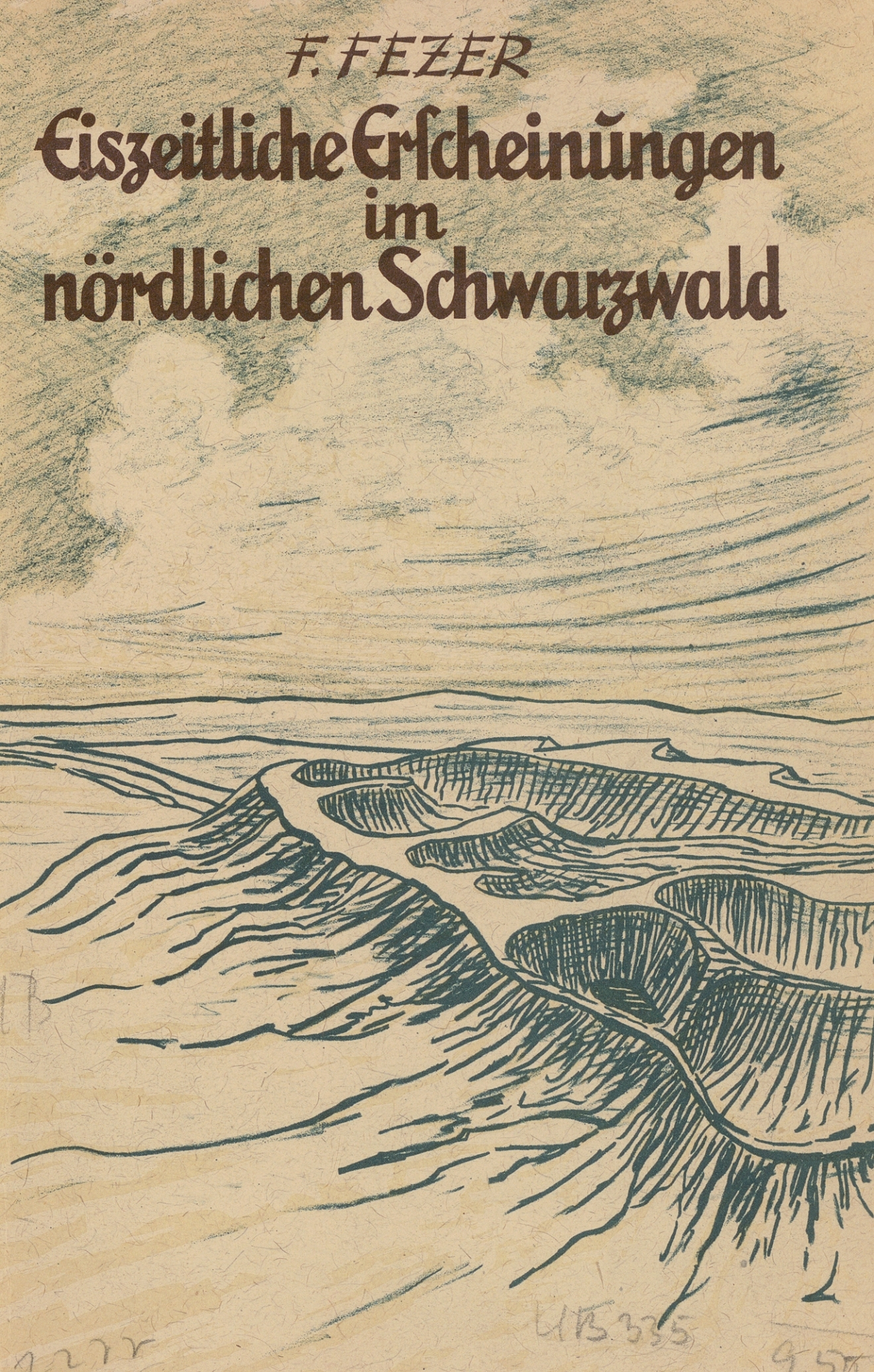
F. FEZER

Eiszeitliche Erscheinungen im nördlichen Schwarzwald



UB 335

FORSCHUNGEN
ZUR DEUTSCHEN LANDESKUNDE

Eiszeitliche Erscheinungen im nördlichen Schwarzwald

von

FRITZ FEZER
Diplomgeologe

SELBSTVERLAG DER BUNDESANSTALT FÜR LANDESKUNDE

1885-1956

Die „Forschungen zur deutschen Landeskunde", begründet vor mehr als einem halben Jahrhundert durch den Deutschen Geographentag, zählen in der Reihe der wissenschaftlichen Veröffentlichungen über deutsches Land und Volk zu den ältesten und angesehensten. Von ihnen sind entscheidende Anregungen für die landeskundliche Forschung ausgegangen, und sie können sich das Verdienst zuschreiben, große Lücken der deutschen Landeskunde ausgefüllt zu haben. Jedoch ihre Aufgaben sind bei weitem nicht erfüllt. Die Methoden landeskundlicher Forschung und Darstellung werden verfeinert, und viele Gebiete harren noch der Bearbeitung. Vor allem stellen Gegenwart und Zukunft die deutsche Landeskunde vor besonders ernste Aufgaben. Forschungsgegenstand ist sowohl die Landesnatur wie die vom Bewohner gestaltete Kulturlandschaft. Wirtschaft und Siedlung sollen darüber hinaus in ihren eigenen erdräumlichen Problemen besondere Beachtung finden. Bevölkerungsgeographischen und sozialgeographischen Fragen gilt besonderes Interesse. Neben Arbeiten, die eine Überschau über größere Räume und Teilgebiete bringen, stehen landeskundliche Einzeldarstellungen. Auf eine Ausstattung mit wissenschaftlich und technisch einwandfreien Karten, Skizzen und Bildern ist besonderes Gewicht gelegt. Die „Forschungen" sollen vor allem dem Forscher und Lehrer Rüst- und Werkzeug sein; sie wenden sich darüber hinaus an alle, denen es um die Erkenntnis deutschen Landes und Volkes zu tun ist und die deutsches Land und Volk betreuen und verwalten. Die Lebensfragen des deutschen Volkes sollen mehr noch als bisher den Inhalt der einzelnen Bände bestimmen.

Bisher erschienen 212 Einzelarbeiten in 87 Bänden

FORSCHUNGEN ZUR DEUTSCHEN LANDESKUNDE

Veröffentlichungen des Zentralausschusses für deutsche Landeskunde
und der Bundesanstalt für Landeskunde

Herausgegeben in Verbindung mit
H. Kinzl, Th. Kraus, F. Metz, C. Schott, C. Troll,
von E. Meynen

Band 87

Eiszeitliche Erscheinungen im nördlichen Schwarzwald

von

FRITZ FEZER

Diplomgeologe

Arbeit aus dem Geographischen Institut der Technischen Hochschule Stuttgart

Mit 14 Abbildungen, 7 Karten und 9 Bildern

1957

SELBSTVERLAG DER BUNDESANSTALT FÜR LANDESKUNDE
REMAGEN/RH.

Zuschriften, die die Forschungen zur deutschen Landeskunde betreffen, sind zu richten an:
Dir. Prof. Dr. E. Meynen, Bundesanstalt für Landeskunde, Remagen/Rh.

NIEDERSACHS.
STAATS- U. UNIV.-
BIBLIOTHEK
GÖTTINGEN

Alle Rechte vorbehalten
Printed in Germany
Druck: Egenolff-Presse, Boppard/Rh.

Z 1957.1355 z

VORWORT

Ende 1948 stellte mir mein hochverehrter Lehrer, Herr Professor Lautensach, als Dissertation folgendes Problem: Entweder sind die zahlreichen Karnischen des Nordschwarzwalds echte Kare; dann müßte hier die Schneegrenze besonders tief gelegen haben; oder die Schneegrenze lag wie im übrigen Deutschland über 900 m hoch; dann könnte es sich aber kaum um echte Kare handeln.

1949 untersuchte ich einige Monate lang Kare und Quelltrichter, besonders im badischen Teil des Nordschwarzwalds, weil dort die Kare meist nicht auf den geologischen Karten verzeichnet sind. Reisen in den Südschwarzwald, in die Vogesen und in den Bayrischen Wald dienten dem Vergleich.

Im Verlauf der weiteren Untersuchungen stieß ich auf zahlreiche Wirkungen des Eiszeitklimas. Vor allem interessierte mich der Gehängeschutt, da über ihn fast gar nichts bekannt war.

Allen denen, die mich bei der Untersuchung wie bei der Abfassung unterstützt haben, möchte ich hiermit herzlich danken, ganz besonders Herrn Professor Lautensach. Wertvolle Ratschläge gaben mir Herr Dr. Weidenbach und Herr Prof. Dr. Aldinger. Herr Prof. Dr. Gg. Wagner hat Teil I dieser Arbeit (Die Kare) mit wertvollen Bemerkungen versehen, die in die endgültige Fassung verarbeitet worden sind. Die klimatischen Angaben verdanke ich meist Herrn Dr. Elwert und Herrn Helbig in Tübingen, die mir unveröffentlichtes Material freundlich zur Verfügung stellten. Dank sei auch der Hauptvermessungsabteilung XII in Reutlingen, die mich in vergriffene Karten Einsicht nehmen ließ, sowie den zahlreichen Förstern, Bauern und Lehrern, nicht zuletzt meinen Freunden Ernst Schmelzle in Freudenstadt und Fritz Gäckle in Rotenbach, die mir wertvolle Hinweise gaben und mich oft gastfreundlich aufnahmen.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung 1

Umgrenzung des bearbeiteten Gebiets 1
Geologischer Überblick 1
Die Schichtenlagerung 3
Das Großrelief 4
Kleinformen des Reliefs 4

I. **Die Kare** 7

Die Entwicklung der Forschung und ihr heutiger Stand 7
Die Form der Kare 12

Die Deutlichkeitsgruppen 16
Gruppe 10. Kare mit heutigen Seen 18
Gruppe 9. Kare mit Seen noch in historischer Zeit 21
Gruppe 8. Weitere Kare mit ehemaligen Seen 24
Gruppe 7. Weitere sehr deutliche Kare, aber wohl ohne See 25
Gruppe 6. Weitere deutliche Kare 26
Gruppe 5. Unsichere Karformen 28
Gruppe 4. Zweifelhafte Karformen 29
Gruppe 3. Durch Schnee-Erosion geringfügig veränderte Quelltrichter und Talböden 30
Gruppe 2. Quelltrichter, Quellrinnen und Talböden, wahrscheinlich nicht durch Schnee-Erosion umgeformt 31
Gruppe 1. Quelltrichter, Quellmulden und Quellrinnen, Hangmulden und Talböden mit Karähnlichkeit 32
Subaerische Gruppe (Deutlichkeit 0). Quelltrichter, Quellmulden und Quellrinnen ohne Karähnlichkeit 33

Die Sonderformen 33
Zwillingskare 34
Treppenkare 35
Mehrphasenkare 36
Karböden auf der Talsohle 39
Nischen und Wälle am Langenwald 40

Die Verbreitung der Kare 42
Verbreitung der Kare in den einzelnen Gesteinsschichten 42
Beziehungen zu den Vorformen 43
Die Exposition der Kare 44
Der Einfluß der Meereshöhe 47
Die Verbreitung der Kare in den einzelnen Teilen des Nordschwarzwalds 49
Schlüsse auf das eiszeitliche Klima des Nordschwarzwalds 51
Das Alter der Nordschwarzwaldkare 53
Die Zerstörung der Kare 54
Die Kare heute 54

Zusammenfassung von Teil I 55

II. **Periglaziale Erscheinungen** 56

Ältere Untersuchungen 56

Schuttdecken 57

Die Schuttdecken der Hochflächen mit 0–2° Neigung 57
Schuttdecken auf über 2° geneigten Flächen 58
Einfluß des Muttergesteins 61
Bedeutung der Tektonik 63
Anzeichen auf Bildungsweise und Alter der Schuttdecken 63
Wie entstanden die Schuttdecken? 68
Praktische Bedeutung der Schuttdecken 69

Blockströme, Blockmeere und Blockhalden 72

Fließerdeterrassen 76

Asymmetrische Täler 80

Zusammenfassung von Teil II 81

Schrifttum 82

TABELLEN, ABBILDUNGEN, KARTEN

Tab. 1 Lage, Name und Form der Kare und karähnlichen Nischen
Tab. 2 Beobachtete Bodenbewegungen der Jahre 1946–51
Tab. 3 Blockmeere, Blockströme und Blockhalden
Tab. 4 Einzelne Fließerdeterrassen (Stufenbildungen in den Talanfängen)
Tab. 5 Asymmetrische Tälchen im Nordschwarzwald
Tab. 6 Größere Täler mit asymmetrischem Querprofil

Abb. 1 Verbreitung der Nischen in den einzelnen Gesteinsschichten
Abb. 2 Zahl der Kare und der heutigen Schneereste je nach Exposition
Abb. 3 Deutlichkeit der Nischen je nach Exposition und Meereshöhe
Abb. 4 Dauer der Schneedecke 1938
Abb. 5 Plattensandsteinbruch Dietlingen bei Neuenbürg
Abb. 6 Zahl der Aufschlüsse mit Anreicherung des groben Materials
Abb. 7 Größte Stücklänge im Schutt verschiedener Gesteine
Abb. 8 Mittlere Schuttmächtigkeit verschiedener Gesteine
Abb. 9 Mit Schutt überdeckte Murgterasse im Stbr. Faißt in Baiersbronn
Abb. 10 Profil durch die Volzemer Steine NW Wildbad
Abb. 11 Querschnitt durch zwei Blockströme am Schliffkopf
Abb. 12 Zahl der Mulden mit Fließerdeterrassen und der Kare zum Vergleich
Abb. 13 Verbreitung von Blockmeeren, Fließerdeterrassen und asymmetrischen Tälern
Abb. 14 Profil durch die zweite Fließerdeterrasse am Gäbelesbronnen

Karte 1 Lage und Form der Kare des Nordschwarzwaldes
Karte 2 „Alter Weiher“
Karte 3 Kar unter dem Nonnenstein
Karte 4 Die Sulzmiß
Karte 5 Die Ruhesteinkare
Karte 6 Die Langenwaldkare
Karte 7 Fließerdeterrassen am Gäbelesbronnen

EINLEITUNG

UMGRENZUNG DES BEARBEITETEN GEBIETS

Der Schwarzwald ragt so hoch aus seiner Umgebung heraus und hebt sich auch durch seinen Waldreichtum so stark von ihr ab, daß er schon von jeher als einheitliche Landschaft aufgefaßt wurde. Als genaue Grenze wählen *Gradmann* und andere die Linie, an der die älteren Formationen einschließlich des Buntsandsteins von jüngeren überdeckt werden.

Da im Süd- und Mittelschwarzwald auch in neuester Zeit eifrig nach Eiszeitspuren gesucht wurde, konnte ich mich auf das Gebiet nördlich der Kinzig beschränken. Diese fließt in einer tektonischen Mulde; außerdem wirkt ihr breites Tal als orographische und klimatische Ausbuchtung der Oberrheinebene, so daß sich hier am ehesten eine Grenze ziehen läßt.

Bei der großen Ausdehnung des Gebiets konnte ich nicht alle fraglichen Stellen persönlich ansehen. Genauer untersucht wurde vor allem die weitere Umgebung von Freudenstadt und von Neuenbürg, am flüchtigsten das Gebiet der unteren Rench und Acher.

GEOLOGISCHER ÜBERBLICK

Der Nordschwarzwald ist durch württembergische und badische Geologen ausgezeichnet aufgenommen. Zur Übersicht dient die geologische Karte von Württemberg 1 : 200 000, die noch erstaunlich genau ist. Außerdem sind alle Blätter der Geologischen Spezialkarte 1 : 25 000 mit ihren Erläuterungen erschienen, so daß dieses Kapitel kurz gefaßt werden kann.

Die ältesten Gesteine sind die Gneise. Man teilt sie seit *Rosenbusch* und *Sauer* in Rench- und Schapbachgneise. Die Renchgneise werden als metamorphe Sedimente, die Schapbachgneise als umgewandelte Massengesteine aufgefaßt. Eine dritte Gruppe, die der Kinzigit-Gneise, stellt bereits einen gewissen Übergang zu den Graniten dar. Nach den neuesten Forschungen *Mehnerts* (1949, S. 1) sind sie sogar wesentlich ausgedehnter, als man bisher annahm.

Die Renchgneise (gn ρ) verwittern zu Lehm, Grus oder Schutt von höchstens kleinen Stücken. Da sie jedoch von sehr verschiedenartigen Sedimenten abstammen, kommen gelegentlich recht widerstandsfähige Lagen vor, die sogar einen Transport als Blöcke ausgehalten haben. Von solchen sind zum Beispiel die Glimmerquarzite beim Hirzighof auf Blatt Obertal-Seebach und am Huzenbacher Seebach auf Blatt Baiersbronn geradezu bedeckt.

Die Schapbachgneise (gn ς) sind etwas gleichmäßiger ausgebildet und leisten auch der Verwitterung mehr Widerstand; ihr Schutt ist wesentlich gröber als der der Renchgneise.

Im Unterkarbon wurde nun diese Gneismasse von Graniten (G) durchsetzt; so im Süden unseres Gebiets von den Ausläufern des Triberger Massivs

(meist Biotitgranit), im Norden vom Forbachgranit, der sehr verschieden ausgebildet ist: Die Muskovitgranite sind wahrscheinlich langsamer erstarrt, haben daher weniger Abkühlungsklüfte und gröberes Korn (Orthoklase bis zu 5 cm Länge), so daß sie zu riesigen Blöcken zerfallen.

Im Gneisgebiet gibt es wenig Steinbrüche. Für Straßenschotter werden hier meist Ganggranite abgebaut. Sie wittern manchmal als Rippen aus dem Berghang heraus. Da sie schon primär dünnplattig zerklüftet sind, liefern sie beim Verwittern nur kleine Stücke.

Im Perm drangen nur noch einige Porphyr-Stöcke (P) empor, die wegen ihrer Härte der Abtragung den größten Widerstand entgegensetzen und schon von weitem an den großen Steinbrüchen zu erkennen sind. Zur Permzeit herrschte ein Wüstenklima, so daß der scharfkantige Schutt nicht von Flüssen fortgetragen wurde, sondern in Mulden liegen blieb. Die daraus hervorgegangenen Arkosen und Breccien des Rotliegenden sind wie das kristalline Grundgebirge wasserundurchlässig und bilden einen hervorragenden Quellenhorizont. An einzelnen Stellen, so zum Beispiel bei Baden-Baden, sind sie verkieselt.

An die Ablagerungen des Rotliegenden schließt sich lückenlos der Untere Buntsandstein (su) an, so daß man seine untersten Schichten eigentlich in den Zechstein stellen müßte. Der Untere Buntsandstein ist im Mittel 50 m mächtig und hat zwischen den an ihren Manganflecken leicht kenntlichen „Tigersandsteinen" viele Tonbänke, die das Wasser stauen. Im allgemeinen sind die Sandsteine durch ein tonig-kaolinisches Bindemittel nur locker zusammengehalten, so daß sie leicht verwittern. Nur lokal bilden die Tigersandsteine kleine Schichtstufen.

Das nun folgende Ecksche Konglomerat (smc1 oder kurz c1) unterscheidet sich vom su meist deutlich durch das gröbere Korn der Sandsteine und seine rosa bis tiefrote Farbe. Die etwa 50 m mächtige Schichtengruppe beginnt mit Sandsteinen, in die nach oben immer mehr Nester von Konglomeraten und Tonbänke eingelagert sind. Die Sandsteine und Konglomerate sind meist ziemlich mürbe, da sie höchstens toniges Bindemittel enthalten. Sie zerfallen zu Sand oder Grus, nur bei Wildschapbach, Forbach und Baiersbronn haben sie Blöcke geliefert, im Kar „Steinmisse" sogar ein Prachtstück von 24 x 17 x 7 m. Die Gerölle der Konglomerate bestehen vorwiegend aus Quarz, unterscheiden sich aber vom Hauptkonglomerat (smc2) durch einen kleinen Anteil von Granit und Porphyr. Sie sind meist nur erbsengroß, erst in den oberen Schichten kommen größere vor, vielfach sind sie nur kantengerundet und walzenförmig. Da sie chemisch und mechanisch schwer angreifbar sind, bilden sie hervorragende Leitstücke im Schutt. Die Tonbänke in den oberen Schichten bilden den zweiten Hauptquellhorizont des Schwarzwalds, während an der Grenze gegen den tonigen Unteren Buntsandstein seltener Quellen austreten.

Der Mittlere geröllfreie Hauptbuntsandstein (sm) liefert mit seinen bis 4 m mächtigen, hellrosa, oft verkieselten Bänken ausgezeichnete Bausteine, so daß er oft nur Bausandstein genannt wird. Wegen seiner Kürze wird dieser Ausdruck hier ausschließlich gebraucht. Die Mächtigkeit schwillt von wenigen Metern an der Kinzig bis auf 200 m an der Unteren Murg an. Die Bänke

werden durch breite Klüfte senkrecht unterteilt, die auch in den einzelnen tonigen Sandsteinen nicht wieder geschlossen worden sind, so daß in ihnen alles Wasser rasch versickert. Zutage kommt es erst an der Basis des Bausandsteins. Durch diese starken Quellen werden dessen untere, weichere Schichten ausgewaschen und damit die oberen, härteren Bänke unterminiert, bis diese nachstürzen. Diese Erscheinung wird in Schwaben „Schliff" genannt; von ihr hat auch der Schliffkopf seinen Namen. Die durch Bankung und Klüftung abgetrennten Blöcke werden durch ihre Festigkeit im Gehängeschutt stark angereichert, ja oft vorherrschend, zuweilen bedeckt der sm-Schutt noch das oberste Kristallin. Ebenso entstammen die meisten Buntsandsteinschotter der Flüsse dem sm.

Ebenso wichtig als Blocklieferant ist das Obere oder Hauptkonglomerat (smc2 oder kurz c2), dessen Mächtigkeit im Mittel 50 m beträgt, aber nach SW abnimmt. Den Hauptteil nehmen grobe Sandsteine ein, die nach oben immer feinkörniger werden. Wichtig ist nun, daß sie häufig von Konglomeratbänken, in den oberen Schichten auch von tonigen bis sandigen Schichten unterbrochen werden. Diese schlossen vielfach die Klüfte wieder und verursachen so einzelne Quellen (z. B. Hornisgrinde). Sandsteine und Konglomerate sind häufig verkieselt und so gut wie unverwüstlich; sie bilden daher wichtige Leitstücke im Gehängeschutt, während dort vom smc1 sich nur die Gerölle finden. Diese, die sogenannten „Gaggela", sind auch im smc2 erbsen- bis walnußgroß und meist weiße Quarze, während kristalline Gerölle fast ganz fehlen.

Sobald die Konglomerate aufhören, läßt man den 40 m mächtigen Oberen Buntsandstein (so) beginnen. Er ist leicht an seinem feinen Korn und seinem Glimmerreichtum zu erkennen. Die Bänke gehen nach oben in feinere Platten über; daher heißen die mittleren Schichten auch Plattensandsteine. Die Farbe wechselt von blutrot zu violett, weiß oder grün. In den violetten Lagen finden sich Nester von Dolomit, der weitgehend durch Karneol ersetzt ist. Seine fleisch- bis dunkelroten Splitter sind im Gehängeschutt weit verschleppt, gelegentlich auch harte Partien der Plattensandsteine.

Nach oben zu nehmen auch tonige Lagen überhand, um schließlich in den karminroten Rötmergeln 4 m Mächtigkeit zu erreichen. Diese bilden einen wichtigen Quellhorizont auf der dicht besiedelten Ostabdachung des Schwarzwalds.

