

Bemerkungen über die Kare der Rhön und die Entwicklung von Karen im allgemeinen.

Von **H. Philipp.**

Mit 5 Textfiguren.

Einwendungen, die von B. DIETRICH¹ und in den letzten Tagen von BÜCKING² gegen meinen Nachweis von Glazialerscheinungen in der Rhön³ erhoben worden sind, geben mir Veranlassung zur Erwidern⁴ und zu einigen allgemeinen Bemerkungen über Kareentwicklung, namentlich hinsichtlich der interessanten Darlegungen SALOMONS⁵ über Karbildungen in seinem großen Adamellowerk.

Ich hatte mich in der oben zitierten Arbeit dahin ausgesprochen, daß die auffallenden Einsenkungen mit rückwärtiger steil ansteigender Lehne am Abhang des Pferdkopfes und der Eube (Ausläufer der Wasserkuppe) als Kare aufzufassen sind und daß ferner eigenartige, lang gezogene Blockanhäufungen, die sich von diesen Karen abwärts ziehen, sowie Blockwälle, die sich riegelartig in der unmittelbaren Umgebung des Guckaihofes quer zum Tal stellen, als Glazialerscheinungen gedeutet werden müssen. Da sich BÜCKING, soweit es sich um eine Widerlegung meiner Auffassung handelt, wesentlich mit den Ausführungen DIETRICH's identi-

¹ B. DIETRICH, Zur Frage der Glazialerscheinungen in der Rhön. Zeitschr. f. Gletscherkunde. 4. 1911. p. 68—72.

² H. BÜCKING, Die sogen. Glazialerscheinungen in der Rhön. PETERMANN'S Geogr. Mitt. 1912. Augustheft p. 82—83.

³ H. PHILIPP, Über Glazialerscheinungen in der Rhön. Zeitschr. f. Gletscherkunde. 3. 1900. p. 286—296.

⁴ Die Ausführungen von W. HARTUNG (Das Rhöngebirge nach Entstehung und Oberflächengestaltung. Marburg 1912. p. 102—162) beweisen eine solche Unkenntnis der einfachsten Glazialerscheinungen, speziell der Karbildung, und die Gegenbeweisführung ist so oberflächlich, daß sich ein Eingehen für mich erübrigt. Nur sollte doch der Herr Verf. etwas vorsichtiger sein mit Sätzen wie: „Ich stand von vornherein dieser Arbeit, die nicht den Eindruck großer Gründlichkeit macht, mit einigem Mißtrauen gegenüber“.

⁵ W. SALOMON, Die Adamellogruppe. Abh. k. k. geol. Reichsanst. 21. p. 461—466.

fiziert und „wie dieser die PHILIPP'schen Kare für Erscheinungen ansehen [muß], die durch Bergstürze und ungleichmäßiges Abgleiten der Schuttmassen . . . veranlaßt worden sind“, so wird es genügen, wenn ich mich sachlich mit den Einwänden bezw. Deutungen DIETRICH's befasse. Nur zu zwei Punkten der BÜCKING'schen Notiz muß ich Stellung nehmen. Daß ich eine abgerutschte „Wellenkalkscholle“ mit einem echten Moränenwall von Basaltblöcken verwechsle, wird mir Herr BÜCKING im Ernst nicht zutrauen. Es handelt sich an der fraglichen Stelle natürlich um die großen Basaltblöcke, die auf dem Muschelkalk liegen¹, und die ja auch von BÜCKING in seiner eigenen Karte dicht daneben eingetragen sind; auch habe ich bei der speziellen Beschreibung dieses Vorkommens (p. 294) nicht von einem „echten Moränenwall“, sondern von einer Blockzone gesprochen, wenn ich auch an einer späteren Stelle die Gesamtheit der am Guckai auftretenden Blockstreifen und -wälle als echte Moränenwälle bezeichnet habe, weil sie meiner Überzeugung nach nur glazialen Ursprungs sein können. Dieses „Versehen“, das, wenn es wirklich bestanden hätte, wohl eine etwas kräftigere Bezeichnung verdient hätte, besteht also, ich kann wohl sagen selbstverständlich nicht; mich aber vor meiner Veröffentlichung, die sich in erster Linie mit den Karen befaßt, an Herrn BÜCKING zu wenden, lag kein Anlaß vor, da meine Beobachtungen im Jahre 1908 gemacht wurden, BÜCKING² aber noch kurz vorher im Jahre 1907 geschrieben hatte: „Welche Bedeutung den beiden Vertiefungen am Südabhange des Pferdkopfes und einer ähnlichen Senke am Nordabhange des Berges zukommt, ist noch unbekannt“, und wie aus seiner Erwiderung (p. 82) hervorgeht, war zu diesem Termin die geologische Aufnahme des Pferdkopfes und der Eube „schon lange vorher“ von ihm abgeschlossen. Wenn mir im übrigen Herr BÜCKING in der kurzen Erwiderung an zwei Stellen entgegenhält, daß ich auf die Beobachtungen nur 2 Tage verwandt habe, und schreibt, daß diese „selbst für einen geübten praktischen Geologen“ nicht ausreichen, „um sich ohne Hilfe einer geologischen Spezialkarte von den tektonischen Verhältnissen ein klares Bild zu verschaffen“, so verweise ich zunächst darauf, daß ja unmittelbar vor meinem Besuch die vorerwähnte Arbeit BÜCKING's mit dem detaillierten Profil vom Pferdkopf erschienen war, an deren Hand, mir persönlich wenigstens, die Orientierung keine Schwierig-

