogtal. Doch der Gletscher erodiert nicht nur in die Tiefe, sondern auch in die Breite. Dadurch versteilt er auch die Seitenwände. Dadurch vergrössert sich das Areal des Kares, und benachbarte Kare rücken immer näher aneinander, bis schliesslich ihre Verbindungswand wegerodiert ist und nur noch ihr vorderster Teil als sogenannte Torsäule stehen bleibt. Doch schliesslich verfällt auch diese der Erosion, es entstehen die den Karen vorgelagerten Karterrassen. In den Karpathen kann man diese letztbeschriebenen Vorgänge manchmal an den kleinen, parasitischen Nebenkaren beobachten, während die Hauptkare im allgemeinen voneinander getrennt sind. Die Tiefenerosion des Gletschers schafft flache Felswannen, steile Talstufen und Rundhöcker mit charakteristischen Gletscherschliffen. Wenn es sich um kleine Kargletscher handelt, so sind sie am Ende des Kares gewöhnlich durch Moränenwälle und durch eine steile Stufe abgeschlossen. Grössere Gletscher verlassen hingegen das Kar und schaffen das charakteristische Trogtal.

Das Trogtal.

Das Trogtal verdankt seine charakteristische Gestalt und seine Entstehung ebenso wie das Kar, der glazialen Erosion. Sein Querprofil ist U-förmig, mit flachem Talboden und steilen Wänden. Nach Drygalski*)

*) Drygalski: Die Entstehung der Trogtäler zur Eiszeit. Petermanns geogr. Mitt. 1912.

spielt dabei die seitlich quellende Bewegung des Eises eine grosse Rolle, wobei das Gletschereis am Boden von der Mittellinie aus gegen die Seiten drängt und so die U-Form schafft. Die steilen Wände des Trogtales reichen so hoch, als wie das Tal vom Gletscher erfüllt war. Diese Linie ist im Gelände oft durch einen deutlichen Knick bezeichnet. Unterhalb derselben befindet sich die vom Eis zugeschliffene Form, mit Gletscherschliffen und Rundhöckern, oberhalb derselben ist das präglaziale Relief erhalten. Diese Linie heisst die Schliffkehle. In den Taltrögen münden kleinere Nebentröge ein, deren Mündung weit über dem Talboden des Haupttales liegt, so dass sie übertieft erscheinen. Sie entsprechen Konfluenzen zwischen dem grossen Haupt- und kleineren Nebengletschern, wobei der grosse Gletscher dank seiner grösseren Masse tiefer erodiert hatte als der kleine Nebengletscher, woraus sich eben die Übertiefung des Haupttales leicht erklären lässt. Nach rückwärts schliesst der Taltrög mit einer hohen Stufe, dem Trogschluss, gegen das eigentliche Kar ab. Darüber folgt eine flach geneigte Fläche, die Trogschulter, welche mit dem unter der Schliffkehle liegenden Schliffbord in Verbindung steht und so das stark übertiefte Tal hufeisenförmig umgibt. Im Trogtal finden sich, ebenso wie in den Karen, durch verschieden starke Erosion entstandene Stufen, in denen der Gletscher abfällt. Nach unten wird das Trogtal von dem Zungenbecken und von den Endmoränenwällen abgeschlossen und geht von da an, meist wieder über eine Stufe, in das V-förmige Flusstal über. In den Karpathen sind die Trogtäler viel schlechter erhalten als die Kare; dies hat seinen Grund darin, dass im Postglazial die Erosion des fliessenden Wassers das normale Talprofil wieder herzustellen trachtete. Während die Kare jedoch im Minimum der Erosion liegen, befinden sich die Trogtäler gerade in dem Maximum der Erosion. Es setzt deshalb hier eine neue wirksame Tiefenerosion ein, welche das U-Profil bald zerstört. Die neuerliche Übertiefung ist eine gewaltige. Die Nebenflüsse zerstören auch die alten Trogwände, die Seitenmoränen werden von den Nebentälern zerschnitten und von

Schutthalden überdeckt, und nur hie und da gewahrt man an den Bergflanken kleine Knicke im Gehänge, kleine Terrassen mit Resten von Seitenmoränen (z. B. Cărbunele) oder hie und da einen Schliffbord. Daher auch die Schwierigkeit, festzustellen, wie weit die Gletscher talabwärts gereicht haben. Die Endmoränen, welche auch noch meist in der Zone der maximalen Erosion liegen, sind in ihrer charakteristischen Form durch die Arbeit des Wassers auch zerstört worden und nur selten gelingt es, ihre Lage einwandfrei festzustellen. Doch auch die Formen der Kare wurden durch die postglaziale Erosion umgeändert. Die abstürzenden Schutthalden begraben die Seitenmoränen unter ihren Massen. Moränen und Rundhöcker werden zerstört, die Depressionen werden von Seen eingenommen, in die sich Schutthalden und Schuttkegel schieben. Die Talstufen sind durch die darüber hinweggehenden Wasserfälle besonders stark der Erosion ausgesetzt, verlieren ihre charakteristische Form und der Fluss nähert sich immer mehr der normalen Kurve seines Gefälles und seines Laufes.

In den Karpathen tritt uns das Kar in sehr verschiedenen Formen entgegen. Die Ursachen dieser Verschiedenheit sind: Gesteinsart, massigere oder isoliertere Erhebung des Gebirges, von der ja die Verbreitung der Gletscher abhängt, die mittlere Hangneigung und die vorglaziale Form der Gipfel. Was die Gesteinsart anbetrifft, so sind die Kare am schönsten im Gneis und Granit ausgebildet (Parâng, Retezat). Glimmerschiefer und kristalline Kalko behalten die Formen auch gut. Hingegen sind weichere sedimentäre Gesteine der Erhaltung der Kare sehr ungünstig; dieser Umstand erschwert z. B. die glaziale Forschung im Flyschgebirge der Csernahora und in den mesozoischen Bildungen des Țarcu. Flach gelagerte Schichten sind der Karbildung auch günstiger als stark geneigte oder gefaltete, wie dies z. B. an den Karen des Bucegi-Massives, die sich in flachgeneigten Bucegi-Konglomeraten befinden, gesehen werden kann. Die Massenerhebung des Gebirges hat grossen Einfluss auf die Länge des Gletschers und auf die Grösse des Nährgebietes. So finden wir in den zentralsten und grössten

Massenerhebungen die schönsten und grössten Kare, z. B. das zusammengesetzte Bucura-Kar im Retezat. Ein steiler Hang begünstigt die Karbildung nicht. Das beste Terrain für die Karbildung ist die in den Südkarpathen so weit verbreitete Plattform Borescu, in 2000 Meter Höhe, die einige der schönsten und typischsten Kare führt. Durch Rückwärtsschreiten der Erosion der Rückwände gegenüberliegender und der Seitenwände nebeneinanderliegender Kare entstehen die scharfen Grate und Kämme der südkarpathischen Gebirge. Echte Karlinge finden sich jedoch nur unter den Gipfformen der am meisten vergletscherten Gebiete, so z. B. im Fogarascher Gebirge und im Retezat. Halbkarlinge sind schon häufiger, besonders im Parâng, z. B. an der Mândra, wobei die eine Seite eine breite Wölbung, wie im Mittelgebirge aufweist, während die andere Seite Karwände und Karböden, also hochalpines Gepräge zeigt. Hierher gehören auch viele Gipfel des Rodnaer Gebirges. Rundlinge gibt es in den Hochkarpathen dort, wo von einer sanften Kuppe nach verschiedenen Richtungen Gletscher zu Tal zogen, die von einer Eiskalotte entsprangen und demnach nicht in dem Kar ihren Ursprung nahmen. Solche Kare nennt man, im Gegensatz zu den Ursprungskaren, Durchgangskare. Besonders in den Kalkplateaus lässt sich diese Form beobachten. Zu steile und schroffe Kämme haben meist zu schroffe Firste, um die Bildung eines Kares zu ermöglichen. Dort jedoch, wo sich in vorglazialer Zeit ein typischer Quelltrichter entwickeln konnte, sind die Bedingungen für seine Umwandlung in ein Kar während der Eiszeit gegeben.

Durch die oben angeführte Analyse der morphologischen Form des Kares gelangte de Martonne zu einer geologischen und einer morphologischen Folgerung.

Geologisch: Das Kar ist ein ebenso sicherer Beweis der Vergletscherung wie die Moränen, Gletscherschliffe und Rundhöcker. Das Kar ist nämlich die typische Form des Nährgebietes von Gletschern vom alpinen oder pyrenäischen Typus, während sich die übrigen Anzeichen auch in früheren Inlandeisgebieten vorfinden und also nicht streng auf

Gletscher beschränkt sind. Das Kar verschwindet als letzte der Formen der diluvialen Vergletscherung. Aus diesen Gründen kommt ihm eine grosse Bedeutung in der regionalen glazialgeologischen Forschung zu.

Morphologisch: Die Formen des Hochgebirges sind durch die Vergletscherung entstanden. Es ist eine charakteristische Tatsache, dass die Karpathen, obwohl sie die Höhe der Alpen bei weitem nicht erreichen, alpine Formen aufweisen. Diese Formen sind durch die diluviale glaziale Erosion entstanden. Dort jedoch, wo sich die Grenze zwischen der früheren Erosion des Eises und der subaërischen Erosion befindet, wechselt der Charakter des Gebirges scharf und unvermittelt von der Hochgebirgsform zu der des Mittelgebirges.

Nach diesen Bemerkungen über die Morphologie und Entstehung der glazialen Formen, wollen wir im folgenden versuchen, ein Bild von der Vergletscherung der Ost- und Südkarpathen während der Eiszeit zu geben, wie es sich uns nach dem heutigen Stande des Wissens darbietet. Dabei wollen wir zunächst an Hand der beigegebenen Skizzen und Photographien jedes einzelne, vergletschert gewesene Gebiet mit seinem lokalen Formenschatz beschreiben und nachher aus allen Lokalbeschreibungen die allgemeinen Schlussfolgerungen ziehen.

Die Verbreitung der eiszeitlichen Vergletscherung in den Ost- und Südkarpathen.

Mit wenigen Ausnahmen sind in der Eiszeit alle Gebirgsmassive mit Höhen über 2000 Meter vergletschert gewesen. In der Ausdehnung der Vergletscherung, der Exposition der Kare usw. herrschen weitgehende Verschiedenheiten. Gerade in den Ostkarpathen wundert man sich oft, dass die Massive der Marmaroscher Berge, die eine kleine Massenerhebung aufweisen, stärker vergletschert waren als z. B. das mächtige Căliman-Gebirge, dessen morphologische Verhältnisse der Gletscherbildung eigentlich sehr günstig waren.

Um im Norden der Ostkarpathen zu beginnen, finden

wir als erstes vergletschert gewesenes Massiv die Csernahora. Südlich davon das kleine Massiv des Pop Ivan, des Mihailecul (1920 Meter) und Fărcăul (1961 Meter) des Pietrosu Bardului (1854 Meter) und der Toroiaga. Dann folgt, als mächtigste Massenerhebung der Ostkarpathen, zugleich auch die höchste Gipfelhöhen aufweisend, das Rodnaer Gebirge mit dem Pietrosu (2305 Meter) und dem Ineu-Kuhhorn (2280 Meter), welches dementsprechend auch die stärkste Vergletscherung aufzuweisen hat. Sehr geringe Gletscherspuren weist, wie schon erwähnt, das Căliman-Gebirge auf, trotz seiner grossen Massenerhebung und seiner Gipfelhöhe von 2100 Metern (Pietrosu). Damit sind die Eiszeitspuren in den Ostkarpathen auch erschöpft. Die von Sawicki im Tibleş angegebenen Eiszeitspuren erscheinen ihm selbst zweifelhaft.

Eine viel grössere Ausdehnung besass hingegen die diluviale Vergletscherung in den Südkarpathen. Hier beginnt die Vergletscherung im Osten im Massiv des Bucegi; das grosse östliche Zentrum der Vergletscherung liegt jedoch im Fogarascher Gebirge und im Jezeru-Massiv. Westlich des Altflusses zeigt das Parâng-Massiv schöne Gletscherspuren, während die Eisverbreitung im Zibingebirge recht gering war und nur auf einige kleine Gletscher im Gebiet des Căndreleu, der Şurian und der Stefleşti beschränkt blieb.

Das Maximum der Vergletscherung in der westlichen Hälfte der Südkarpathen finden wir in dem an Massenerhebung alle anderen südkarpathischen Gebirgszüge übertreffenden Banater Massiv, in den imposanten Berggruppen des Retezat, Borescu-Godeanu und Țarcu. Es folgen nun in der hier angeführten Reihenfolge die Einzelbeschreibungen der verschiedenen Massive.

DIE OSTKARPATHEN.

a) Csernahora.

Die Csernahora bildet einen NW-SE streichenden Gebirgszug, dessen Kammhöhe am Pietros 2022 Meter, an der Howerla 2058 Meter, am Turcul 1935 Meter und am Pop Ivan 2026 Meter beträgt. Sie bildet die grosse Wasserscheide

zwischen Theiss und Pruth und liegt zur Gänze in der Flyschzone der Karpathen. Über die Eiszeit in der Csernahora existiert eine reiche Literatur. Jack und Horne¹³ glaubten 1874 an die Existenz eines riesigen, 45 Meilen langen Gletschers in dem Theisstal. Diese Behauptung war nur dadurch möglich, dass sie alle Schotterbildungen der Terrassen als glazial ansahen. Gelegentlich ihrer geologischen Studien in den Karpathen nahmen Paul und Tietze⁶⁰⁻⁶¹ die Länge der Gletscher nur bis zur Waldgrenze an (1876). Waigel (1880, 1885)⁶²⁻⁶³, Zapalowicz (1881, 1886, 1912, 1913)⁶⁴⁻⁶⁷, Zuber (1884)⁶⁸, Gasiorowsky (1906)¹¹, Sawicki (1909)⁵³ fanden auch Spuren der Vergletscherung, vorwiegend auf der Nordseite des Hauptkammes, während Posewitz (1882)⁵⁰ auch auf der Südseite Gletscher nachweisen konnte. Nur Czirbusz³ verhielt sich 1900 auch in der Csernahora, so wie in den Südkarpathen⁴, der ganzen Frage gegenüber ablehnend. Die letzte mir bekannte Arbeit über die Eiszeit in der Csernahora stammt von Pawlowsky (1917)¹⁷, dem ich mich im Folgenden hauptsächlich anschliesse und der auch ein vollständiges Literaturverzeichnis über die Eiszeit in der Csernahora anführt. Die Glazialforschung stützt sich in der Csernahora vornehmlich auf das Vorhandensein von Karen, Trogtälern und Moränen. Gletscherschliffe und gekritzte Geschiebe sind in den Sandsteinen und Schiefeln des Flyschgebirges nicht erhalten geblieben. Die Nordosthänge der Csernahora, Szesza, Pietros, Howerla waren zum Teil vergletschert und zeigen Moränenbildungen in 1100 Meter Höhe. Die schönsten Gletscher weisen die zwischen der Howerla und der Szpyna gelegenen Quelltäler des Pruth auf. Sämtliche Pruthtäler waren vergletschert. Es finden sich in allen Tälern typisch ausgebildete Kare, die in zwei Etagen übereinanderliegen, prächtige Talstufen und End- und Seitenmoränen in 1150 und 1050 Meter Höhe aufweisen. Der Pruthgletscher bestand aus zwei grossen Armen. Der nordwestliche wurde aus vier Karen, die jedes einen Einzelgletscher entliessen, die sich dann später vereinigten, genährt. Der südöstliche Arm besitzt auch vier Kare, die sich jedoch eng zu einem

zusammengesetzten Kar zusammenschliessen. Alle diese Quellläste vereinigten sich zu dem 6·5 Kilometer langen Pruthgletscher. An der Vereinigungsstelle und unterhalb derselben fand die Moränenakkumulation statt, Verhältnisse, die sich in ähnlicher Weise z. B. auch am Petrile-Gletscher im Retezat vorfinden. Der vom Pietros nach SW abzweigende Nebenkamm des Kevele, Sumieska, Szesza-Rohonieszky war auch vergletschert und zeigt deutliche glaziale Akkumulationsspuren. Ebenso finden sich noch glaziale Spuren im Tal des Czeremosz, am Tomnaticul Gutin, wo sich aus Quelltrichtern entstandene Kare und treppenförmige Täler finden. Die Höhe der Kare beträgt in der Csernahora 1600—1800 Meter. Die sichere Feststellung von Moränen ist sehr schwierig. Die Endmoränen scheinen bei 1050—1200 Meter zu liegen. Die Schneegrenze lag zur Zeit des Diluviums im Norden und NE 1450—1528 Meter und war in der Mitte des Gebirges höher als am Rand, im W und E. Die Länge der Csernahoragletscher betrug 2—6·5 Kilometer. Die Zahl der Vereisungen wird von Gasiorowsky auf zwei angegeben. Sawicki unterscheidet auch hier, wie im Rodnaer Gebirge, eine Maximalvereisung und zwei Rückzugsphasen, Zapalowicz erkennt zwei durch eine Interglazialzeit getrennte Eiszeiten, während Pawlowsky ein Maximalstadium der Gletscher tief unten in den Tälern für längere Zeit annimmt, worauf ein rascher Rückzug bis 1400 Meter erfolgt sein sollte. Seither schwanden die Gletscher allmählich und erhielten sich am längsten in den kleinen obersten Seitenkaren. Nach Pawlowsky haben die Gletscher keinen grossen Einfluss auf die morphologische Ausgestaltung der Täler gehabt.

b) Die kleinen vergletscherten Massive der Marmarosch.

Ihr Studium verdanken wir Sawicki

I. Der Bogdaner Pop-Ivan.

Das kleine Bergmassiv des Bogdaner Pop Ivan liegt zur Gänze im Gebiet der kristallinen Schiefer der Ostkarpathen (Marmarosch). An seiner NE-Seite entspringt der Kvasny-Potok, der aus fünf Quelltälern zusammengesetzt ist. Jedes

dieser Quelltäler war vergletschert und setzt mit einem trogartigen Kare an. Diese fünf Kare bezeichnet Savicki mit α — ε in der Richtung von N nach S. Das Kar α ist ein kleines 100×100 Meter messendes Kar mit einem tiefen Boden; in 1480—1500 Meter hat es einen Riegel. Darunter befindet sich eine steile Talstufe bis zu 1350 Meter. Das Kar β misst 80×300 Meter, Kar γ 300×100 —120 Meter und hat schöne Rundhöckerbildungen. Ein Riegel kreuzt das Tal bei 1658 Meter. Davor befindet sich ein kleiner See, darunter folgt eine Talstufe bis zu 1380 Meter. Das Kar δ ist ein Doppelkar von 100×200 Meter Ausmaß. Kar ε ist ein 50×100 Meter grosses Kar mit scharfen, schroffen Formen. Beide Kare senken sich zu einem gemeinsamen niedrigen Talboden, der in einer kleinen Wanne ein Meer-auge beherbergt. Weiterhin findet sich noch ein Kar im eigentlichen Kwasny-Tal in 1500 Meter Höhe. Die meisten dieser Kare brechen in 1550 und 1650 Meter mit einer steilen Stufe bis zu 1350—1400 Meter ab. Darauf folgt ein zirka 1 Kilometer langes Trogtalstück, mit einer Breite von 0·5 Kilometern, welches sich langsam bis zur Tiefe von 1330 Metern senkt. Hier verläuft quer über das Tal vielleicht eine Endmoräne. Weitere Moränenspuren finden sich noch in 1270 Meter Höhe. Es bestand hier also ein 2·5 Kilometer langer Gletscher, der aus fünf Teilarmen zusammengesetzt war. Beim Maximalstand des Eises lag die Schneegrenze in 1480 Meter, bei der letzten Rückzugsphase in 1700 Meter Höhe.

II. Mihailecul (1920 Meter) und Fărcăul (1961 Meter).

Der Fărcăul besteht aus Diabasporphyr, der Mihailecul aus Triaskalken und Porphyrdurchbrüchen. In diesem Gebiet gab es vier kleinere Gletscher, und zwar: Paulik-Gletscher (2400 Meter lang), Mihailecul (700 Meter), Obru-zuju (900 Meter) und Fărcăul (1500 Meter lang). Das Valea Paulik zeigt in seinem Oberlauf ein 1500 Meter langes und 800 Meter breites Trogtal und mehrere Talstufen. Die oberste Terrasse liegt bei 1645 Meter, mit Rundhöckern und Karseen; darauf folgt eine 30 Meter mächtige Stufe; die zweite Terrasse beherbergt drei kleine und einen grossen

See; sie ist eben und zeigt recht wenig Rundhöcker. Weitere Stufen folgen in 1580 und 1530 Meter, die letzte reicht bis 1300 Meter. Hier befand sich das Zungenbecken und von da abwärts herrschen rein fluviatile Erosionsformen. Im Süden des Mihailecul befindet sich in 1750 Meter ein kleines Kar mit Spuren von zwei kleinen Seen.

Der Fărcăul weist geringere glaziale Spuren auf als der Mihailecul. Das zum Părău Chirvei entwässernde Tal besteht aus zwei Quelltälern, von denen das westliche fluviatil ist, während das östliche eine typische Trogform aufweist, mit einer Übertiefung von 70 Metern. Der Trog endet in 1520 Meter mit einer bis 1200 Meter reichenden Stufe. Hier befand sich das Ende des Gletschers beim Maximalstand des Eises.

III. Pietrosul Bardului (1854 Meter).

Der Pietrosul Bardului besteht aus wahrscheinlich aptien-albienen Konglomeraten, welche hier direkt transgressiv auf dem Kristallin liegen. Die Vergletscherung beschränkt sich auf die N- und auf die E-Seite. Im E findet sich eine karähnliche Form von 100×400 Meter Grösse. Der Boden liegt in 1500 Meter und fällt steil bis 1100 Meter ab. In dieser Höhe befindet sich eine Moräne. Im NE findet sich eine 500 Meter lange und 300 Meter breite glaziale Leiste in 1600 Meter, darüber vier beginnende Kare (Nischen). Östlich davon entstand durch Verschmelzung dreier Kare eine 1 Kilometer lange und 3—400 Meter breite glaziale Form. Weiter im W befindet sich ein glaziales Tal mit drei Karen, 1 Kilometer lang und 3—400 Meter breit. Das Tal weist ebenso Böden in 1670, 1630 und 1605 Meter auf, die durch Stufen voneinander getrennt sind. Im mittleren Boden befindet sich ein Meerauge. Die letzte Talstufe senkt sich bis zu 1400 Meter; hier verbreitert sich das Tal und erscheint von Wällen umgeben. Wir haben hier vielleicht das von Endmoränenwällen eingefasste Zungenbecken vor uns. Die Länge des Gletschers betrug 700, die Breite 500 Meter. Die Schneegrenze lag im Maximum bei 1560 Meter, im ersten Rückzugsstadium bei 1750 Meter.

