

alle diese Staaten in den engeren Einflußbereich dieser größten osteuropäischen Macht, die selbst bei Königsberg an die Ostsee und über die Waldkarpaten ins Donau-Theiß-Tiefeland ihr Staatsgebiet vorschob. Rund 94 Millionen Menschen leben heute in dieser Machtsphäre und nur für 60 Millionen Menschen ist in Mitteleuropa das Leben in annähernd den alten Formen gesichert. Aussiedlungen und Agrarreformen haben kulturgeographische Gegebenheiten geschaffen, die schwerlich jemals wieder auf den Zustand vor 1945 zurückgeführt werden können. Denken wir allein daran, daß heute im ehemaligen Ostdeutschland Millionen Polen wohnen, die ihre alte Heimat an Ukrainer und Russen abgeben mußten und daß zahlreiche Agrar- zu Industrielandschaften wurden und dadurch das Sozialgefüge nicht mehr rückverwandelt werden kann. Wir müssen uns daher mit dem Gedanken vertraut machen, daß das alte Mitteleuropa untergegangen ist und an seine Stelle neue Völker- und Staatengruppierungen treten, die nach anderen Leitlinien geordnet werden als diejenigen es waren, die bisher tausend Jahre lang Geltung hatten.

Periglaziale Erscheinungen auf der Koralpe (Steirisches Randgebirge)

Von Sieghard Morawetz

Die Koralpe, der zentrale und höchste Teil des Südwestflügels des Steirischen Randgebirges, ist heute ein Gebiet intensiver periglazialer Vorgänge. Ihre Höhen waren im Eiszeitalter noch etwas vergletschert, es gab vier Kargletscher und einige kleine Hangfirne längs des Hauptkammes. Der Speikkogel (2141 m) erhob sich damals 350—400 m über die eiszeitliche Schneegrenze, die nach A. v. Böhm¹ mit gutem Recht in 1750—1800 m anzusetzen ist. Der Große Speik ragte zur Hocheiszeit etwa so hoch über die damalige Schneegrenze, wie heute der Hohe Sonnblick oder andere 3100—3200 m hohe Berge in den Hohen Tauern über die rezente Firnlinie. Schon während des Eiszeitalters gehörten weite Gebirgsteile der Region intensiver periglazialer Vorgänge an und diese Zone erstreckte sich nach dem Schwinden der kleinen Kar- und Hanggletscher bald über die Kämmen, während sie allerdings von unten her durch das Vordringen des Waldes eingeengt wurde, so daß heute das Gebiet intensivster periglazialer Vorgänge nicht sehr viel größer ist als das der Vereisung von einst.

Bereits J. Sölch² machte frühzeitig auf die periglazialen Erscheinungen des Steirischen Randgebirges aufmerksam und betonte ihre Bedeutung besonders in einer Untersuchung über die Karbildungen in der benachbarten Stubalpe. Durch die Untersuchungen von J. Büdel³, H. Poser⁴, C. Troll⁵ u. a., weiß man

¹ A. v. Böhm: Die alten Gletscher der Mur und Mürz. Abh. Geogr. Ges. Wien, 2. Bd., 1900, S. 117.

² J. Sölch: Beiträge zur eiszeitlichen Talgeschichte des Steirischen Randgebirges und seiner Nachbarschaft. Forsch. z. Dt. Landes- u. Volkskunde, 21. Bd., 1917, S. 441. — Ders.: Die Karbildungen in der Stubalpe. Z. f. Gletscherk., 12. Bd., 1921/22, S. 21—39.

³ J. Büdel: Eiszeitliche und rezente Verwitterung und Abtragung im ehemaligen nicht vereisten Teil Mitteleuropas. Pet. Mittl. Ergsh. 229, Gotha, 1937.

⁴ H. Poser: Das Problem des Strukturbodens. Geolog. Rundschau, 24. Bd., 1933. — Ders.: Boden- und Klimaverhältnisse in Mittel- und Westeuropa während der Würmeiszeit. Erdkunde, Bd. 2, Bonn, 1948, S. 53—68.

aus jüngster Zeit, wie sehr diese solifluidalen Vorgänge (C. Troll) die Hänge gestalten und daß diese die stärkste Form flächenhafter Abtragung im eisfreien Mitteleuropa gewesen sind und ausschlaggebend an der Oberflächengestaltung mitwirkten. Gilt dies vor allem für ein bescheideneres Relief als es ein hohes Mittelgebirge mit Karen ist, so sind diese Vorgänge doch auch in der Koralpe im höchsten Maße hanggestaltend.