Mit dem Untertauchen des Buntsandsteins unter den Unteren Muschelkalk (mu), der wegen seiner wellenförmigen Schichtung auch Wellengebirge genannt wird, hört zwar der Schwarzwald auf; doch sind von dieser Formation noch manche Inseln auf der Buntsandsteinhochfläche erhalten und haben Bruchstücke in den Gehängeschutt geliefert. Als Meeressedimente unterscheiden sie sich schon von weitem durch ihre graugelbe bis Schwarzgraue Farbe vom roten Buntsandstein, so daß man leicht den Weg und die Entfernung ermitteln kann, die sie zurückgelegt haben.

DIE SCHICHTENLAGERUNG

Für die Morphologie ist auch die Lagerung sehr wichtig. Dabei zeigt sich der Nordschwarzwald als gewölbter Horst; seine „tektonische Kammlinie" zieht

nach *Gg. Wagner* (1929, S. 245) vom Feldberg über Hausach – Lettstädter Höhe – Kniebis – Schliffkopf zur Hornisgrinde und biegt von dort als „Schwäbisch-Fränkischer Sattel" über Hohloh – Wildbad – Liebenzell nach ONO.

Die starke, großenteils wohl pleistozäne Aufwölbung, sowie auch schon frühere Bewegungen verursachten zahlreiche Verwerfungen und Klüfte (im Kristallin sind jene allerdings z. T. schon beim Erkalten entstanden). Sie streichen meist hercynisch oder rheinisch; aber auch einige variskische von ehrwürdigem paläozoischen Alter regten sich wieder.

Östlich der tektonischen Kammlinie fallen die Buntsandsteinschichten mit wechselnder, aber meist schwacher Neigung nach Südosten und Osten, nördlich der Linie etwas steiler nach Norden und westlich davon nach Westen, soweit sie dort noch erhalten sind.

DAS GROSSRELIEF

Da die Hebung erst jung ist, fällt der Gebirgskamm noch auf weite Strecken mit der tektonischen Kammlinie zusammen. Nur im Bereich der Kinzig befindet sich eine Einmuldung; ihr entlang ist der Fluß weit nach Osten vorgedrungen.

Östlich des Kamms bilden die Buntsandsteinschichten noch überall breite Hochflächen, wenn auch die meisten Zuflüsse von Murg und Acher schon ins Kristallin eingetieft sind und so einzelne, sargdeckelartige Bundsandsteinplateaus abgliedern.

Westlich der Kammlinie sind die Buntsandsteinschichten schon weitgehend abgetragen. Nur zwischen Rench und Kinzig bilden sie noch schmale, langgestreckte Kämme, manchmal auch schöngeschwungene Kegel (Merkur, Überskopf bei Peterstal). Die Hauptrolle spielen hier Kuppen aus Granit und Gneis und Plateaus aus Porphyr.

Dort, wo der Buntsandstein gerade erst abgeräumt ist, also an den kleinen Ebenheiten direkt an der Buntsandsteinstufe, stellen diese die alte, jetzt wieder aufgedeckte, permische Rumpffläche dar.

Die Jugendlichkeit des Reliefs zeigt sich überall: Alle Bäche, besonders die auf der Rheinseite und im Bereich des Schwäbisch-Fränkischen Sattels, haben starkes Gefälle und transportieren bei Hochwasser stattliche Gerölle. Die Talhänge sind sehr steil; im oberen Achertal zum Beispiel auf längere Strecken 34°. Obwohl östlich des Kammes die Täler nicht so tief eingeschnitten sind, sind doch die Talwände oft ebenso steil wie westlich davon.

KLEINFORMEN DES RELIEFS

Wo die Buntsandsteinschichten noch deckenförmig erhalten sind, also östlich des Kamms, bilden sich Grundwasser-Stockwerke über den undurchlässigen, tonigen Schichten. Da diese nach SO und O fallen, finden sich auf diesen Seiten auch die meisten Schichtquellen. Ein wichtiger Quellhorizont liegt an der Grenze Bausandstein/*Eck*sches Konglomerat; es können jedoch auch etwas höhere und

vor allem tiefere Lagen eine Rolle spielen. Alle diese wasserhaltenden Schichten sind wenig widerstandsfähig. Aber über ihnen folgen die harten, dickbankigen Bausandsteine. Diese sind sehr standfest und können bei Unterschneidung sogar überhängende Felsen bilden; meist stürzen sie aber nach. Später geht die Unterschneidung weiter, schließlich können mehrere Quellstränge auf einen Punkt zusammenstrahlen und einen Quelltrichter bilden (*Schmitthenner*, 1913, S. 26).

Die steilen Wände eines solchen Quelltrichters sind aber meist nicht gleichmäßig gerundet, sondern jede einzelne der Quellen schafft eine kleine Einkerbung. Die Quellbäche laufen verhältnismäßig steil auf einen Mittelpunkt zu, das Querprofil ist also V-förmig. Noch steiler (bis zu 40°) sind die Wände über jeder der einzelnen Quellen, da sie dort ständig unterschnitten werden. Nach oben gehen sie meist ganz allmählich in die Plateau-Oberfläche über. Die Wände konvergieren über der Hauptquelle in spitzem Winkel; manchmal etwas abgerundet (aber die Rundung der Wand ist höchstens ein Halbkreis, nie ein Dreiviertelkreis). Die Höhenlinien verlaufen keil- bis lanzettförmig.

Das Längsprofil der Quelltrichter bildet eine sich nach unten immer mehr verflachende Kurve.

Da die Schichtquellen vorwiegend im Osten der Buntsandsteinplateaus liegen, kommen dort auch die meisten Quelltrichter vor. Die Westhänge der Täler sind daher viel stärker gegliedert, worauf besonders Gg. *Wagner* 1929 aufmerksam gemacht hat.

Westlich und nördlich der Kammlinie, wo der Buntsandstein fast nur noch Kämme bildet, fließen nach meinen Beobachtungen die Quellen an der sm/c1 – Grenze nur kurze Zeit im Frühjahr. Im übrigen versickert das Wasser bis zum Grundgebirge oder in dessen Schuttmantel, bzw. dessen Klüften noch weiter. Die periodischen Quellen im Buntsandstein können nur wenig erodieren und werden außerdem von den Dauerquellen im Kristallin unterschnitten; daher verflacht sich die Hohlform erst an diesen etwas, ist dagegen im übrigen oft bis zu 30° steil. Ich möchte die Hohlform Quellrinne nennen.

Die beiden Flächenhälften der Rinne stoßen an der Kante unter einem Winkel von 120–150° aneinander. Die Höhenlinien auf der Karte stellen daher ein weitgeöffnetes, an der Spitze etwas abgestumpftes V dar. Das Längsprofil ist eine Gerade von 150–300 m Länge und 100–200 m Höhenunterschied. Es gibt aber auch lange Rinnen, die vom Hauptkonglomerat (c2) bis 100 m unter die Grenze des Kristallins durchlaufen.

Entsprechend ihrer Entstehung finden sich Quellrinnen überall dort, wo sich die Quelltrichter wegen Wassermangel nicht mehr weiterentwickeln können. Das gilt für die schmalen Buntsandsteinkämme auf den Blättern Gengenbach, Zell und Oberwolfach, wo alles Wasser rasch abläuft oder versickert, wie auch für die Westseite der Buntsandsteinstufe (z. B. am Schliffkopf), wo das Grundwasser mit dem Schichtenfallen nach SO wegläuft. Die Nische 170 („Althaus", s. Tab. 1) und das unten beschriebene „Steinteich" sind Rinnen, und auf Blatt Bühlertal kommen sie ebenfalls vor.

Am unteren Rande der Quellrinnen und dort, wo der Buntsandstein schon ganz abgetragen ist, findet sich die für das kristalline Grundgebirge typische

Quellmulde. Wie schon *Schmitthenner* (1913, S. 29) gezeigt hat, hat sie hinten und auf den Seiten nur flache Hänge und eine flache Sohle. Er führt die Form darauf zurück, daß alles Wasser im Schuttmantel oberflächlich abfließt und es so nirgends zu so starken Wasseraustritten kommt wie in den Schichtquellen des Buntsandsteins. Außerdem bewirken diese Wässer bestenfalls Rutschungen, keine Unterschneidungen.

I

DIE KARE

DIE ENTWICKLUNG DER FORSCHUNG UND IHR HEUTIGER STAND

Einen besonderen Reiz des Schwarzwalds bilden seine stillen, dunklen Seen. Tief in die bewaldeten Berghänge eingesenkt, verborgen und weitab von Straßen und Dörfern, überraschen sie den Wanderer, nachdem er sich an den unendlichen Buntsandsteinhöhen sattgesehen hat. In ähnlichen Nischen findet er wenigstens im Frühjahr noch kleine Wasserlachen. Auf der Karte stehen dann Bezeichnungen wie „Blinder See" oder „Weiher". Sie zeigen ihm, daß hier noch vor wenigen Jahrhunderten ein See bestand. In anderen Kesseln steht auf der Karte die Bezeichnung „Misse", die „sumpfige Stelle" bedeutet. Die Moore sind aber heute fast alle entwässert und mit Fichten bepflanzt.

Schon der Volksmund hat unseren Nischen recht bezeichnende Namen gegeben: Es gibt 23 „Löcher", 12 „Gruben", 5 „Kessel", 4 „Gründe" und 2 „Wannen". An ihre steilen Wände erinnern Namen wie „Wändle", „Teufelskamin", „Teufelsries" (= Rutsche), mehrere „Teufelskanzeln" an überhängende Felsen.

Die Seen sind natürlich am bekanntesten geworden; ihre düstere Einsamkeit lockte zur Sagenbildung. So wurde der Mummelsee zum kristallenen Haus der Nixen (schwäbisch „Mummeln"). Die erste wissenschaftliche Beschreibung stammt von Oberforstrat *Arnsperger*. Er erkannte 1853 ihre Gleichartigkeit, indem er sie einerseits den Becken von Schluchsee und Titisee, andererseits den „Öllachen" auf den Hochebenen gegenüberstellt. Unter diesen versteht er die Moorseen Wildsee, Hornsee und Hohllohsee bei Wildbad. In der Erkenntnis, daß durch gewöhnliche Ereignisse keine Seen entstehen, greift er für seine Erklärung zu außergewöhnlichen Ursachen: Ein Bergsturz – sagt er – wird in einem engen Tobel zunächst festgehalten; das dadurch aufgestaute Quellwasser verursacht einen zweiten Sturz, der dann durch das Wasser bis auf ebene, tiefer verwitterte Strecken getrieben wird, diese „aufwühlt" und ein tiefes Becken „ausstößt". Seiner Erklärung, die in veränderter Form immer wieder auftaucht, lag die Beobachtung zugrunde, daß Ausbruchsnischen von Bergstürzen oft den „Lehnsesselwäden" der Seen ähnlich, allerdings viel kleiner sind.

In der „Beschreibung des Oberamts Freudenstadt" von 1858 werden bereits die Seen mit einigen vermoorten Nischen zusammengefaßt und als Amphitheater bezeichnet.

Als erster vergleicht 1882 *Partsch* „diese Bergseen, welche von hohen, in Lehnstuhlform einwärts gekrümmten Seewänden überragt werden", mit den Seen des Böhmerwalds, und betont, daß solche Seen nur in vergletscherten Gebieten vorkommen. Aber seine Erklärung durch glaziale Erosion blieb umstritten und war wohl auch nicht sehr bekannt geworden; denn noch 1885 (S. 16) wird sie sogar von *Platz*, der schon 1878 Seen im Südschwarzwald als glazial erkannt und zahlreiche Endmoränen entdeckt hatte, nicht einmal erwähnt. Er vermutete

vielmehr ähnlich wie *Arnsperger* ihren Ursprung in „partiellen Einstürzen, welche wohl durch Auswaschung lockerer Schichten durch Quellen veranlaßt wurden, vielleicht auch von seitlichen Bergstürzen oder Abrutschungen".

Erst 1894 stellten *Sauer* und *C. Regelmann* unabhängig voneinander eindeutig fest, daß Ellbach- und Glaswaldsee glaziale „Zirkusseen" sind, *Sauer* vor allem durch Vergleich mit den Vogesenseen, deren glaziale Entstehung kurz zuvor durch zahlreiche Gletscherschliffe sicher belegt worden war. Der wirklich modellartige Ellbachsee war einige Jahrzehnte vorher abgelassen worden und seine Moräne, sein „Riegel". wie ihn *Regelmann* nennt, durch einen breiten Fahrweg 10 m hoch aufgeschlossen worden. *Sauer* betont nun (S. 203), daß nicht nur die Form des Riegelwalles, sondern auch seine Struktur für Moränen typisch ist. „Es handelt sich um keinen gewöhnlichen Buntsandstein-Gehängeschutt . . . dazu sind die Fragmente darin zu kubisch, ferner meist deutlich kantenbestoßen oder völlig gerundet."

C. Regelmann, der damals Höhenaufnahmen für die württembergischen Flurkarten 1 : 2500 durchführte, stieß dabei noch auf 50 weitere Kare, teils in der Umgebung des Ellbachsees, teils weiter südlich in der Nähe des „Alten Weihers" und bei Freudenstadt. Je nach ihrer Höhenlage ordnet er sie verschiedenen Phasen zu. Durch gleichzeitige „Moränen"-Funde im Neckarland kommt er zu der Vorstellung, daß der ganze Schwarzwald vergletschert war. 1903 gibt er schon 101 Kare im Nordschwarzwald an.

Der Zusammenhang der Zirkusseen mit Glazialerscheinungen war jetzt allgemein anerkannt; aber noch immer war die Entstehungsweise ungeklärt. Erst *E. Richter* brachte 1896 aus Norwegen, wo er die „Botner" (= Kare) sozusagen auf jungfräulichem, weil vom Inlandeis völlig überformten Boden vor seinen Augen entstehen sah, eine Theorie mit, die in den wesentlichen Punkten auch heute noch anerkannt wird: Frostwirkung am aperen Hang über einem selbständigen Firnfleck verursacht Wandverwitterung, das abgesprengte Material wird vom Firn mitgenommen, schleift den Karboden aus und bleibt am abschmelzenden Ende als Moräne liegen. Da isolierte Firnflecken sich nur in der Nähe der Schneegrenze bilden, glaubte *Richter* umgekehrt, die Kare zur Bestimmung der Schneegrenze benützen zu können.

Die badischen geologischen Kartenblätter Oppenau-Peterstal, Gengenbach und Oberwolfach, die 1895–97 erschienen sind, enthalten keine Karsignaturen, weil auf die Kare nicht geachtet wurde oder weil keine vorhanden sind. Von 1900 an wurden sie dagegen mit großer Genauigkeit und mit fast zu großer Betonung dargestellt. So erschien 1904 das Blatt Freudenstadt von *Martin Schmidt* und *Rau* mit 26 Karen. Von den großen Talgletschern *C. Regelmanns* fanden sie fast keine Spuren und gaben daher diese Vorstellung, zumindest für die letzte Eiszeit, ganz auf. 1907 erschien das Blatt Obertal-Kniebis von *K. Regelmann,* das noch etwas von den Vorstellungen seines Vaters *C. Regelmann* beeinflußt erscheint, aber sonst die Kare recht zuverlässig angibt, 1908 Baiersbronn von ihm und *Rau,* Simmersfeld von *Bräuhäuser, A.* und *M. Schmidt,* 1911 Enzklösterle und Wildbad von *K. Regelmann,* sowie Alpirsbach von *Bräuhäuser* und *Sauer,* 1916 Bühlertal von *Thürach* und *Herrmann,* 1934 Neuenbürg von *Frank,* sowie Baden-Baden von *Bilharz* (neue Auflage) und als letztes 1935 Loffenau von *K.*

Regelmann und *Frank*. Ihre Auffassungen, was noch zu den Karen zu rechnen sei und was nicht mehr, waren aber sehr verschieden; vorsichtig waren *Rau, Bräuhäuser* und *Frank*, ausgesprochene Glazialisten waren *Thürach* und *K. Regelmann*, welche an den 200 auf den Karten verzeichneten Karen stark beteiligt waren.

Besonders eingehnd hat sich *Martin Schmidt* mit den Karen befaßt. Die deutliche Ausbildung der Karmoränen zwang ihn, die Nordschwarzwaldkare in die Würmeiszeit zu stellen. Die würmeiszeitliche Schneegrenze hatte 1904 *Partsch* für Südwestdeutschland auf 950 m bestimmt. Ein mit dem Thema dieser Arbeit eng verknüpftes Problem hat *M. Schmidt* schon 1907 (S. 20) mit seiner Feststellung erkannt, daß bei einer Schneegrenze von 850 m das karreiche Freudenstädter Gebiet weit unterhalb der Firnregion liegt. Das tiefste Kar in 580 m Höhe läge sogar 270 m tiefer. Beobachtungen in den Ostalpen führen ihn auch zu einer Lösung: So, wie heute Kargletscher bis 300 m unter der klimatischen Schneegrenze, aber in den aus der Eiszeit ererbten Karformen vorkommen, die für die Erhaltung von Schnee besonders günstig sind (*Schulz*, 1905, S. 17), so könnten die tiefen Kare des Schwarzwalds in der Würmeiszeit entstanden sein, indem sich Firn in die Karformen der Riß-Eiszeit abgelagert hat. Indem er nun mit *Penck* annimmt, daß die Schneegrenze in der Riß-Eiszeit 100–150 m tiefer lag als in der Würmeiszeit, kommt er für die Rißeiszeit auf 700 m NN. Bei dieser Lage konnte sich genug Firn in Quelltrichtern über 580 m NN sammeln, um diese auszuweiten, die Wände zu versteilen, die Böden zu verebnen und die Riegel aufzuhäufen. Im Riß-Würm-Interglazial sollen dann die Gefällsknicke verwischt und die Karmoränen abgetragen worden sein. In der Würmeiszeit lagerte sich dann in den über 600 m hoch gelegenen Rißkaren nochmals Firn ein, der die Kanten wieder verschärfte und neue Moränen anhäufte.

Indem *Klute* 1911 nicht von den Karen, sondern von heutigen Schneeresten im Frühsommer ausging, brachte er die Forschung ein gutes Stück vorwärts. Von 40 Schneeresten des Nordschwarzwalds lagen nämlich 27 in der Nähe von Gletscherspuren, die anderen 13 fast alle westlich des Hauptkamms. Die Übereinstimmung gilt nicht nur für die einzelnen Stellen, sondern ganz allgemein: Die Schneereste sind vorwiegend nach N, NO und O exponiert; auch schmelzen sie auf gleicher Meereshöhe im nördlichen Schwarzwald später ab als im südlichen – oder umgekehrt ausgedrückt: Die Linien der jeweils gleichzeitig abschmelzenden Reste senken sich nach Norden um etwa 100 m. Damit war für das eiszeitliche Absinken der Schneegrenze eine bezeichnende Parallele in der Gegenwart gefunden. In seiner Zusammenfassung (S. 54) sagt *Klute*: „Würde infolge Sinkens der Temperatur die heutige Schneegrenze der eiszeitlichen wieder gleichkommen, so hätten wir an all den Stellen mit Schneeresten wieder Gletscher, mit Ausnahme derjenigen, die orographisch ungünstig liegen und daher nur zu mehr oder weniger großen Firnfeldern anwachsen könnten."

Schmitthenner behandelte 1913 in seiner Morphologie des Nordschwarzwalds auch die Kare. *Martin Schmidts* Hypothese, die tiefgelegene Kare seien schon in der Rißzeit ausgearbeitet worden, hält er für unnötig. Aus dem Fehlen von gut erhaltenen und Zwillingskaren in den tieferen Lagen könne man genau so gut schließen, daß dort die Kare nur in der kältesten Phase der Würmzeit aktiv waren und daher schon am längsten der Zerstörung preisgegeben sind.

In der Zeit um 1900 wurden überall Gletscherspuren entdeckt, gelegentlich auch an solchen Stellen, wo gar keine sein konnten. Als Reaktion darauf schaute sich *Deecke* die Kare kritisch an und kommt 1918 zu dem Schluß: „Für die Buntsandsteinkare trifft es nur sehr bedingt zu, daß sie reine, echte Glazialprodukte sind." Die Hauptarbeit leisten Quellen, und die durch diese erzeugten Rutschungen sollen dann die Quellkessel erweitert haben. Nur „Lehnsesselwände, Schuttarmut des Bodens und die Steilheit der Nischenwände gehen auf Schneefüllung zurück." Alle andern Eigenschaften der Kare lassen sich auch außerhalb der Firnregion beobachten.

Brückner (1918, S. 54) lehnt für die Freudenstädter Kare jede Mitwirkung von Schnee ab. Er erkennt nur den Mummelsee als glazial an und leitet daraus eine Schneegrenzhöhe von 1000 m ab.

Deecke wird aber 1929 (S. 3) und 1932 (S. 149) n o c h skeptischer: „Die Kare rechne ich genetisch zu den durch Bergsturz und Bergschlipf entstandenen Hohlformen". Er ist sich aber darüber klar, daß ein Quelltrichter durch Schlipfe zwar vergrößert, aber nicht zu einem Kar werden kann. Daher soll durch eine darunterliegende harte Bank ein Abschluß der Erosion nach unten und durch Firn oder Lawinen der Schutt als Riegel aufgehäuft worden sein. In Wirklichkeit gibt es aber diese harten Bänke dort nicht; denn zur Entstehung der steilwandigen Quelltrichter unter den harten sm-Bänken sind ja gerade weiche smc1-Schichten notwendig.

Seit *Partsch* und *Richter* hat sich aber die allgemeine Karforschung kräftig weiterentwickelt, so daß man ihre Ergebnisse auch auf die Schwarzwaldkare anwenden muß:

Die erste der neueren Arbeiten stammt von *Högbom* (1914, S. 291) und zeigt für einige Kare auf Spitzbergen, daß sie nie vergletschert gewesen, sondern allein durch S c h n e e entstanden sind. Die Karböden sind in diesen Fällen fast eben, haben jedoch nie Gegenböschungen.

Die Bewegungs- und Erosionsleistung von Schnee hat *Bowman* 1916 in den Anden untersucht. Sein wichtigstes Ergebnis war, daß auch Schnee, nicht nur Eis, sich abwärts bewegt und den Untergrund „pflügt", und zwar umso stärker, je größer Gefälle und Mächtigkeit sind (bei 80 m Schneedicke werden sogar Gegensteigungen überflossen). Der bewegte Schnee kann Blöcke transportieren und den Schutt vom Gestein wegschieben; die Art der Erosion ist ebenso wie beim Gletscher, nur die Intensität ist etwa 5 mal kleiner. *Bowman* entwickelt daraus eine Hypothese der Karentstehung allein durch Schnee-Erosion: Bewegt sich der Schnee in einer Hohlform, so läßt beim Nachlassen des Gefälls die Erosion nach. während sie in der Nähe des Gefällknicks am stärksten ist und dort die Hohlform immer mehr vertieft.

Dege zeigte 1940, daß in Spitzbergen isolierte Schneeflecken, die jedes Jahr am gleichen Platz liegen, aber schon im Juni abschmelzen, karähnliche Hohlformen erzeugen. Nur sind die Ausmaße viel kleiner als bei den Karen (Fläche höchstens 0,1 ha, Wand nur 20 m hoch). Schuttwülste am unteren Ende der Schneeflecken sahen dagegen einer Moräne recht ähnlich.

Bowmans Ergebnisse wurden in neuester Zeit durch Untersuchungen der Schnee-Forschungsstelle Davos ergänzt (*Bucher,* 1950): Schneedecken kriechen

1–50 mm im Tag, und zwar umso schneller, je größer das Gefälle und je mächtiger und plastischer der Schnee ist. Die Plastizität steigt mit der Temperatur und nimmt mit dem Alter des Schnees ab, indem sich die Kriställchen durch Regelation zu immer größeren Kristallen und schließlich zu Eis verdichten. Außerdem werden beim „Altern" die zwischen den Körnern befindlichen flüssigen Teile (Eutektikum aus Wasser, gelösten Stickstoffsalzen und Gasen) allmählich ausgequetscht. Es ist klar, daß durch die steigende Festigkeit zwar die Geschwindigkeit sinkt, aber die Erosionskraft ansteigt.