IV. Toroiaga.

Während die Südseite der Toroiaga nur typische Quelltrichter aufweist, befindet sich auf ihrer Nordseite ein Doppelkar. Der Boden des östlichen Kares liegt in 1670 Meter, beherbergt ein Meerauge und fällt mit steiler Stufe gegen das tiefer gelegene westliche Kar 300 Meter ab, bis zur Höhe von 1390 Metern. Darauf folgt noch eine kleine Stufe, an die sich ein kleines, einem Zungenbecken ähnliches Trogtal in 1250 Meter anschliesst. Darunter finden sich Moränenwälle. Der Gletscher reichte im Maximum bis zu 1200 Meter, im ersten Rückzugstadium bis 1690 Meter. Seine Länge betrug 1800, bzw. 300 Meter. Die Schneegrenze lag im Maximum 1460 Meter, im ersten Rückzugstadium 1700 Meter hoch.

c) Das Rodnaer Gebirge.

Nach den kurzen Bemerkungen Lehmanns über Gletscherspuren im Valea Lalii¹⁷, war Sawicki der erste, der das ganze Rodnaer Gebirge nach diluvialen Gletschern durchsuchte und eine zusammenfassende Darstellung mit Karte gab. Das Rodnaer Gebirge stellt die grösste Massenerhebung der Ostkarpathen dar und weist zugleich auch die grösste Kamm- und Gipfelhöhe auf. Sein über 20 Kilometer langer, W-E streichender Hauptkamm sinkt nur an wenigen Punkten unter 2000 Meter, nie aber unter 1900 Meter. Die beiden Kulminationspunkte jedoch, der Pietrosu im Westen und der Ineu (Kuhhorn) im Osten erreichen 2305, bzw. 2280 Meter Höhe. Dieser Hauptkamm liegt, mit Ausnahme eines kleinen Stückchens im Westen, ganz im Gebiet der kristallinen Schiefer und stellt die Wasserscheide zwischen Goldener Bistritz und Borşa im Norden und dem Grossen Someş im Süden dar. Seine grosse Höhe, sowie die ostwestliche Orientierung seines Hauptkammes, seine grosse Massenerhebung, war der Bildung von Gletschern besonders günstig, vor allem am steilen Nordhang. So findet sich die Vergletscherung des Rodnaer Gebirges vornehmlich auf seinen Nordhang beschränkt, wo wir in jedem der neun Haupttäler die Spuren eiszeitlicher Gletschererosion wahr-

nehmen können. Einige Kare finden sich auch auf der Südseite, doch keinesfalls, wie man glauben möchte, an den Stellen der grössten Erhebung, im W oder E, sondern gerade in der Mitte des vergletschert gewesenen Gebietes, im grossen Einzugsgebiet der Anieş-Täler. Da in diesem Teile die Gipfformen oft Rundlinge aufweisen und man einzelne Felsen gar als Nunataker ansprechen kann, so ist es wahrscheinlich, dass eine Eiskallotte in diesem Teil des Gebirges den ganzen Kamm überdeckte, welche nach N grössere Talgletscher, nach S jedoch, in das klimatisch ungünstiger gelegene Gebiet, nur kleine Hängegletscher entsendete. Mehrere Kare des Rodnaer Gebirges sind also wahrscheinlich Durchgangskare. An den mächtigen, N-S streichenden Nebenkämmen des Rodnaer Gebirges konnten wir nur zwei kleine, nach E und NE gerichtete Kare erkennen.

Die Vergletscherung der Nordseite.

System Repede-Bucuiescu. Im Valea Repede fliessen bei Kote 927 drei Flüsse, Repede, Bucuiescu und Părău Pusdrelor zusammen, von denen jeder zwei Quelläste aufweist. Der Kamm, welcher halbkreisförmig ihr Einzugsgebiet umschliesst, weist an der Pietra albă 1832, am Pietros 2305, am Vrf. Rebri 2269, an der Obârşia Rebri 2056, am Repede 2077, der Negriasă 2052 und am Vrf. Pusdrelor 2191 Meter Höhe auf. Der Talkessel hat 7 Kilometer Durchmesser. Im Izvor Bucuiescu befindet sich direkt unterhalb des Pietros-Kammes ein kleines Kar, welches in 1970 Meter Höhe einen 30×20 Meter grossen Karsee beherbergt. Mit einer 15 Meter hohen Stufe fällt das Tal zu einem zweiten Boden ab, der 1955 Meter hoch, ebenfalls einen 25 Meter im Durchmesser aufweisenden und 2 Meter tiefen Karsee hat. Eine weitere Stufe von 100 Metern führt in ein kleines typisches Kar mit steilen Wänden und Rundhöckern, in dem in 1889 Meter ein 100×30 Meter grosser See liegt, welcher der gänzlichen Verschüttung entgegengeht. Unter dem Riegel folgt eine 150 Meter hohe Stufe, welche sich in 1730 Meter zu einem flachen Talboden senkt, der mit zwei weiteren Stufen bis 1500 Meter abfällt. Der rechte Quellast des Valea Bu-

cuiescu besitzt ein grösseres, wenn auch nicht so steiles Kar, welches mehr als eine Firnmulde angesehen werden kann, welche, präglazial disponiert, sich aus breiten, reifen Talformen entwickelt hat, während die typischen Kare meist aus Quelltrichtern entstehen. Stufen finden sich in 1950, 1905 und 1875 Meter; sie trennen flache Böden voneinander ab, auf denen in kleinen flachen Felswannen mehrere unbedeutende kleine Seen liegen und auf denen sich Rundhöcker vorfinden. Der mittlere Arm des Repede-Tales entspringt an der Coasta Nedei, in einem alpinen Kar. In der Ostflanke des Vrf. Obârşia Rebri und in der Nordflanke des Vrf. Repede befinden sich mehrere gut ausgebildete Kare, welche mit hohen Stufen zu einem gut ausgebildeten Trogtal abfallen und den Trogschluss umgrenzen. Das Kar im NW der Negriasă ist klein und liegt in 1740 Meter Höhe, dasjenige zwischen Vrf. Repede und Obârşia Rebri ist etwas grösser. Das Quellgebiet des Haupttales wird von einem Kar eingenommen, dessen Karboden in 1850 Meter Höhe liegt und dann an einer Stufe auf 1760 Meter abfällt. Das NW-Kar ist das grösste; es besteht aus zwei, 1840 Meter hoch liegenden Gehängekaren; das südliche hat zwei Meeraugen. Diese Kare fallen mit einer 35 Meter hohen Stufe zu einem Talboden ab (1760 Meter). An einer weiteren Stufe senkt sich der Talboden bis zu 1650 Meter. Der Trogschluss besteht aus einer 200 Meter hohen Stufe, das Tal hat typische U-Form, mit steilen Wänden; es ist 1500 Meter lang und 550 Meter breit und weist steile Stufen in 1350 Meter und 1250 Meter auf. In 1112 Meter Höhe finden sich wallartige Schuttmassen, die vielleicht den Moränen des kleinen Negriasa-Gletschers entsprechen, welcher aus dem 1500 Meter hoch gelegenen Negriasa-Kar in einer scharfen Stufe in das Repede-Tal einmündete. Die Stufenbildung reicht im Repede-Tal bis zu 927 Meter. Hier finden sich Talweitungen, Wiesen, die wahrscheinlich die Grundmoränen verkleiden. Gekritzte Geschiebe sind hier zwar nicht gefunden worden, doch zeigen die Schuttanhäufungen Mangel an Schichtung sowie eine unregelmässige hügelige Oberfläche. In 848 Meter läuft ein Schuttwall über das Tal, hinter dem sich eine Talweitung

findet, die dem Zungenbecken entsprechen könnte. Der Wall entspricht wahrscheinlich der Endmoräne. Der Repede-Gletscher besass zur Zeit des Maximums eine Länge von 7 Kilometern und setzt sich, wie oben gezeigt wurde, aus mehreren Teilgletschern zusammen. Die zwei oben beschriebenen hatten eine Länge von 5 Kilometer; der dritte, östliche Gletscher entsprang einem zwischen Vrf. Pusdrelor und Kote 1990 300 Meter tiefer eingesenkten Kar, welches auf 1 Kilometer Länge glaziale Formen zeigt. Es setzt in 1570 Meter mit einer Stufe ab und geht in 1430 Meter in eine fluviatile Schlucht über. Dieser dritte Gletscher besass 3 Kilometer Länge. Aus der oben beschriebenen Topographie schliesst Sawicki auf ein Maximum der Vereisung, dem die tieferen Moränen im Tal entsprechen. Die Schneegrenze lag dabei in 1475 Meter. Die Riegel, welche die Taltröge nach unten abschliessen, und in zirka 1750 Meter Höhe liegen, würden einer ersten Rückzugsphase des Eises entsprechen, wobei sich die Lage der Schneegrenze in 1750 Meter ergibt. Einer zweiten Rückzugsphase entspräche die Herausmodellierung der kleinen Gehängekare bei einer Lage der Schneegrenze bei 1850 Meter.

Die Nordseite des Pietrosu.

Auf der Nordseite des Pietrosu finden sich zwei Täler; der Părău Pietrosului, welcher aus dem westlichen und östlichen Pietros-Tal besteht, und das Valea Vremesiu, welches drei Quellläste aufweist.

Während die beiden östlichen Vremesiu-Täler in Quelltrichtern entspringen, zeigt der westliche Ast glazialen Formenschatz. Bei 1130 Meter finden wir eine Stufe, darüber, in 1385 eine karartige Erweiterung mit einem 500 Meter langen und 100—200 Meter breiten Talboden. Die Südwand hebt sich dann steil bis zu 2000 Meter empor. Im westlichen Pietros-Tal liegt der obere Karboden in 1860 Meter Höhe und senkt sich mit einer Stufe zu einem zweiten in 1750 Meter ab. Bei 1700 finden wir eine weitere Talstufe, die zu dem unteren Talboden in 1610 Meter führt. Bis zu 1410 Meter behält das Tal seine typische U-Form bei, jedoch finden wir

noch bei 1320 Meter eine typische Seitenmoräne und bei 1210 Meter die Endmoräne. Die U-Form wurde also nachträglich im Maximum der Erosion verwischt.

Im östlichen Pietrosu-Tal liegt das obere Kar in 1870 Meter Höhe und beherbergt ein Meerauge. Dieses Kar hat sehr steile, durch grosse Schutthalden verkleidete Wände, welche bis an die Spitze des Pietros reichen. Es ist das schönste und typischste Kar im ganzen Pietros-Gebiet. Eine 300 Meter hohe Stufe führt zum unteren Karboden, der in 1550 Meter liegt, 300 Meter lang ist und schöne Rundhöcker aufweist. Der untere Talboden grenzt an eine durch Wasserfälle eingenommene Schlucht. Unterhalb der Schlucht finden sich Moränenbildungen, welche der Bach in 948 Meter Höhe durchbricht. Hier zeigen sie eine charakteristische Anordnung; nach innen sind sie mit 20° geneigt, nach aussen sanfter. In 900 Meter befindet sich eine von zwei Blockwällen (Moränen?) flankierte Talweitung, welche ein Becken, wahrscheinlich das frühere Zungenbecken, einschliessen.

Valea Draguşiu.

In allen drei Quellästen des Valea Draguşiu, im Bătrâna-, Bucuiescu- und Reبری-Tal, finden wir glaziale Umgestaltung. Unter dem Hauptkamme befinden sich die 1—1.5 Kilometer langen Firnbecken des Bătrâna- und Bucuiescu-Kares. Das Bătrâna-Becken ist wenig gegliedert, es ist durch die postglaziale Erosion schon stark verändert, zeigt aber noch Rundhöcker. Das Bucuiescu-Tal weist dagegen ein tief eingeschnittenes Firnbecken auf, dessen Boden in drei, durch zwei Stufen getrennten Etagen abfällt. Der oberste Boden liegt in 1900 Meter, der mittlere in 1800—1750 Meter, welcher auch einen kleinen See beherbergt. Der untere Boden liegt in 1630—1595 Meter. Er schliesst mit einer 200 Meter hohen Stufe ab, die in einen durch fluviatile Erosion zerstörten Taltrog überleitet.

Das Valea Reبری weist in 1800 Meter zwei nebeneinanderliegende Karböden auf, deren Wände bis an den Vrf. Reبری reichen. Diese zwei Kare vereinigen sich unter einer 200 Meter hohen Stufe zu einem in 1620 Meter gelegenen

Karboden, von dem sich weiter talabwärts Längsleisten als Überreste eines höheren Talbodens hinziehen. Der untere Karboden fällt mit einer 200-Meter-Stufe, die einen schönen Trogschluss darstellt, zu einem 1250—1350 Meter hohen Tal-trog ab. Doch noch unter diesem Trog, in 1100 Meter Höhe, findet sich ein grosser Gletscherschliff. Moränenbildungen sind auch erhalten; so z. B. eine 400—500 Meter lange Mittel-moräne in 889—925 Meter Höhe, welche die beiden Bäche voneinander trennt. Bei 860 Meter findet sich eine einem Zungenbecken ähnliche Form. Die Länge des Gletschers be-trug im Maximum 4·5 Kilometer. Die Schneegrenze lag zu dieser Zeit bei 1350 Meter, in der ersten Rückzugsphase bei 1700 Meter und in der zweiten Rückzugsphase bei 1850 Meter.

Das Nieguescu-Tal.

Das Nieguescu-Tal hat sein Einzugsgebiet zwischen Vrf. Pusdrelor und Vrf. Galați. Es ist aus mehreren Karen zu-sammengesetzt. Im obersten, 1910 Meter hoch gelegenen Kar liegt ein kleiner Teich. Eine Stufe führt in ein tieferes, 1820 Meter hoch gelegenes Kar, welches drei Meeraugen hat. Eine weitere Stufe führt zu einem Firnboden in 1720 Meter Höhe, welcher von Rundhöckern bedeckt ist. Dieser fällt steil zu einem mittleren Boden ab, der 1510—1560 Meter hoch liegt und welcher schliesslich wieder durch eine Stufe von dem 1450 Meter tiefen Boden getrennt ist. Die Längener-streckung des Gletschers ist nicht genau festzustellen, wahr-scheinlich reichte er bis zu 950 Meter Höhe. Der Nieguescu-Gletscher erhielt auch aus dem benachbarten Cimpoiesa-Tal Nahrung; wir haben hier eine in den Karpathen selten zu beobachtende Transfluenzstufe vor uns; die Transfluenz vollzog sich über die Fația Misi.

Das Cimpoiesa-Tal.

Das Cimpoiesa-Tal weist drei Talschlüsse auf: Das Kar, welches, wie erwähnt, auch dem Nieguescu-Gletscher Nahrung zuführte. Sein Karboden liegt in 1750 Meter Höhe. Er fällt in einer Talstufe zum Cimpoiesa-Tal ab, welches all-mählich fluviatile Formen annimmt und in 1100 Meter in

det sich in 1860 Meter ein kleines Kar, ein Gehängekar, welches zum oberen Talboden in 1720 Meter abfällt, der wieder an einer Stufe in den 1600 Meter hohen mittleren Talboden führt. Dieser senkt sich bis 1550 Meter und fällt dann zu einem 800 Meter langen und 500 Meter breiten, 1450—1350 Meter hoch gelegenen Taltrog ab.

Valea Lălii.

Hier hatte Lehmann die ersten Gletscherspuren im Rodnaer Gebirge entdeckt¹². Von der Spitze des Ineu (Kuhhorn) fallen nach E steile Karwände ab, welche einen typischen Karboden einschliessen, auf dem mächtige Schuttmassen, Rundblöcken und ein kleiner, flacher See liegen. In einer steilen, 100 Meter hohen Stufe fällt das Tal zum unteren Karboden ab, welcher in 1820 Meter (nach Lehmann 1840 Meter) den fünfeckigen Lalasee beherbergt, welcher in einer kleinen Wanne liegt und durch Moränenbildungen gestaut wird. In einer hohen Treppe fällt das Tal nun zum Trog ab, welcher in 1620 Meter Höhe Schuttwälle, die wahrscheinlich Moränenbildungen entsprechen, führt. In 1580 Meter beginnt die Hauptstufe, die nun zum unteren Trog führt, welcher sich in 1450—1420 Meter Höhe befindet. In 1345 Meter befindet sich ein 45 Meter hoher Wall von Seiten- und Endmoränen; hier erreichte der Gletscher sein Ende zur Zeit des Maximums. Er war also 6 Kilometer lang.

Diese ausserordentlich reiche Vergletscherung der Nordseite des Rodnaer Gebirges wurde nicht nur durch die Exposition der Hänge, sondern wahrscheinlich auch durch die Asymmetrie zwischen Nord- und Südabdachung hervorgerufen. Im N bot die steilere präglaziale Oberflächenform der Karbildung bessere Angriffspunkte wie im Süden, wo die Hänge ganz flach waren. Wie schon erwähnt, griff die Eisbedeckung auch über den Hauptkamm hinüber; die geringen Spuren der Vergletscherung auf der Südseite entsprechen ihrer Form und Genesis nach Durchgangskaren, in denen von der Eiskalotte kleine Kargletscher gegen Süden hingen. So finden sich im Valea Cormaiei südlich des Vrf.

Repede ein trogförmiges Talstück und in 1800 Meter Höhe ein kleines Kar mit schiefe Boden. An der Ostseite des Vrf. Repede beobachtet man in 1860 Meter Höhe eine ähnliche Bildung. Im Oberlauf des Valea Tomnaticului ist auch ein kleines typisches Kar erhalten geblieben. Die Wände sind in den 1700—1800 Meter hohen Hang tief eingefressen. Der Talboden liegt in 1600—1700 Meter Höhe. Er fällt in einer heute nicht mehr deutlich erkennbaren Stufe zu einem tieferen U-förmigen Abschnitt ab, welcher in zirka 1400 Meter in die V-Form übergeht. Der Gletscher war höchstens 1 Kilometer lang. Wie schon erwähnt, ist dieses Kar als Durchgangskar zu betrachten. Am Südhange der Cisia beobachtete Sawicki ein kleines Kar „in statu nascendi“ mit allen typischen Formen, wie Karwänden, abflusslosen Wannen, Rundhöckern, Zungenbecken, zwei Ufermoränenwällen. Die Gesamtlänge des Gebildes beträgt 320 Meter. Hier liess sich nach der Methode von Hess die Schneegrenze genau auf 1830 Meter festlegen.

An den Nebenkämmen des Rodnaer Gebirges konnten wir nur an dem Kamm des Vrf. Zab und des Vrf. Petrişului Gletscherspuren entdecken. An diesen Gipfeln erhebt sich der Nebenkamm zu 2003 und 2027 Meter Höhe. An der Ostflanke des Zab befindet sich ein kleines Kar mit steilen Wänden und flachem Boden, welches mit einer Stufe in das Valea Cormaiei einmündet. Das an der NE-Seite des Vrf. Petrişului entspringende Tal scheint in seinem Oberlauf auch glaziale Umformung erlitten zu haben.

Zusammenfassung über das Rodnaer Gebirge.

Nach Sawicki lassen sich also im Rodnaer Gebirge drei Phasen der Vergletscherung unterscheiden, und zwar eine Maximalphase mit der durchschnittlichen Höhe der Schneegrenze von 1550 Metern und zwei Rückzugsphasen mit einer Lage der Schneegrenze bei 1700 Meter, bzw. bei 1850 Meter. So liegt hier die Schneegrenze nicht höher als in den Westkarpathen oder der Tatra. Hingegen steht das von Sawicki erhaltene Resultat nicht in Übereinstimmung mit

das Haupttal einmündet. Das Haupttal weist eines der schönsten Kare des Rodnaer Gebirges auf, welches 800—1000 Meter lang und 500 Meter breit ist. Im Hintergrund scheint es stark abgeschliffen, so dass wir es hier wahrscheinlich mit einem Durchgangskar zu tun haben, über dem sich ein Plateaugletscher ausbreitete. Die tiefe Einschartung des Kammes ist hier wohl der glazialen Tätigkeit zuzuschreiben und der Kalkfelsen auf dem Muntele Cailor entspricht einem Nunatak. Die Möglichkeit des Vorhandenseins eines Plateaugletschers wird noch erhöht durch das Auffinden eines kleinen Kares auf der Südseite, im Ursprungsgebiet des Valea Tomnaticului, durch Kräutner, durch welches dieser Plateaugletscher wahrscheinlich eine kleine Zunge nach S entsendete. Das Kar des Cimpoesa-Haupttales fällt mit einer 350 Meter hohen Stufe in ein Trogtal ab, welches 1 Kilometer lang ist und eine Höhenlage von 1335—1270 Metern einnimmt. Hierauf folgt eine enge Schlucht; zunächst finden sich noch Reste von Seitenmoränen, bei 1060 Meter findet sich die Grundmoräne, bei 1020 Meter die Endmoräne, welche sich mit fluvioglazialen Terrassen verzahnt.

Das Nebental der Cimpoesa, Valea Fântâni.

Im Ursprung dieses Tales, an der Nordseite des Muntele Cailor befindet sich ein typisches Kar, das in mehreren kleinen Leisten und Stufen sich 1·5 Kilometer nach N erstreckt und an mehreren Stellen versumpften und vermoorten Boden aufweist. In 1500 Meter fällt es nun in einer sehr steilen Stufe über die kristallinen Kalkfelsen des Piatra-rea-Massives 250 Meter tief ab, worauf das Tal nach NW umbiegt. Ein Teil des Fântâni-Gletschers verband sich jedoch noch vor Erreichung der grossen Talstufe mit dem östlich davon gelegenen Bistrița-Gletscher. Die Länge des Fântâni-Gletschers betrug 3·5 Kilometer, die Breite 500 Meter.

Der Gletscher der Goldenen Bistritz (Bistrița aurie).

Der Gletscher der Goldenen Bistritz ist der breiteste im Rodnaer Gebirge. Er war, ebenso wie der Cimpoesa-

Gletscher, ein Plateaugletscher. Scharfe Karformen fehlen im Talschluss der Goldenen Bistritz. Vielmehr ist das ganze obere Bistritztal ein welliges Hochplateau von durchschnittlich 1600 Metern Höhe, in dem die Erosion des Flusses noch äusserst geringe Wirkungen gezeitigt hat. Im S, W und SE wird die Mulde durch Felswände, die bis zum Hauptkamm reichen, begrenzt, nach den übrigen Seiten seht sie offen. Die Hydrographie dieser Mulde ist sehr dezentralisiert; es finden sich kleine, wasserführende Becken, viel Blockwerk und Rundhöcker. Das Eis floss in verschiedenen Richtungen ab; ein Arm ergoss sich z. B., wie schon erwähnt, nach W in das Valea Cimpoiesă, der Hauptarm hingegen floss nach E gegen das Valea Putreda zu. Einige kleine Stufenbildungen finden sich auf der Westseite, gegen das Tal des Muntele Cailor zu. Jedoch hat die Goldene Bistritz hier einen merkwürdig regelmässigen Lauf und geht sanft und fast unmerklich in die V-Form über. So weicht der Bistritza-Gletscher in seiner Erscheinungsform von den übrigen Gletschern des Rodnaer Gebirges erheblich ab.

V a l e a P u t r e d a.