Das Areal der Kare, die dem Gebirge den Namen gegeben haben, macht rund 7 qkm aus, davon entfallen auf die Karböden mit recht intensiven solifluidalen Vorgängen 2,2 qkm. Im zentralen Kammtail zwischen Weineben (1666 m) und Garanas (1829 m) sinkt der Hauptkamm über sieben Kilometer nicht unter 1800 m ab, so daß sich für 14,5 km Gesamtkammlänge eine mittlere Kammhöhe von 1950 m ergibt. Ein Areal von 25 qkm besitzt eine mittlere Höhe von 1850 m. Um den Speikkogel sind heute rund 28 qkm waldfrei. Die mittlere Waldgrenze liegt nach K. Kröpfel⁶ 1700 m hoch, reicht jedoch in Keilen, Zungen und Lappen bis 1790 m. Fichtenkrüppel trifft man noch in 1870 m und Grünerlen um 2000 m, vereinzelte kleine Rhododendronsträucher bergen sich neben Blöcken sogar knapp unter dem Gipfel. Das waldfreie und nicht zu felsige und zu grobschuttige Gebiet ist der Bereich, wo die differenzierten periglazialen Vorgänge gut vor sich gehen können. Nun gibt es große, geschlossene Felspartien, die Wand- oder Steilhangfluchten bilden, überhaupt nicht, allein im Großen und Speiksekar treten bescheidene Felsareale auf, dort findet man auch einige Grobschuttflecke. Sonst sind bloß vereinzelte Felskanzeln, hier Öfen genannt, oder wenige nicht sehr auffallende Felsrippen vorhanden.

Die vier Kare (Erlenloch, Großes-, Bärenal-, Speiksee-Hochseekar), die schon A. v. Böhm kurz beschrieb und für die Fr. Heritsch⁷ die Beziehungen zwischen den Karböden und den alten Talgenerationen behandelte, haben NNW oder NNO Exposition. Die Karböden reichen nicht nennenswert unter 1700 m hinab und steigen weder im Großen- noch im Speiksekar, den beiden größten, über 1900 m an. Im Bärenal-, Hochsee-Speiksekar, im Erlenloch und im oberen Teil des Großen Kares sind die Böden frei von Wald und Grünerlen, nur im unteren Teil des Großen Kares trifft man auf eine starke Grünerlenverwachsung, die sich auch auf die Umrahmung hinaufzieht. Die Neigung der Karböden hält sich, sieht man von den allerflachsten Teilen ab, um 10⁰/₀₀, ist aber im Vergleich zur Umrahmung, wo Beträge um 30⁰ die Regel sind und solche von 40—45⁰ vorkommen, doch recht mäßig. Nirgends übersteigt die unmittelbare Karbodenumrahmung 250 m Höhe und der Höhenunterschied von der Karschwelle im Großen Kar zum Speikkogel erreicht gerade 400 m. Der Kamm Speikkogel-Steinschneider bildet die Südwestumrahmung des Großen Kares. Dort fallen die Gneisplatten nach dem Karboden ab, während an der Ostumrahmung (Kamm: Frauenkogel-Hühnerstützen) die Schichtköpfe anstehen. Die Hänge in den Schichtflächen sind teilweise steiler als die in den Schichtköpfen. Glaziale Ver-

⁵ C. Troll: Strukturboden, Solifluktion und Frostklimate der Erde. Geologische Rundschau, Bd. 34, Diluvialgeologie und Klima, Stuttgart, 1944. — Ders.: Die Formen der Solifluktion und die periglaziale Bodenabtragung. Erdkunde, Bd. 1, Bonn, 1947, S. 162—175.

⁶ K. Kröpfel: Die Grenzen des hochstämmigen Holzwuchses im Koralpengebiet. Festschrift für Robert Sieger, Wien, 1924, S. 40—53.