In einer anderen Richtung bewegen sich die Forschungen von *Fels* (besonders 1929), der gegenüber der Glazialtheorie *(Richter, Penck)* die fluviatile Vorarbeit in den Vordergrund stellt.

Burger sucht 1933 einen vermittelnden Standpunkt einzunehmen und legt das Hauptgewicht auf den „Krümmungsdruck", also die starke Tiefenerosion des Eises am Gefällsknick.

In Nordengland und Wales kam *Louis* 1936 zu interessanten Ergebnissen: Durch Unterscheidung von Karen, die während der ganzen Würmeiszeit, zu Beginn und am Schluß oder nur am Schluß von Kargletschern erfüllt waren, ließ sich ein entscheidender Einfluß der Zeit auf die Karentwicklung nachweisen. Die erste Gruppe umfaßte die größten und deutlichsten Kare, die dritte dagegen nur unbedeutende Einmuldungen im Hang. *Louis* zeigt auf diese Weise, daß die Entstehung typischer Kare eine volle Eiszeit benötigt, während Stadialzeiten dafür nicht ausreichen.

W. V. Lewis modifiziert 1938 die alte Bergschrundtheorie von *Johnson, Hobbs* und *Penck* zur Schmelzwassertherorie: Nicht der Frost, oder die Blöcke, die in den Schrund hineingelangen, sondern das Schmelzwasser spielt die Hauptrolle, indem es Spalten durch Schmelzen erweitert und vertieft, andrerseits beim Gefrieren von der Wand Blöcke absprengt.

Durch Beobachtungen an ins Meer mündenden Gletscherzungen in Spitzbergen und Grönland (Aufpressung von Eismeerton auf die Moräne) kommt *Gripp* 1944 zu einer Hypothese, die vor allem die Scherflächen im Eis hervorhebt. Wenn die durch diese getrennten Schichten in eine Hohlform gelangen, stoßen die unteren am Gefällsknick auf ein Widerlager, ihr Druck steigt dadurch, während er bei den oberen durch Abschmelzen sinkt. Die unteren Schichten schieben sich nun solange weiter, bis sie ebenfalls abschmelzen können. Dieses Durchschieben verbraucht Energie, außerdem verschwindet am Vorderende der Vertikaldruck, so daß die Erosionskraft nachläßt. Daher liegt die Zone der stärksten Erosion am Gefällsknick, und die Hohlform wird vertieft.

Daß nun *Lewis* 1949 Scherflächen („Thrust-Planes") auch an einigen norwegischen Kargletschern gefunden hat – und zwar offenbar unabhängig von *Gripp* – stützt diese Hypothese. Die Scherflächen streichen dort am abschmelzenden Ende als parallele Streifen aus und verraten sich durch Bänder von Schutt und Gesteinsplatten, die stets genau in der Flächenebene orientiert sind. An ihnen ließ sich auch zeigen, daß die Flächen oft mit 40° an die Oberfläche steigen.

Versucht man, alle diese Hypothesen auf einen Nenner zu bringen, kommt man zu folgender Fassung:

Gelangt schichtiges Eis in eine Hohlform, so müssen sich die unteren Schichten

abbiegen und abscheren. Ist das Eis plastischer, wird es in der Hohlform mächtiger sein und einen größeren Vertikaldruck haben als außerhalb. In beiden Fällen ist die Mächtigkeit und damit die Erosionsleistung am Gefällsknick am größten; daher wird dort ein Karboden eingetieft. Unterhalb des Knicks ist die Reibung größer, Geschwindigkeit und Vertikaldruck und damit die Erosion kleiner. Je größer der Gefällsunterschied, desto schneller geht die Karbildung. In dieser Arbeit drücke ich den Gefällsunterschied, dem ich große Beachtung beimesse, als Quotient, d. h. als „Gefällsbruch" aus. Reicht das Eis noch über die Hohlform hinaus, so kann ein Felsriegel entstehen; endet es an ihrem Rand, so bildet sich ein Moränenwall.

Die Rückwitterung der Wand wird durch starke Durchfeuchtung und anschließende Frostsprengung des Gesteins am Eisrand oder durch Gefrieren von Schmelzwasser im Bergschrund erzeugt.

Damit die Idealform der Kare mit tiefem Felsbecken, senkrechten Wänden auf drei Seiten und Fels- oder Moränenriegel auf der vierten, erreicht wird, muß die Vergletscherung mindestens eine volle Eiszeit dauern.

Die Idealform wird umso langsamer und umso seltener erreicht, je lockerer der Schnee ist. Daher gibt es alle Übergänge von einfachen Schneemulden über karänhnliche Nischen und deutliche Kare zur Idealform. Überall, wo eine Gegensteigung im Karboden ist, scheint Eis beteiligt gewesen zu sein.

Die Mächtigkeit des Schnees ist von örtlichen Umständen und von der Lage zur Schneegrenze abhängig. So erklärt es sich, daß unterhalb der eiszeitlichen Schneegrenze die Kare immer undeutlicher werden. Es gibt aber keine exakte Beziehung.

Aus verschiedenartigen Vorformen entstehen auch verschiedene Karformen.

Für meine Arbeit ergeben sich also folgende Aufgaben:

1. Kartierung der Kare auf den Blättern Oppenau, Gengenbach und Oberwolfach, auf denen sie bisher nicht eingezeichnet sind.
2. Überprüfung aller Kare und karähnlichen Formen auf den übrigen Blättern.
3. Berücksichtigung der neueren Literatur (besonders über Schnee).
4. Einfügung aller Kare und karähnlichen Formen in eine Entwicklungsreihe.
5. Untersuchung der Faktoren (Relief, Klima), die die Karbildung beeinflussen.

DIE FORM DER KARE

Arnsperger hat die Kare des Nordschwarzwalds mit einem Sessel verglichen; die Wand entspreche den Rücken- und Seitenlehnen und der Karboden dem Sitz. In der Beschreibung des Oberamts Freudenstadt werden einige Karseen als Amphitheater bezeichnet. Bei beiden Vergleichen bleibt aber das wichtigste Kennzeichen, der Riegelwall, außer Betracht. Dieser ergänzt im typischen Fall die Form der Karwände zum Kreis und kann Seen aufstauen.

Von den meist sanft geböschten Hochflächen fallen die Karwände stets mit scharfem Knick ab. Gerade dieser oberste, steilste Teil der Karwand ist auch bei den weniger deutlichen Karen vorhanden; sein Neigungswinkel ist in Tabelle 1 in Spalte W in Graden angegeben. Felswände gibt es nur in deutlichen

Karen; auch dort sind sie selten über 10 m hoch und über 50 m breit. Nur die Südhälfte der Schurmseewand erinnert mit ihren 50 m und 300 m breiten Felsen etwas an den Feldsee im Südschwarzwald. Aber auch die weniger ausgedehnten Felsen heben sich mit ihrem Hellgrau scharf vom dunklen Grün der Tannenwälder ab und bilden einen scharfen Gegensatz zu den sonst von Schutt verhüllten Buntsandsteinhängen.

Wo ein Bach über die Karwand stürzt, hat er sie auch in der Nacheiszeit frei von Schutt erhalten. Meist teilt er sich in viele kleine Rinnsale. So fällt der Sankenbach auf der Westseite von Kar 175 über eine 50 m hohe und 40 m breite, rosafarbene Felswand, bei der die härteren Sandsteine als Stufen hervortreten. Auch der Apsbach bei Rippoldsau, der mittlere Quellbach des Ilgenbachs bei Obertal und der Dobelbach bei Baiersbronn stürzen über Karwände herunter (Kare Nr. 167, 133 und 142), ebenso viele andere kleine Bäche.

Ähnlich prachtvolle Wirkungen wie am Sankenbachfall ergeben sich z. B. am Kammerloch (Nr. 117), wo eine wasserstauende Schicht an der Karwand ausstreicht und Wasser aus unzähligen Quellen über eine 30 m hohe, zartrosafarbene Wand herabtropft.

Nach unten wird die Wand flacher und verbirgt sich unter mächtigem Schutt, der von der Wand abgestürzt und abgerutscht ist. Dieser S c h u t t f u ß der Karwand bildet einen auffälligen Gegensatz zu den steilen Schliffen, die sich in Quelltrichtern häufig unmittelbar über den Quellen finden: Die Karwand ist oben am steilsten, der Quelltrichter unten.

Am „Weiher" (Kar 158) rutschte am 3. 8. 51 nach einem Wolkenbruch ein Teil dieses Fußschutts weiter in den Karboden hinein. Dadurch wurde zum ersten Mal im Schwarzwald eine Karwand enthüllt und ihre Bearbeitung durch das Eis sichtbar: Die Schichtköpfe waren abgehobelt, ja, an manchen Stellen fast abgeschliffen. Die ganze Wand war gleichmäßig gegen den Boden zu abgeschrägt, während der kleine Bach daneben nur die weicheren Bänke der Standsteine erodiert, die härteren aber stehen läßt und in einem Wasserfall darüber hüpft (Bild 3).

In der Waagrechten sind die Karwände wenig gegliedert. Die Höhenlinien bilden Halb- und Dreiviertelkreise, die auch zu halben Ellipsen (mit der langen Achse längs oder quer zur Karachse), Drei- oder Vierecken abgewandelt sein können. Bei den deutlichen Karen können die Wände auf den Riegel zu konvergieren. Bei großen Karen, z. B. am Schurmsee, wird die Form unregelmäßiger.

In manchen Nischen ist die Karwand von Kerben durchfurcht. Diese reichen gelegentlich (s. Karte 2) bis ins anstehende Gestein, zeigen aber durch steile V-Form ihre Jugend. Auf die Form der Karwände haben sie wenig Einfluß, da sie erst nach der Vereisung entstanden sind.

Der K a r b o d e n hat Kreis-, Ellipsen- oder Dreiecksform, wobei an manchen Karen die vordere Hälfte abgetragen sein kann. Er ist an und für sich flach schüsselförmig, wie es am abgelassenen Ellbachsee und auf den Tiefenkarten von *Halbfaß* zu sehen ist. Der tiefste Punkt liegt etwa in der Mitte. Erst die völlige Vermoorung von Seen hat zu großen, tischebenen Karböden geführt (z. B. im Alten Weiher, s. Karte 2), ein plötzlicher Ausbruch des Sees auch zu getreppten Mooroberflächen wie am Buhlbachsee. Auch wenn die Karböden nicht aus

verlandeten Seen entstanden sind, sind sie wegen ihrer Ebenheit und langen winterlichen Schneebedeckung etwas sumpfig (z. B. die auf S. 27 beschriebene „Wanne").

Der Neigungswinkel des Bodens ist in Tabelle 1 in der Spalte B in Graden angegeben. Große Kare haben flache Böden, während in kleinen, undeutlichen Karnischen das Gefälle über 10° steigen kann. Gegensteigungen auf die Riegel zu wurden nicht berücksichtigt. Die Ebenheit der Karböden läßt die Wände besonders steil erscheinen. Der Gefällsbruch (Quotient von Wand- und Bodenneigung) verteilt sich aber meist auf 2 Linien, nämlich die Grenzen Steilwand/Schuttfuß und Schuttfuß/Boden. Beim Wildsee drängen sich die Linien am engsten zusammen; dort ist der Gefällsbruch am schärfsten, ähnlich am Diebstich (Nr. 75). Den größten Wert erreicht er mit 20 am Mummelsee.

Bis jetzt ist im Nordschwarzwald noch nirgends der Nachweis gelungen, daß auch im anstehenden Gestein eine Wanne eingetieft ist und die Gegensteigung nicht nur durch den Riegel erzeugt wird; doch halte ich das für durchaus möglich. Auch *Sauer* zeichnete in seinen Längsprofilen Ellbach- und Glaswaldsee als Felsbecken (1894, S. 203). Am Mummelsee wäre ein solcher Nachweis am ehesten zu erwarten. In den Vogesen sind granitene Felsriegel ohne weiteres zu sehen.

Der Karriegel ist im typischen Fall ein Wall, der die beiden Armlehnen der Karwand zum Kreis ergänzt. So geht am Ellbachsee die Karwand unmerklich in die Riegel über. Oft ist auch der Riegel durch einen scharfen Knick von der Sessellehne abgesetzt (s. Karte 3 u. Bild 1) oder hebt sich durch nahezu waagrechte Oberfläche von ihr ab. Manchmal ist diese auffallend breit und eben, z. B. am Herrenwieser See und am Alten Weiher. Hier hat der Gletscher zeitweise einen größeren Raum als den heutigen Karboden eingenommen. Oft ist ein solcher breiter Wall in mehrere parallele Wälle gegliedert, am Herrenwieser See in 3, am Alten Weiher in 2 Einzelwälle.

Aufgebaut werden die Wälle aus grobem und feinem Sand mit Gesteinsblöcken. Die parallelen Wälle unterscheiden sich in ihrem Material nicht voneinander. Der größte mir bekannte Block liegt im Riegel des Ellbachsees (4 x 4 x 1 Meter). Ein noch größerer, der 24 x 17 x 7 m große „Pudelstein", ist auf dem Karboden der Steinmisse (Kar 147) liegen geblieben. Die Lücken zwischen den Blöcken werden von grobem Sand ausgefüllt, der seinerseits von feinem Sand abgedichtet ist. Die Riegel lassen daher wenig Wasser durch und stauten in vielen Karen Seen auf, bevor eine Lücke in sie eingeschnitten wurde. Nur das Wasser des Buhlbachsees hat seit dem Aufstau um 1900 schon zweimal unterirdische Wege nach außen gefunden.

Die Blöcke sind am Riegel des Ellbachsees im allgemeinen kubisch, worauf *Sauer* besonderen Wert legt (1894, S. 203), um den Gegensatz zur „eckig-plattigen Form der Bruchstücke" im Gehängeschutt außerhalb der Kare darzulegen. Aber in anderen Moränenwällen sind Platten gar nicht selten, so bildet auf der Südhälfte des Teufelries-Riegels (Kar 162) eine große Platte geradezu eine Kanzel. Andererseits können auch im Gehängeschutt kubische Blöcke vorherrschen, z. B. an den „Volzemer Steinen" nordwestlich Wildbad (s. Abb. 10).

Gekritztes Material fehlt vollkommen. *C. Regelmann* hatte zwar einige Geschiebe gefunden, mußte aber 1895 einsehen, daß die Kritzer von Verwerfungen

herrührten. Auch bei dem einzigen gekritzten Block, den *Schmitthenner* fand (1913, S. 89), dürfte es sich um einen Harnisch gehandelt haben, da er ebenfalls aus der Nähe einer Verwerfung stammt. Sandsteine findet man eben immer nur vereinzelt mit Gletscherschrammen; und wenn sie wie hier nur 1 km weit verfrachtet worden sind, wird man keine Kratzer erwarten.

Die Moränen sind an manchen Stellen fast 15 m hoch aufgeschlossen (z. B. am Weiher, Nr. 158, 12 m). Ihre Mächtigkeit dürfte jedoch in zahlreichen Riegelwällen noch größer sein. Wenn man abschätzt, wieviel Material der Kargletscher aus der Nische herausbefördert hat, will diese Mächtigkeit allerdings nicht viel besagen. In den Riegeln liegt kaum ein Drittel, oft kein Zehntel dieses Materials. Der Rest wurde vom Schmelzwasser abbefördert.

Die Struktur der Moräne beschrieb *Sauer* 1894 (S. 203) als die einer „festgepackten Schuttmasse" und betont den Gegensatz zum oft „Zwischenräume übrig lassenden Gehängeschutt". Er hatte hier offenbar die Blockmeere im Auge, bei denen der feine Schutt ausgewaschen worden ist. Aufschlüsse in gut erhaltenem Gehängeschutt zeigen aber häufig eine ebenso dichte Struktur wie bei den Karmoränen. Nur in einem einzigen Fall, am inneren Wall im „Sumpf" (Nr. 166), habe ich die Blöcke so verzahnt gefunden, daß man von einer gepreßten Struktur sprechen kann.

Über die Entstehung des Riegels bestehen verschiedene Ansichten. *Pfannenstiel* faßt ihn am Glaswaldsee als Sturzwall auf (freundl. Mitteilung). Von der schneefreien Wand sind nach dieser Ansicht Blöcke auf den Firnfleck abgestürzt und auf ihm bis an sein Ende gerutscht. In steilwandigen Nischen wie am Glaswaldsee oder in kleinen Nischen halte ich das für durchaus möglich. Wenn man die Firnoberfläche rekonstruiert, darf man sie nach der Sturzwallhypothese höchstens 30 m unter dem oberen Karrand beginnen lassen, damit überhaupt noch Blöcke auf den Firn herabstürzen können. Zieht man dann von dort eine Linie zum höchsten Punkt des Riegels, so ist ihr Gefälle das höchstmögliche Durchschnittsgefälle der einstigen Firnoberfläche. Es beträgt am Glaswaldsee 21°, bei kleineren Karen oft noch mehr, z. B. an der Schrambergergrub (Nr. 125) 28°. Bei vielen großen Karnischen ergeben sich aber Werte unter 12°, am Herrenwieser See nur 7°: Bei diesem geringen Gefälle halte ich ein Abrutschen von Blöcken auf der Schneeoberfläche kaum für möglich. Hier dürfte es sich um gewöhnliche Endmoränen am abschmelzenden Gletscherrand handeln. Die inneren Wälle können vielleicht sogar gestaucht sein, da sie am „Sumpf" (Nr. 166) eine gepreßte Struktur haben. *Lewis* berichtet 1949 von einigen großen norwegischen Karen, daß sich dort Sturzwälle nur an den Flanken finden, die Endmoränen sich jedoch aus dem an den Scherflächen herausgelangten Material zusammensetzen.

Ein weiterer Teil des aus der Karnische herausgeschafften Materials ist als „Schürze" erhalten geblieben. Damit bezeichneten die Schwarzwaldgeologen „Schuttmassen unter dem Karriegel", die infolge großer Steilheit des Riegels von ihm abgerutscht oder durch Schmelzwasser ausgewaschen worden sind. Die Schürze entspricht also dem Übergangskegel der größeren Gletscher. Nach der Gesteinszusammensetzung läßt sie sich jedoch nicht kartieren. Morphologisch tritt sie als verhältnismäßig flache Zone zwischen dem steileren Außenrand der

Riegel und den bald flacheren, bald steileren ,normalen Talhängen in Erscheinung. Meist läßt sie sich nur ungefähr begrenzen, und fehlt dort völlig, wo auch keine Riegel entwickelt sind. Trotzdem habe ich auch bei derartigen Nischen den Ausdruck in Tabelle 1 beibehalten, weil er eindeutig ist. Bei ihnen bedeutet „Sch" einfach das Talgefälle der nächsten 50 m unter dem Karboden.

Das Längsprofil der Karnischen ist vor allem durch zwei Gefällsknicke, je am oberen und unteren Rand des Bodens ausgezeichnet; es ist getreppt. Quelltrichter haben nur 1 Gefällsknick unmittelbar an der Quelle.

Das Querprofil wird meist mit einem U verglichen (*de Martonne*, 1901); hier im Schwarzwald kommt es aber nirgends zu senkrechten Seitenwänden, so daß man besser von einem unten mehr oder weniger breit abgestumpften V spricht.

Die meisten Kare sind symmetrisch zu einer Achse, die mit dem Laufe des hier beginnenden Bachs etwa zusammenfällt. Gestört wird die Symmetrie nur bei größeren Karen, wahrscheinlich durch Zwillingsbildung (bes. Nr. 126), oder in Nischen mit nacheiszeitlichen, ungleichmäßig verteilten Kerben (z. B. im Alten Weiher, im Ahornsgrund Nr. 82 u. a.). Außerdem kann die Karachse von der Trichterachse abweichen, wenn der Trichter nach NW, SO und S gerichtet ist. Dann lag der Firnfleck nur auf der günstig exponierten Trichterseite, also in den angegebenen Fällen in NO-, NO- und O-Exposition. (Diese Art der Karasymmetrie fand auch *Gilbert* 1904 in Californien.)

DIE DEUTLICHKEITSGRUPPEN

Wie im Vorwort schon gesagt, soll diese Arbeit vor allem klären, ob alle als Kare gedeuteten Nischen tatsächlich Kare sind, ob sie also die im vorangegangenen Kapitel beschriebene Form besitzen oder nicht. Bei vielen Nischen ließ sich das leicht entscheiden, bei anderen nicht ohne weiteres, da sie in manchen Eigenschaften von der Grundform abweichen, unschärfer und undeutlicher sind, indem z. B. die Riegelwälle fehlen oder der Karboden sich kaum vom Schuttfuß der Wand unterscheidet.

Die älteren Geologen, vor allem Martin *Schmidt* (1907, S. 27) nannten diese undeutlicheren Formen „verwaschen" oder „zerfallen", dachten sie sich also durch postglaziale Zerstörung deutlicher Kare entstanden. Schon *Schmitthenner* spricht aber 1913 (S. 92) von „zerstörten und „verkümmerten Gebilden" und *Deecke* sagt 1929: „Man kann von Villingen bis gegen Freudenstadt hin alle Übergänge vom einfachen Quelldobel bis zum ausgesprochenen Kar beobachten." Der Gedanke, daß diese Übergänge einer immer stärkeren glazialen Umarbeitung fluviatiler Formen entsprechen, lag ihm aber noch fern. Für diese Auffassung sprechen aber folgende Tatsachen:

1. Die Verkümmerung nimmt mit abnehmender Meereshöhe und damit mit größerem Abstand von der Schneegrenze zu.

2. Die verkümmerten Formen sind ziemlich klein, die Böden fast nie über 0,2 ha groß. Wenn es sich um „zerfallene" Kare handeln würde, müßten mindestens einige große Nischen dabei sein.

Trotzdem ist auch an der alten Zerstörungshypothese etwas Richtiges: Mit dem Höherrücken der Schneegrenze am Schluß der Eiszeit wurden die unteren Nischen zuerst eisfrei, sie haben vielleicht eine periglaziale Zerstörung erfahren und die fluviatile hat bei ihnen schon am längsten gedauert. Andererseits ist es fraglich, ob sie sich dort auch am stärksten ausgewirkt hat, da in den höheren Teilen des Schwarzwalds, also gerade in den zuletzt eisfrei gewordenen Nischen, die Reliefenergie und die Niederschläge, und damit die Abtragung, noch stärker sind.

Wie ich später, z. B. im Kapitel „Karböden auf der Talsohle", zeigen möchte, war die postglaziale Abtragung überhaupt ziemlich gering. Man darf sie daher nur in gut begründeten Fällen für das Fehlen bestimmter Karmerkmale verantwortlich machen (*Thürach* und *K. Regelmann* machten von diesem Gesichtspunkt häufig Gebrauch, daher die vielen Kare auf ihren Karten). Ich betrachte daher die heutigen Formen größtenteils als mehr oder weniger vollendete Stadien in der Entwicklung von fluviatilen zu glazialen Formen. Diese Entwicklung wurde am Schluß der Eiszeit unvermittelt abgebrochen, bevor im Nordschwarzwald auch nur in 1 Nische die auf Seite 21 geschilderte Idealform erreicht war. Einige Kare, z. B. die Nische des Mummelsees, kommen ihr jedoch nahe. Im übrigen kann man eine Formenreihe abnehmender Deutlichkeit der typischen Karmerkmale aufstellen:

Zuerst werden die Riegelwälle niederer und schmäler, so daß sie leichter durchbrochen werden konnten, später werden sie nur noch durch seitliche Sturzwälle vertreten oder fehlen ganz. Das Material bleibt jedoch überall ziemlich gleich, nur die ganz großen Blöcke werden seltener.