Der Gletscher des Valea Putreda bestand aus zwei Hauptarmen. Nördlich der Cisia befindet sich ein 1500 Meter langer Taltrog, der im westlichen Teil drei Kare über sich hat, welche alle mit Stufen in das Trogtal einmünden. Das Kar am Vrf. Omului zeigt eine schöne Rundhöckerlandschaft und fällt in 200 Meter hoher Stufe zum Taltrog ab. Das Kar am Vrf. Clai liegt 1700—1800 Meter hoch, das Gargalău-Kar ist nur eine kleine Nische. Der Taltrog senkt sich von 1500 Meter auf 1350 Meter, dann fällt er in steiler Stufe ab. Im östlichen Putreda-Tal existiert ein schöner, über 1 Kilometer langer Taltrog, der in seiner SW-Flanke ein in hoher Stufe mündendes Gehängekar aufweist. Die beiden Gletscher vereinigten sich im Zungengebiet, eine Mittelmoräne kann bei 1300—1400 Meter beobachtet werden.

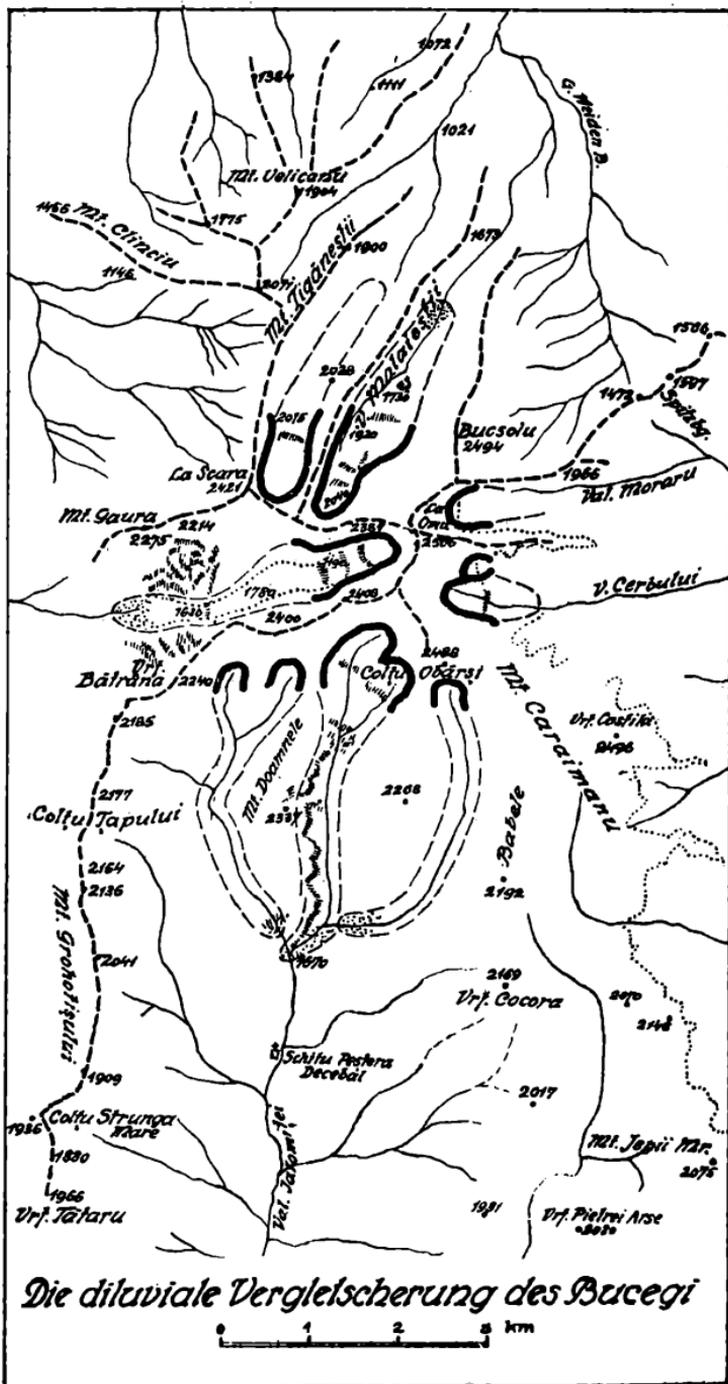
V a l e a I n e u l u i (B i e l a).

Im Valea Ineului floss ein einheitlicher, unverzweigter Eisstrom zu Tal. An der NW-Seite des Ineu (Kuhhorn) fin-

den Daten de Martonnes für die Südkarpathen. Die Unsicherheit und Zweideutigkeit des Erkennens von Moränenvorkommen hat wohl Sawicki dazu geführt, die Verbreitung mancher Gletscher zu gross anzunehmen. Die glazialen Formen hören alle durchwegs weit oberhalb der von Sawicki angegebenen Endmoränenfunde aus dem Maximalstand auf, und da diese Endmoränen nicht mit voller Sicherheit als solche angesehen werden können, so ist es wahrscheinlich, dass die Gletscher nicht eine so grosse Länge erreichten und eine dementsprechend höhere Lage der Schneegrenze in Wirklichkeit der Fall gewesen sein dürfte. Die durch die Talgletscher bestimmte Schneegrenze ist die sogenannte orographische, die aus der Höhe der Kargletscher berechnete die klimatische Schneegrenze. Die klimatischen Verhältnisse waren zur Eiszeit im Rodnaer Gebirge etwas andere als in den Südkarpathen. In den Ostkarpathen herrschten vor allem E- und NE-Winde vor, welche als trockene Winde über die damals feuchten Sumpflandschaften der Dnjestrniederungen zogen, dort Feuchtigkeit aufnahmen und dann als nasse Winde an den Karpathenwall prallten, wo ihr Feuchtigkeitsgehalt kondensiert wurde. So entspricht nach Sawicki die Depression der Schneegrenze in der Marmarosch und in dem Rodnaer Gebirge lokalen Windverhältnissen, welche von den heutigen verschieden sind. Im Rodnaer Gebirge selbst macht sich eine lokale Senkung der Schneegrenze von E gegen W bemerkbar, welche aber nur durch die grössere Massenerhebung und durch das grosse Einzugsgebiet der dortigen Gletscher (Repede-System!) orographisch bedingt ist.

d) Das Căliman-Gebirge (Kelemen).

Bei der grossen Massenerhebung und der Gipfelhöhe dieses Gebirges nimmt es einen Wunder, hier so wenige Glazialspuren vorzufinden. Der grosse Talkessel der Haita z. B. im östlichen Căliman, bildet ein Ringgebirge von zirka 7—8 Kilometer Durchmesser, dessen Kammhöhe 2000 Meter mehrmals überschreitet und nie unter 1800 Meter heruntergeht. Auch sind die orographischen Bergformen für die



Bildung von Karen sehr geeignet. Schon S a v a A t h a n a s i u suchte 1896¹ nach Gletscherspuren, ohne zu einem positiven Ergebnis zu gelangen. S a w i c k i⁵³ fand im Ringgebirge des Pietros auf der Nordseite des NegoiuI unguresc im E der Kote 2067 ein kleines, nach NE exponiertes Kar 150 Meter eingetieft und 250 Meter breit, welches in einer Stufe von 1850—1600 Metern abfällt, wo sich der flache Boden und das U-Profil bis 1500 Meter erhält. Im Massiv der Bistricioara, die etwas niedriger als der Pietros ist (1990 Meter), gibt es auf der Nordseite zwei abgestufte Täler, mit trogartigem, jedoch nicht sehr typisch ausgebildetem Talboden, welche in 1500 Meter mit einer Stufe abfallen. Die Höhe der Schneegrenze lag in 1700—1800 Meter, also sehr hoch, und entspräche der Höhe der Schneegrenze in der Rückzugsperiode.

Die Vergletscherung des Cäliman-Gebirges aber in die Rückzugsperiode zu verlegen, erscheint aus dem Grunde unstatthaft, weil wir sonst nirgends die grossen klimatischen Unterschiede finden können, die dazu geführt hätten, dass das Cäliman-Gebirge während der Hauptvereisung eisfrei geblieben wäre.

DIE SÜDKARPATHEN.

a) Das Bucegi-Massiv.

Ausser kurzen Anmerkungen L e h m a n n s finden wir noch Daten über die Vergletscherung des Bucegi-Massivs bei E m m. d e M a r t o n n e³⁸, M u r g o c i⁴¹, J e k e l i u s^{14—45} und B e h r m a n n².

Das Bucegi-Massiv unterscheidet sich von allen anderen Gebirgsstöcken der Karpathen geologisch und morphologisch. Die riesigen Massen von Konglomeraten der mittleren Kreide mit den darin eingeschlossenen hausgrossen Schollen und Blöcken von Kalk, die fast horizontale Lagerung der Konglomeratbänke in einer flachen, ineinander verschuppten Synklinale geben dem ganzen Gebirgsstock eine klotzige, hochplateauartige Form, in der es wenig scharfe Grate und steile Gipfel gibt, wo aber um so mehr die steil abstürzenden Wände vorherrschen. Am ehesten wäre der Bucegi morpho-

logisch mit den Kalkplateaubergen der Ostalpen, Rax, Schneeberg usw. zu vergleichen. Der Abfall dieses, im Omu mit 2506 Meter kulminierenden Hochplateaus, ist nach drei Seiten ein ungemein steiler. Der mächtigste und imposanteste Abfall befindet sich an der Ostseite, dem Prahova-Tal zu. Nicht weniger imposant sind die Nordhänge, in die sich die tiefen Täler Malaiești und Țiganesti eingefressen haben. Im Westen fallen die Tithonkalkwände des Muntele Strunga und des Grohotiș steil zum Törzburger Pass ab. Nur nach Süden hin ist die Abdachung des Plateaus eine sanfte und stetige. Das Plateau wird nach Süden durch die Jalomița entwässert. Diese kurze Andeutung über die morphologische Struktur ist notwendig zum Verständnis der diluvialen Vergletscherung. Die steilen Abfälle der Ostseite waren für die Ausbildung von Kare sehr wenig geeignet. So finden sich im Osten nur geringe Spuren einer diluvialen Vergletscherung, so z. B. die zwei kleinen Kare im Oberlauf des Valea Cerbului, die nach E und N gelegen sind. Eine hohe Stufe führt von hier in ein vollkommen fluviatil erodiertes Tal, so dass es schwer fällt, die Länge des einstigen Gletschers des Cerbu-Tales zu bestimmen. Nördlich des Valea Cerbului wird auch das Valea Morarului durch ein Kar, das unter dem Gipfel des Bucșoi liegt, abgeschlossen. De Martonne erwähnt an der Ostseite noch ein Kar im Valea Jepi. Besser als im Osten sind die Kare auf der Nordseite des Bucegi entwickelt. Die weniger schroffen Hänge und die Exposition nach N waren der Karbildung sehr günstig.

Das Malaieșter Tal.

Das Kar des Malaieșter Tales besteht aus zwei weit ausladenden Flügeln; der amphitheatralische Talkopf liegt in einer Höhe von 2040 Metern. Sein ebener Boden ist vom mächtigen Schuttbildungen bedeckt. Es folgt eine 40 Meter hohe Stufe, die aus anstehenden Konglomeraten gebildet wird und die zu einem kleinen, 1980 Meter hoch gelegenen Talboden führt. Eine weitere Stufe führt zu einem langen, ausgehnten Talboden in 1920 Meter Höhe. Am Stirnrand dieses Talbodens bildet ein 40 Meter mächtiger Wall einen Riegel,

den der Bach auf der linken Seite durchschneidet, worauf man über einen steilen Absturz zum untersten Talboden, 1730 Meter hoch gelegen, gelangt. In scharfer Stufe fällt nun dieser Talboden zu dem typisch U-förmigen Tal ab. Die Moränen befinden sich jedoch weiter talabwärts. Wir finden sie in 1380 Meter Höhe, wo der Bach sich 150—200 Meter in ihre Schuttmassen eingetieft hat. Die Länge des Malaieşter Gletschers betrug 2·5 Kilometer.

Das *Țiganeşter* Tal zeigt ebenfalls ein schönes Kar mit anschliessendem U-förmigen Taltrog, doch fehlen hier die Talstufen. Nur beim Übergang in die V-Form findet sich eine Stufe.

Das *Velican*-Tal war nicht vergletschert.

Das *Gaura*-Tal hingegen führte einen sehr gut ausgebildeten Gletscher. Direkt östlich unter der Spitze des Omu befindet sich das schöne Kar, dessen Form durch die fast horizontal gelagerten Konglomeratbänke noch besser in Erscheinung tritt. Sein Boden liegt in 2180 Meter. Eine Stufe führt zum zweiten, 2080 Meter hoch gelegenen breiten und flachen Boden. In 1990 Meter befindet sich, durch eine steile Stufe von dem vorigen Boden getrennt, eine kleine Bodenleiste, welche nun ihrerseits wieder zu dem nächsttieferen Boden in 1780 Meter Höhe führt, welcher sehr breit und besonders im unteren Teil typisch U-förmig ist. Eine Stufe führt zu einer weiteren Terrasse in 1620 Meter, die im oberen Teile stark geneigt ist und von einem Schuttkegel eingenommen wird, in 1500 Meter jedoch eine gut ausgebildete Endmoräne zeigt. Die Schutthalde, die sich der Endmoräne nach aussen anschliesst, reicht bis 1360 Meter. Hier beginnt die V-Form des Tales. Der *Gaura*-Gletscher hatte eine Länge von 3 Kilometern.

Das *Jalomiţa*-Tal.

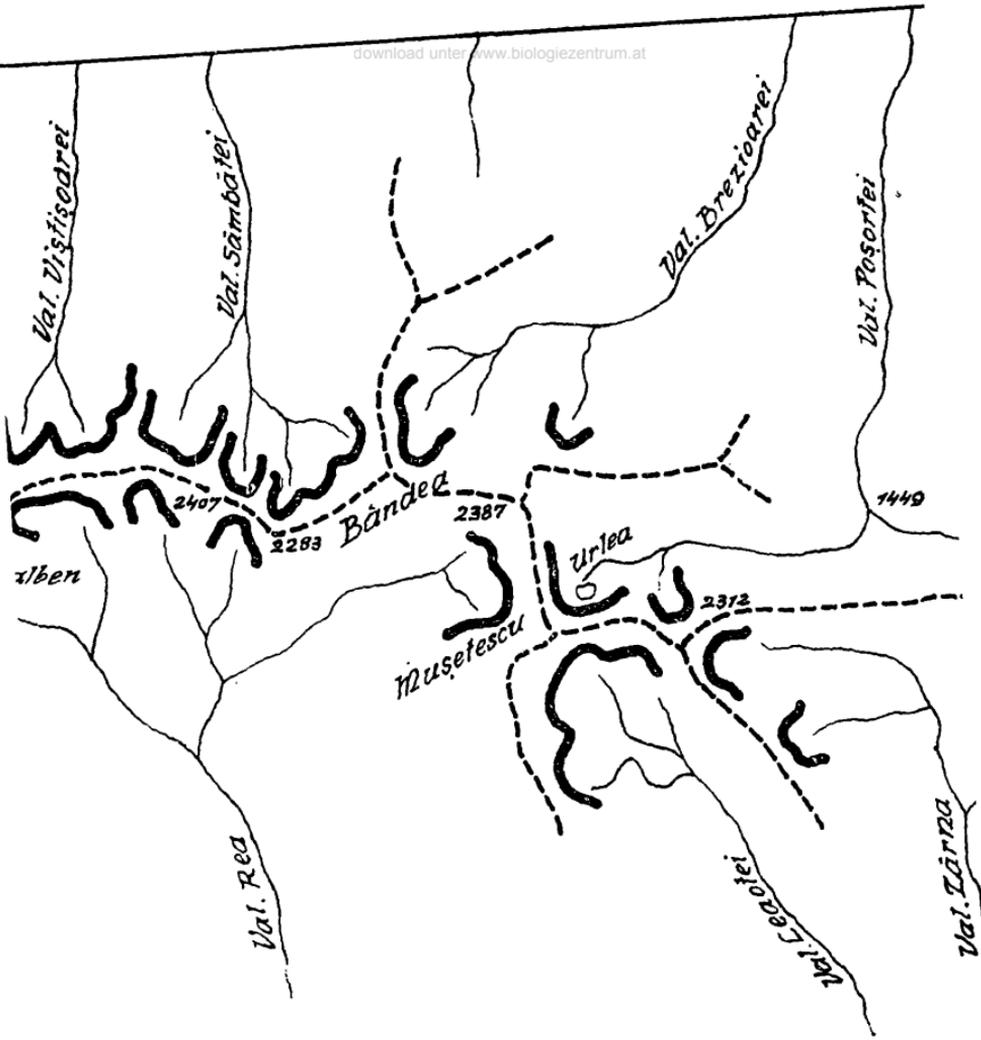
Die Südseite des *Bucegi* war ihrer wenig geneigten Hänge wegen, der Gletscherbildung am günstigsten. So finden wir auch die schönsten und längsten Gletscher des *Bucegi*-Gletschers in dem *Jalomiţa*-Tal. Das *Jalomiţa*-Tal weist drei Quelläste auf, von denen jeder einen diluvialen

Gletscher führte. Der westliche Jalomița-Gletscher, welcher östlich des Vrf. Bătrâna seinen Ursprung nahm, und zwar in zwei Karen, endete in hoher Stufe kurz vor Erreichung des Haupttales und des Hauptgletschers. Der mittlere Jalomița-Gletscher war der grösste. Am Rande der Firmmulde finden sich mehrere Kare, aus denen die zwei Quellläste des Baches entspringen. Das Tal hat sehr steile, jedoch durch die postglaziale Erosion schon abgeschrägte Wände, an die sich grosse Schutthalden anlegen. Bei der Vereinigung mit dem östlichen Gletscher, dessen Kar unter dem Colțu Obârșii liegt, bildet das Haupttal eine hohe Stufe (Konfluenzstufe). Die Endmoräne des Jalomița-Gletschers liegt bei 1670 Meter gerade an der Grenze des Nadelwaldes. Der Gletscher besass demnach eine Länge von 5 Kilometern. Die Umgestaltung des präglazialen Reliefs durch die Wirkung der Gletschererosion war im Bucegi-Massiv gering. Zur Ausbildung von Karlingen ist es nirgends gekommen. Selbst am Omu, wo von vier Seiten her sich die Kare in die Bergflanken eingefressen haben, finden wir noch echte Rundlingsformen und die Rücken, welche die einzelnen Kare voneinander trennen, sind breit.

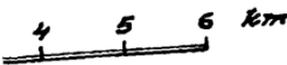
b) Das Fogarascher Gebirge.

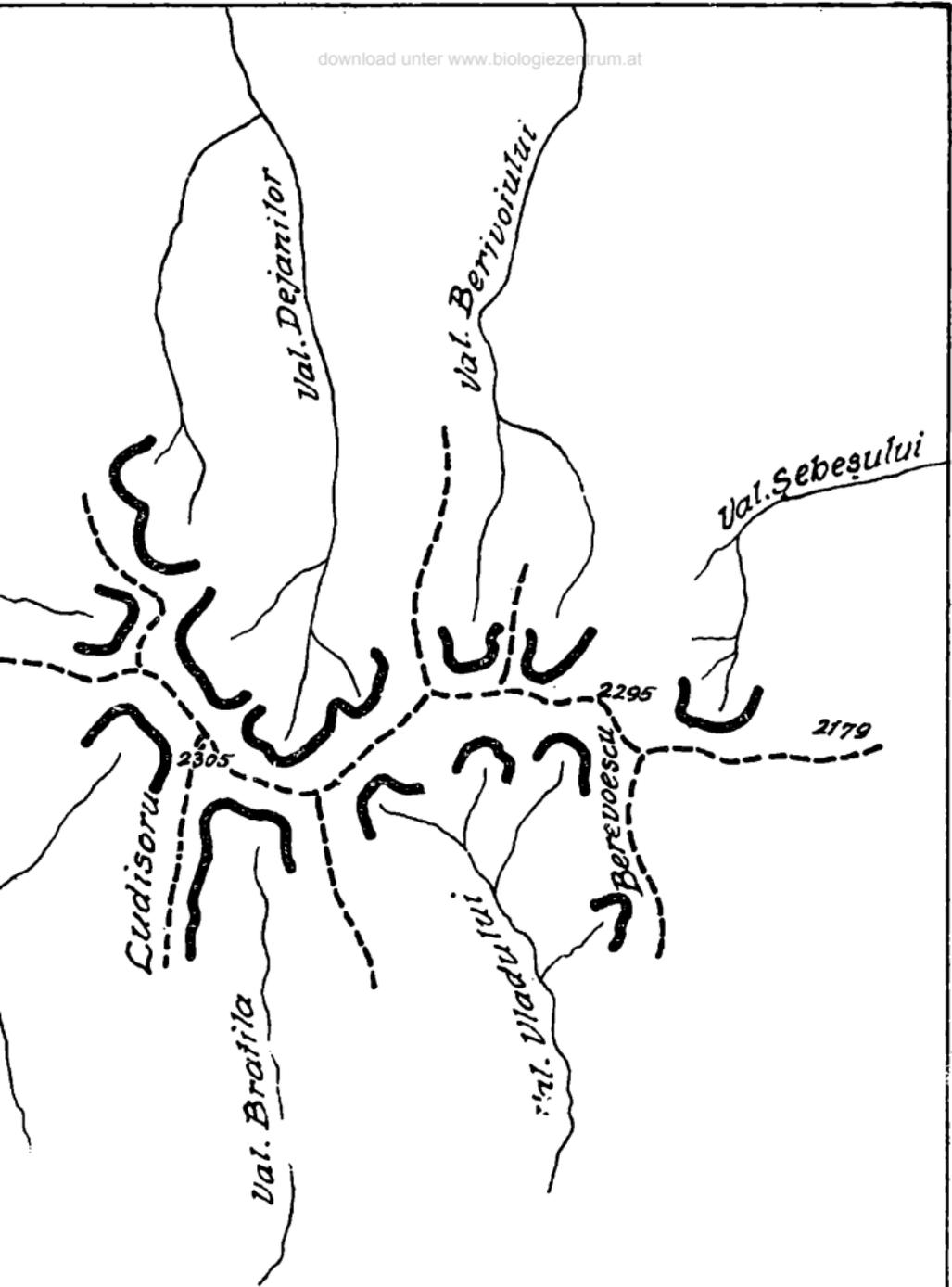
Obwohl aus dem Fogarascher Gebirge die ersten Spuren diluvialer Gletscher von Lehmann¹⁸ bekannt wurden und obwohl es, was Bekanntheit und Unterkunftsmöglichkeiten anbelangt, an erster Stelle von allen Gebirgen der Südkarpathen genannt werden muss, so fehlen uns doch gerade von hier, wo die diluviale Vergletscherung am mächtigsten war, und wo die Gletscher das präglaziale Relief am meisten umgestaltet haben, neuere Detailstudien. Wir sind noch immer — vornehmlich für den Südhang — auf die Beobachtungen de Martonnes³⁸ angewiesen, und, was den Nordhang anbelangt, auf Lehmann¹⁸, und die spärlichen Angaben von Behrmann². Nur das Studium der glazialen Seen hat in letzter Zeit durch Phelps⁴⁰ eine eingehende Behandlung erfahren.