⁷ Fr. Heritsch: Die Kare der Koralpe. Festschrift für Robert Sieger, Wien, 1924, S. 37—39.

steilung, beziehungsweise postglaziale Schneefleckenerosion, untergrub die Südwestumrahmung, so daß hier kleine Abstürze erfolgten und relativ junger Grobschutt auf dem Karboden knapp unter der Umrahmung sich anhäufte. An der Ostflanke, in Westexposition, gab und gibt es von den Schichtköpfen herab nur kleine Abbrüche, dafür mehrere Rinnen, in denen ab und zu schmale Muren niederfahren. Den Karboden bedecken kuppiges Grundmoränenmaterial, größerer Oberflächenschutt und zwei Gürtel Endmoränen, die durch kleine Wasseradern zu elliptischen Formen gewandelt wurden. Zwischen den Wällen und Buckeln schalten sich vor allem im oberen Karteil recht feuchte, ebene Partien ein, die wenig bewachsen sind und die Reste von Seeaugen und Tümpel darstellen. Grund- wie Endmoränen weisen Terrassierungen durch Viehgangeln auf und das Gelände ist noch recht beweglich.

Unter dem Frauenkogel, nach der Hühnerstützen zu, also in West- bis Südwestexposition, läßt sich eine deutliche Furche zwischen dem Hang und dem Gewälle der Moränen verfolgen. Es handelt sich um eine bis in die Gegenwart vererbte Form einer eiszeitlichen Rand- oder Ablationsschlucht, wie sie erstmalig K. Oestreich⁸ vom Tschochogletscher im Mustag-Himalaja und dann besonders Ph. C. Visser⁹ aus dem Karakorum beschrieben. Die Randschlucht oder besser das Ablations- und Ufertälchen zieht sich unter dem Frauenkogel längs des Karbodenrandes mehrere hundert Meter dahin. Seine Breite wechselt zwischen wenigen Metern und einigen Zehnmetern. Zur Zeit der Schneeschmelze und nach Regen plätschert dort ein Bächlein, das an den Stellen mit viel Feinmaterial und Rohhumus, der durch absterbende Wurzelgeflechte der Polsterseggen noch vermehrt wird, mäandriert. Die Überhöhung des Tälchens erreicht 4—8 Meter und besteht aus überwachsenem Moränenmaterial. Durch Rückstrahlung von den in der Hocheiszeit ganz nackten Gneisschichtköpfen schloß bei der dafür so günstigen West-Südwestexposition der Kargletscher nicht mehr ganz eng an die Ostumrahmung an, und es bildete sich ein Ablationszwischenraum, der sich dann beim Eisrückgang noch erweiterte. Eine relative Schuttfülle und reichliches Feinmaterial, wie recht unterschiedliche Wasserdurchtränkungen halten Teile des Tälchens und des Karbodens noch beachtlich unruhig und beweglich. Aber über größere Flächen regelmäßig ausgebildete Frostmusterböden sind nicht vorhanden. Wohl sieht man zahlreiche Ansätze dazu, aber die Vielfalt der Formen und der starke Wechsel des Bodenmaterials und der Durchfeuchtung sowie ein schon dichter Vegetationsmantel, lassen keine prächtige Ausbildung zu.

Nördlich vom Bärentalkar zieht der Reihgraben von der Brandhöhe (1859 m) nach Osten. Sein oberstes Einzugsgebiet ist geweitet und die Umrahmung versteilt. Man hat einen Karembryo vor sich, einen Quelltrichter, der deutlich glaziale Überarbeitung und Formung erfuhr. Bis in den Frühsommer hinein haften nach schneereichen Wintern in Ostexpositionen Schneefelder an dem Rückhang und das Gebiet dieser Schneeflecke dellt sich auch jetzt noch weiter ein. Ebenso trifft man unter der Weineben bis in den Juni Schneeflecke und Schneewächten. Sie lagern hier, wie an anderen Stellen, so besonders östlich

⁸ K. Oestreich: Der Tschochogletscher in Baltistan. Z. f. Gletscherkunde, VI. Bd., 1911/12, S. 22.