¹ Tagebuchnotiz vom 13. X. 1908 über diese Stelle: „Der aus Muschelkalk bestehende Rücken südwestlich neben dem Weg ist mit großen Basaltblöcken bedeckt.“

² H. BÜCKING, Über die Phonolithe der Rhön und ihre Beziehungen zu den basaltischen Gesteinen. Sitzungsber. d. k. preuß. Akad. d. Wiss. 1907. 36. p. 676.

keit bereitet hat, namentlich da das Profil manche Einzelheiten viel schärfer hervortreten läßt als die Spezialkarte; dann aber möchte ich doch betonen, daß meines Erachtens die Zeit, die man zur Lösung eines Problems braucht, als Maßstab für die Beurteilung der Richtigkeit des Resultates nicht in Betracht kommt.

Ich komme nun zu den Bemerkungen DIETRICH's, denen sich ja, wie eingangs erwähnt, BÜCKING im großen und ganzen anschließt. Nach ihm soll es sich am Pferdkopf nur um Bergstürze mit noch sichtbaren Abrißflächen handeln, bedingt durch die raschere Rückwitterungsmöglichkeit des oberen, stark abgesonderten Basaltes über dem leicht zerstörbaren Tuff, der seinerseits wieder vom Basalt unterlagert wird. Gegen eine solche Rückwitterung ist im allgemeinen nichts einzuwenden, ich habe selbst gerade auf diese für die Rückwitterung günstigen Verhältnisse hingewiesen, nur wird hier ganz übersehen, daß die normale Rückwitterung an Steilwänden horizontal lagernder Schichten längs einer geraden Linie vorwärts schreitet und daß zweitens die Schuttmassen unmittelbar am Fuße der Rückwitterungsflächen abgelagert werden und den Fuß der Wand als weit hinziehendes Schuttband verhüllen, in keiner Weise aber die Formen erzeugen, die mit dem Namen Kar belegt werden, auf dessen genaue Definition ich noch zurückkomme. Das Charakteristische der in Frage stehenden Formen am Pferdkopf ist gerade das nischenförmige Zurückwittern und die Tatsache, daß die schüsselförmige Fläche vor der Steilwand, der Karboden, frei ist von Blockmassen, abgesehen von ganz jugendlichen Abstürzmassen. Diese spezifischen Formen erklärt nun DIETRICH folgendermaßen: „Die größte Zerstörungsarbeit wird an der Übergangsstelle von dem Tuff zu dem unteren Basalt¹ geleistet werden. Dort sammeln sich die Wasser und veranlassen in letzter Instanz den Verfall des überliegenden Tuffs und Basaltes; aber dort greifen sie naturgemäß auch den unteren Basalt an“¹. Dann muß uns DIETRICH aber erst erklären, in welcher Form denn dieser untere Basalt angegriffen wird! Ganz abgesehen davon, daß von einem Hervortreten des Wassers am Boden der Kare überhaupt nichts zu sehen ist (vergl. auch die Spezialkarte), welche kräftige Wirkung müßte dazu gehören, hier in dem Basalt eine Vertiefung, wie sie DIETRICH in seinem Profil gezeichnet hat, hervorzurufen². Erodierende Wirkung abwärts stürzenden Wassers ist ausgeschlossen, an Lösung ist ebenfalls nicht zu denken; es bliebe dann vielleicht noch eine intensivere Verwitterung und Vergrusung. Welches Medium hätte dann aber den Verwitterungsschutt herauschaffen und hierdurch die Schüsselform erzeugen sollen, wenn nicht eben wieder das Eis!

¹ von mir gesperrt.

² Das Becken des östlichen Pferdkopfkars hat einen Durchmesser von ca. 100 m!

Weiter schreibt DIETRICH: „Durch das Abstürzen einer bedeutenden Basaltdeckschicht wird an der betreffenden Stelle der Zerstörung vorgearbeitet, eine Aushöhlung geschaffen, d. h. durch einen schwachen Bogen der Rückwand das Bild eines Kars um so mehr vorgetäuscht.“ Wenn aber hier zunächst ein Bergsturz der oberen Basaltschicht stattfand, so muß doch unterhalb, also gerade an der Stelle der jetzigen Vertiefung (Karboden) an der Basis der Tuffe eine starke Akkumulation stattgefunden haben, während, wie ausdrücklich hervorgehoben wurde, an der Stelle des Karbodens das von oben gestürzte Basaltmaterial fehlt und sich vielmehr an den Seiten und den Außenrändern desselben findet! DIETRICH wendet sich dann gegen die Kare an der Eube: „Während sich am Pferdkopf eine Vorstufe . . . bilden konnte, weil unter dem Tuff ein stark widerständiges Gestein (nämlich Basalt) lag, fehlen hier die Vorbedingungen.“ Dies ist keineswegs der Fall, denn es tritt unter dem Tuff, wie die Karte von BÜCKING zeigt, genau ebenso wie am Pferdkopf der untere Basalt auf und nicht Muschelkalk, wie DIETRICH schreibt. Wenn dann weiterhin DIETRICH sich mit den eigentümlichen Blockstreifen, die gegen den Guckaiboden herabziehen, beschäftigt und meint, sie seien aus einem gleichförmigen Schuttmantel durch Wassererosion herausgearbeitet, so setzt er wiederum eine Wassertätigkeit voraus, zu der absolut die Prämissen fehlen, nämlich das Vorhandensein irgendwelcher stärkeren Wasseradern, die aus der Richtung der Kare doch herabkommen müßten. Es beruhen somit die Ausführungen DIETRICH's, sowohl seine Einwände als seine Erklärung, auf unmotivierten, mit den wirklichen Verhältnissen nicht im Zusammenhang stehenden Behauptungen, die keineswegs imstande sind, das Problem zu fördern.