Das Fogarascher Gebirge weist die grösste Massenerhebung und zugleich auch die grösste Gipfelhöhe der Süd-



Vergleischerung 5 -Gebirges





karpathen auf (Negoi 2544 Meter). Sein fiederförmig gegliederter Kamm lässt auf eine Länge von über 20 Kilometern in jedem Tale Gletscherspuren erkennen, die sich am Südhang in ebenso schöner Ausbildung und ebenso häufig vorfinden, als wie im Norden. Die ausserordentlich starke Vergletscherung im N und S hat das präglaziale Relief vollkommen umgestaltet. Die steilwandigen Kare sind so nahe aneinander gerückt, dass fast alle Gipfelformen echten Karlingen entsprechen, die oft durch tiefe und scharfe Scharten voneinander getrennt werden. Die grosse morphologische Asymmetrie des Gebirges, der steile Abfall nach N, nach der Fogarascher Ebene zu und die flachere Abdachung gegen S, war auf die Art der Vergletscherung von bestimmendem Einfluss. Während der Nordabfall durch kurze, parallel laufende Täler mit kleinen, durch steile Hänge voneinander abgetrennten Einzugsgebieten entwässert wird, finden wir auf der Südabdachung Täler, die durch weite Verzweigung ihrer Quellläste und dementsprechend durch ein grosses Einzugsgebiet charakterisiert sind. So finden wir hier z. B. die weit verzweigten Täler des Topologu, der Capra, Buda und Riu Doannei, die während des Diluviums grosse zusammengesetzte Gletscher führten, die aus mehreren Karen genährt wurden. Die Gletscher der Nordseite hingegen waren einfache Gletscher mit kleinerem Nährgebiet. Ein grösseres Firnfeld und eine Konfluenz von zwei Gletschern finden wir im N eigentlich nur im Talgebiet des Arpaşul mare und des Podragu.

Die Nordseite des Fogarascher Gebirges.

Im Westen beginnt die Vergletscherung an der hohen Scharte (Ciortea, 2426 Meter). Am Fusse der Ciortea liegt ein nach NE geöffnetes steilwandiges Kar, welches auf seinem oberen Talboden in 2011 Meter Höhe den Frecker See (Lacul Avrig) beherbergt. Unter diesem See steigt das Tal in drei Terrassen zur Stâna între izvoare ab, bei welcher sich in 1450 Meter Höhe eine grosse Endmoräne befindet. Schöne Rundhöcker und Gletscherschliffe finden sich auch im Valea Şerbota und Valea sârata.

Das Valea Şerbota entspringt in zwei unter dem Moscovul und Vrf. Şerbotei gelegenen Karen. Das Tal fällt in mehreren Stufen ab, von denen diejenige, welche knapp oberhalb des Dr. Karl Wolff-Weges beginnt (Şerbota-Wasserfall), die höchste ist. Sie führt zur Stina Şerbota in 1546 Meter Höhe, welche auf einem Stirnmoränenwall gelegen ist.

Das Valea sârata entspringt in einem grossen, zwischen Negoii und Şerbota gelegenen Kar, welches in mehreren Stufen abfällt. Die unterste Stufe ist auch hier die höchste (Negoii-Wasserfall). Das Kar des Valea sârata wird durch den äusserst felsigen Şerbota-Kamm und durch die Berger-Scharte von dem Laiţa-Tal getrennt.

Das Laiţa-Tal.

Der Gletscher des Laiţa-Tales entsprang aus den Karen, welche nordöstlich von der Spitze des Negoii, an der Ostseite des Şerbota-Kammes und zwischen Negoii und Călţun liegen. Am grössten und bestausgebildetsten ist das Kar zwischen Negoii und Călţun. Dieses Kar ist nur durch eine schmale Rippe, durch die sogenannte Portiţa von dem kleinen, nach S zum System des Capra-Tales gehörigen Kar des Călţun getrennt, so dass hier im Diluvium eine Eisverbindung zwischen N und S stattgefunden haben kann.

Weitere Kare finden sich im N und NW des Vrf. Laiţel und Laiţa. Der Gletscher des Laiţa-Tales hatte eine Länge von zirka 4 Kilometern; sein Trogtal ist besonders schön ausgebildet.

Der Gletscher im westlichen Teiltal des Valea Cărţişoară weist mehrere kleine Kare auf, die sich zu einem schönen Taltrog vereinigen.

Östlicher Ast des Valea Cărţişoarei, Valea Bulea.

Das Kar des Bulea ist eines der schönsten am Nordhang des Fogarascher Gebirges. Seine Wände steigen halbkreisförmig um den Lacul Bulea auf, welcher in einer Höhe von 2043 Metern liegt. Im N und W des Sees finden sich schöne Rundhöcker. Nördlich des Sees findet sich, als Abschluss des Kares, eine schöne Endmoräne, welche auch auf der

Karte 1 : 75.000 gut zum Ausdruck kommt und welche der Rückzugsphase der Vergletscherung angehört. Von hier fällt das Tal steil zu einem schönen U-förmigen Talboden ab, welcher in mehreren schönen Stufen bis zu den grossen Bulea-Wasserfällen führt. Jedoch auch unterhalb der Wasserfälle, welche, ebenso wie im Negoi-Gebiet, über die unterste und höchste Stufe niedergehen, finden sich nach Lehmann¹⁸ Gletscherschliffe. Moränen wurden noch in einer Höhe von 1400 Metern gefunden.

Das Valea Arpaşului.

Es zeigt, der Karte nach zu schliessen, — denn andere Daten existieren darüber nicht —, einen einfachen, aus einem einzigen grösseren Kar entspringenden Gletscher. Der Talboden ist von viel Schutt bedeckt, breit und flach. Über ihm befinden sich einige kleine Hängekare. Der Gletscher dürfte auch hier bis 1400 Meter gereicht haben.

Das Valea Arpaşul mare und Podragu.

Der Arpaşu-Gletscher war einer der kompliziertesten und grössten am Nordhange des Fogarascher Gebirges. Er wurde von fünf Karen genährt und zwar vom Podragu, dem Podragel, von den beiden Karen des Vârtopel und des Vârtopu und von zwei kleinen Nischen, welche am Osthang des vom Podu Giorgiului hinunterführenden Rückens liegen. Das Kar des Podragu beherbergt zwei Seen, darunter den grossen Podragu-See, dasjenige des Podragelu, den Podragel-See, welcher auf der zweiten Terrasse liegt. Über ihm erhebt sich eine 30 Meter hohe Stufe, welche zum obersten grossen Karboden führt. Der grossen Waldbedeckung wegen ist es auch hier schwer möglich, tiefer gelegene Moränen zu finden und zu entscheiden, ob der Arpaşu-Gletscher sich in 1100 Meter mit dem des Podragu vereinigte oder ob er bereits früher, in zirka 1200 Meter sein Ende erreicht hat.

Das Valea Ucişoarei beherbergte einen Gletscher, der aus zwei kleineren, zwischen der Conradt-Spitze und der Ucea mare gelegenen Karen seinen Ursprung nahm.

Das Valea Viştea mare zeigt auch zwei schöne Kare unterhalb der Viştea mare und der Piatra roşie.

Das Valea Viştişoarei zeigt ein zusammengesetztes Kar.

Von hier weiter gegen Osten werden die Täler nun breiter und tiefer, zeigen aber alle noch glaziale Spuren (Valea Sâmbătă). Mit dem Vorschreiten nach Osten verlieren sich nun die schroffen Hochgebirgsformen der Negoikette und wir finden wieder die in den Karpathen so weit verbreitete Plattform Boresecu in grosser Ausdehnung und in schöner Entwicklung. In sie haben sich nach N und E Kare eingeschnitten; diese Verhältnisse sind z. B. typisch im Valea Urlei entwickelt, welches auf mehrere Kilometer östlich gerichtet ist. Das Urlea-Tal führte einen 3 Kilometer langen Gletscher. Der flache Talboden ist von Moränenmaterial bedeckt, bis zu einer Höhe von 1800 Metern, wo es dann in einer steilen Stufe bis auf 1500 Meter abfällt und wo die fluviatilen Erosionsformen beginnen. Drei kleine Hängekare, nach N geöffnet, liegen über dem Boden des Trogtales suspendiert. Das erste enthält einen See (Urlea-See), der Boden des zweiten ist versumpft und vertorft, das dritte enthält einen sehr schönen Moränenwall. Im Haupttal selber ist eine gut ausgebildete Moräne zu sehen, auf welcher in 1950 Meter Höhe die Stina steht und welche der Fluss bis zum Anstehenden durchnagt hat.

Die östlichsten Gletscher waren diejenigen der Ludişor-Berivoescu-Belia-Gruppe, welche alle dem Typus der Boresecu-Plattformgletscher angehören und über welche keine näheren Angaben in der Literatur vorliegen.

Die Südseite des Fogarascher Gebirges.

Ciortea und Scara.

Im Scara-Tal ging ein ziemlich grosser Gletscher zu Tal. Etwas unterhalb der Stina findet sich an der Ostflanke des Tales eine Seitenmoräne in 1640—1630 Meter Höhe. Sie liegt etwa 100 Meter über dem heutigen Talboden. Der Gletscher stieg wahrscheinlich bis 1500 oder 1450 Meter herab. Der Talschluss wird von einem zweistufigen Kar gebildet, in dem früher ein kleiner See

existierte. Eine Seitenmoräne kann bei der untersten Stufe des südlichen Kares beobachtet werden, welche in einen unvollständigen Stirnmoränenwall übergeht. Im W liegen über den Schluchten, durch die die Nebenbäche heruntertosen, einige nach E exponierte typische Kare. Diese Ostlage der Kare ist es vor allem, die dem Scara-Gletscher seine Bedeutung gegeben hat, obwohl die Gipfelhöhe hier keine grosse ist.

Die Südseite des Negoï.

An der Südseite des Negoï befinden sich drei Kare, welche alle nach SW orientiert sind. Sie gehören zum Flusssystem des Topologu. Ihre Form ist nicht sehr typisch, da sie stark geneigte Böden haben und sich keine Spuren von Moränen in ihnen vorfinden. Ihre schlechte Ausbildung ist wohl eine Ursache der ungünstigen Position nach SW.

Der Capra-Gletscher.

Der Capra-Gletscher ist der westlichste der grossen zusammengesetzten Gletscher am Südhang der Fogarascher Berge. Die Geländedarstellung ist auf dem altrömischen Gebiet der Spezialkarte 1 : 75.000 so mangelnd und so fehlerhaft, dass sie zu Studien absolut nicht benutzt werden kann. Dank der Arbeit de Martonnes³⁸ ist aber diese Gegend in topographischer und besonders auch glazialmorphologischer Hinsicht etwas besser bekannt. Der Capra-Gletscher setzte sich aus drei Teilgletschern zusammen, die ihrerseits wieder aus mehreren Karen stammen, aus dem Lespezile, dem Paltin und dem Capra. Ausserdem mündeten noch einige kleinere, nach SW exponierte Nebenkare am Piscu negru in den Capra-Gletscher. Seinen eigentlichen Ursprung nahm der Gletscher in den beiden Capra-Karen, welche nach ESE exponiert sind. Sie zeigen mehrere Stufen auf. Auf dem obersten Boden liegen zwei Seen (Gemsenseen), Rundhöcker und grosse Geröllhalden. Der mittlere Boden ist vertorft. Über der neuerlichen Stufe finden sich schöne Gletscherschliffe; der unterste Talboden ist von Moränenablagerungen bedeckt; eine 300 Meter hohe Stufe bildet nun den Trogschluss des Capra-Tales. Die Stina befindet sich hier inmitten einer Rundhöckerlandschaft. Hier erfolgte

auch die Vereinigung mit dem Gletscher aus dem Căldarea Jezerului. Auf dem untersten flachen Talboden liegt eine Endmoräne; doch stieg der Gletscher noch tiefer herunter. In 1370 Meter findet sich eine Seitenmoräne ungefähr 100 Meter über dem heutigen Talboden, vor dem Zusammenfluss der Capra mit dem Paltinu.

Es ist wahrscheinlich, dass der Capra-Gletscher bis auf 1300 Meter herunterstiess, sich hier mit dem Paltinu-Gletscher vereinigte und so einen Talgletscher von mehr als 8 Kilometer Länge bildete. Die Übertiefung des Haupttales ist vielleicht nirgends in den Karpathen so schön zu sehen, als am Capra-Gletscher, wo die Hängekare 2—300 Meter über dem Talboden liegen und ihre Flüsse in riesigen Wasserfällen zum Haupttal senden.

Der Paltinu-Gletscher bestand aus vier über dem Haupttal suspendierten Karen. Im südlichsten dieser Kare liegt der kleine Călțun-See, welcher zuerst nach NE entwässert und dessen Bach sich erst später nach S wendet. Hier vereinigte sich auch ein Ast des Lespezile-Gletschers mit dem Paltinu.

Lespezile: Die Stina Lespezile ist auf einem moränenbedeckten, terrassenähnlichen Hang gelegen, auf dem sich auch Rundhöcker finden. Über dieser Terrasse liegen die beiden Lespezile-Kare, beide mit mehreren Stufen und vermoorten Karböden. Die oberste Stufe des südlichen Kares liegt nur 100 Meter unterhalb des Rückens, der es von den Negoi-Karen trennt.

Der Buda-Gletscher.

Der Buda-Gletscher erreichte dieselbe Grösse wie jener des Valea Capra. Das Einzugsgebiet des Buda-Tales ist auch recht weit verzweigt; es erhält von rechts eine grosse Anzahl von Nebenflüssen, welche alle eine ESE-Richtung haben und zur Zeit des Diluviums je einen Nebengletscher führten. Seinen Ursprung nahm der Buda-Gletscher in den nach S gelegenen Karen des Podu Giorgiului und Moldoveanu, an den S-Hängen der Viștea mare und der Ucea mare. Die Moldoveanu-Kare liegen nach S offen und gruppieren sich um das

in SSW-Richtung in vier Stufen abfallende Trogtal. Die Erosion ist schon weit vorgeschritten. Die Stufen, die oben auch schöne Rundhöckerbildungen zeigen, sind von der Erosion der Wildbäche stark angegriffen. Die Stina Moldoveanu liegt in 1580 Meter Höhe auf einer Moränenterrasse.

Im Buda-Gebiet finden sich zwei Kare mit drei Stufen, nach SE orientiert. Im nördlichen Kare lag auf der mittleren Stufe ein See. Ein noch heute existierender See befindet sich im südlichen Buda-Kar. Weiterhin gehören noch zwei kleinere Seitenkare, nach E exponiert, zum System des Buda-Gletschers. Über der Stina Buda, in einer Höhe von 1700 Metern beobachtet man eine Reihe von Terrassen, auf welchen, wie aus der petrographischen Zusammensetzung hervorgeht, unzweifelhafte Moränenbildungen liegen.

Der Gletscher des Rîoşu besteht aus zwei Karen, welche sehr tief sind, so dass sich der Schnee auch heute noch in ihnen das ganze Jahr über erhält. Das südlichste Nebental, das vergletschert war, ist das Valea Muşăteica.

Die Gletscher: Moldoveanu, Podu Giorgiului, Buda und Rîoşu vereinigten sich. Die Übertiefung des Haupttales (des Buda-Tales) ist sehr klar zu sehen; alle Nebentäler münden mit hohen Stufen und in engen Schluchten, die fast unwegsam sind. Die postglaziale Erosion scheint hier stärker gewesen zu sein, als im Capra-Gebiet, wohl wegen der leichten Zerstorbarkeit der hier anstehenden kristallinen Kalke und Phyllite. Das Ende des Buda-Gletschers kann nicht genau festgelegt werden. Wahrscheinlich reichte er bis 1400 Meter herunter und hatte demnach eine Länge von 7 Kilometern.

Der Muşăteica-Gletscher.

Er vereinigte sich wahrscheinlich nicht mehr mit dem Buda-Gletscher. Auf der untersten Terrasse des Muşăteica-Kares finden wir in 1850 Meter Höhe Moränenbildungen. Auf der mittleren Terrasse, auf der kristalliner Kalk ansteht, finden sich sehr komplizierte Erosionsverhältnisse, die aus der Verbindung von Glazial- mit Karsterosionsphänomenen hervorgehen.

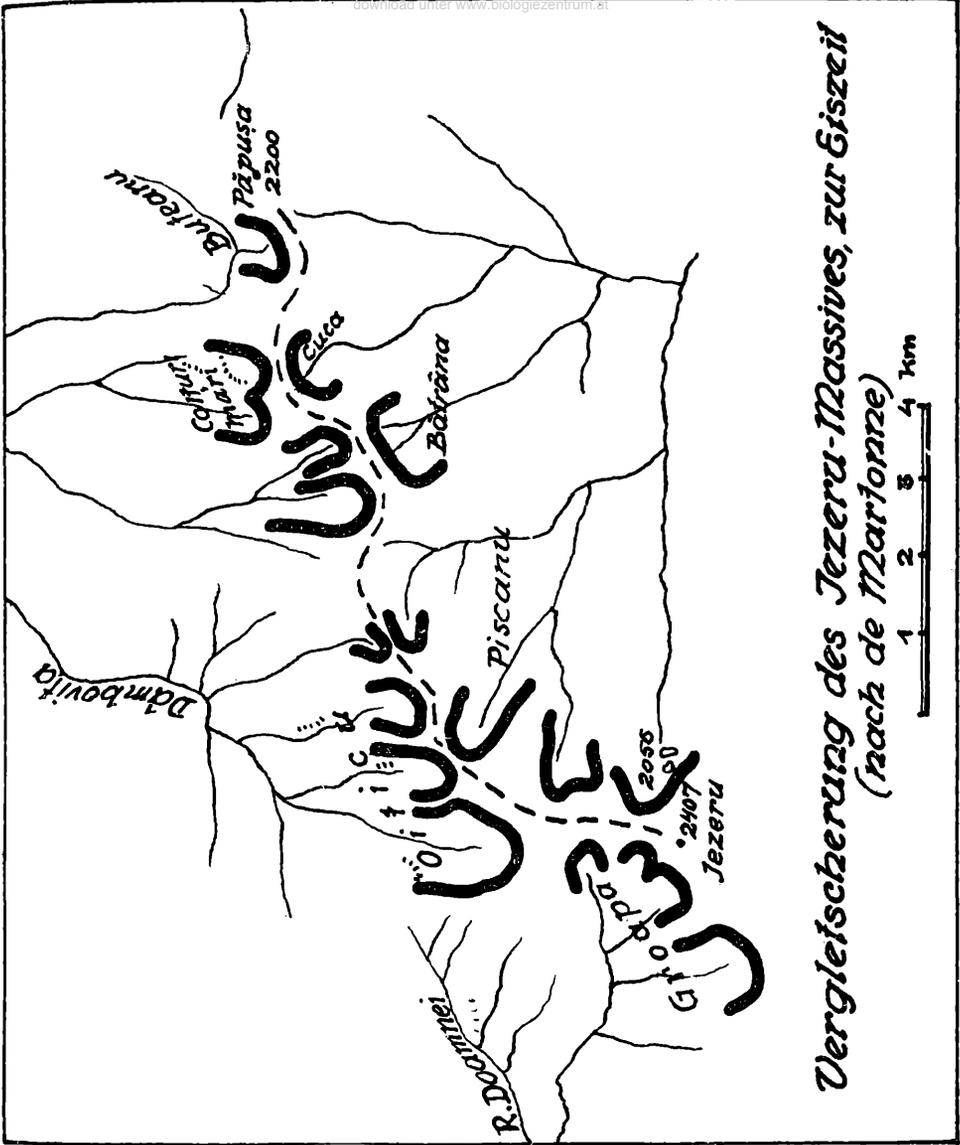
Der Gletscher des Riu Doamnei.

Der Riu Doamnei-Gletscher setzt sich aus den Teilgletschern des Bânda, Galben und Scărișoara zusammen. Das Galben-Kar ist nach Osten exponiert und ist das grösste dieser Gruppe. Es enthält viele kleine Seen und Rundhöcker. Etwas abseits, weiter südlich, liegen die Kare der Scărișoara, die sich auch auf der Karte 1 : 75.000 angedeutet finden. Es erscheint nicht sicher, ob die Gletscher der Scărișoara bis zum Riu Doamnei-Tal herunterstiegen oder ob es nur kleinere Hängegletscher waren. Weitere Angaben fehlen in der Literatur.

Die Schneegrenze. Die Schneegrenze lag im Fogarascher Gebirge durchschnittlich in 1850 Meter Höhe. Genauere Berechnungen lassen sich nicht anstellen, weil nur von den wenigsten Gletschern bekannt ist, wie tief sie zur Zeit des Maximalstandes reichten. Es lässt sich ein Senken der Schneegrenze und damit zugleich auch eine Zunahme des glazialen Formenschatzes von W nach E konstatieren, welche wohl durch die grössere Massenerhebung im Osten und durch die Nähe des Jezeru-Massives verursacht wurde.

e) Das Jezeru-Massiv.

Das im SE der Fogarascher Hauptkette gelegene Jezeru-Massiv weist auch Spuren von glazialer Vergletscherung auf. Die vorherrschende Gipfform ist diejenige der Plattform Borescu, welche die Bildung von Karen sehr begünstigt. Doch war die rückschreitende Erosion der hinteren Karwände nicht so stark, um echte Karlinge entstehen zu lassen. Die Gipfform im Jezer ist also die der Rundlinge. Die meisten Kare gruppieren sich um den Vrf. Jezeru, 2407 Meter (E m m. d e M a r t o n n e ³⁸). Das an der E-Seite des Jezeru gelegene Kar setzt in drei Stufen ab. Auf der obersten befindet sich der zirka 5 Meter tiefe Jezeru-See. Moränenablagerungen finden sich bis zur Waldgrenze in 1750 Meter Höhe. Es ist noch nicht sichergestellt, ob sich die an den südlichen Abhängen des Hauptkammes gelegenen Gletscher Piscanu, Bătrâna und Cuca mit dem Jezeru-Gletscher vereinigt haben. Die Nordseite des Hauptkammes



Vergleichsicherung des Jezeru-Massives, zur Eiszeit
(nach de Marionne)

wird auch von Karen eingenommen. Die westlichsten sind die Oiticu-Kare. Die östlichsten die Colțuri mari und Buteanu. Sie gehören dem Talsystem der Dâmbovița an. Das östliche Kar des Oiticu enthält in seinem mittleren Boden längliche, von Gras bedeckte Wälle, die Moränenbildungen gleichen. Im oberen Boden finden sich grosse Schutthalden. Westlich des Jezeru mare liegen die Gropa-Kare, die zum Riu Doamnei entwässern. An der Stelle, wo sich die beiden aus den Gropa-Karen kommenden Flüsse vereinigen, befindet sich in 1650 Meter Höhe eine typische Stirnmoräne.

d) Das Şebeşer und Zibins-Gebirge.