⁹ Ph. C. Visser: Wissenschaftliche Ergebnisse der Niederländischen Expeditionen in den Karakorum 1922, 1925, 1929/30 und 1935. Bd. 2, S. 37—48, Leiden, 1938.

vom Grillitschsattel (1745 m) zwischen Moschkogel und Hühnerstützen und längs des Gr.-Kl. Speikkammes, in beachtlichem Ausmaß an. All diese Schneeanisammlungen bevorzugen Leeseitenlagen, gegenüber den West- und Südwestwinden. Der Schnee wird über die Käme und Rücken oder Sättel ins Lee geweht und bleibt erst dort gehäuft liegen. Luvseitig findet man nur vereinzelt Anwehungen; ein größeres Ausmaß erreichen sie auf dem Hang unter der Hühnerstützen zur Grillitschhütte. Dort wurde und wird der Hang durch diese Anwehungen und der damit verbundenen starken Durchfeuchtung muldig gedellt, aber noch nicht linear zerschnitten. Die Umgebung dieser Schneeflecke und Schneefleckdellen, weniger die eigentlich tiefsten Dellenstellen selbst, weisen zahlreiche und sehr schön entwickelte Viehgangeln auf, zum Teil an Stellen, die Vieh kaum oder nie betritt. Die Terrassen der „Ochsenklaviere“ zeichnen sich durch eine Anhäufung von Feinmaterial aus, das teilweise eine Kleinmusterung erhielt. Die Terrassenabfälle überkleiden Rasenpolster. Diese Viehgangeln werden auch an steilen Hängen verhältnismäßig selten durch Rinnen und Einrisse gefurcht. Der gewachsene Fels liegt hier überall unter einer mehrere bis viele Dezimeter betragenden Verwitterungs- bis Kleinschuttdecke verborgen. Der Schutt und der feinere Boden wandert überall in der Fallinie ab, doch kaum wo entstehen dadurch nackte, felsige Stellen, nicht einmal nahe dem Kamm. Es scheint somit ein gewisses Gleichgewicht zwischen Verwitterung und Abschub zu herrschen. Grobschuttrinnen und Grobschuttclappen, die jedoch nur spärlich vorhanden sind, gehören zu den Feinden der Gangeln. Die Treppe hört in ihrem Bereich meist ganz auf und auch dort, wo zu lang gezogene, steile Dellen, in denen der Schnee rutscht und ab und zu Wasser zu stark rieselt, unterbrechen sie die Ochsenklaviere. Nach dem Dellengrund zu verflachen die Gangeln und streichen schließlich aus. Von der Hangneigung, gleich ob diese wenige oder zwanzig Grad beträgt, scheinen die Gangeln weitgehend unabhängig zu sein. Erst bei recht steilen Böschungen häufen sich die Durchrisse in der Fallinie und die Rasenwälzungen. Die Gangeln werden nun kurz und unregelmäßig. Sehr schöne Steige findet man in der Nähe der Schneeflecke, sie zeichnen sich durch etwas größere Breite und recht ebene, unbewachsene Terrassenflächen mit viel Feinmaterial aus. Die hier kürzere Vegetationsperiode und das geringere Wuchern der Rasenpolster mag dazu beitragen. Am auffälligsten ist aber der größere Abstand der Gangeln voneinander. Liegen sie sonst meist unmittelbar nebeneinander, gibt es jetzt Zwischenräume von mehreren Metern. Diese breiten und weitabständigen Gangeln bilden rechte Blickfänge und sie treten auf nicht zu flachen und auf kamm- und sattelnahen Hangteilen häufiger als weiter hangab auf.

Ähnlich der Form nach, aber doch anderer Entstehung sind vegetationsfreie oder vegetationsarme Streifen, die auch terrassiert sind und die über Käme und Rücken hinziehen, aber sich nicht parallel zum Hang verhalten, sondern meist in der Hauptwindrichtung, hier W—O, verlaufen. Es handelt sich da um vom Wind ausgeagte Streifen. Überall sieht man die Arbeit des Windgebüses an den Wurzeln der Rasenpolster und Steinbreche. Auf ungeschützten, breiten Sätteln auf glatten, flachen Hängen, neben Hangknicken und Felsnasen stellen sie sich gehäuft ein. Auf dem Rücken zwischen Kl. Speikkogel (2107 m) und Garanas (1829 m) und zwischen Krakaberg (2067 m) und Krennkogel (1909 m) südlich der Alten Weinstraße, verlaufen die Streifen nicht nur W—O, sondern auch SW—NO bis N—S quer über den Kamm. Diese Stellen, die sich zu vegetationsfreien Platten und Pflastern von mehreren Meter Breite und einigen