In erster Linie wäre Herr DIETRICH als spezieller Morphologe den Nachweis schuldig, daß diese Einsenkungen rein morphologisch der Definition der Kare nicht entsprechen. Die Definition eines Kars nach PENCK¹ ist folgende: „Nischenförmige Einbuchtung der Gebirgshänge, welche sich . . . in die Gebirgskämme drängt, aber sich nicht in die Täler fortsetzt, sondern isoliert gewöhnlich nahe den Scheidelinien gelegen ist.“ „Die Öffnung der Kare liegt mitten im Gebirgsgehänge, hoch über der Sohle des benachbarten Tales, zu welchem sich von ihnen nur unbedeutende Wasserrinnen hinabzuziehen pflegen. Dabei ist bemerkenswert, daß benachbarte Kare meist übereinstimmende Sohlenhöhe haben.“

E. DE MARTONNE² präzisiert noch schärfer und gibt als Charakteristika an: A) Profil transversal en U, profil longitudinal

¹ A. PENCK, Morphologie der Erdoberfläche. II. 1894. p. 305.

² E. DE MARTONNE, Annales de géographie. 10. 1901. p. 12. Comptes rendus de la IX. sess. congrès géol. intern. 1903. 2. p. 694. Bull. soc. géol. de France, III. série 28. 1900.

en escalier. B) Lignes de plus grande pente des escarpements convergeant non vers un point unique mais vers une ligne de rupture de pente, qui entoure un fond plat ou déprimé. C) Allure générale des courbes de niveau complètement différente de celles qu'on observe dans les vallées ordinaires: courbes carrées [weit geschwungen!] dans les creux (cirques), et à angles aigus dans les reliefs (crêtes qui les separent). D) Indépendance du tracé des cours d'eau de celui des courbes de niveau.

Mit beiden Definitionen stimmen die Formen der relativ einfach gebauten Kare am Pferdkopf überein. Sie finden weiterhin ihr völliges Analogon in den von MARTIN SCHMIDT¹ so genau untersuchten Karen in der Umgebung von Freudenstadt im Schwarzwald mit ihren charakteristischen Zangenwällen und in direkt auffallender Weise erinnern die Pferdkopfkare an das Bild der Kare am Volujak (Herzegowina), das RICHTER² abbildet, wenn es sich dort auch um viel größere Dimensionen handelt.

Sind also typische Kare ein Beweis für ehemalige Vergletscherung, so ist dieser auch für die Rhön erbracht!

Die zweite Frage betrifft die von den Karen abwärts ziehenden Blockstreifen. Auf verschiedene Erklärungsmöglichkeiten hatte ich bereits hingewiesen. Wenn DIETRICH bezüglich der wohl wahrscheinlichsten schreibt: „Die Vorstellung, daß diese Wälle Stirnmoränen von Gletschern darstellen sollen, die aus den Pferdkopfkaren kommen, ist dem Verfasser (DIETRICH) unmöglich, da die Wälle rechtwinkelig zu den Karen liegen Dazu kommt die Struktur der Wälle, die keinerlei Ähnlichkeit mit der gewöhnlichen Moränenstruktur aufweist, das Fehlen jeglicher Schrammen auf anstehendem oder verfrachtetem Material und die absolut eckige Gestalt der Gesteinstrümmer“, so beweist dies meines Erachtens nur, daß DIETRICH keine richtige Vorstellung hat von der Art und Weise, wie Kargletscher des hier anzunehmenden Typus arbeiten. Diese kleinen Kargletscher und Firnflecken, wie sie in der Rhön existierten, arbeiten ja doch, so paradox das scheinbar klingt, wesentlich passiv, indem sie das durch Rückwitterung auf das Eis bzw. Firn niederfallende Material über sich hinweggleiten lassen, bis es vor dem Kargletscher seinen Ruhepunkt findet und nun zu einem bogenförmigen Endmoränenwall sich akkumuliert, oder aber einen langgestreckten Schuttstreifen bildet, der sich talabwärts zieht, je nachdem das Terrain vor dem Kargletscher eben bzw. flach gewölbt oder steil geböschet sich abwärts senkt. Dieser Vorgang läßt sich in den Alpen überall beobachten. Ich habe

¹ M. SCHMIDT. Über Glazialbildungen auf Bl. Freudenstadt. Mitt. geol. Abt. d. kgl. württ. Stat. Landesamt. 1907. p. 15—16.