Obwohl die Massenerhebung des Şebeşer- und Zibinsgebirges, wie aus dem Verlauf der 1500 Meter-Isohypse ersehen werden kann, eine ziemlich grosse ist, so bleibt die Gipfelhöhe während der Eiszeit zum grössten Teil unter der damaligen Schneegrenze und so kommt es, dass wir in diesem mächtigen Gebirgskomplex gerade nur an den höchsten, die 2000 Meter-Linie überschreitenden Gipfeln, Gletscherspuren vorfinden, und zwar am Căndrel, am Şurian und an den Stefleşte. Die Gipfel sind alle vom Typus Boreseu. Die Lage des Gebirges gegen die Depression des siebenbürgischen Beckens zu, hatte eine Erhöhung der Schneegrenze um 50 Meter zur Folge, verglichen mit den Verhältnissen im Parâng. Lehmann ist der einzige Autor, der sich mit der glazialen Morphologie dieses Gebirgsstockes befasst hat. An der Nordflanke des 2245 Meter hohen Căndrelu finden wir drei Kare: Jezeru micu gegen N, Jezeru mare gegen NE und Jiusbă gegen E. Alle schneiden sie in die am Căndrelu gut ausgebildete Plattform Boreseu ein. Im Kar des Jezeru mare befindet sich ein See, 200 Meter lang und 5 Meter tief. Auf der unteren Stufe des Kares befinden sich Moränenbildungen, bis zu einer Höhe von 1800 Meter, mit polierten und geschliffenen Blöcken. Der kleine Jezeru-See ist durch einen Moränenwall gestaut. Am Şurian findet sich an der Ostseite ein Kar mit einem See glazialen Ursprunges. Seine Tiefe beträgt 4·5 Meter, seine Länge 70 Meter. In der Höhe von 1800 Metern finden wir eine Endmoräne, welche nach oben mit Resten einer Seitenmoräne zusammenhängt.

Ein kleiner Gletscher existierte noch an der Steflește, 2244 Meter; heute finden wir nur noch die Überreste in Form einer kleinen Nische; ebenso finden wir ein Kar an der Piatra albă, 2180 Meter.

e) Der Parâng.

Die ersten Nachrichten über Gletscherspuren im Parâng gab auch Lehmann. Doch haben wir es den späteren, langjährigen Untersuchungen de Martonnes²⁴⁻³⁹, die er im ersten Jahre zusammen mit Mrazec⁴⁰ ausführte, zu verdanken, dass der Parâng in glazialgeologischer Beziehung der bestbekannte Gebirgsstock der Südkarpathen überhaupt ist. Von hier stammen die ausschlaggebenden Untersuchungen de Martonnes über die Topographie der Kare, hier war es, wo derselbe Forscher in monatelanger Arbeit eine wunderschöne Detailkarte im Maßstabe von 1:10.000 des Gäuri- und Gălcescu-Kares entwarf, mit der er seine Behauptungen und Schlüsse beweisen konnte. Nicht zufällig hatte sich de Martonne gerade das verhältnismässig kleine Massiv des Parâng zu seinen Studien ausgewählt. Seine zentrale Lage inmitten anderer hoher Gebirgsstöcke und seine Gipfelhöhe bedingen eines der typischsten Bilder der Karpathen zur Eiszeit. Der glazialmorphologische Formenschatz gelangt gerade hier in besonderer Schönheit und Mannigfaltigkeit zum Ausdruck. Der Parâng-Stock zieht mit seinem über 2000 Meter hohen Hauptkamm von W nach E; die Nordabdachung des Gebirges wird vom Lotru und Jiețu entwässert, der Südabhang vor allem durch den Gilortu und Romanu, während im E des Parâng die Latorița mit weitverzweigten Armen entspringt und sich mit dem Lotru vereinigt, worauf dann beide im Roten Turmpass in den Alt einmünden. Der Südabhang des Parâng geht direkt bis zur Ebene Olteniens; gegen N sind ihm die mächtigen Massen des Șebeșer und Zibin-Gebirges vorgelagert. Diese Lage im Vergleich mit den übrigen Bergmassiven ist der Hauptgrund für die so sehr verschiedene Art der Vergletscherung der S- und der N-Seite. Während nämlich die S-Seite des Parâng nur einige ganz kleine Kare, welche

Ein kleiner Gletscher existierte noch an der Steflește, 2244 Meter; heute finden wir nur noch die Überreste in Form einer kleinen Nische; ebenso finden wir ein Kar an der Piatra albă, 2180 Meter.

e) Der Parâng.

Die ersten Nachrichten über Gletscherspuren im Parâng gab auch Lehmann. Doch haben wir es den späteren, langjährigen Untersuchungen de Martonnes²⁴⁻³⁰, die er im ersten Jahre zusammen mit Mrazec⁴⁰ ausführte, zu verdanken, dass der Parâng in glazialgeologischer Beziehung der bestbekannte Gebirgsstock der Südkarpathen überhaupt ist. Von hier stammen die ausschlaggebenden Untersuchungen de Martonnes über die Topographie der Kare, hier war es, wo derselbe Forscher in monatelanger Arbeit eine wunderschöne Detailkarte im Maßstabe von 1:10.000 des Gäuri- und Gălcescu-Kares entwarf, mit der er seine Behauptungen und Schlüsse beweisen konnte. Nicht zufällig hatte sich de Martonne gerade das verhältnismässig kleine Massiv des Parâng zu seinen Studien ausgewählt. Seine zentrale Lage inmitten anderer hoher Gebirgsstöcke und seine Gipfelhöhe bedingen eines der typischsten Bilder der Karpathen zur Eiszeit. Der glazialmorphologische Formenschatz gelangt gerade hier in besonderer Schönheit und Mannigfaltigkeit zum Ausdruck. Der Parâng-Stock zieht mit seinem über 2000 Meter hohen Hauptkamm von W nach E; die Nordabdachung des Gebirges wird vom Lotru und Jiețu entwässert, der Südabhang vor allem durch den Gilortu und Romanu, während im E des Parâng die Latorița mit weitverzweigten Armen entspringt und sich mit dem Lotru vereinigt, worauf dann beide im Roten Turmpass in den Alt einmünden. Der Südabhang des Parâng geht direkt bis zur Ebene Olteniens; gegen N sind ihm die mächtigen Massen des Șebeșer und Zibin-Gebirges vorgelagert. Diese Lage im Vergleich mit den übrigen Bergmassiven ist der Hauptgrund für die so sehr verschiedene Art der Vergletscherung der S- und der N-Seite. Während nämlich die S-Seite des Parâng nur einige ganz kleine Kare, welche

kurze Hängegletscher beherbergten, aufweist und im übrigen sanfte, wiesenbedeckte Hänge hat, so ist seine Nordseite von schönen, gut ausgebildeten Karen eingenommen, welche die Nährgebiete grosser Gletscher wären und eine Topographie aufweisen, die an alpine oder pyrenäische Kar- und Gletscherlandschaften erinnert. Die Ostseite, die Quellflüsse der Latorița weisen ebenfalls ganz erhebliche Vergletscherung auf. Was die Exposition der Kare anbelangt, so ist der Parâng am ehesten mit dem Rodnaer Gebirge zu vergleichen.

Die Vergletscherung an der Nordseite des Parâng.

Von der Nordseite des Parâng gingen zwei grosse, aus mehreren Teilgletschern zusammengesetzte Gletscher zu Tal, welche ein besonders grosses, aus vielen Karen bestehendes Einzugsgebiet hatten. Es ist dies der Jiețu-Gletscher im W und der Lotru-Gletscher im E.

Der Jiețu-Gletscher bestand aus drei Teilgletschern, und zwar aus dem Scliveiu, Roșiile und Geresiu. Über dem grossen flachen Karboden des Scliveiul, in dem sich über fünf Seen und viele Rundhöcker befinden, liegen noch vier Nebenkare, in zirka 2200 Meter Höhe, welche mit Stufen gegen das grosse U-förmige Tal münden.

Das Roșiile-Kar ist der Ursprung des mittleren Jiețu-Gletschers gewesen; es ist das grösste Kar dieses Gletschers. Durch einen scharfen, von der Mândra gegen NNE abzweigende Grat wird es in zwei Flügel geteilt; der östliche Flügel ist besser ausgebildet als der westliche. Auf dem obersten Boden dieses Kares liegt in 2200 Meter Höhe ein kleinerer See. Eine Stufe führt 200 Meter zum mittleren Talboden hinunter, wo sich der 200 Meter im Durchmesser zählende grosse Roșiile-See befindet. Die untere Talstufe liegt in 1800 Meter Höhe und beherbergt ebenfalls einen kleinen See. Nebenkare sind in den Roșiile nicht zu finden. Der östliche Ast des Geresiu-Gletschers kam aus dem ebenfalls zwei kleine Seen beherbergenden, mehrere Stufen aufweisenden Geresiu-Kar, und vereinigte sich bei Kote 1446 mit dem Roșiile-Gletscher, während bei 1300 Meter der Scliveiu-

Gletscher zu dem des Roșiile stiess. Der vereinigte Gletscher des Jiețu hatte eine Länge von 6 Kilometern; 200 Meter oberhalb der heutigen Sohle des Valea Gârbova findet sich ein Seitenmoränenzug. Murgoci hielt auch die Terrasse, worauf die Baracken im Jiețu-Tal stehen, für eine Moräne; die Detailuntersuchungen von de Martonne ergaben jedoch die fluviale Natur dieser Terrasse. Der Gletscher reichte also bis zu 1300 Meter.

Der Lotru-Gletscher.

Der Lotru-Gletscher hatte, obwohl sein Nährgebiet etwas tiefer lag als das des Jiețu, dieselben Grössenverhältnisse und war auch aus mehreren Teilgletschern zusammengesetzt. So aus Gauri, Gălcescu, Jezeru und Coasta Petrești. Das Gauri- und Gălcescu-Kar sind dank der topographischen Aufnahme von de Martonne²⁷, die beiden bestbekanntesten Kare der Südkarpathen überhaupt. Das Gaura-Kar besteht aus einem weiten, flachen Talboden, der Zănoaga Regelui Carol und zwei kleineren Nebenkaren, dem Căldarea lui Murgoci im NW und dem Căldarea lui Ferdinand im E. Es befindet sich 250 Meter über dem Lotru suspendiert. Die beiden genannten Nebenkare fallen auch mit Stufen zum Hauptkar ab. In der Zănoaga Regelui Carol finden sich mehrere Seen, von denen der eine, der Lacul Găurilor, der grösste ist. Hier finden sich auch viele, besonders in den harten Serpentinesteinen gut erhaltene Rundhöcker und Schiffe.

Das Gălcescu-Kar weist eine noch viel kompliziertere Topographie auf als das der Gauri. Der Boden der Zănoaga mare, welche die Westhälfte dieses Kares einnimmt, senkt sich von zirka 2050 Metern bis auf 1900 Meter flach und stetig. Im E finden wir zunächst zwei Nebenkare, das Căldarea Dracului und das Căldarea lui Vidal (2100—2200 Meter hoch). Über die Stâncile lacului fallen diese beiden Kare zu einem tieferen Talboden ab, auf welchem in 1921 Meter Höhe der grosse See des Kares, der Lacul Gălcescu, liegt. Dieser Talboden fällt mit einer weiteren Stufe ab und vereinigt sich in zirka 1850 Meter mit dem auch eine Stufe aufweisenden Zănoaga mare. Das Gauri-Gălcescu-Kar ist sehr reich an Seen. De Martonne zählte zehn im Gălcescu- und sieben im

Gaura-Kar. Davon ist der nördlich des Lacul Gauri gelegene ein Dolinensee, mehrere Seen entsprechen durch Schutt und Geröll aufgestauten Becken, z. B. der Gaura-See und noch vier weitere kleine Seen im Gauri, der Lacu Pompiliu und noch vier weitere kleine Seen im Gălcescu. Echt glazialen Ursprunges, mit einem Wall von Rundhöckern umgeben, und flache Felswannen bildend, ist vor allem der Gălcescu-See und noch zwei weitere kleine, gegen NW gelegene Seen, weiterhin der Lacul Vidal und Pencu im Căldarea lui Vidal, der Lacul Paserei im Căldarea Dracului und noch drei kleinere Seen im Căldarea lui Ferdinand. Rundhöcker sind überall häufig zu beobachten, besonders an den Seitenwänden der Kare und unter den Stufen. Gletscherschliffe sind wegen des leicht verwitternden Materials und wegen der Feuchtigkeit des Klimas recht selten erhalten. Das Kar des Jezeru beherbergt ebenfalls zwei kleinere Seen und zeigt auch ein durch zwei Talstufen hervorgerufenes treppenförmiges Längsprofil. Im allgemeinen jedoch sind die glazialen Formen hier weniger gut erhalten.

Die Coasta Petrești ist ein kleineres Nebenkar, welches schöne Rundhöcker zeigt und heute 100 Meter über dem Lotru-Tal suspendiert erscheint. Die aus den genannten Tälern hervorquellenden Gletscher vereinigten sich zu dem grossen Lotru-Gletscher, der eine Länge von 6 Kilometern erreichte und 100 Meter mächtig war. Die Übertiefung des Lotru-Tales ist überall deutlich an den Nebenflüssen zu sehen. Die Wildbäche Ciobanu und Gauri münden alle mit Stufen in das Lotru-Tal. Die Suspension des Coasta Petrești-Tales wurde schon erwähnt. Am Osthang des Lotru-Tales liegen bei der Stina Cărbunele grosse erratische Blöcke von Gneis, welche nicht durch das Wasser hingelangt sein können. Petrographisch entsprechen die Blöcke genau dem Gneis von Gălcescu. Obwohl diese Gneisblöcke keine Gletscherschliffe aufweisen, so ist es doch zweifellos, dass sie Überreste einer alten Seitenmoräne sind. Doch gut entwickelte Seiten- und Stirnmoränen existieren im Parâng-Stock, besonders aus der Zeit des Maximalstandes der Gletscher nicht. Kleinere, auf die Kare beschränkte Moränenbildungen aus der Rückzugs-

phase oder der zweiten Karvergletscherung lassen sich öfters finden.

Die Gletscher im Osten des Parâng.

Obwohl die Gipfelhöhe des Parâng nach Osten rasch abnimmt, so ist die Vergletscherung der Latorița-Quellläste doch bedeutend gewesen; die Plattform Borescu gewinnt auch im Parâng nach Osten immer mehr an Ausdehnung; wie wir auch an anderen Massiven gesehen haben und sehen werden, ist die Lage nach Osten der Vergletscherung auch günstig, so dass wir die Gletscherbildung im Osten des Parâng vor allem der Einwirkung der beiden oben genannten Faktoren zuschreiben dürfen.

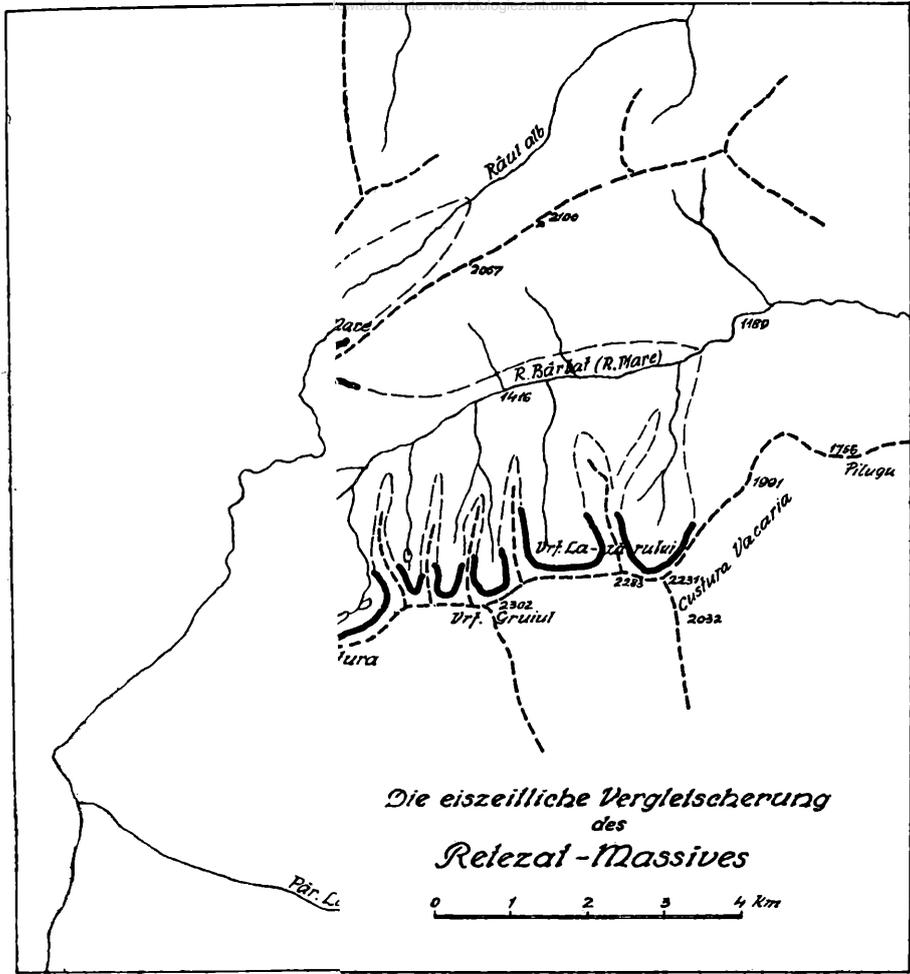
Der Gletscher des Urda und Dengheru.

Die südlichen Quellläste der Latorița endigen alle in nach E oder NE exponierten Karen. Der Urda-Gletscher setzte sich aus drei Karen zusammen; die Stina de Urda, 1750 Meter hoch gelegen, liegt mitten in einer typischen Rundhöckerlandschaft. Der Dengheru-Gletscher wurde auch aus mehreren kleinen Karen genährt.

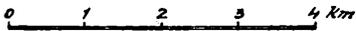
In ihrem Zungengebiet vereinigten sich diese beiden Gletscher und bildeten einen Eisstrom von 3—4 Kilometer Länge. Dieselben Existenzbedingungen wie der Urda-Gletscher, hatte auch jener des Muntinu, welcher in dem mittleren Zweigtal der Latorița seinen Ursprung nahm. Er weist zwei Nebenkare auf und beherbergt in 2031 Meter Höhe zwei kleine Seen. Der Gletscher war jedoch höchstens 2 Kilometer lang; wahrscheinlich existierte hier auch eine Transfluenzstufe, indem ein Ast des Muntinu-Gletschers in das nördliche Quelltal der Latorița hinüberreichte.

Die Vergletscherung im Süden des Parâng.

Wie schon oben erwähnt, war die Vergletscherung im Süden eine sehr schwache. Der einzige Talgletscher, der nach Süden floss, war der der Gaura Mohorului, der aus zwei kleinen, an der Ostflanke des Mohoru gelegenen Karen seinen Ursprung nahm. Der Mohoru-Gletscher hatte eine



Die eiszeitliche Vergletscherung
des
Relezat-Massives



Länge von 3 Kilometern; er reichte bis zu 1550 Meter, wo sich eine kleine Endmoräne befindet.

Die übrigen Gletscher der Südseite waren reine Kar-gletscher. Moränenbildungen wurden bei ihnen nicht beobachtet. Es sind dies die Kargletscher der Zănoaga Mohorului, Zănoaga Pleşcoi, Setea, Ieşu, Gruiu und Groapa Mândri und schliesslich ganz im E, noch östlich von der Păpuşa, die beiden Kare der Muşăteica.

f) Das Retezat-Massiv.

In der Literatur finden sich über die Vergletscherung des Retezat Angaben bei Lehmann²⁰, Lóczy²², Schafarzik und de Martonne³⁸. Die Vergletscherung des Retezat-Massives ähnelt am meisten jener des Fogarascher Gebirges. Nach N fällt das Gebirge auch direkt zur Haşeger Ebene ab, ist aber im S durch das mächtige Vulkan-Gebirge von der Ebene getrennt. Im W grenzt es an die hohen Käme des Ţarcu und gegen SW setzt es sich in das Hochgebirgsland der Cerna fort, in die Gruppe des Boreşcu und des Godeanu. Es liegt also inmitten des Banater Gebirgsmassives, welches die grösste Massenerhebung der Südkarpathen darstellt. Seine Gipfelhöhe bleibt etwas gegen diejenige des Fogarascher Gebirges zurück; sie erreicht z. B. in der Peleaga 2511 Meter, in der Bucura 2436 Meter und im Retezatgipfel selbst 2484 Meter. Seine nach S durch andere Gebirgsstöcke verbarrikadierte Lage hatte eine ebenso starke Vergletscherung der Südseite wie des Nordabhanges zur Folge. Die Kare scheinen überall nahe aneinander gerückt und sind nur durch schmale Felsgrate voneinander getrennt. Es entstehen also echte Karlinge als Gipfelformen, wodurch das Gebirge einen ähnlichen, wilden Hochgebirgscharakter erhält wie die Fogarascher Berge. Ein gewisser Unterschied in den Formen resultiert aber aus der Verschiedenheit des Materials, da der Hauptkamm des Fogarascher Gebirges aus gut geschichteten, zum grössten Teil wenig metamorphen kristallinen Schiefern besteht, der Retezat jedoch ein grosses Granitmassiv darstellt, so dass Gross- und Kleinformen durch die eigentümliche Klüftung und

Blockbildung des Granites beeinflusst werden. Gegen W senkt sich die Gipfelhöhe des Retezat und es stellt sich die typische Plattform Borescu ein. Die günstigen Umstände, welche die Borescu-Plattform der Vergletscherung bietet, wurden schon besprochen; so finden wir auch im Retezat an ihren Hängen typische Kare; es wechselt also die morphologische Form in derselben Weise gegen W, wie sie im Fogarascher Gebirge gegen E wechselt, und so zwei verschiedene Typen der Vergletscherung und der Gipfelformen schafft.

Die Gletscher der Nordseite.

Im Norden des Retezat-Massives lassen sich zwei grosse Fluss- und zugleich auch Gletschersysteme unterscheiden, das des Riu mare und dasjenige des Părău Nucşorului. Im Flusssystem des Riu mare fanden sich zwei getrennte Gletscher vor; der westliche entstammte den unterhalb des Vrf. Zănoagă in die Nordflanke der Plattform Borescu eingefressenen Karen der Groapă Saşilor. Das westlich gelegene Kar enthält in 1930 Meter Höhe einen glazialen See und fällt nach N in mehreren Talstufen ab. Der östliche, grössere Gletscher war komplizierter gebaut. Er hatte sein Nährgebiet in den beiden grossen Karen des Tăul negru und der Gemenile. Das Kar des Tăul negru hat seinen Namen nach dem See, der in ihm liegt, Gemenile nach zwei nebeneinander liegenden kleinen Seen, welche sich auf dem oberen Talboden befinden. Es folgen zwei Stufen, welche zu einem dritten, in 1934 Meter liegenden Talboden führen, der ebenfalls einen See beherbergt. Das Kar der Gemenile ist überdies noch durch viele kleine Seen ausgezeichnet, welche in kleinen, über dem Haupttal suspendierten Nischen liegen. Die Abgrenzung gegen das Kar des Tău negru ist keine scharfe. Nördlich unter dem Gipfel des Retezat liegt das Kar der Valeriasca, mit einem kleinen See, welcher heute zu dem Riuşorul entwässert.