Zehnmeter Länge erweitern, zeichnen sich durch unregelmäßige Frostmusterböden von 1—3 Dezimeter Durchmesser aus. Diese Muster, kleineres Material in der Mitte, größeres am Rand, bedecken aber nicht flächenhaft das nackte Gelände, sondern ordnen sich streifenförmig oder in Gruppen an. Breite Rücken mit recht mäßiger Neigung werden bevorzugt. Diese Frostmuster- und Windstreifenböden machen auch dort, wo sie häufiger vorkommen, nur wenige Prozent des Gesamtareals aus.

Im Bereich der jungtertiären Alten Landoberfläche, die sich zwischen Krakaberg—Kl. Speik—Garanas—Krennkogel leicht rekonstruieren läßt, wo die breitesten Rücken und Sättel und die sanftesten Hänge hinziehen und in den flachen obersten Quellmulden der Krumbachquelläste die lineare Erosion noch einen schweren Kampf gegen die flächenhaften Vorgänge der Hangentwicklung führt, wo auf den abgeblasenen Höhen und südexponierten Hängen der Schnee früh schwindet und Schneeflecke mit ihren Eindellungen selten sind — solche trifft man wieder in Leeseitenlage der West-Südwestwinde unter lokalen Sätteln und Spornen (Krennsattel) — bedecken Buckel- und Streifenalmen weithin das Gelände. Die Buckelalmen bevorzugen tief und fein verwittertes Material, streckenweise fehlen an der Oberfläche Steine ganz oder gibt es nur vereinzelte Quarzbrocken. Die Buckel werden 1—2 Spannen, selten drei Spannen hoch und besitzen Durchmesser von ebenfalls 1—3 Spannen. Sie haben durchwegs Rasenpolster und Steinbrechüberzüge. Steigt man auf sie hinauf oder stößt mit dem Fuß in sie hinein, so federn sie. Das Innere der Buckel bildet Feinerde, Humus und Wurzelgeflecht, nur vereinzelt ergräbt man einen größeren Stein. Oben und an der Windseite stirbt oft der Rasen ab, der Wind unterschneidet das Vegetationsgeflecht weiter und trägt die Erde weg, lagert sie aber bald an anderen Polstern oder in Furchen oder Mulden, die etwa die Ausmaße der Buckel haben, besonders wenn dort die Erde noch feucht ist, ab. Solche Stellen bilden dann den Anfang für neue Buckel. Ein Teil von ihnen ging wohl aus überwachsenen Windstreifen oder zerlegten echten Viehgangeln hervor; die meisten sind jedoch vornehmlich vegetabile Gebilde, die kommen und gehen und ein beachtliches Feinmaterial voraussetzen. Wachsen die Buckel in zu steile Hänge hinein oder kommen sie zu nahe an Wasseradern heran, treten Rutscherscheinungen und beachtliche Zerstörungen auf. Frostmuster und Trockenrisse gesellen sich in den Furchen und Mulden dazu. Schiefachsigkeit mancher Buckel, wie Rasenwälzen, das nicht nur die oberen Buckelteile erfaßt, sondern schon an der Basis beginnt, zeugt von Bewegungserscheinungen des Bodens überhaupt. Je feiner der Boden, je stärker die Ausblasung und Umlagerung und je feuchter, aber doch gut drainiert der Boden ist, desto schneller scheint das Wachstum der Polster, aber auch ihr Absterben vor sich zu gehen, und desto wirrer wird die Anordnung der Buckel. Kommt höherer Pflanzenwuchs auf, zum Beispiel Grünerlen, bindet ihr Wurzelgeflecht den Boden recht fest und, was noch wichtiger ist, jede Windausblasung hört auf. Ist der Boden so feucht, daß bereits feine Wasserfäden austreten, die zeitweise eine regelrechte Abspülung durchführen, mindert sich die Bodenkrume und das Feinmaterial schnell, wie dies unter der Alten Weinstraße bei den Siebenbrunnen der Fall ist. An Stelle von Feinmaterial und Rasenpolster findet man feuchte, ziemlich nackte Hangpartien, die eine gewisse Plattenpanzerung, zwischen der das Wasser rieselt, aufweisen. Das feine Material wird dort abgeschwemmt, während die Gesteinsplatten liegen bleiben. Die starke Durchfeuchtung schaltet das Eindringen leichter Fröste aus, so daß hier die Frostmuster, trotz der Nacktheit, eine geringe Rolle spielen, dagegen Schnee-