Der Karboden, der beim Mummelsee vielleicht sogar in das anstehende Gestein eingelassen ist, wird immer kleiner. Gleichzeitig wird sein Gefälle immer größer.

Die Wand behält am längsten die typische Form bei. Aber der steile Teil beschränkt sich mehr und mehr auf den oberen Teil, schließlich gerade noch auf den Rand. In den ganz schwach umgeformten Trichtern ist meist nur der untere Teil steil; oft kann es auch die ganze Wand sein, dann hat sie aber keine Rundung.

Da diese Merkmale mit der Entfernung von der Idealform ziemlich gleichmäßig abnehmen, war es möglich, diese Entfernung, oder anders ausgedrückt, den Grad der glazialen Überarbeitung der fluviatilen Formen, durch eine Zahl, die Deutlichkeit (D in Tabelle 1), anzugeben, und mit ihr die Kare und Übergangsformen in 10 Gruppen zu gliedern, wozu als 11. noch die der rein fluviatilen Formen kam.

Zur Kennzeichnung der Gruppen wurden möglichst einfache Merkmale verwendet, vor allem die Ausbildung der Riegelwälle. Bei den Übergangsformen richtete ich mich nach der Größe und dem Gefälle des Karbodens und dem Gefällsbruch Boden – Schürze. Stets wurden aber auch die anderen Merkmale mit herangezogen. Die Gruppen mit stärker fluviatilem Habitus ergaben sich durch Vergleich mit den rein fluviatilen Formen, die ich auf Seite 5 geschildert habe. So gelangte ich zu folgenden Typen, die auf den nächsten Seiten näher geschildert und durch je ein Beispiel veranschaulicht werden sollen:

Gruppe 10. Kare mit heutigen Seen

Gruppe 9. Kare mit Seen noch in historischer Zeit

Gruppe 8. Weitere Kare mit einstigen Seen

Gruppe 7. Weitere sehr deutliche Kare, wahrscheinlich ohne Seen

Gruppe 6. Weitere deutliche Kare

Gruppe 5. Unsichere Karformen

Gruppe 4. Zweifelhafte Karformen

Gruppe 3. Durch Schnee-Erosion geringfügig veränderte Quelltrichter und Talböden

Gruppe 2. Wahrscheinlich nicht durch Schnee-Erosion umgeformte Quelltrichter, Quellrinnen und Talböden

Gruppe 1. Quelltrichter, Quellmulden und Quellrinnen, Mulden im Talhang mit Karähnlichkeit

Subaerische Gruppe (0). Quelltrichter, Quellmulden, Quellrinnen und Mulden im Hang ohne Karähnlichkeit.

Die Definitionen der höchsten 3 Gruppen könnten den Eindruck erwecken, als sei hier das Prinzip der Entwicklungsreihe schon durchbrochen und zu großer Wert auf die Zerstörung gelegt. Ich möchte daher gleich hier darauf hinweisen, daß sich die Seen umso länger erhalten haben, je höher, breiter, und damit standfester die Riegelwälle und je tiefer und breiter die Karböden in den Bergabhang eingelassen sind.

Gruppe 10. Kare mit heutigen Seen

In dieser Gruppe werden folgende 8 Kare zusammengefaßt, in deren Böden auch heute noch das ganze Jahr Wasser steht:

Nr.	Name	H	Fläche des		Seetiefe	Wasservolumen
			Bodens	Sees		
92	Mummelsee (bis 1945)	1 028 m	4,5 ha	3,7 ha	17 m	2 730 000 cbm
101	Wildsee	910 m	3 ha	2,4 ha	11,5 m	1 300
174	Glaswaldsee	843 m	3 ha	2,7 ha	11,5 m	1 170
40	Herrenwieser See	830 m	4 ha	1,8 ha	9,5 m	1 110
73	Schurmsee	794 m	7 ha	1,6 ha	13 m	1 180
127	Buhlbachsee	785 m	3 ha	0,005 ha – 2,7 ha	2–4 m Torf > 8	wechselnd
159	Ellbachsee	770 m	2,8 ha	0,001 ha – 0,5 ha	1–3 m einst 10	wechselnd
140	Huzenbacher See	747 m	5 ha	2,7 ha	7,5 m	Vor Aufstau 400

(Nach *Halbfass, K. Regelmann* und *eigenen Messungen*)

Die Karböden dieser Gruppe sind groß und sind sehr tief eingesenkt. Wie die Tabelle zeigt, richtet sich die Fläche der Karböden wenig nach der Meereshöhe, dagegen steigt die Seetiefe mit der Höhenlage rasch an. Die tiefgelegenen Seen sind also die seichtesten. Eine Ausnahme macht nur der Huzenbacher See, bei dem ein künstlicher Stau Fläche und Tiefe wieder vermehrt hat. Wegen der geringen Tiefe sind die tiefgelegenen Kare auch stärker vermoort, außerdem schwankt dadurch ihre Wasserfläche. Der tiefste Punkt der Seen liegt ungefähr in der Mitte, aber auch dort wird das anstehende Gestein nirgends erreicht, überall finden sich Schlamm, Sand und Baumstämme in unbekannter Mächtigkeit.

Der Stau des Sees wird von Moränenwällen besorgt. Daraus ergibt sich das wichtigste Merkmal der Gruppe 10: Die Moränen-Riegel sind im Zusammenhang erhalten, während sie bei den nächsten Gruppen meist in 2 oder 3 Teilstücke zerschnitten sind. Aber auch bei Gruppe 10 haben die Abflußbäche schon 4–8 m tiefe Kerben eingesägt. Beim Ellbachsee wurde die Kerbe künstlich vertieft.

Nach außen fallen die Riegel mit 10–20° Neigung um mindestens 10 m Höhe ab. Eine Schürze vermittelt häufig den Übergang zu den fluviatil geformten Talhängen außerhalb des Kars.

Die Karwände sind bei dieser Gruppe über 35° steil. Bei Mummel-, Wild- und Ellbachsee sind sie sehr gleichmäßig gerundet, während die unregelmäßige Form beim Schurmsee schon etwas an die alpinen Großkare erinnert.

Gruppe 10 ist auf die höheren Teile des Nordschwarzwalds beschränkt, wo die Berge mindestens 900 m Höhe erreichen, und fehlt östlich von Murg und Wolfach. Die Karseen sind stets von einer Anzahl anderer Kare umgeben und liegen meist an den oberen Enden größerer Täler. Zur Zwillingsbildung ist es in dieser Gruppe verhältnismäßig oft gekommen (Wild-, Buhlbach- und Ellbachsee).

Die Gründe, warum sich nur in diesen 8 Karen die Seen erhalten haben, sind sehr vielfältig und können nicht im einzelnen verfolgt werden. Nur drei besitzen allgemeine Geltung:

1. Alle heutigen Seen liegen in größerer Meereshöhe, waren also verhältnismäßig lang vergletschert; so daß die postglaziale Zerstörung erst kürzere Zeit wirkte. Ihre allseitig besonders steilen Wände, vor allem am Glaswald- und Buhlbachsee, schützten den Gletscher lange vor dem Abschmelzen.

2. Die Seebecken waren verhältnismäßig tief, so daß die Verlandung durch eingewaschenen Sand und durch Torfmoos heute noch nicht abgeschlossen, beim Mummelsee kaum zu bemerken ist.

3. Huzenbacher- und Buhlbachsee, zwei besonders tief gelegene Seen, wurden in den letzten Jahrhunderten mit Stauanlagen versehen, um mit ihrem Wasser die Flüsse für die Flößerei zu schwellen. Auch der Glaswaldsee wäre ohne die Staumauer wesentlich kleiner.

Beispiel: *Der Herrenwieser See* 830 m NN
Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt Bühlertal,
Nr. 40 in Tabelle 1 und Karte 1

Der Herrenwieser See ist heute 9,5 m tief und 1,8 ha groß. Davon wird aber schon ein Teil von Torfmooshalbinseln eingenommen. Einst war er doppelt so

groß, wie die Moore auf allen Seiten zeigen, und wahrscheinlich auch tiefer. Denn der Riegel weist am Auslaß eine schmale, offenbar ganz junge Kerbe auf.

Wenige Meter über dem Seespiegel liegt die Grenze zwischen Bausandstein und *Eck*schem Konglomerat, das hier als Wasserstauer wirkt. Der See liegt also in der Höhe des Hauptquellhorizonts.

Der See ist in eine flache, etwa 9 ha große Wanne eingebettet, in die im SW nochmals eine kleine Wanne eingetieft ist. In beiden häuft sich der Schnee an und bleibt im Frühjahr noch lange liegen, wenn Seekopf und Badener Höhe (beide 1000 m hoch) schon mehrere Wochen schneefrei sind, so z. B. im April 1949. Nach *Klute* (1911, S. 22) schmilzt der letzte Schneerest erst Anfang Mai.

Die W a n d ist nach ONO exponiert. Sie steigt zunächst flach an und ist von einigen Blöcken bedeckt. Oberhalb 900 m wird sie aber steil (38°) und völlig blockfrei; am oberen Rand wird sie von einigen senkrechten, ja überhängenden Felsen gekrönt, die eine herrliche Aussicht auf See und Umgebung bieten.

Der R i e g e l ist auf der linken Seite des Seebachs nur angedeutet. Auf der rechten Seite besteht er aus 3 fast 1 km langen Wällen. Der innerste ist eigentlich nur eine Kante gegen den See und erreicht den SO-Ausläufer des Seekopfs in 900 m Höhe, während dieser selbst viel steiler ansteigt.

Die Wälle enthalten grobe und mittlere Blöcke, wie ein 10 m hoher Aufschluß am Fahrweg zeigt. Zwischen dem inneren und den zwei äußeren Wällen liegt eine 80 m breite, versumpfte Ebene, über die die äußeren je 2 m emporragen. Der äußerste Wall fällt dann nach außen mit etwa 18° Neigung ab.

Deutung der Beobachtungen: Die Übereinstimmung der Kar-Exposition mit dem Schichtenfallen läßt vermuten, daß starke Quellen einen mäßig steilwandigen Trichter schufen, so, wie einer gerade 1 km nördlich des Sees in Südexposition zu sehen ist.

In den Kaltzeiten wurde er von einem Kargletscher erweitert, von dem 3 Stillstandslagen in den Wällen ihre Spuren hinterlassen haben. Der geringe Verwitterungsgrad aller Moränen spricht dafür, daß alle drei Stadien der Würmeiszeit angehören.

In einer späteren Phase hat dann ein kleinerer Firnfleck 15 m über dem Seespiegel die schmale Wanne im SW des Sees geschaffen, während es im Hauptbecken wohl schon einen stattlichen See gab. Der Firnfleck hielt die Wand steil und fast schuttfrei, während an allen Hängen außerhalb der Nische die Solifluktion kräftig arbeitete.

Nachher wirkte die Verwitterung nur noch an der Steilwand; das abgewitterte Material fiel herab und schuf so die etwas flachere Böschung am Fuß der Wand.

Mit der Bewachsung durch Wald kam auch dieser Vorgang fast zum Stillstand. Dagegen setzten am See Verlandungsvorgänge ein, besonders am flacheren West- und Südufer, indem feiner Sand durch Schneeschmelzwasser eingeschwemmt wurde. Außerdem wuchs von hier wie auch von Norden Torfmoos schwimmend in den See hinein, so wie wir es heute auf allen Seiten sehen. Da sich das Moor auf das heutige Ufer etwa 10 m absenkt, schließe ich, daß sich der Seebach um den gleichen Betrag allmählich in den Riegel eingesägt hat. Dem Torfmoos sind Heidekraut, Heidelbeere und Fichte gefolgt.

Gruppe 9. Kare mit Seen noch in historischer Zeit

Nischen, bei denen der Waldabteilungsname das Wort „See", „Weiher" oder „Wasser" enthält, wurden als Gruppe 9 zusammengefaßt.

Da der Schwarzwaldrand erst um 700 n. Chr., der eigentliche Schwarzwald erst nach 1000 etwas besiedelt wurde (Kloster Alpirsbach 1099 gestiftet), können die Waldnamen höchstens 1300 Jahre alt sein. Damals sind also in diesen Nischen noch Seen gewesen.

Der Ausdruck „Weiher" wird zwar heute nur für künstliche Seen gebraucht, einst aber für alle für die Flößerei nutzbaren Seen. So wird in *Öttingers* Landbuch von 1624 der Wildsee ein „selbstgewachsener Weiher" genannt (*Feucht*, 1928, S. 72). In einigen Karböden steht auch heute noch etwas Wasser, so im Blindsee II und im Alten Weiher, in manchen nassen Frühjahren auch im Blindsee I, im Seeberg und im Großen Biberkessel (*Halbfass*, 1898).

Zu diesen historischen Kriterien treten noch die morphologischen: Wo die schlechte Erhaltung des Riegels und das Fehlen eines Moors es unwahrscheinlich machen, daß der See noch in historischer Zeit bestanden hat, wurde die Nische aus dieser Gruppe ausgeschieden (Nr. 7, 42, 100, 126, 129, 145, 175). Bei ihnen bezieht sich das Wort See meist auf ein benachbartes Gewässer. Der häufige Name „das Teich" bedeutet im Schwäbischen nur „Wanne" oder „Mulde", solche Nischen gehören deshalb nicht hierher. Es verbleiben also folgende 10 Nischen:

Nr.	Name	Meereshöhe H	Moorfläche in ha	Mächtigkeit des Torfs
64	Großer Biberkessel	1050 m	9,5	1 m
49	Seeberg (Blindsee III)	910	1,5	
72	Blindsee II	880	3	
74	Blindsee I	820	1,5	
8	Seemiß	780	3,5	1,5
158	Weiher	765	3	ca. 6
171	Wasserebene	745	2,3	
182	Weihermiß	715	2,2	
142	Schwarzmiß – Dobelbachsee	695	4,5	
204	Alter Weiher	650	3,5	über 7

(Nach C. Regelmann, Jäschke, Frank und eigenen Messungen)

Die Karböden sind im Durchschnitt nicht viel kleiner als bei Gruppe 10. Der Große Biberkessel ist sogar das größte Kar des Nordschwarzwalds überhaupt. Ob die Böden viel oder wenig Torf enthalten, hängt ganz davon ab, ob der See durch Vermoorung oder durch Zerstörung der Riegel verlandet ist. Es besteht daher keine Beziehung zwischen Meereshöhe und Torfmächtigkeit – im Gegensatz zu der Vergrößerung der Seetiefe mit der Höhe in Gruppe 10. Bei Blindsee II, Schwarzmiß und Altem Weiher herrschte die Vermoorung vor. Die Riegel

sind zusammenhängend erhalten und haben nur 4–8 m tiefe Kerben wie in Gruppe 10 auch. Im Großen Biberkessel, Seeberg und Seemiß sind dagegen die Kerben viel tiefer, und der Torf ist dadurch viel weniger mächtig. Nur beim Weiher ist trotz einer 12 m tiefen Kerbe etwa 6 m Torf erhalten geblieben. Hier ist der Durchbruch offenbar erst in jüngster Zeit, wahrscheinlich durch Menschenhand, geschaffen worden. Die Zuschüttung der Seen durch eingespülten Sand u. ä. spielte offenbar keine große Rolle (*Jäschke*, S. 546).

Gruppe 9 ist weiter verbreitet als Gruppe 10. Seemiß und Alter Weiher liegen östlich von Murg und Wolfach, die bei den Seen die Ostgrenze bildeten. Auch sonst reichen sie näher an die äußere Grenze der Karverbreitung heran. Ihre Untergrenze liegt in 650 m Meereshöhe (Gruppe 10 : 750 m NN). Bezeichnend für örtliche Einflüsse ist, daß die besonders tief gelegene Schwarzmiß (Nr. 142) sich unmittelbar neben dem tiefstgelegenen See (Nr. 140) befindet. Was Gruppe 9 auf den ersten Blick von Gruppe 10 abhebt, ist die weiter fortgeschrittene Zerstörung. Die weiter hinabreichende Verbreitung macht es aber wahrscheinlich, daß bereits die glaziale Formung schwächer war als in Gruppe 10.

Beispiel: *Der Alte Weiher* 650 m NN
Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt Freudenstadt, Nr. 204 in Tabelle 1, siehe Karte 2

8 km südwestlich Freudenstadt liegt in einem Seitentälchen der Kleinen Kinzig ein weiter Kessel, eines der schönsten Kare im Nordschwarzwald. Seine Düsterheit hinterläßt bei jedem Wanderer einen unheimlichen, aber großartigen Eindruck.

In der Beschreibung des Oberamts Freudenstadt von 1858 wird er unter den verlandeten „amphitheatralisch umschlossenen Muldenseen" aufgeführt und als „nur noch mit Moos bewachsener Moorgrund" bezeichnet. Doch erzählte mir ein älterer Mann in Reinerzau, daß noch in seiner Jugend eine etwa 10 m² große Lache offen gewesen sei. Heute ist diese auf 1 m² zusammengeschrumpft und mit Bohlen überdeckt.

Das Kar ist nach Osten geöffnet und sammelt im Winter den verwehten Schnee. Da die Wände sehr steil sind und es auch nach Süden abschließen, kommt in den Wintermonaten die Sonne überhaupt nicht hinein. Am 26. März 1949 lag auf dem Karboden und weiter oben noch etwa 40 cm Schnee. Der letzte Schneerest auf dem Karboden schmilzt oft erst im Mai, wenn die ganze Umgebung schon Monate schneefrei ist (mündl. Mitt. des Bernecker Försters).

Die Buntsandsteinschichten fallen mit 2° nach SO ein, so daß einige Quellen am Moorrand (Qu.), im Frühjahr auch die in der oberen Mulde, recht kräftig fließen, da sie zudem ein besonders großes oberirdisches Einzugsgebiet haben.

Der B o d e n (a) ist in das Ecksche Konglomerat (smc1) eingetieft und heute von einem Hochmoor erfüllt, das mit Bergkiefern, Birken und einzelnen Fichten locker bewachsen ist. Dazwischen finden sich Rausch- und Heidelbeere, Preißel- und Moosbeere, Heidekraut, Riedgräser und Flechtenrasen. Der Torf ist sehr mächtig; *Regelmann* konnte mit einer 7 m langen Stange den Grund noch nicht erreichen, und im Volk gilt das Moor als grundlos, weil beim Holzabrutschen sich gelegentlich Stämme steil ins Moor bohren und dort spurlos verschwinden.

Seine Oberfläche ist vollständig eben, nur im NW ist sie unter dem „Wasserfall" durch einen kleinen Schuttkegel (S) erhöht, und im SO senkt sie sich etwas zum Auslaß hin. Aus einer noch nicht veröffentlichten Pollenanalyse von *Lang* geht hervor, daß in den Karboden am Ende der Jüngeren Tundrenzeit Sand, später Schlamm eingeschwemmt wurde und die Torfbildung erst in der Mittleren Wärme- oder Eichen-Mischwald-Zeit begann.

Die W a n d steigt auf drei Seiten des Bodens sofort ziemlich steil an, erreicht dann in den harten Bänken des Bausandsteins (sm) im Durchschnitt 38° und an einzelnen Stellen noch mehr. Sie ist nicht gleichmäßig gerundet, sondern hat im NW durch die Kerbe des Baches eine spitzige Einbuchtung. Dort stürzt jener mit etwa 35° Gefälle in einem von der starken Erosion glatt geschliffenen, wie betoniert aussehenden Bett herab, was zu den Reizen des einsamen Kars noch einen besonderen hinzufügt.

Der K a r r i e g e l (ρ) besteht aus einem 20–30 m hohen, meist 100 m breiten und 350 m langen Wall. Im Süden ist er auf 200 m Breite völlig eben, während sich im Norden deutlich zwei parallele Wälle herausheben. In der Mitte befindet sich eine schmale, 5 m tiefe Kerbe, durch die der Bach fließt. Weiter unten treten noch einige Absätze auf, von denen der unterste in 560 m Höhe liegt. Dort zeigten Aufschlüsse zur Gewinnung von Bausteinen eine über 5 m mächtige Packung von großen Blöcken, während der Gehängeschutt bei diesem Gestein und diesem Gefälle nur 1–1,5 m mächtig ist. *Bräuhäuser* und *M. Schmidt* haben diese Absätze als Moräne kartiert; ich möchte sie lieber als Schürze (Sch) deuten.

E n t s t e h u n g : Von den Nischen am rechten Talhang der Kleinen Kinzig ist der „Alte Weiher" weitaus am stärksten glazial geformt. Sie liegen alle gleich hoch und sind auch alle nach Osten exponiert, so daß klimatische Unterschiede zur Erklärung unseres großen Kars keinesfalls ausreichen. Die Eiszeit dürfte also hier schon eine besonders geeignete Hohlform vorgefunden haben. Wahrscheinlich war es ein Quelltrichter, der sich schon sehr weit nach W hineingefressen hatte, weil seine Schichtquellen das größte Hinterland haben, indem der Roßberg gerade dort am breitesten ist (siehe Karte 1).

In der Eiszeit hat dann ein kleiner Gletscher den Boden vertieft und die Wände versteilt. In einer Vorstoßphase hat er hoch über das eigentliche Becken hinausgereicht, wie die ebenen Flächen auf der SO-Hälfte des Riegels zeigen, zog sich dann aber in Etappen bis in die eigentliche Nische zurück und verschwand später ganz, aber sicher erst zu einer Zeit, als die übrigen Kare des Tales schon lange eisfrei waren und die Flußerosion auf sich wirken lassen mußten.

Nachher füllte sich die Hohlform mit Wasser; der vom Weiherberg herkommende Bach erzeugte die Kerbe des „Wasserfalls" und häufte den Schutt im NW des Karbodens auf.

Von dort her wurde so der See allmählich aufgefüllt, einen noch weit größeren Beitrag an seiner Verlandung leistete aber das Hochmoor. Am Rand des Sees haben sich – wie wir es heute am Herrenwieser See beobachten können – Torfmoose angesiedelt, die als schwimmendes Moor immer weiter auf die Seemitte zu gewachsen sind und mit ihren absterbenden Resten den Seeboden auffüllen halfen.

Gruppe 8. Weitere Kare mit ehemaligen Seen

Diese Deutlichkeitsgruppe umfaßt bereits 24 Nischen, so daß ihre Aufzählung hier zu weit führen würde. Ich verweise daher auf Tabelle 1. Die Flächen der Karböden sind kleiner als 3 ha, nur der Sankenbachkessel bildet mit 4,5 ha eine Ausnahme (und stellt auch in seinen übrigen Eigenschaften einen Übergang zur Gruppe 9 dar). Der Torf ist selten über 2 m mächtig, fehlt aber fast nie. Wegen der geringen Mächtigkeit ließen sich die Moore leicht entwässern; ihre ebene Oberfläche zeigt, daß sie durch Verlandung eines Sees entstanden sind.

Die Riegel hängen zwar noch zusammen, weisen aber öfters schon über 8 m tiefe Kerben auf. Diese sind auch breiter als bei Gruppe 9. Die Neigung der Wand übersteigt fast bei allen Karen 30°, der Durchschnitt ist mit 34° sogar etwas größer als bei Gruppe 9.

Das Verbreitungsgebiet von Gruppe 8 ist wiederum größer als das von 9, es berührt an manchen Stellen die Außengrenze der allgemeinen Karverbreitung. Dort finden sich aber nur Nischen, die auch zu Gruppe 7 gerechnet werden könnten.

Die unterste Grenze der Gruppe 8 (dünne Kurve in Abb. 3) liegt am tiefsten im Süden des Gebiets (Nonnenstein Nr. 213, 610 m NN; Lohmühle, Nr. 217, 600 m), etwas höher in der Mitte (Weiher, Nr. 129, 645 m) und noch höher im Norden (Ahornsgrund, Nr. 82, 715 m). Spuren einer zweiten Phase und Zwillingsbildungen sind in dieser Gruppe verhältnismäßig häufig zu finden (siehe Karte 1 und Abb. 3).