Der grösste Gletscher der Nordseite war der Nucşoara-Gletscher, der sich aus vier Teilarmen zusammensetzte, und zwar von W nach E: Stânişoara, Petrile und die beiden Galesu. Bei dem heutigen Zusammenfluss der gleichnamigen Flüsse vereinigten sich auch die Gletscher und bildeten von

hier an das Zungengebiet eines grossen Talgletschers. Das Nährgebiet dieses Gletschers bildeten vier Kare, welche dieselben Namen führen, wie die schon genannten dazugehörigen Täler; sie zeigen alle eine sehr typische Ausbildung, U-Profil, mit flachem, treppenförmig abfallendem Talboden, führen alle mehrere Seen und haben viele Rundhöcker. Am besten bekannt ist das Kar der Petrile.

Das Kar der Petrile fällt mit steilen Wänden zu einem flachen, oberen Talboden ab, welcher fast ganz von Schutt bedeckt ist und nur in der Mitte das Anstehende erkennen lässt. Auf ihm finden sich mehrere kleine Seen. Es finden sich im Anstehenden viele Rundhöcker, welche zum Teil in 2050 Meter Höhe von einer Moränenbildung bedeckt werden. Eine 40 Meter hohe Stufe führt von 1990 Meter zum mittleren Talboden, in welchem das Kar bereits in ein typisches Trogtal umgewandelt erscheint, mit flachem, grasigem Boden, auf dem viele erratische Blöcke verstreut umherliegen. Auf ihm findet sich auch eine schöne Moräne, welche in Hufeisenform vor einem jetzt ausgefüllten Seebecken liegt. Die Wände sind 60—70 Meter hoch, fast ganz vertikal, von Schutthalden bedeckt; darüber werden die Formen sanfter. Der Knick entspricht dem Schliffbord und zeigt uns also eine Übertiefung von 60—70 Metern an. Der mittlere Talboden liegt in einer Höhe von 1870 Metern. An den Füßen der steilen Wände finden sich schöne Rundhöcker. Der mittlere Talboden senkt sich flach bis auf 1800 Meter. Nun wird er wieder durch eine 150 Meter hohe Stufe von dem unteren Talboden getrennt, der in einer Höhe von 1645 Metern liegt und besonders flach ist. Dieser Talboden fällt wieder mit einer Stufe 100 Meter ab. An dieser Stufe finden sich schöne Rundhöcker; der Bach stürzt in einem Wasserfall herab und beginnt eine Schlucht auszuhöhlen. Unterhalb dieses Wasserfalles verliert sich zwar die typische Form des Trogtales, doch werden noch immer Rundhöcker gefunden, z. B. in der Nähe der Jagdhütte Casa Domnilor. Hier wurden durch Waldabholzungen auch typische, bisher versteckt gewesene Seitenmoränenbildungen entdeckt, so dass es sicher erscheint, dass der Petrile-Gletscher bis 1400—1300 Meter gereicht hat.

Die Verhältnisse in den übrigen Karen des Petrile-Gletschers Stânişoara und den beiden Galesu, sind in den Hauptzügen dieselben wie im Valea Petrelor. Es sind Kare, die sich schon im mittleren Boden in typische Trogtäler umwandeln und einen Abfall in mehreren Talstufen zeigen. Etwas unterhalb der Vereinigung dieser Gletscher finden wir die typischen Seitenmoränen, die als kleine, schmale Hügelreihen, von dem eigentlichen Hang durch eine kleine Depression getrennt, an der Bergflanke hinziehen. Sie bestehen zum grössten Teil aus in toniges Material eingebetteten Augengneis- und Granitblöcken, welche in fast allen Varietäten, die man vom Retezat kennt, vertreten sind. Ihre Mächtigkeit ist bedeutend. Wo die Moränen eine flache Oberfläche haben, sind sie mit sumpfigen Wiesen bedeckt. Schöne Seitenmoränen finden sich vor allem an der Ostseite des Galesu-Gletschers. Der Petrile-Gletscher reichte also während des Maximalstandes bis zirka 1300 Meter. Die Stufe unterhalb des dritten Talbodens entspricht auch einer Periode eines längeren Gletscherstillstandes an dieser Stelle. Wir haben also auch hier Anzeichen einer doppelten Vergletscherung vor uns; es erscheint nur sonderbar, dass die zweite Vereisungsperiode hier nicht wie sonstwo auf kleine Kargletscher beschränkt blieb. Am Petrile fehlen suspendierte Nebenkare, ebenso bei der Stânişoara und in den beiden Galesu-Karen. Sollten hier die Gletscher in der zweiten kleineren Vereisungsperiode bis zu 1620 Meter gereicht haben? Im Maximalstadium erreichte der Nucşoara-Gletscher eine Länge von über 6 Kilometern.

Die Vergletscherung an der Südseite des Retezat.

Im S der Zănoaga-Hochfläche, welche von der Plattform Boresecu eingenommen wird, haben sich auch mehrere Kare eingefressen, so das Kar der Zănoaga, der Zănoaga, des Vrf. Saşilor und die Kare des Slăveiu. Alle diese Kare haben Seen enthalten und enthalten sie teils auch heute noch; z. B. der Zănoaga-See, der nach Lóczy²² einen Flächeninhalt von 8 Hektar und eine Tiefe von 22:5 Meter hat, die

grösste Tiefe, die bisher an einem glazialen See der Südkarpathen festgestellt worden ist. Er befindet sich in anstehendem Gestein, von Rundhöckern umgeben. Eine Talstufe führt zu einem tieferen Boden, auf dem in 1800 Meter Höhe die Überreste einer Seitenmoräne zu sehen sind.

Der bedeutendste Gletscher der Südseite, und des Retezat überhaupt, war der vereinigte Bucura- und Peleaga-Gletscher, im Valea Lapușnicul mare, welcher zwischen der Plattform des Slăveiul und dem Muntele Păpușa und Dregșan dahinfließ. Er hatte, wie eben erwähnt, zwei Nährgebiete: Den grossen Kessel des Bucura-Tales und die Kare der Peleaga.

Bucura. Die Bucura ist das grösste und komplizierteste Kar der Südkarpathen. Um seinen weiten flachen Boden liegen sechs Nebenkare, welche fast alle in Stufen zu dem Hauptkar abfallen. Sie enthalten teilweise auch kleine Seen. Die grössten und meisten Seen finden wir jedoch im Hauptkar selbst, so den 10 Hektar grossen, 14 Meter tiefen Bucura-See, der grösste See der Südkarpathen, in einer Höhe von 2041 Metern. Er liegt mitten in einer typischen Rundhöckerlandschaft und wird von zwei Moränenzügen begleitet, die aber nicht überall eine vollständige Barre bilden. Gleich darauf fällt der Karboden zu einer tieferen Stufe ab, die wieder einen See führt. Eine weitere Stufe führt nun in einen typischen Taltrog, an dessen Westseite, am Fusse der Wände in einer kleinen Nische sich noch ein kleiner See befindet. Der Taltrog fällt nun in noch weiteren Talstufen bis zu dem Lăpușnic mare-Tal ab. Der Eindruck, den das Bucura-Kar auf den Beschauer macht, wird noch durch seine geschlossene Kesselform, die weit über halbkreisförmig ist, erhöht. Die Wände schliessen sich fast zu einem kreisrunden Kessel zusammen und lassen dem Trogtal nur einen schmalen Austritt frei. Die Übertiefung des Hauptkares gegenüber dem Kranz der Nebenkare und die des Trogtales gegenüber dem Hauptkar ist gut zu sehen. Die schönsten Rundhöcker findet man auch hier am Fuss der steilen Stufen und Wände. Die Seitenmoränen werden im Trogtal leider von Schutthalden überdeckt. In 1597 Meter Höhe vereinigt sich der

Izvorul Bucura mit dem Valea Lăpuşnicul mare, welches, aus dem Peleaga-Kar kommend, den östlichen Ast, den Peleaga-Gletscher führte. Das Peleaga-Kar ist viel kleiner als dasjenige des Bucura. Es ist ebenfalls ein zusammengesetztes Kar, welches aus drei nach E orientierten Seitenkaren besteht. In 1900 Meter Höhe existiert eine Seitenmoräne. Die Vereinigung des Valea Lăpuşnic mit dem Izvorul Bucura vollzieht sich in einer 30—50 Meter hohen Schlucht. Diese Schlucht ist in steilgestellte Chloritschiefer eingeschnitten, ist aber von mächtigen Granitblöcken, die aus der Bucura stammen, bedeckt. Auf dem jenseitigen Hang, der Păpuşa finden sich diese Blöcke bis zu einer Höhe von 100 Metern über dem heutigen Talboden. Lóczy hält die kleine Leiste, auf der die Stina Păpuşa selbst steht, in 1760 Meter Höhe, für eine Seitenmoräne. An dem Sliveiu-Hang fand er in 1860 Meter wieder den Rest einer Seitenmoräne. Lóczy hält es nun für möglich, dass der Bucura-Peleaga-Gletscher über die 1879 Meter hohe Păpuşa in das Valea Buta hinübergeflossen sei. Auf dem flachen Rücken der Păpuşa finden sich neben einem kleinen, einer Passwanne ähnlichen See, lange, schmale Erhebungen, die moränenähnlich aussehen, die aber aus anstehendem Gestein bestehen. Im Ursprung des Valea Butii findet sich ein Kar, weiter unten auch eine Moräne und ein Gletscherschliff, doch muss die Frage noch offen gelassen werden, ob dieses Kar ein Durchgangskar war, dessen Gletscher mit dem des Bucura in Verbindung stand (Transfluenzstufe) oder ob es einen eigenen, gesonderten Gletscher von geringen Ausmaßen beherbergte. Der Bucura-Gletscher reichte bestimmt bis 1400 Meter herunter. Bis hierher ist das Gefälle des Tales sehr schwach. Das Tal ist wohl ein durch fluviatile Erosion umgewandeltes Trogtal; bei 1400 Meter wird das Gefälle plötzlich steiler, das Tal fließt in einer Schlucht dahin, welche sich in die unterste Talstufe eingefressen hat. Die Übertiefung ist klar zu sehen. Am NW-Hang des Lăpuşnic-Tales befinden sich die kleinen hochsuspendierten charakteristischen Hängekare des Sliveiu, die wahrscheinlich nur kleine Hängegletscher führten, welche den Haupteisstrom im Lăpuşnic-Tale gar nicht erreicht haben.

Der dichten Waldbedeckung wegen sind leider noch keine entscheidenden Moränen gefunden worden. Es ergeben sich für den Bucura-Gletscher sowie für die übrigen bisher beschriebenen die Folgerungen einer zweimaligen Vereisung, wenn ein interglaziales Profil, das vollkommen eindeutig ist, heute auch noch fehlt. Auch hier können die kleinen Kar-gletscher, die mit ihren Moränen bereits am Ausgang des Kares enden, nicht zu gleicher Zeit mit den grossen Talgletschern bestanden haben. Der Bucura-Gletscher erreichte zur Zeit seines Maximalstandes eine Länge von 8 Kilometern.

Die Vergletscherung im Osten des Retezat.

Die Kare im Einzugsgebiet des Riu Bărbat (Riu mare) sind sehr einfach gebaut; so z. B. das Kar an der Ostflanke der Păpușa, welches einen See enthält, sodann dasjenige der Custura mit zwei Seen; sehr einfach sind die Kare des Ciungiu mare und des Gruiu gebaut. Das am weitest östlich gelegene Kar ist das der Custura Vacaria.

Im Păpușa- und Custura-Kar nahm der Gletscher des Riu mare seinen Ursprung. Von S erhielt er durch die Kare des Gruiu, des Ciungiu und der Custura Vacaria Zuflüsse, während von dem auch über 2000 Meter hohen nördlichen, vom Vrf. mare ausgehenden Kamm ihm keine Nebengletscher zuzugingen, wohl wegen der Südexposition dieses Hanges. Doch Munte Păpușa und Custura waren auch im S vergletschert. Schliesslich wäre noch ein Kar in der nord-östlichen Flanke des Riu mare zu erwähnen, welches zum Talgebiet des Riu alb gehört.

Zusammenfassendes über den Retezat.

Der Retezat hat zur Eiszeit die grössten und längsten Gletscher der Südkarpathen gehabt. Sein Anblick muss damals dem der heutigen Hohen Tauern ähnlich gewesen sein. In ihm finden wir alle Typen der glazialmorphologischen Formen vertreten, sowohl die in der Plattform Borescu eingeschnittenen Kare, als auch in seinem zentralen Teil die grossen, nahe aneinander gerückten Kare, die echte Karlingsformen schaffen, wie sie auch im Fogarascher Gebirge so typisch entwickelt sind.

Die Schneegrenze lag im Retezat unter 1900 Meter. Es ist möglich, dass dem Rückzug der grossen Gletscher ein erneuter Vorstoss mit höherer Schneegrenze, die ungefähr bei 2100 Meter lang, gefolgt ist. Die Schneegrenze war auch hier im N etwas tiefer als im S. Seine grosse Länge verdankte der Bucura-Gletscher der günstigen Lage und vor allem der Grösse und Einheitlichkeit seines Nährgebietes.

g) Die Boresecu-Godeanu-Gruppe.

Die Forscher, die sich mit dem Gletscherstudium in der Godeanu-Gruppe befasst haben, sind: Schafarik⁵⁵⁻⁵⁶, Czirbusz⁵ und de Martonne³⁸. Die Plattform Boresecu hat von de Martonne gerade wegen ihrer typischen Ausbildung am Boresecu ihren Namen erhalten. Der Boresecu stellt sich uns als ein durchschnittlich 2000 Meter hohes Hochplateau dar; in diese Hochebene schneiden sich am Rande Kare ein, welche meist nur kleineren Gletschern als Nährgebiet dienen. Die Karwände rücken nirgend so nahe zusammen, dass sie den Gipfeln die Formen echter Karlinge geben könnten. Die petrographische Zusammensetzung dieser Gruppe, welche aus stark durch die Diaklase hergenommenen kristallinen Schiefen besteht, war der Ausbildung von Karen auch günstig. Die N- und E-Seite des Boresecu wird von Karen eingenommen. Hier befinden sich z. B. die zwei grossen Kare des Boresecu mare und das Kar des Galben. Die Boresecu-Kare sind einfach; in dem grössten von ihnen befindet sich ein See und eine Moräne, die bereits Inkey¹² kannte, sie jedoch als eine gewöhnliche Schuttbildung ansah. Das Galben-Kar ist komplizierter gebaut; es hat vier bis fünf Nebenkare und fällt in drei Talstufen ab. Auf dem mittleren Boden liegen vielleicht Moränenbildungen, ganz sichergestellt erscheinen sie aber auf dem untersten Boden, nahe an der Stina, in einer Höhe von 1700 Metern. Südlich des Galben befindet sich noch das Doppelkar des Gårdomanu.

Der Gugu-Kamm erhebt sich im Muntele Gugu bis zu 2294 Meter; er bildet einen schmalen Kamm, welcher drei kleine Gletscher an seiner Ostflanke führte: Scărița, Fața Părâului und Bran. Alle die Kare zeigen Stufen, einige

haben auch kleinere Seen. Rundhöcker sind besonders an der Scarița zu finden. Schlecht erhaltene Gletscherschliffe gibt es bei der Stina Bran.

Auf der Südseite des Godeanu-Borescu war fast jedes Tal vergletschert: z. B. die Soarbele.

Die Soarbele ist ein kleines, an der Wasserscheide zwischen Jiu und Cerna gelegenes Kar. Der Fluss, der aus ihm entspringt, tritt bald in eine Schlucht ein (über der Stina). Gerade über der Schlucht befindet sich ein doppelter Moränenwall. Der äussere ist durch die Erosion schon stark angegriffen. Hinter dem Moränenwall, welcher einer Stirnmoräne entspricht, trifft man die Grundmoräne an. Darauf folgt wieder ein 5—10 Meter hoher Wall, sehr gut erhalten, welcher eine kleine Depression umgibt, die zeitweise auch einen kleinen See enthält. Dass es sich hier um echte Moränenbildungen handelt, geht nicht nur aus der Morphologie, sondern auch aus der petrographischen Zusammensetzung der Ablagerungen hervor. Das Tal der Soarbele hat nämlich im Anstehenden kristalline Schiefer, Verrucano, jurassische Sandsteine und Schiefer und Tithonkalke. Der Gletscher der Soarbele war 3 Kilometer lang und reichte bis zu 1450 Meter Höhe. Sein oberstes Nährgebiet lag in 2100 Meter. Die zweite, höhere Moräne entspricht einem Stadium, in dem der Gletscher bloss auf das Kar beschränkt war und hier ein Firnfeld von 1 Quadratkilometer bildete. Gegen SW der Soarbele folgen nun eine ganze Reihe von Karen, die aber auf keiner Karte angegeben sind. So finden wir zunächst das Kar der Fetele mainese, ein einfaches Kar, welches von grossen Schuttmassen erfüllt ist. Dann das Gârdomanu-Kar mit einem See und einer 1770 Meter hoch gelegenen Moräne. Auch eine Seitenmoräne kann beobachtet werden, welche von 1800 Meter auf 1750 Meter hinuntersteigt. Der Gletscher reichte wenigstens 100 Meter über den See hinaus.

Das Măcusa-Kar hat zwei Flügel, Tăpșana und Stina, daneben noch mehrere Nebenkare. Jeder der beiden Flügel hat drei Talstufen. In 1500 Meter sieht man die Konfluenz zweier Seitenmoränen. Noch weiter unten, bei der Stina, befinden sich höchstwahrscheinlich die Reste einer grossen

Endmoräne (1450 Meter). Der Gletscher entsprach einem kleinen Talgletscher und war 3 Kilometer lang. Auch die Täler der Vlăşia, Rădoteasa, Bulzii und Scariţa waren von Gletschern eingenommen. In der Vlăşia und in der Rădoteasa ist der Talboden mit mehreren kleinen Seen bedeckt (1850 Meter). Tiefer unten, in 1700 Meter Höhe, befinden sich Moränterrassen. Die Täler Măcuşa und Mocirlu haben die bedeutendsten Gletscher auf der Südseite gehabt.

Ihren Kulminationspunkt erreicht die Godeanu-Gruppe im Godeanu und Moraru. Hier rücken die Kare von allen Seiten eng aneinander und schaffen etwas schroffere Gipfformen. Das Godeanu-Kar ist nach E exponiert, besitzt einen kleinen, durch einen Moränenwall gestauten See. Moränenbildungen lassen sich bis zu einer Höhe von 1650 Meter verfolgen. Es gab hier zwei kleine Talgletscher, welche sich während des Maximalstandes des Eises vereinigten. In der Gegend des Godeanu und des Muraru war die Vergletscherung auch auf der Nordseite gut ausgeprägt. Im Cărmia-Tal findet sich eine typische Moräne in 1650 Meter Höhe, es ist eine Endmoräne, welche aber an beiden Seiten den Anschluss an Seitenmoränen zeigt, die bis zu dem aus zwei Flügeln bestehenden Kar reichen. Die Neigung des Bodens beträgt 10—12 Grade. Die Seitenmoränen sind 8—10 Meter hoch. Unter der Moräne fällt das Tal steil ab und der Fluss durchbricht eine enge Schlucht. Der Gletscher hat diese letzte Talstufe wahrscheinlich nicht mehr überschritten. Vom Godeanu sind noch Moränen an der Bonceica und an der Gropiţa bekannt.

Östlich des Muraru gewinnt die Plattform Borescu wieder an Ausdehnung. Die nach N und NE exponierten Täler zeigen aber nur wenige Glazialspuren, so z. B. drei kleine Kare an der Scărişoara und im Tal der Apa scurtilor. Das Scărişoara-Kar ist sehr typisch. In 1880 Meter hat es einen von Moränenbildungen umgebenen See. Rundhöcker finden sich auch vor.

Als mittlere Lage der Schneegrenze ergibt sich für die Borescu-Godeanu-Gruppe 1900 Meter.

h) Die Tarcu-Gruppe und der Vrf. Petri.

In der Tarcu-Gruppe gelangt die Plattform Boresecu ebenfalls zu guter Entwicklung. Die Massenerhebung der Gruppe ist aber nur klein und die Gipfelhöhe überschreitet auch nur selten das Niveau der Plattform Boresecu. So sind die Spuren der Vergletscherung recht schwach und nur auf kleine Kargletscher oder Firnfelder beschränkt.

Wir finden einige Kare im Einzugsbecken des Suculețu. Der Gletscher ist, dank der günstigen Exposition, nach N ausnahmsweise tief, bis unter die zwei Stinen gestiegen. Ein doppelter Moränenwall ist hier noch zu sehen. Die Kare haben durch die nachträgliche Erosion ihre typische Form fast ganz verloren und sind in Quelltrichter umgewandelt worden. Dennoch kann man heute noch das Vorhandensein zweier Talstufen feststellen, welche einem erneuten Vorstoss der Gletscher entsprechen. Einige Seen finden sich auch hier.

Dieselben Beobachtungen kann man auch im Tale Văcărie machen. Das Kar ist nach W exponiert und zeigt heute die Form eines umgewandelten Quelltrichters.

In den Karen an der Nordseite des Tarcu, die in harten Diabastuff eingeschnitten sind, sind die glazialen Formen besser erhalten. Das Gropa-Kar hat drei Talböden in 1800, 1700 und 1600 Meter. Eine typische Moräne umschliesst einen See auf der obersten Stufe. Auf dem mittleren Boden finden sich Rundhöcker und Moränenbildungen. Im N und NE des 2196 Meter hohen Culeanu finden sich typische Karformen, in 1900 Meter beobachtet man kleine, mit Wasser gefüllte Becken und davor hufeisenförmige Moränenwälle. Im S sind die beiden kleinen Kare des Vultur in die Plattform des Tarcu eingeschnitten; in einem von ihnen findet sich ein kleiner See, von Rundhöckern umgeben. Weiter gegen Osten folgen die Kare Piga und Matania; das letztere hat drei Stufen in der Höhe von 1900, 1780 und 1700 Meter. Eine Seitenmoräne, welche in einer typischen Rundhöckerlandschaft liegt, befindet sich bei 1720 Meter.

Die NE-Seite der Poiana Nedeia und die N-Seite der Nevoia war ebenfalls vergletschert; die Spuren sind jedoch hier nicht so gut erhalten, da sie von der Erosion stark ange-

griffen worden sind. Es findet sich nur eine einzige Moränenbildung in der Groapa Morana.

Im Gebiete des Jezeru-Kares liegt der Jezeru-See auf einer dem Kar vorgelagerten Terrasse. Eine Moräne kann konstatiert werden. Der Gletscher reichte bis zur Stina bătrâna.

Der Oberlauf des Hideg-Tales wurde auch von einem bis 1500 Meter herunterreichenden Gletscher eingenommen. Moränenartige Terrassen finden sich bei der Stina in 1500 Meter Höhe.

Im N des Vrf. Petri findet sich ein gut ausgebildetes Kar, welches in 1940 Meter einen kleinen See hat (Inchisu); unter ihm befinden sich noch einige Talstufen, auf deren einer wieder ein See liegt.