² E. RICHTER, Geomorphologische Untersuchungen in den Hochalpen. PETERM. Mitt. Erg.-H. 132. 1900. Taf. 1.

eine ganze Reihe solcher kleinen isolierten Kargletscher in der Umgebung der Grimsel untersucht und habe jedesmal das fast völlige Fehlen von Untermoräne, dagegen die Ernährung der Endmoräne durch die über den Firn herabsausenden eckigen Gesteinsfragmente konstatiert. Es erfolgt also die Bildung solcher Kar- endmoränen wesentlich anders, als bei einem normalen Gletscher, und eine glaziale Abrundung oder das Auftreten von Schrammen an den Blöcken kann überhaupt nicht erwartet werden. Ich möchte DIETRICH in dieser Hinsicht auf zwei Sätze eines speziellen Kar- kenners, DE MARTONNE, hinweisen. Dieser schreibt¹: „Les glaciers locaux (gemeint sind die Kargletscher) sont, on le sait, très pauvres en moraine de fond, si même ils n'en manquent pas presque totalement“ und² „Dans aucune (des moraines des Karpathes méridionales) on n'a trouvé de blocs striés. On n'a donc pas affaire à la moraine de fond, mais seulement à des moraines frontales et latérales.“ „Les moraines³ frontales et latérales sont reconnaissables à leur composition qui est celle d'un amas confus de blocs et de cailloux anguleux de grosseur très diverse“ u. f. Sobald die kleinen Kargletscher am Pferdskopf und an der Eube sich in einem gewissen Maximalstadium bis an den vorderen Rand der Karnische erstreckten, so mußte von dieser Stellung aus alles über den Firn oberflächlich abwärts gleitende Material in einem langen, longitudinal gerichteten Streifen sich talwärts ziehen. Diese Bildung entspricht also genetisch vollkommen einer Stirnmoräne, nur daß die Blöcke nicht sofort am Stirnrand liegen blieben, sondern infolge der topographischen Verhältnisse und durch ihre lebendige Kraft sich linear radial zum Karrand ausbreiteten.

Hiermit dürften die Einwendungen, daß es sich bei den Einsenkungen und Blockwällen am Abhang der Eube und des Pferdskopfes nicht um echte Glazialbildungen handelt, zurückgewiesen sein⁴; eine andere Frage ist es, welcher Gruppe von Kare diese Rhön- kare zuzuweisen sind.

¹ DE MARTONNE, Contributions à l'étude . . . Bull. soc. géol. p. 287.

² Desgl. p. 286.

³ Desgl. p. 287.

⁴ Nach Niederschrift der vorstehenden Zeilen hatte ich Gelegenheit, das Gebiet der Wasserkuppe nochmals zu besuchen. Mein Begleiter, Herr Dr. PRAESENT, Assistent am Geographischen Institut in Greifswald, der im vergangenen Jahre unter Leitung von W. M. DAVIS speziell Kare in Wales und in den Alpen studiert hat, bestätigte die Natur der Glazialerscheinungen in der Rhön in vollem Umfang und wird auf meine Bitte die Kare an der Eube genauer aufnehmen, als es mir seinerzeit möglich war. Bei unserer gemeinsamen Begehung konnten wir an der Eube mindestens vier Rückzugsstadien verfolgen, jedes deutlich durch Karboden bezw. Endmoränenwall charakterisiert. Ferner ließ sich das Vorhandensein eines scharfen Mittelmoränenrückens zwischen den beiden Eubekargletschern in der Fortsetzung des die beiden Hauptkare

In letzter Zeit hat sich SALOMON¹ in seinem großen Adammellowerk wieder eingehender mit Karbildungen beschäftigt und hat die Kare eingeteilt in zwei Gruppen, die Karembyronen und die Kare vom Möselestadium. Es entspricht der erstere Typus den Karen, bei denen wesentlich die Rückwitterung der Wände, also die Nischenbildung in den Vordergrund tritt, ein Stadium, das SALOMON auch als RICHTER'sches Stadium bezeichnet. Die volle Entwicklung von diesem „Karembyro“ zum Kar soll nach SALOMON erst sich im Möselestadium vollziehen. Dabei versteht SALOMON offenbar unter voll entwickelten Karen solche, bei denen es zur Vertiefung des Karbodens, zur Bildung einer eingesenkten Karwanne in den anstehenden Fels kommt. Dieser Übergang vom Karembyro zum vollentwickelten Kar soll sich vollziehen durch Sinken der Firngrenze: „Die Karembyronen werden Firnsammelbassins größerer Gletscher und . . . die Rückwitterung der Wände hört auf. Dafür beginnt aber jetzt kräftige Gletschererosion im Kargrunde. Der schräge Boden wird mehr und mehr eingeebnet und erhält bei hinreichender Dauer des Möselestadiums Beckenform, die alte Moräne wird hinausgetragen und entfernt.“ Es fragt sich nun, ob diesem ausgekolkten Boden wirklich eine solche Bedeutung zukommt, daß er erst den Typus des Kars gewissermaßen vollendet, und zweitens, ob diese Bildung sich tatsächlich als eine Weiterentwicklung im sogenannten Möselestadium auffassen läßt. Mir persönlich scheint der Auskolkung am Boden des Kares hier eine etwas zu große Bedeutung beigemessen zu sein, namentlich wenn man berücksichtigt, daß ja von vornherein alle die Fälle ausgeschieden werden müssen, wo die Vertiefung nur eine Folge des Abschlusses nach außen durch eine Stirnmoräne ist, und dies dürfte wohl ein großer Teil der Kare mit eingesenktem Boden sein. Ich möchte diese Eintiefung des Bodens nicht für etwas Wesentliches, sondern für ein Akzessorium halten, bedingt durch die petrographische Beschaffenheit des Untergrundes, wobei nicht nur an einen Wechsel des Gesteins, sondern auch an die Verschiedenheit der Klüftung und Klüftbarkeit zu denken ist. Welch große Rolle die beiden letzteren bei der selektiven Gletschererosion spielen, hat SALOMON ja selbst bei Besprechung der

trennenden Rückens gegen außen feststellen. Die von der Eube und dem Pferdkopf hinunterziehenden Blockanhäufungen sind als Endmoränen der von beiden Gipfeln ausgehenden Kargletscher aufzufassen, wie ich es vorstehend (p. 710) beschrieben habe.