Beispiel: *Das Kar unter dem Nonnenstein* 610 m NN
Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt Alpirsbach, Nr. 213 in Tabelle 1, siehe Karte 3

Geht man von Alpirsbach 3 km im Kinzigtal aufwärts und steigt dann entlang dem Hänslesbauernbach weiter, so öffnet sich pötzlich im südwestlichen Talhang eine tiefe Nische. Sie ist zur Zeit gut zu übersehen, weil das ganze Gelände kahl geschlagen ist. Oben an einer Wegkreuzung steht der sogenannte Nonnenstein; nach ihm hat *Bräuhäuser* 1911 das Kar benannt.

Geologisch liegt es wieder im *Eck*schen Konglomerat, die Wand wird von dickbankigen Bausandsteinen und hier ausnahmsweise noch von einem Teil des Hauptkonglomerats gebildet, während die Hochfläche vom Oberen Buntsandstein bedeckt ist. Die Schichten fallen nach OSO ein; das Kar ist aber nach NO exponiert, so daß dort nur bei hohem Grundwasserstand Quellen austreten, so im März 1949 reichlich, im August gar nicht.

Die NO-Exposition macht das Kar wiederum zum Schneefänger. Am 24. März 1949 lag auf dem nach Norden gekehrten Teil der Wand noch eine Schneedecke (Bild 1), auf den Hochflächen über dem Kar nicht mehr, sondern erst weiter nördlich über 800 m NN.

Der B o d e n (a) nimmt 0,8 ha ein, ist also nur ein Viertel so groß wie der Alte Weiher, ist auch nicht so eben, sondern fällt mit 5° ab, noch stärker am Fuß der Wand und am Auslaß. Von dort stürzt dann im Frühling das Wasser mit 27° Gefälle 40 m tief zum Hänslesbauernbach hinab. Der Boden ist mit Torf von höchstens 0,5 m Mächtigkeit bedeckt, der mit Fichten und

Heidekraut bewachsen ist. (Der Förster konnte diese Fichten vor dem Schlagen retten, weil er sonst auf dem Moorboden keine Jungbäume mehr hochgebracht hätte.) Die Ebenheit des Bodens wird von einem Fahrweg zum Wenden benützt.

Die W a n d ist gleichmäßig 30° steil, nur an ihrem Fuß ist sie etwas sanfter geneigt, endet aber oben mit einer scharfen Kante. Sie ist vollkommen übersät mit riesigen Blöcken des Hauptkonglomerats. Auf halber Höhe sprudeln im Frühjahr zahlreiche Quellen, die drei etwa 1 m tiefe Rinnen eingegraben haben. Die Talhänge außerhalb des Kars sind zwar auch 30° steil, so daß man von keiner Versteilung der Wand sprechen kann; aber die Wand schwingt so schön gerundet zurück, daß auf einer Exkursion ein Musikstudent die Nische als „ideale Lage für ein Freilichttheater" bezeichnete.

Die R i e g e l (ρ) legen sich um den Karboden als deutlicher Wall, der in der Mitte durchbrochen ist. Besonders die östliche Hälfte ist seit dem Kahlschlag gut zu übersehen (Bild 1): Sie ist etwa 200 m lang, setzt 60 m über dem Karboden an und senkt sich zunächst flach, dann steiler der Öffnung zu, durch die im Frühling das Wasser abfließt. Die nördliche Hälfte trägt noch Wald, bietet aber zwei Aufschlüsse beim Aus- und Eintritt des Fahrweges durch das Kar. Diese zeigen in Struktur und Materialverteilung keine Unterschiede vom Gehängeschutt außerhalb des Kars.

Entsprechend dem südöstlichen Schichtenfallen hat sich der Hänslesbauernbach rückwärts nach NW eingeschnitten, sein Talschluß ist also nach SO exponiert. Hier an der Verbreitungsgrenze der Kare konnte sich aber dort kein Schnee halten, sondern nur in dem kleinen, nach NO exponierten, seitlichen Trichter unter dem Nonnenstein. Durch Schnee- und Firnerosion entstand eine zwar tiefe, aber flächenmäßig kleine Einsenkung. Wegen der geringen Meereshöhe wurde sie auch bald wieder firnfrei, so daß die Wand vom Frostschutt überflossen wurde. Der Riegel scheint aber längere Zeit standgehalten und einen See aufgestaut zu haben, denn die Lücke ist erst schmal. Auch die Torfreste deuten auf einen ehemaligen See.

Gruppe 7. Weitere sehr deutliche Kare, aber wohl ohne See

Das wichtigste Merkmal dieser 30 Nischen ist die geringe Höhe der Riegelwälle. Meist sind diese außerdem auf breiter Front durchbrochen oder überhaupt nur auf einer Seite als kurze Rücken entwickelt; oder sie sind so nieder (wie bei der unten beschriebenen Sulzmiß), daß sie höchstens kurze Zeit einen See aufgestaut haben können. Die Karböden sind dagegen oft fast kreisrund, ziemlich eben und leicht versumpft, meist jedoch sehr klein (unter 2 ha).

Das Verbreitungsgebiet ist etwas größer als das von Gruppe 8. Seine Grenze fällt auf einigen Strecken mit der äußersten Grenze der Kare zusammen. Die Untergrenze sinkt aber nur an zwei Stellen unter die von Gruppe 8 und stimmt sonst ganz mit ihr überein.

Bowman und *Högbom* haben gezeigt, daß durch Schnee, also nicht durch Gletschereis, entstandene Kare fast nie Gegensteigungen aufweisen, auch nicht in ihrer eigenen Moräne. Bei den Karen der Gruppe 7 treten nun zum letzten Mal Gegensteigungen auf, bei einigen fehlen sie schon, so daß ihre Untergrenze

etwa die Untergrenze der eiszeitlichen Kargletscher gewesen sein wird. Tiefer lag die letztere jedenfalls nicht.

Beispiel: *Sulzmiß* 645 m NN
Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt Wildbad, Nr. 25 in Tabelle 1, siehe Karte 4

Auch in der Gruppe 7 habe ich als Beispiel eine der am tiefsten gelegenen Nischen ausgewählt. Sie liegt 4 km ssw Wildbad in den linken Talhang der Großen Enz eingebettet. Da Boden und Riegel kahlgeschlagen wurden, ist sie zur Zeit gut zu übersehen, außerdem ist das Moor von *Jäschke* pollenanalytisch untersucht worden.

Der Boden (a) ist nur 0,5 ha groß, also noch kleiner als beim Nonnensteinkar, aber ungefähr kreisrund und fast eben, so daß auch hier ein Fahrweg ihn zum Wenden benützt. Diesesmal liegt er im Bausandstein (sm), also etwa 150 m oberhalb des Quellhorizontes, der sich hier im Unteren Buntsandstein befindet. Im hinteren Teil des Bodens hat sich etwas Torf gebildet, aus dem aber oft Blöcke herausragen und der dem Waldwuchs wenig schadete, wie mächtige Stubben zeigen.

Die Karwand ist halbkreisförmig, wenn auch nicht besonders tief in den Talhang eingebuchtet. Sie ist nach ONO gerichtet, ebenso wie das Schichtenfallen, 29° steil, oben sogar noch von einigen Felsen gekrönt.

Die Karriegel (ρ) sind nicht deutlich abgesetzt, sondern bilden nur eine flache Erhöhung über dem Karboden, während sie nach unten steil abstürzen. Ein zweiter, nur schwach hervortretender Wall kann als äußerer Riegel gedeutet werden. Hier fließen auch im Frühjahr keine Quellen. Ich vermute daher, daß die Karnische nicht aus einem Quelltrichter, sondern aus irgend einer kleinen Mulde im Hang entstanden ist.

Der Torf entstand wohl kaum in einem verlandenden See; denn er ist höchstens 1 m mächtig und beginnt nach *Jaeschke* (1935, S. 542) erst in der feuchten Buchen-Tannen-Zeit, in der die meisten Schwarzwaldmoore ein gesteigertes Wachstum zeigen. Wie auf den Hochflächen in der Umgebung, hat hier die Ebenheit allein die Vermoorung hervorgerufen. Schon früher, daher vom Torf teilweise bedeckt, ist die Anhäufung von Schutt am Fuß der Wand entstanden. Im übrigen hat sich die Hohlform seit der Eiszeit gut erhalten, da sie von keiner Quelle erodiert und vom Wald konserviert worden ist.

Gruppe 6. Weitere deutliche Kare

Bei diesen 31 Nischen sind die Riegel nur schwach auf den Seiten angedeutet oder fehlen ganz, so daß sie nie einen See aufstauen konnten.

Die Böden einiger Nischen sind ziemlich flach, dann aber langgestreckt wie die unten beschriebene „Wanne", oder sind sie zwar kreisrund, dann aber sehr klein und stärker geneigt (Nr. 183, Wörnersmiß, Boden 9° geneigt und 0,3 ha groß).

In einigen Nischen (Nr. 103 und 104 u. a.) sind zwar die Böden verhältnismäßig flach und ziehen sich breit am Hang entlang; aber da ihnen die Riegelwälle völlig fehlen, kamen sie für Gruppe 7 nicht in Frage, in die ich sie zuerst ein-

reihen wollte. Immerhin wäre es bei ihnen möglich, daß die Riegel zunächst vorhanden waren und erst nachträglich zerstört wurden, da diese Nischen auf das Gebiet mit besonders hoher Reliefenergie beschränkt sind.

Die W ä n d e sind selten unter 27° steil, aber auch selten über 34°, im Durchschnitt 30°.

Gruppe 6 ist die letzte, bei der Zwillings-, Treppen- und Mehrphasenkare vorkommen. Ihre Verbreitung schließt sich eng an die der Gruppe 7 an.

Beispiel: *Wanne* 830 m NN
Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt Oppenau-Kniebis, Nr. 176 in Tabelle 1

13 km südwestlich Freudenstadt liegt ganz abgelegen der Glaswaldsee. Schon *Gg. Wagner* hat angenommen, daß es in seiner Nähe noch weitere Kare geben müsse, und hat mit Hilfe der topographischen Karte mehrere Nischen nördlich des Sees in seine Karte eingetragen (1931, S. 226). Südlich davon fand ich noch einige weitere: Seehalde, W a n n e und Sailstock.

Der Name paßt für den B o d e n dieses Kars sehr gut; er ist 60 m breit, 150 m lang und fällt mit 5° nach Osten ab. Er ist etwas sumpfig, wie der dichte Simsenrasen zeigt. Hinten und auf beiden Seiten geht der Boden allmählich in die 33° steile W a n d über; diese ist nicht rund, sondern langgestreckt wie der Boden.

Am Vorderende des Bodens sieht man rechts und links je eine Andeutung eines W a l l e s , er verläuft von der Seitenwand etwa 10 m auf den Ausgang zu, bricht aber dann unvermittelt ab.

Obwohl die Wanne ihre Herkunft aus einem Quelltrichter mit anschließendem Kerbtälchen deutlich verrät, läßt doch die Zurundung von Wand und Boden und die Verebnung des letzteren mit dem doppelten Gefällsbruch 33/5/15° eine Umgestaltung durch Schnee-Erosion erkennen.

Wenn man nun die Nischenreihe vom Glaswaldsee über Seehalde und Wanne zum Sailstock verfolgt, sieht man, daß die Wände immer flacher (40, 36, 33 u. 27°), gleichzeitig die Böden immer geneigter werden (3, 4, 5 u. 12°). Daher verringert sich der Gefällsbruch von 13 auf 9, 6 und 2. Die Riegel des Glaswaldsees haben der Erosion fast bis heute standgehalten, an der Seehalde fehlen sie, ebenso am Sailstock, an der Wanne sind sie angedeutet. Daraus ergibt sich in der Deutlichkeits-Reihe eine Abnahme von 10 auf 7, 6 und 3.

Ohne Zweifel hat man hier eine Entwicklungsreihe vor sich: Beim Sailstock ist die Quelltrichter-Form durch Schnee und Eis kaum, in der Wanne stärker umgebildet. Die Seehalde (genannt nach dem benachbarten Glaswaldsee) ist eine prachtvolle Karnische und der Trichter des Glaswaldsees ist völlig umgestaltet. Nun liegen alle vier an der Basis des Bausandsteins (sm) und damit in der Höhentufe 800–850 m; der Abstand von der klimatischen Schneegrenze war also gleich. Wenn wir von der unbekannten Größe der präglazialen Relief-Unterschiede absehen, bleibt als einzige Veränderliche die Exposition: Sie dreht von ONO und NNO bei Glaswaldsee und Seehalde auf O und SO bei Wanne und Sailstock. Günstig für die Karbildung war also wieder die NO-Exposition als Windschatten-Lage, während Wanne und Sailstock mit O und SO außerdem der Sonne stärker ausgesetzt waren.

Gruppe 5. Unsichere Karformen

Das bisher für die Kennzeichnung der Gruppen wichtigste Merkmal, der Riegelwall, kann von Gruppe 5 an abwärts nicht mehr verwendet werden, weil er nur noch ganz ausnahmsweise vorkommt und auch dann nur schwach ausgeprägt ist. Bei diesen Nischen (z. B. Nr. 199) ist der eigentliche Boden aber sehr klein und geht nach oben schnell in eine mäßig steile Wand über. Ich konnte daher diese Formen nicht in Gruppe 6 einreihen.

Meist ist jedoch von Riegeln überhaupt nichts zu sehen, dafür aber der Boden größer und auch verhältnismäßig flach (5–10°). Auch setzt er sich scharf gegen die Wand ab. Nach unten läßt sich der Boden nicht so leicht abgrenzen, doch steigt überall das Gefälle wieder auf das Doppelte.

Der eigentliche, flache Boden ist kaum einmal größer als 0,2 ha und nur ganz selten vermoort.

Die Wand kann zwar ziemlich steil sein (25–30°), ist aber entweder sehr niedrig (z. B. bei Nr. 21 nur 30 m) oder nicht gut abgerundet wie bei dem unten beschriebenen Beispiel. Dann schimmert unter der eiszeitlichen Überformung die fluviatile Vorform durch. Trotzdem spricht der d o p p e l t e Gefällsbruch Wand / Boden / Schürze dafür, daß die Umformung durch Schnee-Erosion nicht unbedeutend war.

In Gruppe 5 fehlen alle Sonderformen. Ihre Verbreitung ist etwas weiter als die der Gruppe 6 und schließt sich eng an die der Gruppe 4 an. Die dicke Linie in Abb. 3 stellt daher auch für Gruppe 5 die Untergrenze dar. Die Horizontalverbreitung ist ebenfalls ähnlich wie bei Gruppe 4.

Beispiel: *Simonswies* 610 m NN
Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt Baiersbronn,
Nr. 149 in Tabelle 1

Geht man von Klosterreichenbach an der Murg 2 km das Reichenbachtal aufwärts, so sieht man auf der SW-Seite durch eine bewaldete Pforte auf eine hübsche Wiese, die von 100 m hohen Wänden überragt wird. Diese Nische ist auf dem geologischen Blatt Baiersbronn nicht als Kar eingezeichnet, obwohl sie kaum zu übersehen ist. Vermutlich hat sie *Rau* zu stark an einen fluviatilen Trichter erinnert.

Der B o d e n ist etwa 60 x 120 m groß und an der flachsten Stelle nur um 7° geneigt. Am Auslaß ist eine schmale Kerbe, die sich auch in den Boden noch etwas fortsetzt. Nach hinten wird der Boden allmählich steiler.

Die nach Osten exponierte W a n d - Hälfte ist 32° steil, die nach Norden gerichtete etwas flacher. Zwischen beiden erstreckt sich ein steiles Kerbtälchen nach hinten, in dem Bausandstein bloßgelegt ist. Der Bach fließt nur im Frühjahr.

Ein R i e g e l ist nur auf der Ostseite angedeutet, wo der Wald auf einem richtigen kleinen Vorsprung steht, der die Nische nach NO abschließt.

Abschließend läßt sich über dies Beispiel sagen, daß zwar alle Karmerkmale vorhanden, aber sehr schwach ausgebildet sind. Den Hauptanteil bei der Ausarbeitung der Nische hat sicher der Simonswiesbach gehabt. In der Würmeiszeit wurde dann durch Schnee-Erosion der Boden verebnet; die von der Steilwand

abwitternden Blöcke schufen einen Sturzwall, der sich auf der Ostseite etwas erhalten hat. Solifluktion hat dann alles in einen dicken Schuttmantel gehüllt, den der Bach nur an der Hinterwand wieder entfernen konnte, während er sonst die Karform höchstens am Auslaß etwas zerstört hat.

Gruppe 4. Zweifelhafte Karformen

Diese Gruppe umfaßt die letzten 24 Nischen, die man als Kar deuten kann. Die Böden sind entweder winzig klein (oft nur 20 x 40 m) und ziemlich flach (6–8°), oder sie sind wesentlich größer, dann aber stärker geneigt (8–12°). Bei einigen weiteren Nischen ist zwar der Boden flach und noch größer, dafür aber die Wand nur schwach eingebuchtet. Bei den andern sind dagegen die Wände recht deutlich nischenförmig, aber selten über 100 m hoch, meist viel niederer.

Der doppelte Gefällsbruch ist jedoch stets vorhanden. Das Gefälle beträgt an der Wand 25–35°, fällt im Boden auf die Hälfte oder ein Drittel, um an der Schürze wieder 12–25° zu erreichen. Ein derartiges Längsprofil scheidet die Gruppe der zweifelhaften Formen scharf von den nicht durch Schnee-Erosion umgeformten Quelltrichtern, von denen in den nächsten Gruppen einige aufgezählt werden.

Wenn man nun die Großgruppe der Kare und karähnlichen Formen von der der subaerisch gebildeten Nischen trennen will, und diese Trennung ist ja die eigentliche Aufgabe dieser Arbeit, so muß man die Grenze zwischen die Gruppen 3 und 4 legen, wie es in Abb. 1 und 3 durch eine dicke Linie zum Ausdruck gebracht wird.

Die untere und die äußere Verbreitungsgrenze von Gruppe 4 stellen daher auch die äußersten Grenzen der Kare dar; sie werden später ausführlich betrachtet.

Beispiel: *Die Nische am Osthang des Edelmannskopfs* 690 m
Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt Gengenbach, Nr. 154 in Tabelle 1

Auf dem langen Buntsandsteinkamm vom Großen Hundskopf zum Mooskopf habe ich intensiv nach Karen gesucht; die Voraussetzungen zur Karbildung schienen zunächst gegeben, jedoch fand ich nur eine einzige Nische auf der SO-Seite des Edelmannskopfs, 13 km östlich Offenburg.

Der Boden ist nur 80 x 80 m groß und nicht ganz eben, sondern hinten um 12°, vorne sogar um 15° geneigt; am Vorderende ist jedoch ein scharfer Gefällsknick, von dort fällt eine schmale Kerbe mit 26° ab. Quellen treten keine aus.

Die Wand ist annähernd halbkreisförmig, aber nur etwa 80 m hoch, sie ist nach ONO exponiert. Von dem Plateau des Edelmannskopfes aus gesehen liegt die Nische jedoch im Schichtenfallen, nämlich im SO. Von Riegeln fehlt jede Spur.

Am Nordhang des benachbarten Mooskopfes hat *Klute* 1911 (S. 22) zwei Schneereste gefunden; doch scheinen diese Stellen nicht konstant zu sein. Ein Förster aus Oberkirch berichtete, daß im April und Anfang Mai 1949 der letzte Schnee in der Gegend sich auf dem 860 m hohen Edelmannskopf gehalten habe, also gerade über unserer Nische.

Wenn man nun den Gesamtcharakter überblickt, findet man zwar nur zwei Karmerkmale, und diese auch noch undeutlich ausgebildet; doch macht der doppelte Gefällsbruch eine Mitwirkung von Schnee bei der Ausgestaltung der Nische wahrscheinlich. Diese Ansicht wird durch das kalte Lokalklima, wie es sich in dem Schneerest ausdrückt, noch gestützt.

Auf das Fehlen der Kare in der Umgebung werde ich noch zurückkommen (siehe Seite 50).

Gruppe 3. Durch Schnee-Erosion geringfügig veränderte Quelltrichter und Talböden

Zunächst möchte ich betonen, daß von Gruppe 3 an abwärts die Tabellen und Abbildungen unvollständig werden, indem sie nur solche Hohlformen angeben, die in die geologischen Karten oder in anderen Veröffentlichungen als Kare eingezeichnet worden sind, sei es nun, weil sie den Karen ähnlich sehen, oder weil der aufnehmende Geologe besonders karfreudig war. Weitere, der Gruppe 3 entsprechende Hohlformen finden sich im Nordschwarzwald noch häufig, und zwar sowohl unter der Untergrenze der Kare wie auch außerhalb ihrer Horizontalverbreitung wie auch zwischen den Vertretern der anderen Gruppen.

Ich habe nur 18 Nischen aufgeführt; diese gehören aber, wie die Überschrift schon ausdrücken soll, zwei verschiedenen Typen an. Zwei Drittel leiten sich von Quelltrichtern ab und schließen sich in ihrer Erscheinung an Gruppe 4 an. Die Böden sind vielfach etwas verflacht, aber selten unter 15°. Auch der doppelte Gefällsknick ist meist vorhanden, beträgt aber zwischen Boden und Schürze kaum über 5°. Außerdem sind die Böden so klein, daß sie gegenüber dem unteren, flacheren Teil der Wand gar nicht ins Auge fallen. Die Wände sind manchmal ansehnlich steil, aber nur selten karartig gerundet. Diesem Typ gehört das unten beschriebene Hängerlöchle an.

Das restliche Drittel der 18 Hohlformen leitet sich von Kerbtälchen ab, die Schuttkegel ins Haupttal vorgebaut haben. Die Böden liegen nur wenige Meter über dem Flußspiegel und sind ziemlich groß und flach, einige haben sogar Gegensteigungen auf den Fluß zu (diese veranlaßten auch den Geologen, sie als Kare einzuzeichnen). Ein Formenelement des Kars, das sonst nie fehlt, die Wand, ist hier nur ganz schwach eingebuchtet oder konvergiert so scharf auf die Quelle zu, daß die Form in Gruppe 1 gehören würde, gäbe nicht der Schuttkegel dem Boden eine karbodenähnliche Form (z. B. Nische 197).

Diesen Typ kann man infolgedessen nicht zu den Karen zählen. Die gelegentlich auftretenden Gegenböschungen lassen jedoch vermuten, daß gleichzeitig mit der Aufschüttung des Schuttkegels oder nachher auch die Schnee-Erosion eine Rolle spielte. Dieser Typ wird von den Hohlformen 23, 212 und den in einem besonderen Kapitel beschriebenen Langenwald-Nischen vertreten. Nr. 111 ist ähnlich, leitet sich aber nicht von einem Schuttkegel, sondern von einem alten Talboden ab.

Beispiel: *Das Hängerlöchle* 870 m NN
Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt Obertal-Seebach,
Nr. 118 in Tabelle 1

Das Hängerlöchle liegt 2 km nw. von Buhlbach. Es soll zeigen, daß auch in grö-

ßeren Höhen nicht alle günstig gelegenen Quelltrichter zu Karen umgeformt wurden, während dicht daneben die schönsten Kare entstanden.

Der Boden ist nur eine kleine Verflachung mit 18° Gefälle, das nach unten und oben auf etwa 24° steigt.

Die Wand ist ein schönes Halbrund. Der nach Osten exponierte Teil ist 37° steil und fast schuttfrei, der nach Süden gerichtete dagegen völlig von Blöcken bedeckt und nur 25° steil.