druck die flache Lagerung der Gneisplatten begünstigt. Diese Umstände erschweren, ja verhindern eine lineare Einarbeitung der Wasseradern. So bleiben nicht zu feuchte, mehr obere, flache Hangteile, breite Rücken und Sättel mit beachtlicher Verwitterungskrume, ohne zu kräftigem Windschur, den Buckelalmen vorbehalten, wie es gerade die flachen Reste der Alten Landoberfläche zwischen 1800—2100 m sind.

Der Größenordnung nach sind die Schneefleckendellungen die größten, aber doch nur an bestimmte Hangteile gebundene Formen, die die Tendenz haben, größer und tiefer zu werden. Die Viehgangeln zeichnet dagegen universelle Verbreitung aus. Ihre Formen allerdings gehen über eine bestimmte Größe und Dichte nicht hinaus, sie werden zerstört und entstehen wieder und stellen damit eine Art Regulation der flächenhaften Boden- und Schuttabwanderung dar. Als die individuellsten und zugleich jüngsten Formen muß man die Buckelalmen, die über tiefer Bodenkrume einen fast rein vegetabilen Aufputz bilden, bezeichnen.

Beitrag zur Grundwasserführung der Dobrudscha

Von Hannfrit Putzer, dzt. Criciuma, Brasilien

Gliederung: Geologische Einleitung. — Die einzelnen Grundwasser-Bereiche (I a Quartär/Alluvium; I b Quartär/Diluvium; II Pliozän; III Miozän; IV Kreide (IV a Senon, IV b Cenoman, IV c Unterkreide); V Malm; VI Keuper; VII Muschelkalk; VIII Unterdevon; IX Prä-Kambrium; X Kristallin; — Résumé. — Literatur.

Geologische Einleitung

Die Dobrudscha ist eine ausgedehnte Steppenlandschaft, welche die nördliche Fortsetzung der bulgarischen Kreidetafel darstellt. Dank einer mächtigen Lößbedeckung ist das Land fruchtbar, trotz allgemeiner Wasserarmut. Der kleinere, nördliche Teil der Dobrudscha ist ein Hügelland in der Form eines weitgehend eingeebneten Rumpfgebirges, das heute fast ganz entwaldet und versteppt ist. Die viele Kilometer breite Talwanne des Donauunterlaufes mit ihren Altwässern, Seen und Sümpfen sowie die malerische Sumpflandschaft des Donaudeltas mit ihren „Schwimmenden Inseln“ (rumän. Plaur) und Millionen von Vögeln bildet die natürliche Grenze der Dobrudscha gegen die Walachei und Bessarabien. Das Überschwemmungsgebiet (rumän. Balta) des Donaudeltas ist eine ganz flache weite Depression unter dem Spiegel des Schwarzen Meeres. Die Limane südlich des Südarms sind Reste eines ehemaligen Golfs des Schwarzen Meeres. Der Hauptfluß ist in seinem gesamten Unterlauf durch natürliche Deiche (rumän. Grindul Malului) eingefaßt, die der Strom selbst aus Sinkstoffen aufgeschüttet hat.

In der Nord-Dobrudscha liegen auf engem Raum drei wesentliche geologische Bauelemente: im N der stark abgetragene Rest eines alten Faltengebirges mit kristallinem Gerüst aus Graniten und paläozoischen Gabbros, Dioriten und deren Ganggefolgschaft. Im Jura sind Diabase und Porphyre in den Komplex eingedrungen. Der Sedimentanteil dieses Faltengebirges besteht aus mächtigem Unterdevon, das z. T. fossilreich entwickelt ist (Tulcea). Klastisches Perm (Verrucano) ist nur an wenigen Stellen aufgeschlossen, während die gesamte Trias in vorwiegend alpiner Fazies weit verbreitet ist. Südlich schließt