Stellt das östliche Pferdkopfkare den Typus eines einfachen Kares dar, so ist das Eubekare direkt ein Schulbeispiel für die Teilung eines größeren Kares in zwei koordinierte Kare und für deren Weiterentwicklung in einer Reihe von Rückzugsetappen, wie wir es schöner wohl nirgends in unseren deutschen Mittelgebirgen kennen.

¹ SALOMON a. a. O.

Tal- oder Karstufen¹ eingehend dargelegt. Auch aus den näheren Ausführungen DE MARTONNE's² geht hervor, daß solche Vertiefungen wohl vorkommen können, daß sie aber nicht wesentlich sind, und er betont, daß solche Vertiefungen oft nur scheinbar sind: „on a souvent l'impression même si ce n'est pas le cas, que le fond en est plus bas que le rebord extérieur“. Dementsprechend habe ich auch bei zahlreichen Kare im Umkreis der Grimsel keinerlei Vertiefung, dagegen in der Regel einen ziemlich schräg abwärts geneigten Boden der Kare gefunden. Wichtiger ist die andere Frage: Kann denn überhaupt beim Übergang von einem „Kar-embryo“ zum „Möselestadium“, also bei zunehmender Vereisung, die Karform akzentuierter werden, wie SALOMON annimmt, oder

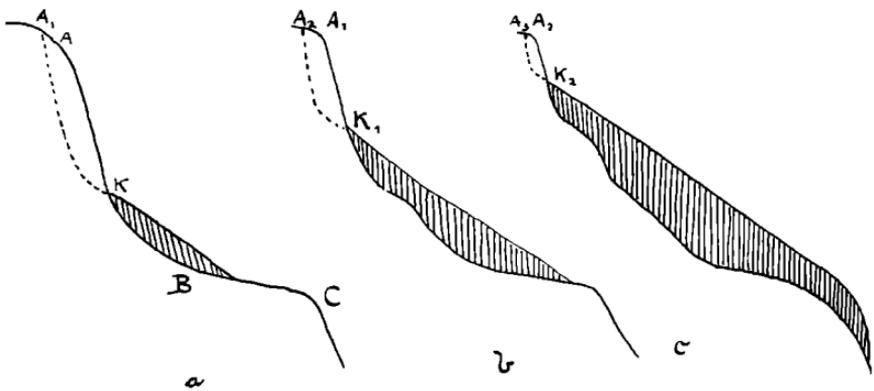


Fig. 1 a-c.

wird nicht vielmehr die Form des primären Kares in dem Maße zerstört, als die Vereisung vorschreitet?

Es sei ausgegangen von der Annahme, daß in einer Nische, eventuell einem in einem früheren Vereisungsstadium vollentwickelten Kar, sich ein kleiner Kargletscher oder Firnleck angesiedelt habe (Fig. 1 a) und im SALOMON'schen Sinne als Karembryo, also wesentlich durch Rückwitterung tätig ist. Dann wird die Karwand bei stationärer Ausdehnung des Eises bis zu einem gewissen, durch die Gesteinsbeschaffenheit bedingten Böschungswinkel zurückwittern können (punktierte Linie A_1K)³. Nimmt jetzt die Vereisung zu, so wächst aufwärts der Kargletscher über die Kante bei K hinaus und es muß dann oberhalb der Firnfläche zu einer weiter zurückgreifenden Rückwitterungsfläche A_2K_1 und zu einer neuen Kante bei K_1 kommen, während die erste Kante K an Schärfe einbüßt (Fig. 1 b). In dem Maße, wie nun dieser Prozeß fortschreitet

¹ a. a. O. p. 466—472.

² Bull. soc. géol. de France, a. a. O. p. 296—297.

³ Über die Kante bei K, vergl. auch RICHTER, a. a. O. p. 8.