Die Spuren der Vergletscherung in der Tarcu-Gruppe sind heute durch die Wirkung der subaerischen Erosion schon stark verwischt. Teilweise war auch die weichere Beschaffenheit der mesozoischen Sedimentgesteine für die Bildung von Karen ungünstig. Czirbusz negierte wohl aus diesem Grunde die Anwesenheit von Gletscherspuren im Tarcu⁴. Der Einfluss der Exposition auf die Entwicklung der Gletscher ist hier besonders gut zu sehen. Die Schönheit des Kares unter dem Vrf. Petri ist zum grossen Teil auf die petrographische Beschaffenheit seines Untergrundes — Granit, Gneis — zurückzuführen.

Allgemeine Zusammenfassung.

Aus der vorhergehenden Beschreibung lässt sich ersehen, dass zur Eiszeit fast sämtliche, über 2000 Meter hohe Massive der Ost- und Südkarpathen vergletschert waren. Die Gletscher entsprachen zum Teil dem alpinen und zum Teil dem pyrenäischen Typus, waren aber auch zum Teil nur ganz kleine, kaum 1 Kilometer lange, nur auf das Kar beschränkte Hängegletscher oder gar nur zungenlose Firnfelder. Es wurde dargetan, dass die Vergletscherung in ihrer Intensivität und Form von vier Faktoren abhängig ist:

1. von der Massenerhebung des Gebirges;
2. von der Gipfelhöhe;

3. von der Exposition der Kare und der Richtung der Gletscherbewegung;

4. von dem präglazialen Relief der Landschaft, die der Vergletscherung unterlag.

Aus der Kombination dieser Faktoren müssen wir nun den Verlauf der Eiszeit in den Karpathen und die damaligen klimatischen und allgemein geographischen Verhältnisse ableiten.

Die Eiszeit wurde durch eine erhöhte Zahl von Niederschlägen und eine niedrigere Temperatur, wie sie heute herrscht, hervorgerufen. Um die klimatischen Verhältnisse der Eiszeit zu rekonstruieren, bedienen wir uns am besten der Exposition der Kare. Es zeigt sich nämlich bei detaillierter Untersuchung, dass die verschiedene Ausbildung der Kare in einer bestimmten Himmelsrichtung und vor allem auch ihre Häufigkeit in dieser Richtung nicht allein durch die verschieden starke Wirkung der Sonnenstrahlen erklärt werden kann.

De Martonne³¹ hat die Exposition der Kare nach den verschiedenen Himmelsrichtungen im richtigen Verhältnis zu ihrer Grösse und ihrer Häufigkeit für jedes Gebirgsmassiv graphisch in Form einer Windrose mit verschiedenen langen Armen dargestellt und die erhaltenen Resultate mit der heutigen Regenwindrose von Bukarest verglichen. Dabei ergibt sich die Tatsache, dass die Vergletscherung in der Eiszeit in der Richtung am grössten war, in der auch heute noch die meisten Regenwinde Bukarest und die Südkarpathen treffen, das ist die Richtung ENE—WSW, von den russischen Steppen her. Die Vergletscherung war am schwächsten auf der W-Seite, die ganz im Regenwind Schatten lag, dann folgte die SW-Seite, während die S-Seite vieler Massive bei gewisser orographischer Lage den Winden exponiert war, so dass der S teilweise eine starke Vergletscherung aufweist. Am stärksten war die Vergletscherung jedoch im N, gegen E wenig abnehmend, so dass die Vergletscherung im Osten auch sehr stark war. Die Windverhältnisse der Eiszeit in den Südkarpathen waren demnach ungefähr dieselben wie heute. Für das Rodnaer Gebirge hat Sawicki die

Vergletscherung ebenfalls durch von NE und E kommende Regenwinde erklärt. Dort finden wir die Vergletscherung mit wenigen Ausnahmen auf den N und NE beschränkt.

Eng mit den klimatischen Bedingungen im Zusammenhang steht die Höhe der Schneegrenze in den verschiedenen Gebieten. Die tiefste Lage der Schneegrenze ergibt sich nach Sawicki für das Rodnaer Gebirge, wo sie ihren tiefsten Stand mit ungefähr 1500 Meter erreichte und wo die Endmoränen durchschnittlich bei 900 Meter (tiefster Stand 860 Meter) liegen. Wenn diese Moränen wirklich echte Moränen sind und nicht etwa fluviatilen Schuttablagerungen entsprechen, so können wir an dieser tiefen Lage der Schneegrenze nicht mehr zweifeln.

De Martonne setzte die Schneegrenze für die Südkarpathen höher an. Doch ist dabei zu bemerken, dass in den Südkarpathen das Ende der Gletscher äusserst schwer durch typische Endmoränen örtlich genau festgestellt werden kann und de Martonne hat vorsichtigerweise selten ein tieferes Herabsteigen der Gletscher angenommen, als er durch Reste von Seiten- oder Endmoränen beweisen konnte. Dabei musste de Martonne durch spätere Auffindung von tiefer gelegenen Moränen (1300 Meter) die Schneegrenze tiefer ansetzen als in den ersten Jahren seiner Studien. Die Möglichkeit der Auffindung tieferer Moränenreste in den Südkarpathen liegt noch überall offen, so dass man nicht ohne weiteres von einer höheren Lage der Schneegrenze in den Südkarpathen sprechen kann. In letzterer Zeit mehren sich im Gegenteil wieder die Ansichten, die für die Südkarpathen eine grössere Vergletscherung annehmen, als das bisher geschah. So erklärt P h l e p s ⁴⁹ die diluvialen, schichtungslosen Ablagerungen der Vorberge der Fogarascher Ebene für Moränenbildungen und entdeckte an den Talhängen des Riu mare und Riu Jibre-Tales (Surul-Kessel) etagenartige übereinanderliegende flache Talstufen, die verschiedenen Vereisungsperioden entsprechen könnten. So scheint das letzte Wort über die Höhe der Schneegrenze in den Süd- und Ostkarpathen noch nicht gesprochen zu sein.

Was die Zahl der Vereisungen anbelangt, gehen die An-

sichten auch auseinander. Ich habe schon oben die Schwierigkeiten dargelegt, die sich einer exakten Bestimmung entgegenstellen.

Sawicki nahm für das Rodnaer Gebirge einen Maximalstand und zwei Rückzugsphasen an. Ein interglaziales Profil ist bisher nicht bekannt. Es erscheint deshalb aber doch unsicher, ob diese beiden kleineren Phasen Rückzugsphasen oder neuen kleinen Vorstößen der Gletscher entsprechen, wie dieses de Martonne anzunehmen geneigt ist. Die erste Rückzugsphase konstruiert Sawicki aus der Lage der Trogschlüsse und aus dem unteren Abschluss des Trogtales, während die obere Rückzugsphase durch die kleinen Kargletscher mit ihren Moränenbildungen festgelegt wird. Die tieferen Endmoränen im Tal zeigen den Maximalstand an. De Martonne lässt bei seinen Bestimmungen den Taltragschluss stets ausser acht und gelangt so zu den zwei Perioden: der der grossen Talgletscher und der der kleinen Kargletscher. Ein interglaziales Profil, welches mit Sicherheit auf eine Wiederholung der Vergletscherung schliessen liesse, fehlt leider überall. Bis dieses nicht gefunden wird, wird der Streit, ob es sich um zwei Vergletscherungen oder um eine Rückzugsphase handelt, stets unentschieden bleiben. An einigen Orten, z. B. am Retezat liegen die Dinge aber doch so, dass man eher mit einem vollständigen Zurückweichen der Gletscher und mit einem erneuten Vorstoss rechnen kann — abgesehen von der letzten Phase der Kargletscher. Diese Vermutung drängte sich auch de Martonne auf, ohne dass er sie jedoch hätte beweisen können. Auf diese Weise lässt sich doch zum Teil eine Übereinstimmung mit den Ansichten Sawicki's erreichen, dass es nämlich vor der Periode der Kargletscher zwei Phasen der Talgletscher gab. Diese Fragen sind jedoch sehr schwierig zu lösen. Gegenwärtig scheint ja sogar das gut studierte und gut fundierte System der Alpenvergletscherung von Penck-Brückner ins Wanken zu geraten und wird noch manche Umwandlung erfahren. Es sind die Verhältnisse also auch in den so unvergleichlich günstiger gelegenen und unvergleichlich besser erforschten Alpen noch keineswegs geklärt, wie viel weniger kann das

erst in den Süd- und Ostkarpathen der Fall sein, wo wir fast allein auf die morphologische Forschungsmethode angewiesen sind. Diese Forschungsmethode ist, wie aus der Arbeit hervorgeht, noch keinesfalls erschöpfend in den Karpathen angewendet worden. Wir stehen vielmehr erst am Anfang. Die Detailstudien sind nur in wenigen Gebirgsmassiven bis zu einem gewissen Abschluss gelangt. Die topographische Kartenunterlage ist oft so schlecht und mangelhaft, dass damit genaue Detailstudien überhaupt nicht gemacht werden können. So wartet noch eine Fülle von Arbeit in jeder Beziehung, bis die glazialgeologischen Verhältnisse der Süd- und Ostkarpathen geklärt sein werden.

Literaturverzeichnis.

(Die Nummern im Text beziehen sich auf dieses Literaturverzeichnis.)

1. Athanasiu S., Morphologische Skizze der Nordmoldauer Karpathen. Bul. soc. de științe. Bukarest 1899, S. 232.
2. Behrmann W., Die Südkarpathen. Separatabdruck der Zeitschrift »Der Wanderer«. Bukarest 1924.
3. Czirbusz G., Die Probleme der Howerda. Jahrbuch des ung. Karpathenvereins, 1900, S. 140.
4. Czirbusz G., Das Czarku-Gebirge. Földrajzi közlemények, XXX. 1904, Budapest.
5. Czirbusz G., A Godean-hegység (Res. Das Godeanu-Gebirge), ibid. XXXIII, 1905, Budapest.
6. Czirbusz G., A délmagyarországi káttan völgyekről. Term. tud. füzetek. Jahrg. 29, S. 14—24. Temesvár 1905.
7. Cvijic J., La période glaciaire dans la peninsule de Balcan. Annales de géographie, t. IX, 1900. Paris.
8. Cvijic J., Beobachtungen über die Eiszeit auf der Balkanhalbinsel, in den Südkarpathen und auf dem mysischen Olymp. Zeitschrift für Gletscherkunde, III. Bd., S. 1—35. Berlin 1908.
9. Florov N., Die Untersuchung der fossilen Böden als Methode zur Erforschung der klimatischen Phasen der Eiszeit. »Die Eiszeit«. IV. Bd., Hft. 1/2. Leipzig 1927.
10. Florov N., Dare de seamă asupra cercetărilor pedologice făcute în toamna anului 1922 pe terenul Bassarabiei. Dări de seamă. Institutul geologic al României. Vol. XI. 1922/23. Bukarest 1923.
11. Gasiorovsky, Slady glacyalne na Czarnohorze (Sur les anciens glaciers de Czarnohora). Kosmos 1906, S. 148—168. Lemberg.
12. Inkey B. v., Die Transilvanischen Alpen vom Rotenturmpaß bis zum Eisernen Tor. Math.-naturw. Berichte aus Ungarn 1891, S. 47.

13. Jack und Horne, Glacial drift in the North-Eastern Carpathians. The quarterly journal of the geolog. Society. London 1877, S. 673—681.
14. Jekelius E., Daten über den geologischen Bau des Bucsecs und Csukás. Jahresber. der ung. geolog. Reichsanstalt für 1915. Budapest 1916.
15. Jekelius E., Geologische Beobachtungen im Gebiet des Bucegi und Runk. Jahresber. der ung. geolog. Reichsanstalt für 1916. Budapest 1919.
16. Krebs N., Exkursion auf den Bucegi. Mitt. der geogr. Gesellschaft, Wien 1924. 67. Bd., S. 204—212.
17. Lehmann P., Der ehemalige Gletscher im Lalatal. Petermanns geograph. Mitteilungen 1891.
18. Lehmann P., Beobachtungen über Tektonik und Gletscherspuren im Fogarascher Hochgebirge. Zeitschrift der deutsch. geolog. Gesellschaft, 1881, S. 115.
19. Lehmann P., Wanderbilder. Jahrb. des Siebenb. Karpathenvereins, 1885. Hermannstadt.
20. Lehmann P., Die Südkarpathen zwischen Retezat und Königstein. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde. 1885. Berlin.
21. Lehmann P., Schneverhältnisse und Gletscherspuren in den Transilvanischen Alpen. IX. Jahresber. der Geogr. Gesellschaft. Greifswald 1905.
22. Lóczy L., A Retezát tavairól. (Die Seen des Retezat.) Földrajzi közlemények. XXXII. 1904.
23. Luzerna, Einige Gletscherspuren aus dem Fogarascher Gebirge. Zeitschrift für Gletscherkunde. II. 1907/8, S. 67—71.
24. Martonne Emm. de, Sur la période glaciaire dans les Karpates mer. C. R. des séances de l'Acad. de sc. Paris 1899.
25. Martonne und Murgoci G., Sondage et analyse des boues du Lac Galcescu, ibidem 1900.
26. Martonne Emm. de, Geologische Skizzen: I. Über die Gletscherperiode in den südlichen Karpathen. II. Über die Geschichte des Schieltales. III. Sondierung des Sees Galcescu und Analyse seines Schlammes. Jahrbuch des Siebenb. Karpathenvereins. Hermannstadt 1900.
27. Martonne Emm. de, Le levé topographique des cirques Gauri et Galcésu. Bull. soc. inginerilor. București 1900, Bd. IV.
28. Martonne Emm. de, Contributions à la étude de la période glaciaire dans les Karpates méridionales. Bull. soc. géologique de France. 3. serie, XXVIII. Paris 1900.
29. Martonne Emm. de., Recherches sur la période glaciaire dans les Karpates méridionales. Bull. soc. de științe. IX. București 1900.
30. Martonne Emm. de, Nouvelles observations sur la période glaciaire dans les Karpates méridionales. C. R. Acad. des sc. Paris 1901, t. CXXXII.
31. Martonne Emm. de, Remarques sur le climat de la pér. glaciaire dans les Karpates méridionales. Bull. soc. géologique de France, 1902. 4. serie. II.
32. Martonne Emm. de, La période glaciaire dans les Karpates méridionales. C. R. Congrès internat. de géologie, 1903. Wien.

33. Martonne Emm. de, Sur la caractère des hauts sommets des Karpates meridionales. C. R. pour l'avancement d. sc. Bukarest 1903, 1905.
34. Martonne Emm. de, Sur la platform des hauts sommets des Alpes de Transilvanie. C. R. Acad. d. sc. Paris, t. CXXXVIII. 1904.
35. Martonne Emm. de, L'évolution morphologique des Karpates meridionales. C. R. Congrès internat. de géogr. Washington 1904.
36. Martonne Emm. de, Notice sur les reliefs du Parâng et du Soarbele. Bull. soc. de geogr. Rom. 1906, București.
37. Martonne Emm. de, Sur deux plans en relief du Parângu et du Soarbele, executées d'après des levés inédits C. R. Acad. des sc. Paris 1906.
38. Martonne Emm. de, Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie. Thèse fac. d. sc. Paris 1907 und: Revue de Géographie. Paris 1907.
39. Martonne Emm. de, Resultats des excursions géographiques faites sous la direction du Prof. Emm. de Martonne pendant l'été 1921. Lucrările Inst. de geografie al universității din Cluj. Vol. I. 1922. Cluj 1924.
40. Mrazec L., Sur l'existence d'anciens glaciers sur la versant sud des Carpates meridionales. Bull. soc. de științe. București 1898, S. 111.
41. Murgoci G. M., Calcare și fenomene de eroziune în Carpați meridionali. Bul. soc. de științe. București 1894, S. 84.
42. Nopcsa F. v., Zur Geologie der Gegend zwischen Gyulafehérvár, Déva Ruszkabánya und der rum. Landesgrenze. Mitteil. Jahrbuch der ungar. geolog. Landesanstalt Budapest 1905. XIV. S. 93—279.
43. Partsch K., Die Gletscher der Vorzeit in den Karpathen und den Mittelgebirgen Deutschlands. Breslau 1882.
44. Paul und Tietze, Bericht über die bisher in diesem Sommer ausgeführten Untersuchungen in den Karpathen. Verhandl. der geolog. Reichsanstalt. Wien 1876, S. 297.
45. Paul und Tietze, Studien in der Sandsteinzone der Karpathen. Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt. Wien 1877, S. 33—130.
46. Pawlowski, Zlodawaceniem Czarnohoru. (Aus den glaziolog. Studien der Csernahora.) Prace Towarzystwa Nankowego Warszawskiego. Warschau 1915, S. 1—61.
47. Pawlowski, Die Eiszeit in der Csernahora. Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt. Wien 1917, Heft 2.
48. Penck A., Die Eiszeit auf der Balkanhalbinsel. Globus 1900, S. 133.
49. Phelps O., Studien an den Hochgebirgsseen auf dem Nordgehänge des Fogarascher Gebirges. Festschrift zur Wanderversammlung ungar. Ärzte und Naturforscher. Hermannstadt 1914.
50. Posewicz T., Erläuterungen zur geolog. Spezialkarte der Länder der ungar. Krone: Umgebung von Körösmező und Bogdan. Ungar. geolog. Landesanstalt. 1893, S. 1—18.
51. Primics G., Die geolog. Verhältnisse der Fogarascher Alpen. Mitt. Jahrbuch der ungar. geolog. Landesanstalt 1884.
52. Puchleitner, Die Eiszeit in den Südkarpathen. Mitt. geogr. Gesellschaft. Wien 1902, S. 124—139.

53. Sawicki L. v., Die glazialen Züge der Rodnaer Alpen und der Marmaroscher Karpathen. Mitt. geogr. Gesellschaft. Wien 1911.
54. Sawicki L. v., Les études glaciaires dans les Karpates. Ann. de Géographie. XXI. 1912.
55. Schafarzik F., Die geolog. Verhältnisse der Umgebung von Borlova und Poiana Morului. Jahresbericht der ung. geolog. Landesanstalt 1897, Budapest.
56. Schafarzik F., Über die geolog. Verhältnisse der südwestlichen Umgebung von Klopotiwa und Malomviz. Jahresbericht der ung. geolog. Landesanstalt 1898, Budapest.
57. Schréter Z., A pareng-hegység orografiai és glaciologiai viszonyairól. Földrajzi közlemények 1904. XXVII. Budapest.
58. Siegmeth K., Reiseskizzen aus der Marmarosch. Jahrbuch des ung. Karpathenvereins 1882, S. 65–94.
59. Szilády Z., A nagy Pietrosz cirkuszvölgyeiről. Földr. Közlem. XXX. 1907. Budapest.
60. Tietze K., Über das Vorkommnis der Eiszeit Spuren in den Ostkarpathen. Verhandl. der geolog. Reichsanstalt. Wien 1878, S. 142–146.
61. Tietze K., Beiträge zur Geologie Galiziens. Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt. Wien 1883. S. 657–689.
62. Waigel, O Burkucie i jeziorach Czarnohorskich. (Burkuth und die Seen auf der Csernahora.) Pamietnic Towarzystwa Tatrzańskiego. Krakau 1880, S. 60–71.
63. Waigel, Pogląd na rzeźbę Czarnohory. (Blick in das Relief der Czarnohora) ibidem 1885, S. 57–75.
64. Zapalowicz H., Z. Czarnohory do Alp Ródnenskich. (Von der Csernahora zu den Rodnaer Alpen.) ibidem 1881, S. 74–85.
65. Zapalowicz H., Geologische Skizze des östlichen Teiles der Pokutisch-Marmaroscher Grenzkarpathen. Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt. Wien 1886.
66. Zapalowicz H., Okres lodowy w Karpatach Pokucko-marmaroskich. (L'époque glaciaire dans les Karpates Pocuto-marmarosiennes.) Kosmos 1912, S. 579–654. Lemberg.
67. Zapalowicz H., Dyluvialno-lodowy okres w Karpatach Pocucko-Marmaroskich i w Patagonii. (L'époque diluvioglaciale dans les Carpathes Pocuto-marmarosiennes et dans la Patagonie.) Kosmos 1913, S. 643–740. Lemberg.
68. Zuber, Studya geologiczne we wschodnich Karpatach. (Geologische Studien in den Ostkarpathen.) Kosmos. III. 1884. Lemberg.





Rodnaer Gebirge. Kar und Trogtal des Valea Ineului unter dem Kuhhorn.



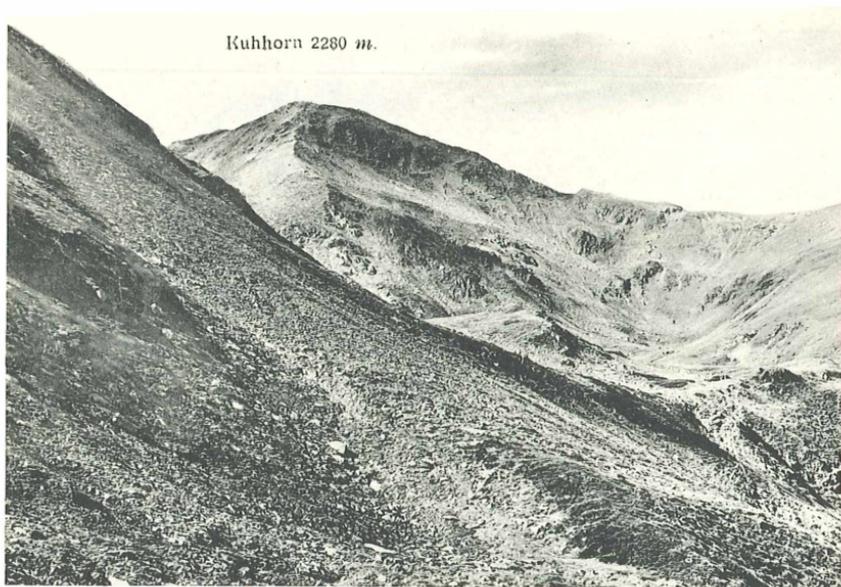
Bucegi. Omu-Grat, links Gaura-Kar, rechts ein Seitenkar der Jalomița, im Hintergrund die Obârșia, dahinter befindet sich das Kar des Valea Cerbuului.

Phot. Aufn. von Th. Krättnner.



Rodnaer Gebirge. Die drei Talstufen im Valea Lălii (unter dem Kuhhorn). Auf der mittleren liegt, auf dem Bilde unsichtbar, der Lalasee.

Kuhhorn 2280 m.