K. Regelmann hat im Süden einen Bergvorsprung als Riegel eingezeichnet und den Karboden als zerstört angenommen. Es wäre aber merkwürdig, wenn sich ein so gewaltiger Karriegel erhalten hätte und vom Karboden kaum eine Spur. Man faßt die Bergnase besser als gewöhnlichen Zwischentalsporn auf.

Bei dieser Hohlform handelt es sich allem Anschein nach um einen Quelltrichter; die verhältnismäßig große Meereshöhe und die auffallende Steilheit der Wand, und zwar nur in der günstigen Ostexposion, machen es aber immerhin wahrscheinlich, daß die Schnee-Erosion die Nische etwas umgeformt hat.

Gruppe 2. Quelltrichter, Quellrinnen und Talböden, wahrscheinlich nicht durch Schnee-Erosion umgeformt

Diese Gruppe schließt sich eng an Gruppe 3 an, nur sind die Ähnlichkeiten mit den Karen hier noch schwächer. Der Gefällsbruch Wand / Boden kann noch so scharf sein, aber unterhalb des Bodens wird das Gefälle nicht wie bei den Karen größer, sondern meistens noch kleiner. Die Wände zeigen scharfe Kanten wie bei den reinen Quelltrichtern.

Der zweite in Gruppe 3 beschriebene Typ ist in Gruppe 2 nur durch die unten beschriebene „Lenzenmühle" vertreten. Auch hier dürfte die Hohlform durch nachträgliche Erosion eines Schuttkegels entstanden sein. Aber die Böden sind in Gruppe 3 ziemlich eben, während hier der Boden von einer deutlich abfallenden Mulde eingenommen wird.

Die 9 Nischen dieser Gruppe kommen hauptsächlich an der unteren und äußeren Verbreitungsgrenze der Kare vor. Einige weitere liegen außerhalb des Karbereichs, wurden aber nicht aufgezählt.

Beispiel: *Lenzenmühle* 620 m NN
Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt Simmersfeld, Nr. 90 in Tabelle 1

Quert man auf dem Fußweg Simmersfeld-Fünfbronn das Schnaitbachtal an den Resten der Lenzenmühle, so sieht man einen merkwürdigen Wall, der parallel zum Bach läuft, 10 m hoch über ihm ansetzt und sich dann langsam 80 m lang nach SO absenkt.

Dahinter liegt 1–5 m tiefer eine flache Mulde, die ebenfalls nach SO fällt und sich dabei von 30 auf 70 m verbreitert (Bild 2).

Die Tal-Wand ist durchgehend 31° steil und zeigt teilweise anstehenden Bausandstein. Nur unmittelbar über der Mulde ist sie etwas eingebuchtet, 50 m darüber schon wieder glatt.

Bräuhäuser hat den Wall 1937 (S. 38) als Karriegel aufgefaßt. Ich glaube aber nicht, daß es sich hier um ein Kar handelt, denn 1. liegt die Mulde auf der Talsohle, 2. zeigt die Wand keine Nischenform und 3. ist der Boden nicht eben, sondern eine flache Mulde mit halbrundem Querschnitt. Ob aber Quellbäche allein die Mulde ausgefurcht haben, oder ob sich Schnee darin eingelagert hat, so daß der Wall als Sturzmoräne aufzufassen wäre, läßt sich nicht entscheiden.

Gruppe 1. Quelltrichter, Quellmulden und Quellrinnen, Hangmulden und Talböden mit Karähnlichkeit

In dieser Gruppe wurden 16 Hohlformen zusammengefaßt, bei denen vor allem die Wände oft karartig gerundet sind. Sie sind aber dann flach und niedrig. Bei den Quelltrichtern des Buntsandsteines fehlt ein eigentlicher Boden; die Wand kann dann verhältnismäßig hoch und steil sein. Bei den Quellmulden im Kristallin ist ein Boden vorhanden, aber die Hänge sind flach und niedrig (siehe das unten beschriebene Beispiel). Mit Hohlform Nr. 11 ist bereits eine Quellrinne vertreten. Einzelne Mulden im Hang (z. B. Nr. 13) sind zwar hoch genug gelegen, aber nicht tief genug in den Berg eingesenkt, um als Kare gelten zu können. Es dürfte sich um außer Funktion gesetzte Quelltrichter handeln. Der bei Gruppe 3 häufige Talbodentyp ist durch Nr. 91 nochmals vertreten.

Gruppe 1 ist also sehr verschiedenartig. Daß sie rein fluviatile Hohlformen umfaßt, kann nur durch ihre starke Verbreitung außerhalb des Kargebiets bewiesen werden, wie ich es im folgenden Beispiel versuchen werde.

Beispiel: *Solberg* 585 m NN
Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt Baden-Baden, Nr. 1 in Tabelle 1

6 km südlich von Baden-Baden, unmittelbar über der „Schwarzwald-Hochstraße" zur Hornisgrinde, liegt eine flache Mulde im Granit, die einzige als Kar eingezeichnete Nische auf Blatt Baden-Baden. Steigt man von der Straßengabelung dem Bach entlang aufwärts, so betritt man nach einem kleinen Anstieg eine langgestreckte, etwa 15° geneigte Wanne, in der mehrere Strecken mit nur 10° Gefälle eingeschaltet sind. An deren unteren Enden sind meistens die Granitblöcke etwas angereichert. Besonders deutlich ist das bei der obersten Fläche, die auch nach oben mit einem gleichmäßigen Halbrund abschließt, von dem aus zahlreiche Quellbäche radial auf das untere Ende fließen.

Die ganze Mulde wird von einem 22–26° steilen und nur 40 m hohen Hang umgeben, der aber weder am unteren noch am oberen Rand scharf abgesetzt ist.

Die Hohlform sieht etwas karähnlich aus, und man könnte *Thürach* recht geben, wenn die Wand höher und der Gefällsbruch schärfer wäre. Zudem erscheinen die Blockanhäufungen nicht als Wälle, sondern nur als Anreicherungen von grobem Schutt, indem an den steileren Stellen das feine Material durch den Bach ausgespült wurde. Am Rand der obersten Fläche, einer Wiese, scheinen sie von Menschenhand zusammengetragen zu sein.

Eine Entscheidung, ob wir eine fluviatile oder fluviatilglaziale Form vor uns haben, bringt nur der Vergleich mit ähnlichen Mulden auf Blatt Baden-Baden

und Bühlertal. Auf dem ersten sind sie zum Teil als „Karoide" eingezeichnet. Sie haben alle die oben beschriebene Form, kommen in allen Expositionen und Höhenlagen bis 320 m hinab vor. Diese Unabhängigkeit von Exposition und Höhenlage spricht aber gegen eine glaziale oder nivale Entstehungsweise. In Wirklichkeit ist es die typische Quellmulde des wenig durchlässigen kristallinen Grundgebirges, wie sie auch im Kinziggebiet vorkommt. Nur ist sie hier durch starke Hebung am Nordabfall des Hornisgrinde-Sattels in große Höhe gelangt, ohne daß sie ihr Flachrelief verlor. Die darauffolgende rückschreitende Erosion hat bis jetzt erst den unteren Rand erreicht, so daß dort das Gefälle von 11 auf 14° steigt.

Subaerische Gruppe (0). Quelltrichter, Quellmulden und Quellrinnen ohne Karähnlichkeit

Diese Gruppe setzt sich aus den schon in Gruppe 1 beschriebenen Formen zusammen. Aber die Ähnlichkeit mit den Karen ist hier so gering, daß nur die Glazialisten *Thürach* und *K. Regelmann* einzelne davon als Kare eingezeichnet haben. Die Formen sind vielmehr mit den Quelltrichtern, Quellmulden usw. identisch, wie ich sie auf Seite 9 geschildert habe.

Ihre Verbreitung ist unabhängig von der Meereshöhe, und sie fehlen auch in Süd- und Westexposition nicht ganz. Damit erweisen sie sich als von der Schnee-Erosion unabhängige Formen, denn Kare beschränken sich stets auf NNO-, O- und SO-Exposition und größere Höhen.

Beispiel: *Steinteich* 510 m NN
Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt Loffenau-Gernsbach, Nr. 3 in Tabelle 1

Die Ostseite des Wurstbergs südlich von Herrenalb hat eine Einkerbung, die *Regelmann 1935* als Kar eingezeichnet hat. In den Erläuterungen schreibt er aber, man könne „nicht sicher auf Karbildungen schließen."

Die Wand ist 29° steil und blockübersät, aber nicht nischenförmig, sondern besteht aus zwei nur schwach gewölbten Flächenstücken, die mit einem stumpfen Winkel aneinander stoßen und eine Rinne bilden.

Da diese sich erst kurz über dem Talboden verflacht, kann man von einem Boden nicht sprechen. Quellen treten keine aus. Auch von Riegeln fehlt jede Spur.

Von den drei Karmerkmalen ist also keines vorhanden; es ist eine reine Quell- und Regenrinne, wie wir sie auch am gegenüberliegenden Hang, am Grafenweg, in SW-Exposition beobachten können, wo nivale Mitwirkung ausgeschlossen ist. Somit ist auch das Steinteich eine rein fluviatile Form.

DIE SONDERFORMEN

Die eben geschilderten Beispiele haben gezeigt, daß zwar die Formen der Kare und karähnlichen Nischen sehr mannigfaltig sind, daß sie sich aber durch

Beachtung der mehr oder weniger deutlichen Ausbildung der Karmerkmale auf einen gemeinsamen Nenner, nämlich die Deutlichkeitsreihe von 10 bis 0, bringen lassen. Einige Nischen heben sich aber durch enge räumliche Nachbarschaft, durch mehrmalige Einwirkung des Firns oder einen Zusammenhang von Firn- und Flußwirkung so stark von den andern Karen ab, daß sie hier eine gesonderte Betrachtung erfahren sollen.

Zwillingskare

Die Quelltrichter liegen im Buntsandsteingebiet ziemlich weit auseinander, da infolge der Durchlässigkeit und Klüftigkeit des Gesteins die Taldichte gering ist. Wenn sich also in den Trichtern Kare finden, so sind sie meist völlig selbständig und vom nächsten Kar durch eine Strecke des normalen Talhangs getrennt. Gelegentlich sind aber Kare so groß, daß diese Strecke fehlt, so südlich Enzklösterle zwischen den Karen der Maienstube, des Großen und Kleinen Bärlochs. Dort stoßen dann die Karwände unmittelbar aneinander und bilden scharfe Grate; diese fallen wegen der Bewaldung aus der Ferne kaum auf, umsomehr aber auf einer Höhenlinienkarte. Der Grat zwischen den eben genannten Karen trägt den bezeichnenden Namen „Kanzel". Am häufigsten sind solche Zwillingsbildungen am Ende größerer Täler, wo sie einen ganzen Halbkreis bilden können. Als schönstes Beispiel sollen die Kare um den Buhlbachsee (Nr. 126–128) näher beschrieben werden, da man hier alle Verwachsungsstadien beieinander beobachten kann.

Geht man von Obertal das Tal der Rechtmurg und dann das des Buhlbachs aufwärts, so weitet sich nach etwa 5 km plötzlich das Tal, und vier Tälchen treffen radial zusammen. Vom zur Zeit kahlen Abhang des Heidenkopfs sieht man in den drei östlichen je eine kesselartige Erweiterung. Dort zeugen dann große Moore und hohe, breite Riegelwälle von einstigen Seen. Der mittlere Kessel, der Buhlbachsee, besaß sogar im trockenen Sommer 1949 noch einige Wasserlachen und soll jetzt wieder in seiner alten Fläche aufgestaut werden. Seine östliche Karwand und die westliche des „Bärteichs" stoßen in spitzem Winkel unmittelbar aneinander; allerdings nicht ganz so spitz wie 4 km weiter südöstlich „Ellbachsee" und „Wüstes Teich" (Nr. 159 u. 160).

Auf der Westseite des Buhlbachseekars hat dagegen die beiderseitige Karerosion die Wände völlig zerstört; sein Boden wird nur durch einen 35 m hohen Wall von der 20 m tieferen „Seemisse" getrennt. Diese selbst besteht aus zwei völlig verwachsenen Karböden, die sich aber durch je eine Ausbuchtung in der Wand verraten. Ihr Nordhang bildet als „Seerücken" einen auffallenden Kamm gegen das vierte Tälchen, das des Spaltbächles, das merkwürdigerweise keinerlei Spuren einer Firntätigkeit aufweist, obwohl die Voraussetzung dazu nach Höhe und Exposition mindestens ebenso gegeben war wie bei den anderen drei.

Hier sind also auf engem Raum alle Stadien einer Verwachsung von Karen beieinander:

1. Gerade erst zusammenstoßende Wände mit Gratbildung, 2. Beseitigung der Grate, aber noch getrennte Firnbecken, daher mit Mittelmoräne, und 3. völlige Verschmelzung.

Weitere Zwillingsbildungen sind auf Blatt Obertal noch häufig. Am „Rotegießen" (Kar 137 und 138) haben die Böden 75 m Höhenunterschied, ebenso am Sankenbach bei Freudenstadt. Am Dobelbach auf Blatt Baiersbronn (Kar 142 bis 144) und an der Seemiß auf Blatt Loffenau (Nr. 8) liegen Karböden sowohl neben- wie übereinander.

Da im Nordschwarzwald die Kare nur in N-, NO-, O- und SO-Exposition vorkommen, ist die Bildung von Karlingsgipfeln unmöglich. Immerhin werden die Abhänge der Hornisgrinde bereits auf zwei ihrer drei Seiten von Karwänden und Graten gebildet, aber die Karerosion hat das Gipfel-Plateau noch nicht aufgezehrt und zur Spitzenform verwandelt.

Zur Zwillingsbildung kam es im Nordschwarzwald verhältnismäßig selten. Nur dort, wo sich besonders große Kare entwickelt haben, und vor allem an den Enden der Täler, wo drei bis vier Quelltrichter auf einen Punkt zusammenstrahlen, sind sie häufiger, auf Blatt Obertal sogar die Regel.

Wichtig ist noch die Beschränkung der Zwillingskare auf größere Höhen; Abb. 3 zeigt, daß sie erst 100 m höher einsetzen als einfache Kare, was schon *Schmitthenner* (1913, S. 92) erwähnt hat. Dies läßt sich einfach erklären, seit *Louis* 1936 bewiesen hat, daß Stadialzeiten zur Erzeugung von größeren und deutlichen Karen nicht ausreichen, sondern daß das eine volle Eiszeit erfordert. Die Kare unter 670 m waren wohl nur so kurze Zeit von Firn erfüllt, daß ihre Seitenwände nicht bis zur gegenseitigen Berührung zurückwittern konnten. Über 700 m NN wurde dies aber, wenn sie nicht allzuweit entfernt waren, öfters erreicht.

Von dieser Regel scheint zwar das Kar 217 oberhalb der einstigen Lohmühle, am Nordrand von Blatt Alpirsbach, eine Ausnahme darzustellen. Dort wird in nur 600 m Höhe ein kleiner Karboden durch eine etwa 5 m hohe Rippe von einem größeren getrennt. Der kleine Boden wird von Bräuhäuser (1926, S. 63) als Rückzugskar aufgefaßt; dann müßte er aber am Hinterende des großen Bodens liegen und nicht parallel zu diesem. Hier handelt es sich vielmehr um ein einziges Kar. Nur hat eine Verwerfung die Verwitterung am NW-Ende der Wand so begünstigt, daß dort eine kleine, gesonderte Wanne entstanden ist.

Treppenkare

Bei der Bildung von Zwillingskaren lagen zwei Firnflecken selbständig nebeneinander. Wo nun zwei geeignete Vorformen übereinander lagen, konnten sich auch zwei Firnflecken übereinander bilden, sofern sie nicht zu groß waren und der obere mit dem unteren verschmolz. Zwei übereinander liegende Hohlformen gibt es aber nur selten, nämlich dort, wo sich über dem jetzigen Quelltrichter eine Mulde im Hang (vielleicht ein durch Abwärtswandern der Quellen außer Funktion gesetzter Trichter) findet. Als weitere Vorformen kommen noch durch harte Schichten gestufte Bachrisse in Betracht (bei Nr. 24).

Die aus diesen Hohlformen entstandenen Karböden sind meist klein und nicht sehr deutlich. Oft ist auch der obere Boden durch die Wand der unteren gekappt (Nr. 86).

Einen typischen Fall, bei dem beide Firnflecken sich kaum gegenseitig beeinflußt haben, stellt die Ilgenbacher Grub südlich Obertal (Nr. 131) dar:

Dort liegt in 735 m Höhe im smc1 eine um 5° geneigte, flache Wanne, davor auf der Ostseite ein kurzes, niederes Stück eines Walles. Der Boden ist durch die Flachheit etwas vernäßt und wird von einer Wiese eingenommen. Er geht auf allen Seiten mit einem leichten Knick in eine 23° steile Wand über, die nur im SW, also in NO-Exposition 30° erreicht. Nach oben verflacht sie sich wieder allmählich auf 8° – man ist in einer zweiten Nische, in 795 m Höhe, angelangt. Dieser Boden liegt im Bausandstein (sm); er ist zwar 8° geneigt und hat fast keine Riegel, ist aber dafür von einer 32° steilen Wand umgeben, die sogar anstehenden Fels zeigt. Im NW, also in SO-Expedition, ist die Wand auch nur 25° steil und von mächtigem Gehängeschutt bedeckt.

Die beiden Karböden liegen genau in der Linie eines kleinen Tälchens, das senkrecht zum Haupttal des Ilgenbachs steht. Die beiden Karwände sind bezeichnenderweise asymmetrisch zu dieser Linie, indem sie nur in O- oder NO-Exposition steil sind, während das Tälchen nach SO gerichtet ist. Entsprechend findet man Riegel nur auf der O-Seite angedeutet. Wenn man hier von einer Fließrichtung des Firns sprechen kann, so war diese ONO, also nicht in der Talrichtung.

Das zeigt nun eindeutig, daß hier kein einheitlicher „Hängegletscher", sondern zwei völlig selbständige, kleine Firnfelder am Werke waren. Sie beschränken sich auf den Fuß des nach ONO gerichteten Teils der Wand, bewirkten dort Rückwitterung, während auf der nach Süden offenen Seite die Solifluktion sich stark auswirkte. Komplizierte Hypothesen über die Bildung der Treppenkare (Stadial-, Stockwerks- und Mündungstheorie bei *Burger*, 1933, S. 34) sind hier ganz unnötig.

Als weitere Beispiele seien noch genannt: Die beiden Röterhardtgruben (143 und 144), die Hirschklinge auf Blatt Loffenau (Kar 12, 3 Böden übereinander, der oberste sogar zweigeteilt), der Tiefengrund bei Wildbad mit sogar 4 Treppenstufen (Kar 24, schönes Bild bei *Regelmann*, Erläut. Wildbad), das Große Bärloch südlich Enzklösterle (Kar. 86), die Kare am Ruhsteinpaß (110–112, s. Karte 5) und das Sauloch (104) auf Blatt Obertal.

Treppenkare gibt es wegen der Seltenheit der Vorformen nur wenige, und sie beginnen wie die Zwillingskare erst 100 m höher als die einfachen. Die Erklärung suche ich in ähnlichen Ursachen wie dort: Gut ausgebildete Kare unter 700 m sind gewissermaßen Zufallssache, daher immer etwas Vereinzeltes, außerdem finden sie sich nur in schon vorher steilwandigen Quelltrichtern, wo der Schnee gegen die Sonne geschützt ist. Z w e i Firnflecken haben aber nur in etwas flacher abfallenden Tälchen Platz, wo dieser Schutz geringer ist.

Die Treppenkare bilden die einzige Gruppe, deren Verbreitung auch nach oben begrenzt ist. Mindestens im typischen Fall mit völlig selbständigen Nischen sind sie auf eine Zone unter 750 m oder auf ungünstige Exposition wie bei der Ilgenbacher Grub beschränkt. Weiter oben hätten sich nämlich zwei übereinander liegende Firnflecken wegen der größeren Schneemenge vereinigt.

Mehrphasenkare

Wesentlich schwieriger wird eine Erklärung, wenn sich um einen Karboden mehrere Riegel ziehen, oder wenn ein kleines Kar (von *Klute* 1949 Kleinkar ge-

nannt) in ein größeres (Vollkar) eingeschachtelt ist. Beim Herrenwieser See findet man sogar beide Erscheinungen zugleich (s. Seite 20).

Eine gewisse Ähnlichkeit mit Treppenkaren, bei denen die einzelnen Böden nur geringen Höhenunterschied aufweisen, zeigt der Kessel auf Blatt Bühlertal (Nr. 51). Vom Oberen Birkenauweg her öffnet sich plötzlich eine Nische, die 40 m lang mit nur 8°, dann nochmals 40 m mit 12° ansteigt, bis man im eigentlichen Karboden mit 60 m Durchmesser und nur 5° Neigung angelangt ist. In einer langgestreckten Nische, deren Boden 8–12° Gefälle hat, ist also am Hinterende noch ein kleiner Karboden mit nur 5° Gefälle entstanden. Nur er ist von einer steilen Karwand umgeben, die sich von ihm mit scharfem Knick absetzt und in der Mitte 38° Gefälle erreicht. Dort ist sie von einem fast vegetationslosen Blockstrom bedeckt; der am Rand von Moosen, Birken und Fichten bewachsen ist und in eine gewöhnliche Schuttdecke übergeht, in der die Blöcke noch in Feinmaterial eingepackt sind. Auf den Seiten des vorderen Karbodens sind die Wände nieder und nur 25° geneigt.

1600 m weiter nordöstlich findet man denselben Typ am „Nägeliskopf", ebenso an der Klappermisse auf Blatt Baiersbronn. Die Entstehung stelle ich mir in zwei Phasen vor: Die erste war schneereich und erzeugte daher große Kare. Aber ehe die Böden bis zur Ebenheit erodiert oder aufgeschüttet waren, wurde das Klima wieder wärmer, und erst in einer zweiten kalten Phase, die schneeärmer war, vielleicht aber länger dauerte, wurde der zwar kleinere, aber flachere hintere Boden eingetieft. Entweder am Ende dieser Phase oder in einer dritten wurde dann das ganze Kar noch von Frost und Bodenfließen bearbeitet.

Bei einem ähnlichen Typ ist der hintere Karboden durch einen deutlichen Riegel abgeschlossen. Das schönste Beispiel dafür ist der Sumpf auf Blatt Oppenau (Nr. 166): Ganz in der SW-Ecke eines langgestreckten Vollkars findet sich ein kreisrunder, 20 m höher gelegener, vermoorter Boden. Ihn schließt ein scharfkantiger, nur 4 m breiter, aber 3 m hoher Riegel, der an zwei Stellen durchbrochen ist, gegen das Vollkar ab, dessen Riegel ebenfalls fast ganz erhalten sind. Ähnlich ist das gegenüberliegende „Apsbächle" (Nr. 170). Auf der Karte kommt dieser Typ am besten in der Saumiß auf Blatt Obertal (105) zum Ausdruck, weniger im weiter südwestlich gelegenen Dölle (116).

Besonders aufschlußreich, aber auch sehr ungewöhnlich, ist das Altloch auf Blatt Loffenau (Nr. 18). Dort ist in den Nordhang eines Sporns eine steilwandige Nische eingelassen. Ihr Boden fällt mit etwa 5° nach NO. Ein den ganzen Boden abschließender Riegel fehlt; aber in seiner Mitte verläuft ein 15 m breiter Wall parallel zur Wand, der bergwärts 3 m, talwärts 5 m hoch abfällt. Der Unterschied kommt daher, daß der bergwärtige Teil des Bodens mit mindestens 2 m Torf bedeckt ist. Dieser Teil ist 400 m lang, nur 100 m breit und fällt mit 3° nach NW, also seitlich, ganz am SO-Ende auch etwas nach SO, ab. Die Wand ist zunächst blockbedeckt und steigt nur mit 20°, weiter oben jedoch mit 35° an und zeigt im NW sogar anstehenden Bausandstein.