(Entwicklung des SALOMON'schen Möselestadiums, Fig. 1 c), wird nun aber eines der wesentlichen Charaktere des Kars, die durch Rückwitterung entstandene steile Rücklehne, immer mehr zerstört. Ferner wird bei weiterer Zunahme die ursprüngliche Nische sehr bald durch Eis und Firn völlig ausgefüllt sein und der Eiskörper sich über deren unteren Rand talwärts als Hängegletscher erstrecken, so daß auch die Kante am Ausgang des Karbodens ihre charakteristische Schärfe verlieren muß. Daß in diesem Stadium der fortschreitenden Vereisung die Erosion am Boden des Gletschers zunimmt, soll dabei keineswegs bestritten werden¹, im Gegenteil, sie wird mit der Zunahme der Eismassen verstärkt und es tritt an Stelle der passiven Wirksamkeit die aktive am Untergrund und an der Seite. Andererseits aber wird die von SALOMON betonte beckenförmige Eintiefung um so mehr eine zufällige werden, als ja, wie wir gesehen haben, die Steilheit der Wand gegen rückwärts immer mehr abnehmen muß. Ob diese allmählich mit dem Boden verschmelzende Wand im Endstadium dann in gewissen Stufen ansteigt, oder mit gleichmäßigem Gefälle, wird, abgesehen von den petrographischen Verhältnissen des Untergrundes, davon abhängen müssen, ob die Zunahme der Vereisung in Etappen oder mehr gleichmäßig fortschreitet. Gegen die Karentwicklung im Sinne SALOMON's, also gegen die gesetzmäßige Vertiefung der Böden im „Möselestadium“ sprechen auch die folgenden Bilder. Abbildung 2 stammt aus der unmittelbaren Nachbarschaft der von SALOMON wiedergegebenen „Möselestadien“ des Finsteraarhornkammes, nämlich vom Abhang der Lauteraarhörner gegen den Unteraargletscher, gesehen vom Pavillon Dollfus. Während hier in der Nordexposition (rechte Bildhälfte) die Kargletscher noch das typische Bild eines „Möselestadiums“ zeigen, sind die entsprechenden Gletscher der Südexposition (linke Bildseite) bereits viel stärker geschwunden, ohne Spuren einer Auskolkung am Karboden zu hinterlassen; ebensowenig lassen die oberhalb des Pavillon Dollfus gelegenen Kare des „vorderen Driftgletschers“ (Fig. 3), die zweifellos aus dem gleichen Stadium wie die Kargletscher der Lauteraarhörner hervorgegangen sind, eine Auskolkung erkennen, dagegen sehr gut die schräg ansteigenden Böden und die Beschränkung der steilen Rückwitterungslehne auf die Zone unmittelbar über dem oberen Eis- bzw. Firnrand. Ich glaube überhaupt nicht, daß das „Möselestadium“ ein Zeichen der fortschreitenden Vereisung ist, worauf ich gleich noch zurückkommen werde. Wesentlich scheint mir vor allem zu sein, daß bei zunehmender Vereisung aus dem passiven Kargletscher der aktive wird und daß bei diesem Prozeß die wohlcharakterisierte Form des Rückwitterungskares immer mehr verschwindet und

¹ Auf dem Schema Fig. 1 absichtlich nicht berücksichtigt.

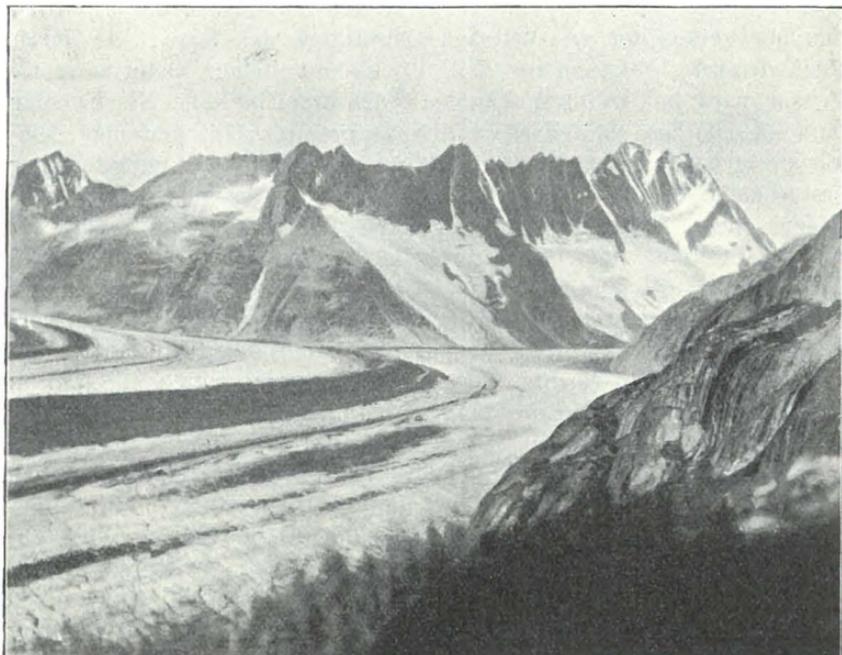


Fig. 2.

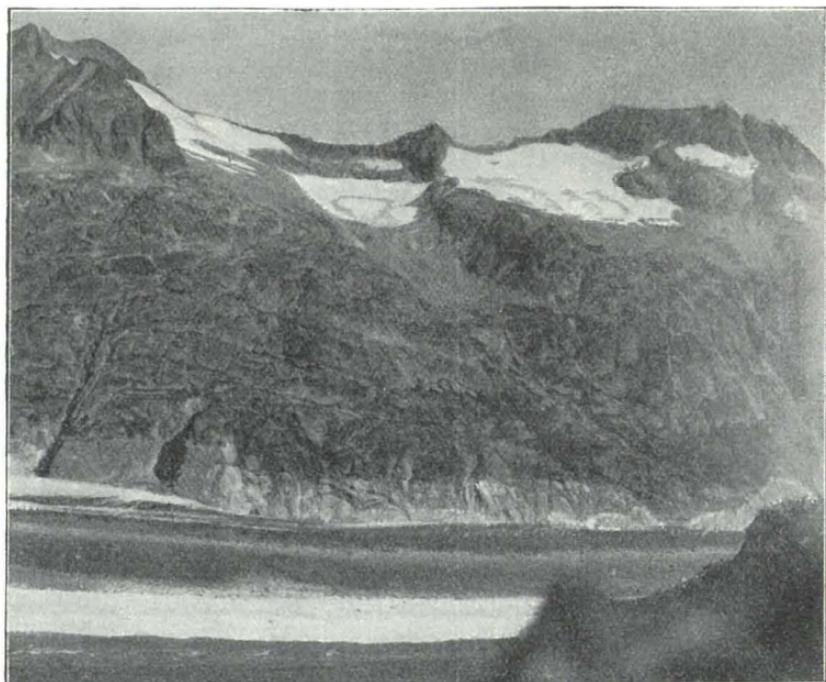


Fig. 3.

in eine Form übergeht, die wohl noch nischenförmig in das Gehänge zurückspringt, deren Querschnitt aber von der steilen U-Form in die einer flach geböschten Wanne und deren Längsschnitt von der Treppenform in die einer ausgeglichenen Neigung übergeht (Fig. 1 d).