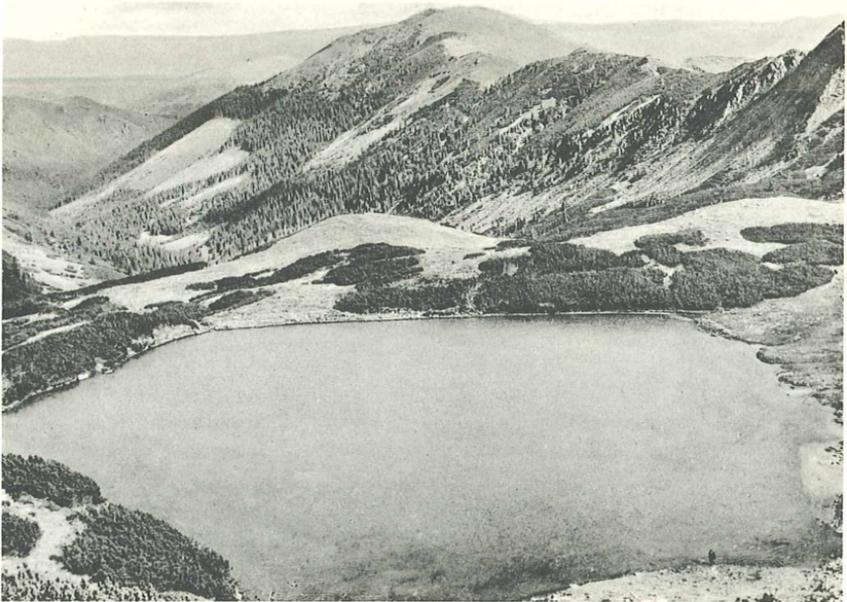
Rodnaer Gebirge. Der oberste Boden (Kar) des Valea Lălii, am Fuße des Kuhorns.

Phot. Aufn. von Th. Kräutner.



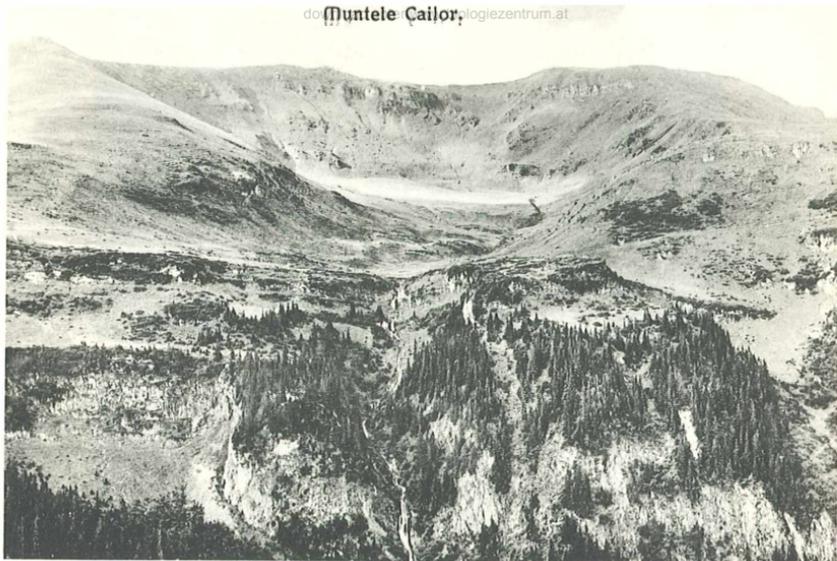
5

Rodnaer Gebirge. **Kuhhorn, Valea Lălii. Der Lalasee:** sein Abschluß durch Rundhöcker gegen das Tal.



6

Rodnaer Gebirge. **Kuhhorn, Valea Lălii. Der Lalasee und dahinter das Lalatal.**
Phot. Aufn. von Th. Kräutner.



7

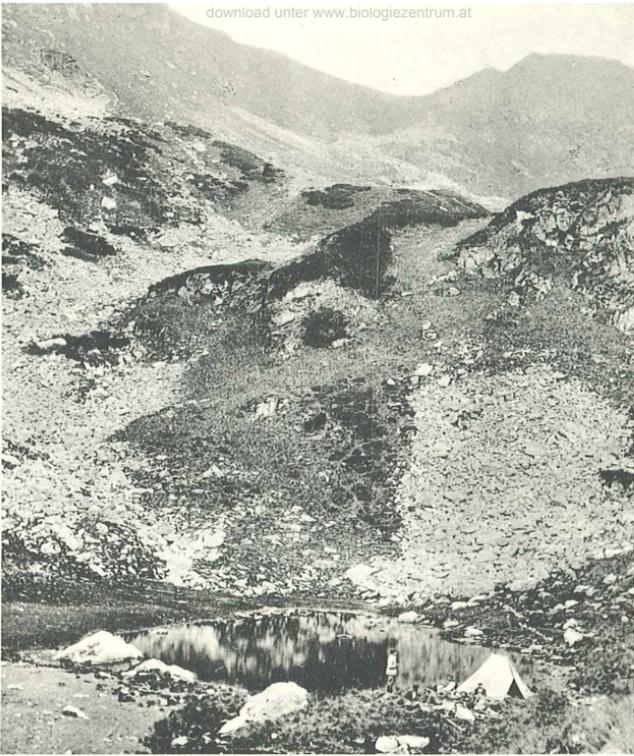
Rodnaer Gebirge. Kar an der Nordseite des Muntele Cailor (östl. Ast des Cimpofesa-Gletschers, von links Vereinigung des Bistrifa-Gletschers [Transfluens des letzteren]. Hohe Talstufe über die kristallinen Kalke der Piatra rea.



8

Rodnaer Gebirge. Das Kar- oder Firnbecken der Goldenen Bistriz.

Phot. Aufn. von Th. Kräutner.



**Rodnaer Gebirge. Talstufe und See des westlichen Armes
des Bucuiescu-Teilgletschers (zum Repedesystem gehörig) unter
dem Großen Pietros 2305 m.**



Bucegi. Das Kar des Gaura-Tales.

Phot. Aufn. von Th. Kräutner.



Bucegi. Blick aus dem Jalomișahochtal auf Coltui Obârșia, Tataru, das Trogtal und die Kare der Jalomișa.

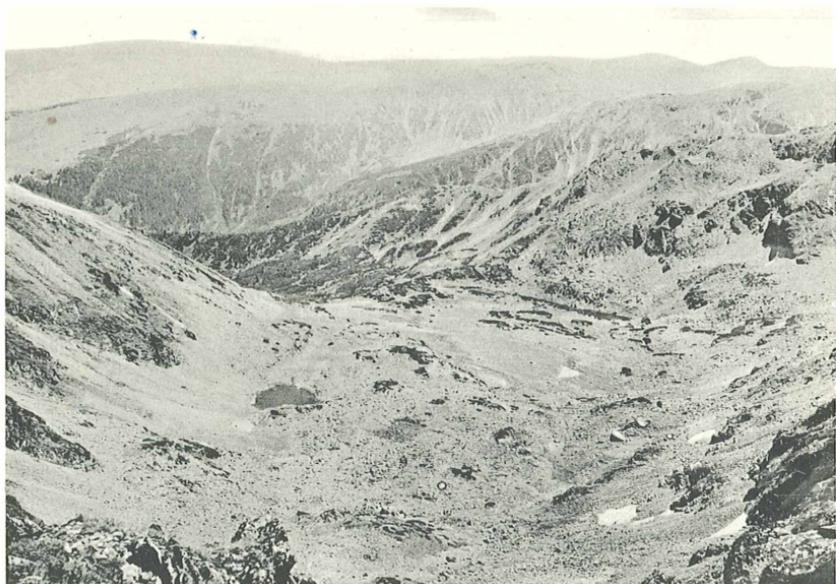


Fogarascher Gebirge. Der Călțun, von der Porțița aus. Talstufe unter dem See.

Phot. Aufn. von Th. Krätner.

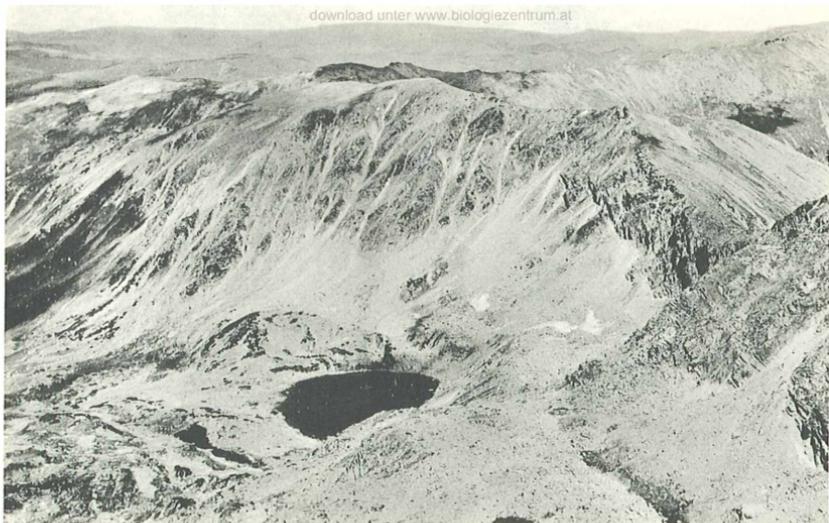


Fogarascher Gebirge. Talboden eines Seitenkares des Capra-Gletschers. Talstufe
Im Hintergrund die Berge des Värtopeel.



Parâng. Das westliche Seliveukar (Jiețu), Karboden mit Seen, Rundhöckern.
Gesehen von der Cârja.

Phot. Aufn. von Th. Krätner.



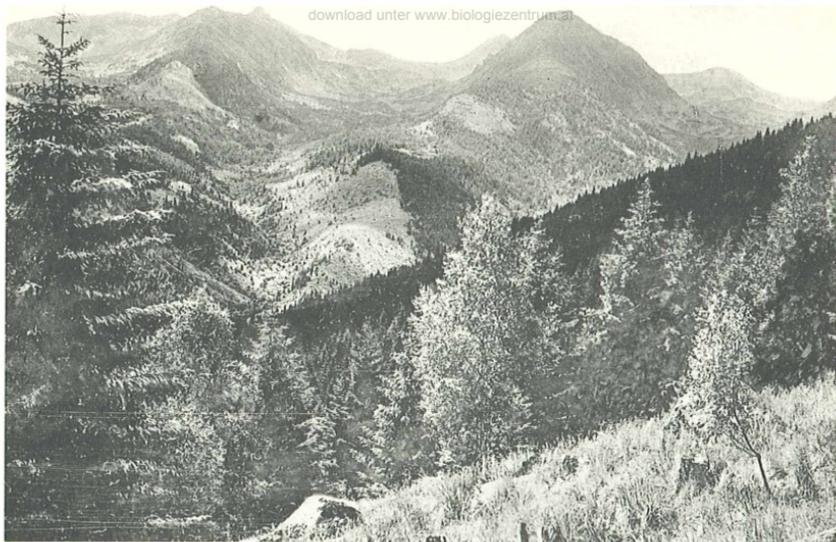
Parâng. **Der östliche Flügel des Roşile-Kares mit See.** Gesehen von der Mândra-Spitze.

Cârja.



Parâng. **Stelle, von Schutthalden verkleidete Karwände der Roşile.**

Phot. Aufn. von Th. Kräutner.



Retezat. **Kare und Trogtäler des Valea Petrelor mit Stânișcara (rechts) und Galeșu (links).** Gesehen von Lolaia.



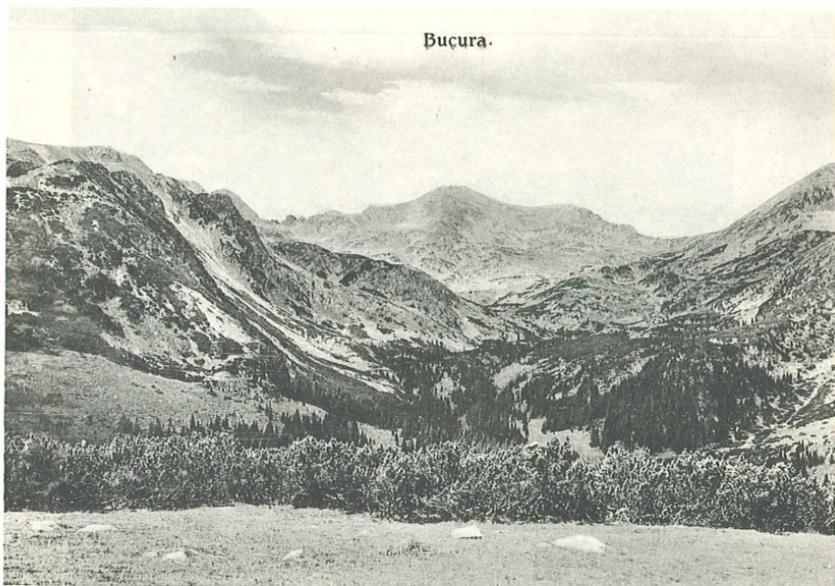
Retezat. **Kar und Trogtal des Valea Petrelor (Mitte), Valea Stanișoara (links) und Valea Galeșu (rechter Bildrand).** Gesehen von Lolaia.

Phot. Aufn. von Th. Kräutner.



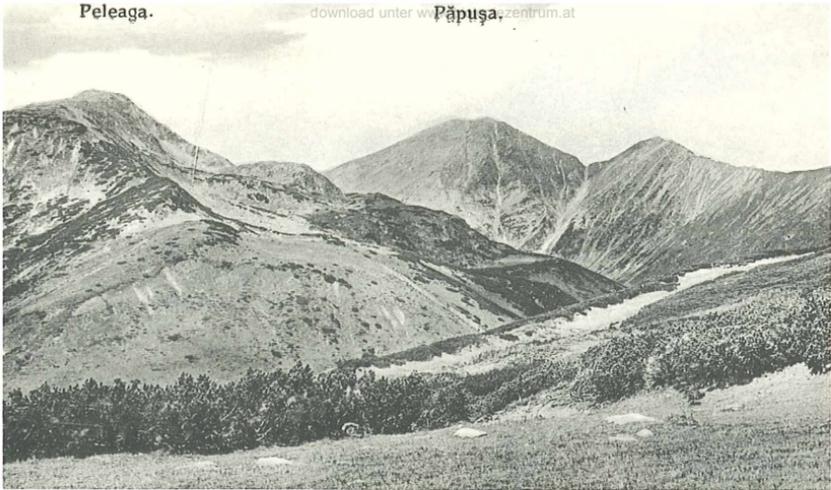
Retezat. Hängekar des Slăvelu, rechts großer Bucura-Talkessel, im Vordergrund kleine Paßwanne auf der Höhe der Păpuşa 1879 m. Von der Păpuşa aus gesehen.

Bucura.

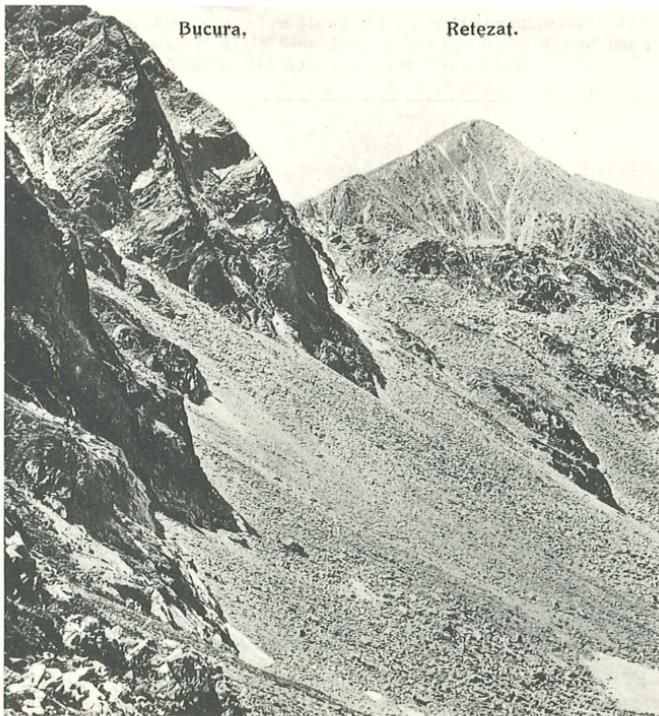


Retezat. Großer Talkessel u. Seitenkare der Bucura, Trogtal des Izvorul Bucurei, unten Mündung in den Părau Lăpuşnic. Gesehen von der Păpuşa 1879 m.

Phot. Aufn. von Th. Krätner.



Retezat. Lăpuşnicietal aus dem Peleagakar kommend. Seitenmoränen-Terrasse.
Gesehen von der Păpuşa 1879 m.

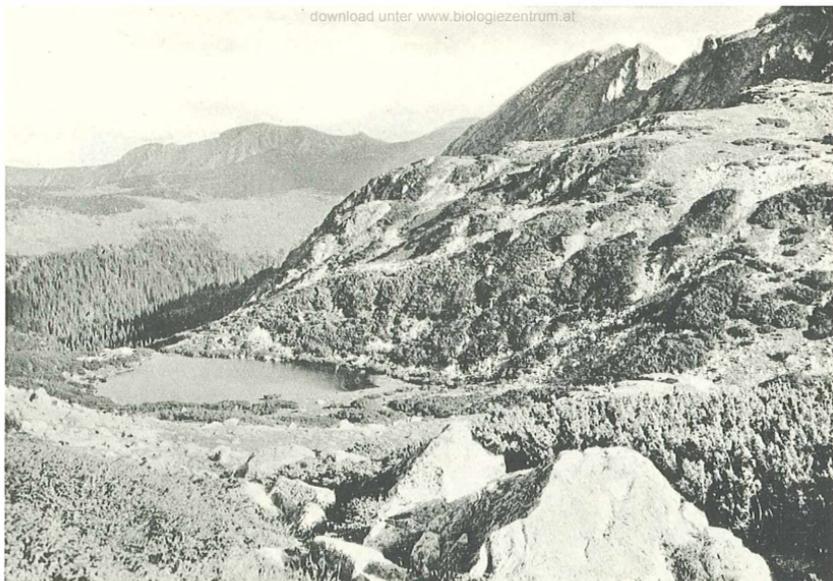


Bucura,

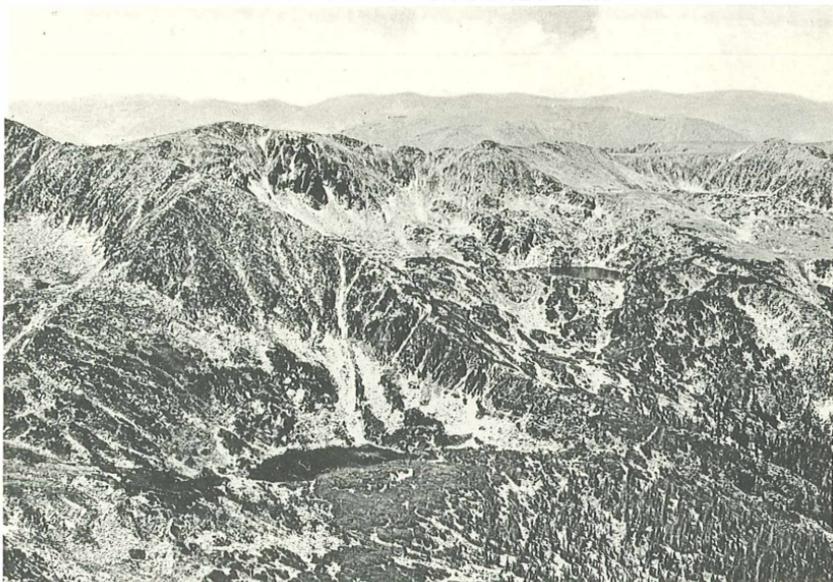
Retezat.

22

Retezat. Spitze des Retezat und steile Schutthalden des Petrelekares. Gesehen vom Bucura-Paßübergang.
Phot. Aufn. von Th. Kräutner.

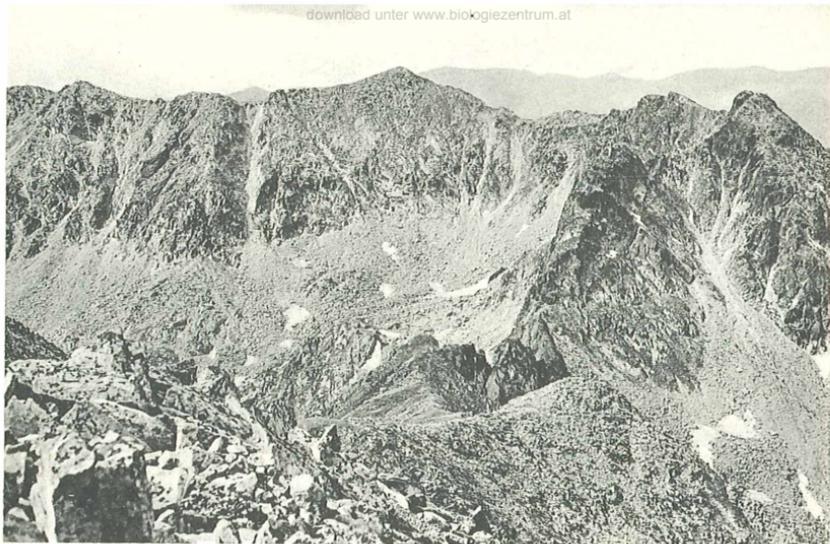


Retezat. Blick vom obersten Karboden des Bucurakessels auf den mittleren See, darunter Stufe. Im Hintergrund der flache Rücken der Papușa, dahinter die Kalkmasse des Vârful Piule.

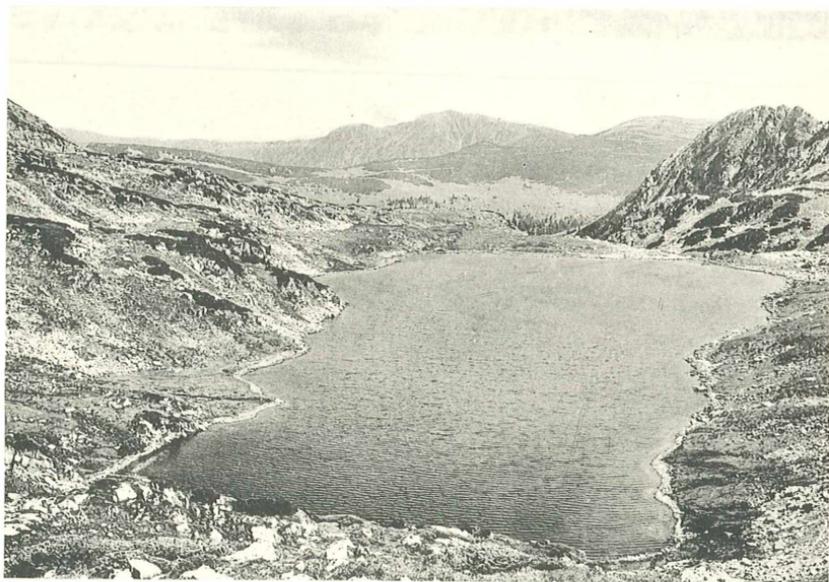


Retezat. Blick von der Retezatzspitze in das Kar Gemenile und Tău-negru. Seen, kleine Seitennischen, im Hintergrund die Plattform Borescu mit eingefressenen Kären.

Phot. Aufn. von Th. Kräutner.



Retezat. **Blick von der Bucuraspitze gegen die Judele.** Scharfe Scharte, welche das Petrilakar (rechts) von einem Bucura-Seitenkar (links) trennt.



Retezat. **Der große Bucura-See.** Links Rundhöcker. Talstufe unter dem See, im Hintergrund zunächst Păpușa 1879 m, dann Vârful Piule.

Phot. Anfn. von Th. Krätner.



**Retezat. Großer Bucura-See, darüber latschenbewachsene Rundhöcker,
oben Seitenkar der Peleaga.**

Phot. Aufn. von Th. Kräutner.