Am Einschnitt des Waldwegs auf der Westseite des inneren Bodens sind nun unter 1,8 m Torf noch mindestens 0,5 m Schutt mit kleinen Blöcken, die von den Humussäuren grau oder gar weiß gebleicht sind, aufgeschlossen.

Die Entstehung stelle ich mir genau so wie beim Typ „Kessel" vor: Bildung

des Vollkars in einer schneereichen ersten Phase, Abdämmung des inneren Teils des Bodens durch die Moräne einer zweiten, schneeärmeren Phase, die aber die Wand nochmals versteilte. Der gebleichte Schutt zwingt uns, vor der Vermoorung des vielleicht vorhandenen Sees noch eine Solifluktionsphase anzunehmen. Ob diese nun unmittelbar der zweiten Phase folgte oder eine dritte, besondere Kaltphase darstellt, kann ich nicht entscheiden. Vielleicht würde eine Pollenanalyse weiterführen.

Bei einem dritten Typ ist ein kleiner Karboden deutlich in einen größeren eingesenkt, so am Seeberg (Nr. 7), am Dölle (116) und im Ruhsteinloch (Nr. 110). Dieses ist zugleich eines der wenigen Kare, die nach Westen entwässert werden. Nach *Gg. Wagner* (1929, S. 100) hat aber hier die Acher einen Quellbach der Rotmurg angezapft. Am Südende des alten Talbodens haben sich vermutlich kleine Firnflecken eingelagert und die merkwürdig schmalen Wannen „Vogelskopf" und „Rotmurgbrunnen" (111 u. 112) erzeugt, während im eigentlichen Ruhsteinloch wohl ein kleiner Gletscher den steilwandigen Quelltrichter der Acher ausgeweitet und verebnet hat (Karte 5).

Dort liegt ein kreisrundes, vermoortes Becken (a1) mit 200 m Durchmesser. Es ist nach vorne durch einen Wall (ρ) abgedämmt, der nur ganz auf der Ostseite durchbrochen ist. Vor ihm liegt eine mächtige Schürze (Sch). Am hinteren Karbodenrand beginnt nicht gleich die Wand, sondern eine auf den Seiten schmale, hinten aber 60 m breite Terrasse (a2), die leicht moorig ist und etwa 5 m über dem Hauptboden liegt. Offensichtlich handelt es sich hier um den Rest eines älteren, größeren und mehr ovalen Bodens, in den der Hauptboden eingesenkt ist.

Wenn man noch weitere, ähnliche Beispiele berücksichtigt, so ergibt sich Folgendes: In 11 Karen ist in den großen Boden des Vollkars ein kleinerer, jüngerer eingelassen, der vielleicht ein Drittel, die Hälfte oder zwei Drittel des größeren einnimmt. Es ist auch denkbar, daß der jüngere Boden sich mit dem älteren deckt; in diesem Fall würden wir von der ersten Phase überhaupt nichts mehr sehen. Die oben angegebene Zahl von 11 Mehrphasenkaren kann solche Fälle natürlich nicht berücksichtigen.

Der kleine Karboden kann am Vorderende liegen wie beim Ruhsteinloch, oder in der Mitte, meist ist er jedoch hinten direkt unter der Karwand wie beim Kessel, beim Herrenwieser See sogar am Fuß der Wand, so daß dort der kleine Boden 20 m höher liegt als der Hauptboden.

Diese 11 Kare sind auf Abb. 3 und Karte 1 durch einen zusätzlichen, gestrichelten Halbkreis hervorgehoben. Viele Kleinkare haben eine andere Exposition als das Vollkar, sie sind deshalb in ihrer neuen Exposition in Abb. 3 als gestrichelte Kreise eingezeichnet. Durch Pfeile ist die Drehrichtung angedeutet.

Verbindet man in Abb. 3 die tiefsten Vorkommen von Mehrphasenkaren jeder Exposition miteinander, so erhält man ihre untere Grenze. Diese sinkt nur in einem Fall unter 800 m und verläuft den anderen Untergrenzen, die im Kapitel „Einfluß der Meereshöhe" noch näher diskutiert werden, auffallend ähnlich. Ich vermute daher, daß in der 2. Phase die Schneegrenze um mindestens 150 m nach oben rückte, so daß sich nur in den höhergelegenen Karen und auch

dort nur in günstiger Exposition Firnflecken bilden konnten. Zum Beispiel lag das „Apsbächle" (Nr. 170, 800 m NN, N-Exposition) in der Hauptphase ganz in der Firnregion; in der 2. Phase konnte sich nur noch unter dem nach NO exponierten Teil der Wand Schnee halten (siehe in Abb. 3 den gestrichelten Kreis in Spalte NO auf Zeile 830 m). In der 2. Phase drängen sich also die Kare noch stärker als in der 1. in der stets begünstigten NO-Exposition zusammen. *Klute* vermutet, daß die Kleinkare lediglich durch Nivation entstanden sind (mündl. Mitteilung), wie dies auch *Cotton* (1942, S. 205) ganz allgemein für wahrscheinlich hält.

Außer den 11 in Abb. 3 eingezeichneten Mehrphasenkaren gibt es noch ungefähr ebensoviele, bei denen die zweite Phase nur undeutliche Spuren hinterlassen hat.

Bei etwa 10 Karen ist der Karboden von mehreren Moränenwällen umgeben, so z. B. am Herrenwieser See und am Alten Weiher. Sie scheinen mir aber nur verschiedenen Endlagen des Kargletschers während einer einzigen Phase zu entsprechen. Es ist mir nicht gelungen, in den äußeren Wällen Rosthorizonte oder Ähnliches zu finden, was auf ein höheres Alter schließen lassen würde.

Karböden auf der Talsohle

Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt Obertal-Seebach, Nr. 123–125 in Tabelle 1

In den Tälern von Rechtmurg und Wolfig, die schnurgerade und fast ohne Gliederung durch Nebentälchen oder Quelltrichter nach SO ziehen, liegen in 720 bis 860 Meter Höhe die Böden der drei Kare Wolfighütte, Langmiß und Mosesbrunnen nur 10–20 m über der Talsohle. Auf ihre eigentümlich talab verzerrte Gestalt hat *K. Regelmann* aufmerksam gemacht (1934, S. 97). Die Böden sind schmal, mehr oder weniger vermoort und fallen in der Talrichtung mit 4 bis 8° ab. Der Fluß hat auf ihrer NO-Seite etwa 10 m tiefe, steilwandige Schluchten eingerissen, aber den unteren Buntsandstein nur an der „Wolfighütte" teilweise erreicht.

Die Riegel sind auf der NW-Seite weniger, dagegen im SO prächtig entwickelt; an der Wolfighütte auch durch zwei Fahrwege je 4 m hoch aufgeschlossen. Die Mächtigkeit der Moräne dürfte 10 m übersteigen. In diesem Kar setzt sie sich auch parallel dem Fluß noch etwas talauf fort, fällt zum Boden hin allmählich, in die Schlucht aber mit scharfem Knick und mit 40° steil ab. Die Einbuchtung der Wand ist schwach, von einer eigentlichen Nische kann man jedenfalls nicht sprechen.

Diese Formen weichen zwar von denen des Normalkars stark ab; trotzdem zwingen uns die mächtigen Riegel, sie auf Schneewirkung zurückzuführen. Quelltrichter fehlen hier fast ganz; daher mußte sich der Schnee auf der schmalen Talsohle ablagern und konnte sich dort nicht von der Wand weg, sondern nur talab bewegen. Man findet deshalb die Riegel nur am unteren Ende gut ausgebildet. Die Firnflecken müssen hier also schon fast einen Übergang zu Talgletschern dargestellt haben.

Dabei enttäuscht die Leistung der postglazialen Erosion der Flüsse. Trotz großer Wassermenge und hohem Gefälle konnten sie erst eine enge Schlucht

einreißen und noch nicht einmal die „Grundmoräne" überall durchsägen. Dabei ist es durchaus wahrscheinlich, daß auch in der Kaltzeit der Fluß neben dem Firn floß und sich damals schon eingeschnitten hat. Von den 10 m Tiefenerosion wäre also nur ein Teil postglazial. Auch die Seitenerosion hat wenig erreicht: Noch heute prallt die Rechtmurg am Riegel des „Mosesbrunnen"-Kars ab. Diese geringe Leistung kommt vielleicht daher, daß das Quellgebiet der Rechtmurg durch die Hochmoore von Schliffkopf und Hahnenmiß gegen Hochwasser gepuffert ist.

Bei der Beschränkung dieses Typs auf das kleine Gebiet von Rechtmurg und Wolfig mit seiner ungewöhnlichen Talbildung sind die Ursachen für seine Eigenart nur im präglazialen Relief zu suchen, also in den einförmigen, weder durch Schichtstufen, noch durch Quelltrichter waagrecht oder senkrecht gegliederten Talhängen. Wie die Täler nach Südosten ziehn, fallen auch die Schichten nach Südosten; nach der geologischen Karte mit 3° und mit einer vermuteten Verwerfung von 50 m Sprunghöhe. Offenbar ging Hebung und Kippung sehr rasch vor sich, so daß die Flüsse wohl schnell in die Tiefe, aber wenig nach der Seite erodierten. Der Schliff am Mosesbrunnen und die Klinge des Schurbachs sind offenbar erst in oder nach der Würmeiszeit entstanden; denn in der Klinge liegt kein Kar, obwohl *Klute* gerade dort den einzigen Schneerest der Gegend im Mai festgestellt hat.

Nischen und Wälle am Langenwald 690–720 m

Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt Freudenstadt, Nr. 194–198 in Tabelle 1, siehe Karte 6

Einige Hohlformen auf der Südseite des Forbachs oberhalb Freudenstadt scheinen auf den ersten Blick auch zum Talsohlentyp zu gehören. Die Wälle (auf Karte 6 grau, s. auch Bild 4) erheben sich sogar noch über die dahinter liegenden Wannen, und diese sind noch gleichmäßiger gestaltet als beim Talbodentyp. Im Schnakenloch fand ich beim Punkt 704 sogar 2,2 m mächtigen Torf.

Aber es ist merkwürdig: Zu diesen längsten und markantesten Wällen des Nordschwarzwaldes gehören nur ganz unbedeutend eingebuchtete Nischen mit mäßig steilen Wänden. An ihre Seitenlehnen setzen sich die Wälle ganz unvermittelt an. Nur bei der Schleh'schen Mahlmühle liegt eine steilwandige Nische, die auch durch ihre geringe Größe den Karen in gleicher Meereshöhe ähnlich sieht.

C. Regelmann beschrieb 1895 im Württ. Jahrbuch die Wälle als Mittelmoränen von Kargletschern gegen den Forbachgletscher. *Partsch* war skeptisch und ließ die Frage offen (1904, S. 664). Dagegen glaubten *Rau* und *M. Schmidt* 1907 (S. 11) an keinen Forbachgletscher mehr und hielten die Wälle daher für gewöhnliche Karmoränen. Die merkwürdige Form ist ihnen natürlich auch aufgefallen; aber erst 1927 wird sie von *Schmitthenner* (S. 192) erklärt: es seien Zwillingkare, die ihre Zwischenwände schon stark erodiert hätten, so daß der Talhang nur verhältnismäßig flache Einbuchtungen, keine eigentlichen Nischen mehr zeige. Weil Zwillingsbildung sonst aber nur in Talschlüssen Bedeutung erlangt (s. S. 61), halte ich diese Erklärung für gewagt. Die Kleinheit der Karnische bei der Schleh'schen Mahlmühle spricht ebenfalls dagegen.

Leichter erklärt sich alles, wenn man das Gefälle des Forbachs untersucht: Es

beträgt oben bei Langenhardt nur 20 ‰ (da das harte smc2 eine Erosionsbasis ist) steigt kurz vor der Rotwasserhütte auf 70 (gleich unterhalb mündet der Christenwiesbach mit sogar 100 ‰), fällt aber kurz vor dem Westrand von Karte 6 wieder auf 17, an der „Insel" sogar auf 13 ‰. Erst am Langenwaldsee steigt es auf 18 und weiter flußab, beim Queren der südlichen Randverwerfung des Freudenstädter Grabens, sogar auf 26, um dann bis Friedrichstal allmählich auf 17 ‰ zu fallen. Wenn sich das Gefälle eines Flusses von 70 (bzw. 100) auf 13 ‰ vermindert, kann er selbstverständlich nicht mehr ausräumen, sondern muß aufschütten. Schon *M. Schmidt* hat den Absatz, auf dem die Rüdele'sche Sägemühle steht, als Schotterterrasse kartiert (s. Bild 4). Die Weiterverfolgung dieses Niveaus hat mir im Frühjahr 1950 ein Windwurf sehr erleichtert, indem er freie Sicht schuf.

Es zeigte sich, daß fast alle Wall-Oberkanten sich im Längsprofil zu einer Geraden mit 11 ‰ Gefälle verbinden lassen, daß gegenüber von km 5 ebenfalls eine Terrasse liegt und in dieses Niveau gehört, und daß auf dieses auch die Schuttkegel oberhalb von km 5 und im Talwirtsloch ausmüden. Nicht hereinzupassen schien zunächst die Höhe 736,7 auf der „Insel" (Bild 4) und der gepunktete Karriegel bei der Schleh'schen Mahlmühle. Aber beide sind als schmale Wälle auf eine breite Terrassenfläche aufgesetzt. Diese ist allerdings auch nicht so eben, wie man das z. B. im Alpenvorland von einer Terrasse verlangen würde.

Das Niveau steigt flußab relativ zum Forbach immer mehr an: von wenigen Dezimetern am Westrand von Karte 6 auf 4 m beim km 5, auf 7 m bei der „Insel", 9 m bei der Schleh'schen Mahlmühle und 11 m am Langenwaldsee. Die Erosionskraft scheint von der Verwerfung aus neu belebt worden zu sein. Daher ist auch am untersten Stück beim Langenwaldsee die Zerschneidung schon am weitesten gediehen: Der Wall ist kurz, dafür sehr hoch. Der nächste sehr schmal. Dagegen haben sich von der Rüdele'schen Sägmühle an auch auf dem Nordufer Reste erhalten, die „Insel" ist breit und massig, und weiter oben füllt der Schutt fast noch den ganzen Talboden aus.

Herausgerissene Wurzelscheiben von Tannen erlaubten mir auch, das Material der Wälle eingehend anzusehen: Zunächst schien es sich nicht vom Gehängeschutt oder von Karmoränen zu unterscheiden, dann aber fanden sich zu solchen eckigen Stücken und Blöcken vor allem kantengerundete Stücke und gelegentlich sogar gut gerundete Buntsandsteinbrocken mit bis zu 80 cm Durchmesser. In einzelnen Nestern überwogen die Gerölle sogar die eckigen Stücke. Alles ist in reichlich Sand eingepackt. Eine Schichtung oder Sortierung ist kaum zu erkennen.

Wir dürfen daher die Flächen nicht Schotterterrassen nennen. Der Transportweg war sicher sehr kurz. Ich möchte die Wälle und Terrassen lieber als Reste einer Schuttfüllung auffassen, die vom Hang her, durch die Nebenbäche und durch den Forbach selbst ins Tal gelangt ist und die der Forbach nur bei gelegentlichen Hochwässern etwas weiterverfrachten und abrollen konnte. Vielleicht wurde sie auch durch Frostkräfte noch weiter geschoben, wie es *Schmidle* bei den ähnlich aussehenden „Sohlenwällen" im Südschwarzwald wahrscheinlich gemacht hat (1933, S. 14). Dann war vermutlich bereits die Schuttfüllung gewölbt, also in der Talmitte am höchsten.

Schwieriger ist die Entstehung der Wannen zu deuten, die hinter den Wällen liegen. Wer schon einmal die Bäche am Langenbrunn hinter der „Insel" (Bild 4) im Frühjahr oder nach einer Regenwoche im Sommer gesehen hat, wird diesen ohne weiteres einen kräftigen Erosionsanteil zutrauen. Immerhin weist aber die runde Form der Nischen und die Torfausfüllung des Schnakenlochs darauf hin, daß nicht nur fluviatile Kräfte am Werk gewesen sind. Da der Talhang gerade nach NO exponiert ist, liegt es nahe, hier an Schnee-Erosion zu denken. Auch die braun gezeichneten Absätze an der Talwand hinter der „Insel" und dem Schnakenloch faßt man am besten als kleine Karböden auf. Dadurch scheint mir diese ausführliche Betrachtung des Langenwaldes im Rahmen des Teils „Kare" gerechtfertigt.

DIE VERBREITUNG DER KARE

Verbreitung der Kare in den einzelnen Gesteinsschichten

In Abb. 1 sind alle Nischen auf der Waagerechten nach den Deutlichkeitsgruppen, auf der Senkrechten nach den geologischen Schichten geordnet. Dabei bedeutet jeder Punkt eine Nische; seine Höhe gibt den Abstand ihres Karbodens von der unteren Schichtengrenze ungefähr maßstäblich wieder.

Die Gruppen 4–10, also die Kare, beschränken sich auf die Schichten von der Mitte des Bausandsteins (sm) bis hinab zur Obergrenze des Rotliegenden (r). Besonders dicht sind sie im *Eck*schen Konglomerat (smc1) und an seiner oberen Grenze – aber sie sind nicht auf diese Schichten beschränkt, wie *Schmitthenner*, (1913, S. 96) und *Deecke* (1929, S. 3) meinen. Zwischen den einzelnen Gruppen zeigen sich kaum Unterschiede, nur die Gruppe 10, also die heutigen Seen, beschränkt sich auf das c1 und das untere Drittel des sm. Daß die Gruppen 10 und 6 im Unteren Buntsandstein (su) fehlen, ist wohl nur zufällig. Bezeichnend ist jedoch, daß alle Karböden in oder unter den klüftigen Bausandsteinen (sm) liegen; oder anders ausgedrückt: Die Karwände werden stets vom sm gebildet. Dies ist leicht zu verstehen, denn Klüftigkeit begünstigt die Eis-Erosion (*Gg. Wagner*, 1950, S. 228).

Die Gruppen 0–3 wurden nur wegen des negativen Beweises hinzugefügt. Alle Nischen im Granit (G), Gneis (gn), im obersten Drittel des sm und im Hauptkonglomerat (c2), die gelegentlich als Kare gedeutet wurden, gehören also zu den Gruppen 0–3, die ich nicht zu den Karen rechne. Bei den Gruppen 0 und 1 sind in der unteren Hälfte des sm zahlreiche Hangmulden eingezeichnet, die *Thürach* als Kare kartiert hat.

Wenn man Abb. 1 für ein enger begrenztes Gebiet zeichnet, so drängen sich die Kare viel stärker auf einen einzigen Horizont zusammen, etwa im Tal der Schönmünz auf die sm/c1-Grenze. Die Kare 103–106 gehören ganz in diesen Bereich, und sind dort wie Perlen an der Schnur aufgereiht, während die absoluten Höhen nach Osten abnehmen. Auch auf größeren Strecken kann ein Horizont vorherrschen. So liegen in der Umgebung des Kniebis die Kare 157–170 fast ausnahmslos in der oberen Hälfte des *Eck*schen Konglomerats (c1) und an der sm/c1-Grenze, während die absoluten Höhen um 100 m schwanken.

Die Bindung solcher Karhorizonte an die Schichten ist so eng, daß sie nicht

allein von der Schneegrenze bestimmt sein können. Sie richten sich also innerhalb des Bereichs, in dem Karbildung möglich war, nur nach den Schichten. Auch die Beziehungen zum Talgefälle sind ganz gering. So senkt sich das untere Forbachtal nach Westen, die Schneegrenze vermutlich auch; die Schichten dagegen, und mit ihnen der Karhorizont, fallen nach Osten.

Beziehungen zu den Vorformen

Wie schon *Martin Schmidt* (1907, S. 30) und *Deecke* (1929, S. 3) gezeigt haben, fallen die Karhorizonte vielfach mit den Quellhorizonten zusammen. *M. Schmidt* (1907, S. 16) führt dies darauf zurück, daß die Quelltrichter günstige Vorformen für die Karbildung stellten; „Es ist ganz zweifellos, daß solche Aushöhlungen, überragt von der Steilhangzone der Bausandsteine, für den Beginn der Karbildung unter den nötigen klimatischen Vorbedingungen eine ausgezeichnete Gelegenheit bieten mußten." *Schmitthenner* pflichtet ihm 1913 (S. 95) bei und sagt: „Fast überall treffen wir Kare da, wo ein Quellkessel (so nennt er die Quelltrichter des Buntsandsteins) zu erwarten ist." *M. Schmidt* fügt auf S. 17, offenbar durch Beobachtungen an heutigen Schwarzwaldquellen veranlaßt, noch hinzu, daß das Quellwasser in den Eiszeiten vielfach sofort gefror und große Quelleiskuchen bildete, die „neben dem Firnschnee sich oft reichlich an der Ausfüllung von Vertiefungen beteiligten." *Georg Wagner* (1950, S. 124 und 221) stimmt ihm darin zu. Wenn man jedoch bedenkt, daß während der Kaltzeiten im Winter fast aller Niederschlag als Schnee fiel, und daß das Eindringen von Wasser ins Gestein außerdem durch den Frost verhindert war, so kann man die Wirkung von Quelleis nur gering einschätzen; dieses ist auch gar nicht plastisch.

Im oben erwähnten Schönmünztal ist der Karhorizont auch heute noch der Hauptquellhorizont. Auch beim andern Beispiel am Kniebis trifft das annähernd zu, während in einzelnen Fällen der Quellhorizont heute tiefer liegt. Dort muß durch die starke Tiefenerosion der Flüsse ein tieferes Grundwasserstockwerk angezapft und das obere teilweise trockengelegt worden sein. An den Karhorizonten kann man jedoch noch dessen einstige Lage erkennen.

Die Auffassung, daß die Karhorizonte aus Quelltrichter-Horizonten entstanden sind, wird dadurch bestätigt, daß entlang den Horizonten Kare allmählich immer stärker von Quelltrichtern abgelöst werden, so bald man in ungünstige Exposition oder in zu geringe Meereshöhe kommt. Ein Beispiel dafür habe ich mit der Glaswaldsee-Gruppe schon auf Seite 27 beschrieben.

Manchmal liegen aber auch die Böden benachbarter Kare in recht verschiedener Höhe, z. B. die großen Kare 138 und 181 je 75 m unter den kleineren 137 und 182. In den Treppenkaren liegen ja sogar Kare übereinander. Meist liegen die größeren, tieferen Karböden am Ende von Tälern, wo ganz allgemein die Kare am größten sind, die kleineren, höheren dagegen auf den Seiten. Sicherlich war am Talende schon der Quelltrichter größer als die seitlichen Trichter, denn er hatte das größte oberirdische Einzugsgebiet, da er am weitesten in die Plateaus hineinragte, während sich die seitlichen Trichter gegensetig das Wasser abgruben.

Die Kare beschränken sich nun nicht nur vertikal auf bestimmte Buntsandsteinschichten, sondern auch horizontal auf die Gebiete, wo Quelltrichter (vielleicht auch außer Funktion gesetzte) vorkommen. Offenbar boten diese mit ihren steilen Wänden den Schneemassen den besten Schutz vor den Sonnenstrahlen. Ein Gefällsknick, der nach *Bowman, Burger* und *Gripp* zur Karbildung nötig ist, ist stets vorhanden, und vor allem brauchten die Trichter nur wenig in die Tiefe, vielmehr hauptsächlich nach den Seiten und nach rückwärts erodiert zu werden, was schon bei einem kleinen Firnflek durch Frostwirkung an seinem Rand möglich ist. Für die Tiefenerosion wäre dagegen sehr mächtiger Schnee oder Eis nötig gewesen.