Es sei jetzt umgekehrt ausgegangen von dem Stadium einer maximalen Vereisung vom Inlandeischarakter, also mit völliger Ausfüllung der Täler, und es sei dann die Vereisung so weit zurückgegangen, daß die Täler im zentralen Teil nur noch bis zu einer bestimmten Höhe ausgefüllt werden von einem bereits individualisierten Gletscherstrom, die Talflanken oberhalb dieser Höhe aber noch vom Eis bzw. Firn völlig oder zum größten Teil bedeckt sind, ein Stadium, in dem sich gewisse Teile des mittleren und östlichen Spitzbergens zurzeit befinden.

Es werden alsdann die Talhänge durch das hier senkrecht zur Richtung des Haupttales abwärts strömende Flanken-Eis selektiv in Form flacher Hohlkehlen angegriffen werden müssen, so daß bei fortschreitender Abschmelzung nicht die ganze Talflanke gleichmäßig ausapert, sondern zunächst einige zur Richtung des Tales senkrecht stehende Felsrücken hervortreten, zwischen denen sich in den Hohlkehlen lappenförmige Eismassen bis zu den oberen Talwänden hinaufziehen. Sehr gut ließen sich diese Verhältnisse in Spitzbergen¹ (Fig. 4) beobachten, und es ist überraschend, mit welcher Regelmäßigkeit sich diese zum Hauptgletscher niederziehenden Rippen hier entwickeln können. Ausbildung und Abstände derselben voneinander müssen natürlich abhängen von der Beschaffenheit des Untergrundes, namentlich von seiner Durchklüftung. Diese bastionsartigen, nach dem Schwinden der Gletscher durch Verwitterung modifizierten Nischen geben ja den Abhängen der Tafelberge in Spitzbergen den pittoresken Charakter und finden sich in gleicher Weise in den wenig gestörten Schichten des Carbons, des Mesozoicums und des Tertiärs. Daß dies keineswegs eine Zufälligkeit ist oder eine Beschränkung nur auf horizontal gelagerte Sedimente, das scheinen mir die Anordnungen der Kare in unseren Alpen zu beweisen, die ja gleichfalls oft so regelmäßig aneinandergereiht sind, wie die Perlen an einer Schnur. Mit dem Hervortreten der teilenden Rippen und der Vertiefung der dazwischenliegenden flach zylindrischen

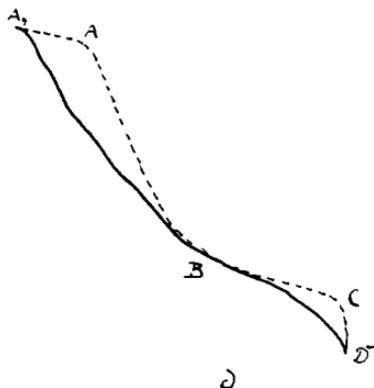


Fig. 1 d.

¹ Beobachtungen gelegentlich der Teilnahme an der W. FILCHNERschen Vorexpedition nach Spitzbergen. 1910.

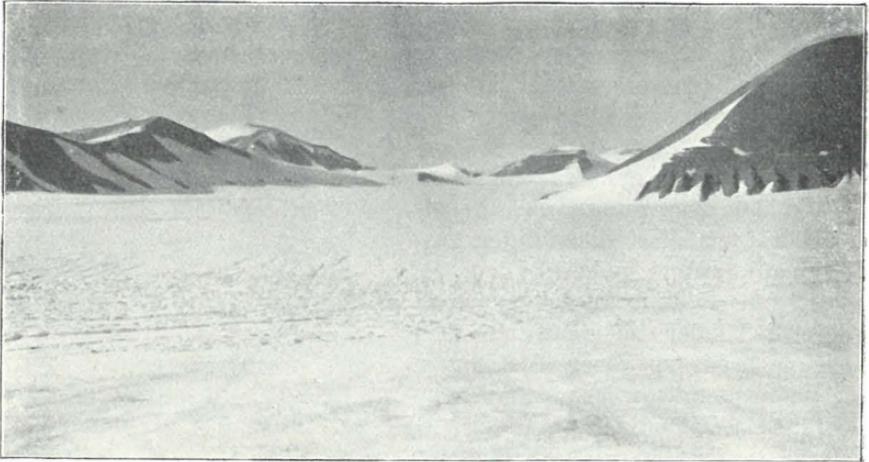


Fig. 4.

Nischen wird Hand in Hand gehen das Zurückweichen der Eisbedeckung von den obersten Teilen der Talflanken, und es wird nun hier sofort eine intensive Rückwitterung einsetzen. Es beginnt also jetzt die Entwicklung des Kares (gestrichelte Linien in Fig. 5) aus der primär durch senkrecht abwärtsfließen des Eises gebildeten Nische A-B-B₃-C und diese schreitet fort mit zunehmendem Schwinden der Vereisung. (Vergl. den Beginn dieser Entwicklung im Schema Fig. 5.)

So sehe ich denn in dem Bilde der Kargletscher an den Lauteraarhörnern (Fig. 2) nicht die Weiterentwicklung von Kar-embryonen zu einem Möselestadium, sondern Formen, deren erste Anlage bedingt ist durch den Rückgang einer Inlandvereisung und daraus folgender Differenzierung in den longitudinal arbeitenden Hauptgletscher und die transversal arbeitende Flankenvereisung. Letztere hat sich dann erst bei anhaltender Abnahme der Vereisung zu rückwitternden echten Kargletschern fortentwickelt, im ganz konsequenten Verlauf eines Prozesses, dessen Beginn uns aus den Verhältnissen des zentralen Spitzbergs klar wird.

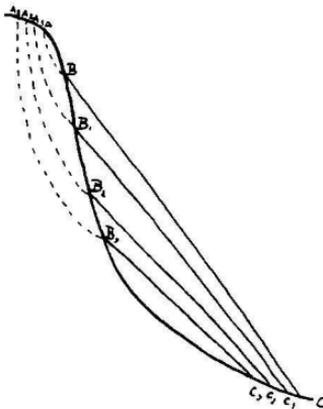


Fig. 5.

Die weitere Frage ist erst die, ob der Boden eines solchen Kares geneigt, eben, oder eingesenkt ist. Dies wird von dem Verhältnis des Hauptgletschers zu den seitlichen Kargletschern abhängen, speziell davon, ob der Ausfluß des Kargletschers noch mit dem Talgletscher

zusammenhängt oder nicht, denn die Erosionsbasis des gegenüber dem Talgletscher doch kleinen Kargletschers wird wesentlich abhängen von dem Oberflächenniveau des Hauptgletschers. Bleibt letzteres konstant, so wird der Kargletscher, solange er noch aktiv seinen Boden kräftig bearbeiten kann, diesen annähernd bis zum Niveau der Oberfläche des Hauptgletschers niedriger legen, d. h. so weit, bis seine Erosionsbasis erreicht ist. Er kann in diesem Falle einen ziemlich ebenen Boden bilden, bzw. dort, wo ihm die petrographische Beschaffenheit günstig ist, diesen auch beckenförmig auskolken. Diese Verhältnisse lassen sich sehr schön auf der vom D. u. Ö. A. V. herausgegebenen Spezialkarte der Venedigergruppe 1:50 000 überblicken, beispielweise am oberen Sulzbachgletscher, hier fallen die stark eingeebneten Karböden der östlichen Talflanken deutlich mit der oberen Troggrenze des Talgletschers zusammen. Dort aber, wo die Oberfläche des Hauptgletschers und somit die Erosionsbasis für den Kargletscher konstant sinkt, wird der Kargletscher sein Bett nie bis zur Reife entwickeln können; es muß also der Karboden nach außen geneigt sein und die sich abwärts senkenden Rundhöcker des Karbodens vereinigen sich mit denen des Hauptgletschers. Es wird dann bald das Stadium eintreten, wo die Verbindung mit dem Kargletscher überhaupt aufhört. Dann zieht sich der Kargletscher immer mehr in den Grund seiner Nische zurück. Seine Arbeit durch Rückwitterung wird er dabei bis zum völligen Verschwinden weiter führen, dagegen wird die aktive Tätigkeit an seiner Sohle immer mehr abnehmen. Andererseits wird er nun das obflächlich abgleitende Schuttmaterial nicht mehr auf den Hauptgletscher abladen können, sondern er häuft es vor seinem Außenrand als steilen Schuttkegel, Schuttstreifen oder Endmoränenwall auf. Ferner muß, sobald die Verbindung zwischen Kargletscher und Hauptgletscher unterbunden ist, auch die Rückwitterung des Gehänges zwischen beiden beginnen und es bildet sich unterhalb des Kares eine neue steile Wand heraus. Diese Entwicklung, zu der uns die Verhältnisse in Spitzbergen den Schlüssel geben, können wir in ihren Endstadien in den Alpen überall verfolgen. Sie führen uns dazu, in den typischen Karen mit steiler Rückwand nicht den Beginn der Entwicklung, nicht Karembryonen, sondern deren Endresultat zu sehen, und es ist vielleicht der allgemeine Schluß berechtigt, daß typische Kare nicht Zeichen einer beginnenden oder fortschreitenden, sondern einer abklingenden Vereisung sind. Dies ist aber das gleiche Resultat, zu dem ich auf Grund meiner Beobachtung für den Spezialfall der Rhön gekommen bin, ohne mir damals noch des genetischen Zusammenhanges bewußt zu sein, daß nämlich diese typischen Kare am Pferdkopf und an der Eube Rückzugsstadien einer stärkeren

Vereisung oder Verfirnung darstellen, die ursprünglich bis ziemlich tief hinunter in den Guckaikessel gereicht hat.

Auf die Bedeutung dieser Entwicklung für die Querprofile der alpinen ehemals vergletscherten Täler, vor allem hinsichtlich der scheinbar ineinander geschachtelten Trogformen, soll hier nicht näher eingegangen werden.

Greifswald, den 1. September 1912.