Wo Quellrinnen die Regel sind (siehe S. 5), fehlen die Kare fast ganz. Offenbar konnte sich in den steilen Rinnen kein Schnee halten, außerdem fehlte der zur Karbildung nötige Gefällsknick.

Auch aus den Quellmulden des Kristallins haben sich im Nordschwarzwald keine Kare entwickelt. Bei ihnen ist zwar der Gefällsbruch vorhanden, aber nur klein. Auch die Umrahmung ist im allgemeinen niedrig, so daß der Schutz vor den Sonnenstrahlen geringer als bei den steilwandigen Quelltrichtern des Buntsandsteines ist (*Schmitthenner,* 1913, S. 95). Man darf aber nicht daraus schließen, daß Karbildung im Kristallin unmöglich sei; denn in andern Mittelgebirgen sind Kare im Kristallin gar nicht selten, z. B. scharen sie sich um das Hohneck in den Vogesen fast so dicht wie im Nordschwarzwald, liegen aber über 730 m hoch, während sie in den Buntsandstein-Vogesen bis 600 m hinunterreichen. Auch im kristallinen Südschwarzwald beginnen sie erst bei 850 m (*Buri,* 1938, S. 75, und *Erb,* 1948, S. 62), während sie sich im Buntsandstein des Nordschwarzwalds bis 580 m hinab finden. Daher kann man nicht von absoluter, sondern nur von relativer Karfeindlichkeit des Kristallins sprechen: Wenn aus einer Quellmulde ein Kar werden soll, muß sie 100–200 m höher liegen als ein den gleichen Bedingungen unterworfener Quelltrichter.

Wenden wir diesen Wert auf den Nordschwarzwald an, so könnten wir in etwa 750 m Höhe Kare im Kristallin erwarten. Diese Höhe wird aber nur von einigen Quellmulden in der Umgebung der Hornisgrinde erreicht, wo das Kristallin am höchsten gehoben worden ist. Aber auch sie sind nicht zu Karen geworden. Ich erkläre mir das damit, daß gerade dort noch der Buntsandstein darüber erhalten ist, in dessen Quelltrichtern sich während der Eiszeiten die Schneemassen großenteils ablagerten. Die darunter gelegenen Quellmulden erhielten deshalb nur wenig Schnee. (Dieselbe Meinung vertrat auch *Klute,* mündliche Mitteilung).

Die Exposition der Kare

Das Vorkommen der Quelltrichter ist fast ganz auf das Gebiet östlich der tektonischen Kammlinie (Lettstädter Höhe – Kniebis – Hornisgrinde – Badener Höhe–Hohloh–Wildbad) beschränkt, wo der Buntsandstein noch deckenförmig erhalten ist. Da dieser dort vorwiegend nach Südosten geneigt ist, finden sich auf der SO-Seite der Plateaus viel mehr Quellen und daher auch viel mehr Quelltrichter als auf der NW-Seite. Das beste Beispiel dafür bietet der lange

Rücken des Meistern südlich Wildbad (gestrichelte Linie auf Karte 1): Seine Ostkante ist durch die vielen Trichter gezähnelt, der Westhang dagegen fast gerade gestreckt.

An anderen Stellen hat sich das Flußnetz schon stärker an das südöstliche Schichtenfallen angepaßt. Aus den Quelltrichtern auf der NW-Seite der Täler haben sich bereits Nebentäler entwickelt, die in der Richtung des Schichtenfallens, daher annähernd parallel, ziehen. Die auf beiden Seiten dieser Nebentäler entstehenden Quelltrichter sind in der Wasserzufuhr gleichgestellt und daher auch etwa gleich groß. Fließt also der Nebenfluß von NW nach SO, so finden sich ebensoviele Quelltrichter in SW- wie in NO-Exposition. Als bestes Beispiel dafür kann die obere Wolfach mit ihren parallelen, rechten Nebenflüssen gelten. Einer davon, der Dollenbach, der beim Kar 170 entspringt, zeigt die symmetrische Anordnung der seitlichen Quelltrichter am genauesten.

Wo die Flüsse Richtungen z w i s c h e n Streichen und Fallen einhalten, kommen zwar auf beiden Seiten Quelltrichter vor, aber die der einen sind größer.

Die Exposition der Quelltrichter ist also durch Schichtenfallen und Talrichtung weitgehend bestimmt. In manchen Gebieten ist damit bereits die Exposition der Kare gegeben. Auf den Blättern Wildbad, Bühlertal und Freudenstadt stimmt die Schichtenneigung mit der häufigsten Exposition der Quelltrichter und der Kare überein. Besonders überzeugend ist dies auf Blatt Bühlertal, das von der tektonischen Kammlinie diagonal von SW nach NO durchschnitten wird. In der NW-Hälfte fallen die Schichten nach N, und auch bei den Nischen herrschen Expositionen im nördlichen Quadranten vor (vor allem Nr. 26–42). In der SO-Hälfte fallen die Schichten nach SO und sofort überwiegen Kare mit SO-Exposition.

Wo die Flüsse dagegen in der Fallrichtung fließen (Wolfach, Rotmurg bis Baiersbronn, Schönmünz und Langenbach), sind die zu beiden Seiten liegenden Quelltrichter ursprünglich gleich groß gewesen. Kare haben sich jedoch nur in den Trichtern der nach N oder NO exponierten Talseite gebildet. Die Kare erscheinen also als natürliche A u s l e s e günstig exponierter Trichter. Das ist auf den Blättern Oppenau und Alpirsbach deutlich festzustellen und für das Nonnensteinklar habe ich es bereits auf Seite 25 dargelegt (ähnlich äußerte sich *Klute*, mündlich).

Bei den südlichen Nebenflüssen der oberen Murg gab es nur auf der NW-Seite der Täler Quelltrichter; ihre Expositionen wechseln von S bis O. Hier stellt sich nun eine Auslese im einzelnen Trichter ein: Nur der nach O oder SSO gerichtete Teil der Wand hat sich zu einer Karwand entwickelt, da sich nur auf dieser Seite ein Firnfleck gebildet hat. Daher herrscht bei den Karen die Ost-Exposition vor.

Auf Abb. 2 habe ich die Exposition aller Kare zusammengestellt. Dabei bedeutet die dicke Kurve die Z a h l der Kare (Gruppe 4–10), die dünne die der Seen (Gruppe 8–10). Die Exposition ist auf der oberen Abszisse eingetragen. Nun liegen die meisten Kare östlich der Kammlinie, also im Gebiet mit südöstlichem Schichtenfallen, nur auf Blatt Oppenau und in einigen kleineren Bezirken auch mit östlichem. Aber von den in SO-Exposition so häufigen Quelltrichtern wurden nur 8 zu Karen umgebildet; bei OSO sind es dagegen schon 16 und in Ostexposition 23; die Spitze erreicht die Kurve in NO mit 46 Karen, um dann steil abzufallen, im N sind es nur 9, in NNW nur noch 3. Im NW und in allen

anderen Expositionen fehlen die Kare ganz. Die Kurve der Karseen verläuft ganz ähnlich, nur erreicht sie schon in ONO mit 14 Seen den höchsten Wert und endet schon mit der Nordexposition. Aus der ungemein großen Zahl von Quelltrichtern, die in SO-Exposition am häufigsten sind, wurden also vor allem die nach NO und ONO gerichteten ausgesucht, weil sie für die Karbildung besonders günstig waren.

Für diese Begünstigung bieten in der Gegenwart die Schneereste im Frühsommer eine bezeichnende Parallele. *Klute* hat sie für den Winter 1909/1910 genau kartiert, allerdings fast nur im badischen Teil des Schwarzwalds. Da von *Richter, Högbom, Bowman* und anderen Autoren isolierte Firnflecken für die Karbildung verantwortlich gemacht werden, dürften bei ihr ähnliche klimatische Faktoren wie bei den *Kluteschen Schneeresten* mitwirken. Ich habe diese daher als gestrichelte Linien ebenfalls in die Abb. 2 eingetragen, und man sieht sofort, daß auch sie in N-, NO- und ONO-Exposition am häufigsten sind, allerdings schon in NNO mit 7 Schneeresten den höchsten Wert erreichen. Die Übereinstimmung gilt auch im einzelnen: Wo heute der Schnee lange liegen bleibt, da findet man bestimmt in der Nähe ein Kar, sofern geeignete Vorformen (Quelltrichter, Hangmulden usw.) vorhanden waren.

Das Vorherrschen der NO- bzw. NNO-Exposition überrascht sowohl bei Karen wie bei Schneeresten; denn den besten Schutz vor den Sonnenstrahlen würde an sich die Nordexposition bieten. Es müssen also noch weitere Faktoren beteiligt sein. Als der wesentlichste ist schon von *Klute* (1911, S. 24) und *Schmitthenner* (1913, S. 94) der Wind erkannt worden, der den Schnee vor sich hertreibt und in Lee ablagert. Dem Vorherrschen der NO-Exposition bei Karen und Schneeresten müßte ein winterliches Vorherrschen von Südwestwinden entsprechen. Ein solches existiert in der Gegenwart auch tatsächlich. Ich habe daher die Häufigkeit der einzelnen Windrichtungen in Prozenten als strichpunktierte Kurve ebenfalls in Abb. 2 eingezeichnet. Dabei gilt jetzt aber die untere Abszisse, da die Winde, wie allgemein üblich, nach der Herkunft bezeichnet sind, während es dagegen hier auf die Windschattenlage ankommt. Für die Windhäufigkeit standen von Freudenstadt und Baden-Baden die langjährigen Mittel zur Verfügung, sie wurden durch Beobachtungen an sieben weiteren Stationen in den Wintern 1936/37 und 1948/49 ergänzt. Die Verteilung der Windrichtung ist in den einzelnen Jahren und bei den einzelnen Stationen ziemlich ähnlich. Stets sind im Winter Winde aus dem südwestlichen Quadranten vorherrschend, wobei das Maximum bei WSW liegt, aber durch die im Wetterdienst übliche, gröbere Aufteilung der Windrose nicht in Erscheinung tritt. Die Westwinde spielen eine mäßige, alle anderen Richtungen eine unbedeutende Rolle. Im allgemeinen ist auch die mittlere Geschwindigkeit der SW-Winde am größten.

Die Windkurve verläuft also ganz ähnlich wie die Karkurven. Die Wirkung des Windes muß daher bei der Karbildung eine entscheidende Rolle gespielt haben, die durch die Vegetationslosigkeit während der Eiszeiten sicher viel größer war als bei den Schneeflecken der heutigen Zeit. Sie bestand wohl hauptsächlich darin, den Schnee (schon während des Fallens und auch nachher) vor sich her zu treiben, bis er im Windschatten liegen blieb. Dabei mag eine Rolle spielen, daß nach den Strömungsgesetzen über Hohlformen die Windgeschwin-

digkeit kleiner wird. Dadurch erreichte dort der Schnee große Mächtigkeit und hielt sich auch im Sommer. Für die Erhaltung der Schneedecken bietet auch die NO-Exposition Schutz vor der Sonne, mindestens auf dem nach Norden gekehrten Teil der Wand (Bild 1). Auch bei den *Klute*schen Schneeresten spielten manchmal steile Nordwände von Karen eine Rolle.

Besonders bei längerem Hochdruckwetter stellen sich große Unterschiede in der Schneebedeckung zwischen Luvseiten, Hochflächen und Lee- und Nordseiten ein. So lag z. B. am 24. März 1949 im Nonnensteinkar bei Alpirsbach auf der Schattenseite noch viel Schnee (siehe S. 24 u. Bild 1). Der Karboden liegt 610 m hoch. Auf der Hochfläche dagegen waren größere Schneeflecken erst in 850 m Höhe zu sehen, während die Sonnenseiten schon längst schneefrei lagen. Am 5. April 1949 fand ich im Rohnbachtal bei Enzklösterle den tiefsten Schneerest schon in 710 m Höhe, in den etwa 720–790 m hoch gelegenen Karen lagen noch größere Schneeflecken, aber oben auf der 975 m hohen Ebene des Breitlohmoors waren es nur unbedeutende Reste im Schutz von Legföhren, zwischen denen schon die Frühlings-Segge (Carex verna) blühte. Acht Tage später badete ich bereits im flachen Hornsee (900 m NN), während kaum 1 km weiter am Nordostabhang noch Schneeflecken bis zu 20 x 20 m Größe zu sehen waren.

Da auf der ganzen Nordhalbkugel die Kare vorwiegend nach Nordosten, Norden und Osten exponiert sind (*Cotton*, 1942, S. 169), muß die Häufigkeit der Nordostexposition im Nordschwarzwald durch globale Ursachen erklärt werden. Das sind in erster Linie die Winde aus Südwest und West, die in den Kaltzeiten wegen der Vegetationslosigkeit und der gesteigerten Luftdruckunterschiede viel größere Geschwindigkeiten erreichten als jetzt (*Klute*, 1949, S. 13 und *Büdel*, 1949, S. 133), in zweiter Linie der Schutz vor den Sonnenstrahlen. Das verhältnismäßig häufige Vorkommen der Südostexposition hat dagegen einen lokalen Grund, nämlich die Häufigkeit von Quelltrichtern in dieser Exposition, die wiederum von dem vorwiegend südöstlichen Schichtenfallen bedingt ist.

Der Einfluß der Meereshöhe

Es wurde schon auf Seite 43 erwähnt, daß die Kare immer mehr von Quelltrichtern abgelöst werden, sobald man in ungünstige Exposition o d e r zu geringe Meereshöhe kommt. Das völlige Fehlen der Kare in W- und S-Exposition läßt dabei den Einfluß der Exposition noch wichtiger erscheinen als den der Höhe, so daß die Verbreitung der Kare in verschiedenen Höhenstufen nur im Zusammenhang mit der Exposition untersucht werden kann. Deshalb habe ich im Abb. 3 Höhe u n d Exposition als Koordinaten genommen und für je zwei Deutlichkeitsgruppen eine besondere Signatur gewählt: Die heutigen Seen sind durch beinahe ausgefüllte Kreise gekennzeichnet. Bei den Gruppen 9 und 8 ist die Ausfüllung nur noch ein Punkt, bei Gruppe 7 und 6 fehlt sie ganz. Die Gruppen 5 und 4 sind durch Halbkreise dargestellt, da bei ihnen das Halbrund der Wand nirgends mehr durch einen Riegel zum Kreis geschlossen wird. Die Gruppen 3–0 zählen zwar nicht mehr zu den Karen, wurden jedoch als Striche und Punkte ebenfalls eingezeichnet, um Tabellen und Diagramme übereinstimmen zu lassen. Außerdem wird auf diese Weise deutlich, daß einige in besonders

geringer Meereshöhe liegende, als Kare gedeutete Nischen nicht zu den Karen gehören.

In allen Expositionen wurde das tiefstgelegene Vorkommen von Gruppe 8 durch eine dünne, das von Gruppe 4 durch eine dicke und das der Mehrphasenkare durch eine gestrichelte Kurve verbunden. Die Kurven stellen also die unteren Grenzen eines bestimmten Typs dar. Die Untergrenze der heutigen Seen wurde der Übersichtlichkeit halber weggelassen; sie verläuft nur wenig höher als die gestrichelte Kurve.

Die Untergrenze der Gruppe 4, also der Kare, liegt in NO-Exposition in 580 m Höhe. Von dort steigt sie nach beiden Seiten an, und zwar nach N rascher als nach O. Sie verläuft also genau umgekehrt wie die Häufigkeitskurve in Abb. 2 (dicke Linie): Einem besonders reichen Vorkommen in NO-Exposition entspricht auch eine besonders tiefe Lage der Untergrenze, dem besonders seltenen Vorkommen der N-Exposition entspricht eine besonders hohe Lage, während Ost beidemale stärker hervortritt und einen unsymmetrischen Verlauf bedingt.

Die Häufigkeitskurven von Karen und Karseen in Abb. 2 verlaufen ziemlich ähnlich. Die in Abb. 3 dargestellten Untergrenzen entsprechen sich noch besser, sie verlaufen annähernd parallel, indem die Grenze der Gruppe 8 50–100 m höher verläuft als die der Gruppe 4. Nochmals 100–150 m höher liegt dann die Untergrenze der heutigen Seen und der Mehrphasenkare.

Diese Parallelität muß jedem auffallen. Sie bestätigt einmal, daß die Aufstellung der Deutlichkeitsgruppen nach richtigen Gesichtspunkten erfolgt ist. Sie läßt aber auch vermuten, daß die parallelen Kurven der orographischen Schneegrenze konform verlaufen. Als solche gilt allgemein die Untergrenze der übersommernden Firnflecken. Wenn man nun in der Gegenwart, etwa in Spitzbergen, die Hohlformen vergleicht, die übersommernde und nicht übersommernde Schneeflecken geschaffen haben (s. Seite 10, *Högbom* und *Dege*), so würde die Grenze zwischen beiden Formen etwa der Grenze zwischen Gruppe 4 und Gruppe 3 im Nordschwarzwald entsprechen. Wenn dieses richtig ist, dürfen wir in der dicken Kurve in Abb. 3 die eiszeitliche, orographische Schneegrenze erblicken.

Wenn auch *Worm* (1925) und *Burger* (1933, S. 30) eine Bestimmung der klimatischen Schneegrenze aus der Lage der Kare für unmöglich halten, so muß das hier doch gewagt werden, da keine anderen Möglichkeiten zur Verfügung stehen. Mehr als eine rohe Schätzung kann aber dabei nicht herauskommen.

Die klimatische Schneegrenze ist definiert als Grenze zwischen Nähr- und Zehrgebiet, die bei Kargletschern etwa in halber Höhe der Wand liegt. Da die ganze Höhe im Nordschwarzwald durchschnittlich 100 m beträgt (h in Tabelle 1), müssen wir die dicke Kurve in Abb. 3 um 50 m nach oben schieben. Wenn wir noch die Schneeanhäufung durch den Wind ausschalten wollen, so sind noch mindestens weitere 50 m dazuzuzählen.

Die klimatische Schneegrenze ist aber auch definiert als eine unbeschattete, ebene Fläche, auf der im Sommer der Schnee gerade noch schmilzt. Die Kare dagegen sind stets auf der Schattenseite der Berge. Wir müssen daher

Abb. 3 aufstellen und zu einem Halbzylinder rollen; die dicke Linie ergänzen wir zu einer Ellipse. Das Mittel zwischen höchstem und tiefstem Punkt käme dann einer unbeschatteten Fläche gleich.

Es muß aber zur Schneegrenzbestimmung Abb. 3 völlig neu gezeichnet werden, weil bisher die Exposition nicht für die Hohlform, sondern für den steilsten Teil der Wand angegeben ist. Von diesem neuen Diagramm wurde die der dicken Linie entsprechende Linie als „Untergrenze der verfirnten Quelltrichter" auf Abb. 3 übertragen. Sie verläuft lange nicht so steil wie die dicke Linie. Wenn man bei ihr das Mittel aus tiefstem und (hypothetischem) höchstem Punkt zieht – am besten, indem man vom tiefsten Punkt in ONO je eine Vierteldrehung nach NNW und SSO macht – ergibt sich 750 m, und wenn man noch die oben erwähnten zweimal 50 m dazuzählt, 850 m für die klimatische Schneegrenze.

Die tiefsten Karböden des Nordschwarzwalds liegen also 300 m unter der eiszeitlichen Schneegrenze, was zunächst reichlich tief erscheint. Wenn man aber die Untergrenzen der Kare bei *Lücke* (1923) mit den würmeiszeitlichen Schneegrenzen bei *Brusch* (1949) vergleicht, so stellen sich in ähnlichen Gebieten wie dem Nordschwarzwald auch ähnliche Differenzen ein: 300 m im Buntsandstein der Nordvogesen, im Kristallin vom Böhmerwald und Riesengebirge, in Beskiden und Rilagebirge; 200 m in Irland, Schottland und in den Ostkarpaten. Im kristallinen Südteil von Vogesen und Schwarzwald, auf den Lofoten, in Albanien und Griechenland liegen die Karböden nur 100 m unter der Schneegrenze. Die Ursachen dieser großen Verschiedenheit können nur durch besondere Untersuchungen der einzelnen Gebiete geklärt werden. Im Nordteil von Vogesen und Schwarzwald ist die große Differenz durch die besonders geeigneten Vorformen bedingt. Der Buntsandstein mit seinen steilwandigen Quelltrichtern darf als ausgesprochen „karfreundlich" bezeichnet werden.

Nun liegen auch beträchtliche Gebiete des Nordschwarzwalds höher als 850 m, so daß auf den ersten Blick eine Bildung von Talgletschern möglich erscheint. Von ihnen fand man aber bis jetzt nur äußerst zweifelhafte Zeugnisse (s. *M. Schmidt*, 1907, u. *Klute*, 1912). Immerhin scheinen sich die Kargletscher 123–125 schon stark talwärts gestreckt zu haben, während diese Erscheinungen an der viel höheren Hornisgrinde fehlt. Ich führe das darauf zurück, daß die Hochflächen über den Karen 123–125 sich genau quer zu den schneebringenden SW-Winden stellen, zudem ziemlich breit sind, während sie an der Hornisgrinde zu schmalen Kämmen zerschnitten sind und nicht so viel Schnee sammeln konnten. Auch heute noch läßt sich aus den Schneeberichten entnehmen, daß die Schneehöhen am Kniebis, Schliffkopf und Ruhstein größer sind als auf der Hornisgrinde.

Die Verbreitung der Kare in den einzelnen Teilen des Nordschwarzwalds

Auf Karte 1 habe ich alle wirklichen Kare und irrtümlich als solche kartierten Hohlformen mit den schon in Abb. 3 verwendeten Deutlichkeits-Signaturen und in der Tabelle 1 benützten Nummern dargestellt. Die Kreise und Halbkreise geben den oberen Karrand maßstäblich wieder. Das Gradnetz entspricht den Grenzen der Meßtischblätter, auf denen Kare vorkommen. Der im Text zur Be-

nennung des betreffenden Kartenblatts verwendete Ort wurde durch seine Umgrenzung und durch große Schrift hervorgehoben. Durch gestrichelte Linien wurden die Buntsandsteinkämme dargestellt; Kämme in des Wortes strenger Bedeutung gibt es allerdings nur westlich des Großen Hundskopfs und an einigen andern, westlichen Ausläufern des Hauptkamms. Alle anderen Kämme haben oben noch eine mehr oder weniger breite Hochfläche.

Bei der Betrachtung der Karte fällt als erstes auf, daß die Kare westlich des Hauptkamms Badener Höhe–Hornisgrinde–Lettstädter Höhe fast ganz fehlen. Wie ich oben schon mehrfach gezeigt habe, fehlen an den dortigen schmalen Kämmen mit den Quelltrichtern die geeigneten Vorformen. Außerdem kann sich nur wenig in die Trichter verwehbarer Schnee absetzen. Am einzigen plateauförmigen Berg, dem Mooskopf-Edelmannskopf, stellt sich auch sofort ein kleines Kar ein. Sonst finden sich Kare nur noch dort, wo die sonst so gerade Kammlinie durch Flußanzapfungen von Acher und Rench etwas einspringt (*Wagner*, 1929, S. 100) wie am Mummelsee (Kar 92), am Ruhsteinloch (110) und bei der Lettstädter Höhe (168), oder dort, wo der Kamm nach Osten umbiegt (z. B. die Kare 29 und 9).

Östlich des Kammes beginnen die Kare sofort in großer Zahl und in allen Deutlichkeitsgruppen. Das erklärt sich aus der hohen Lage dieses Gebiets, wo in allen Expositionen von N bis SO Karbildung möglich war. Die heutigen und ehemaligen Seen sind hier besonders zahlreich, die Kare sind dichter gedrängt als in jedem andern Mittel- und Hochgebirge Europas (auf alle 6 km² 1 Kar; im karreichsten Gebiet der Alpen, dem Karwendel, auf alle 8 km²; berechnet nach *Fels*, 1929, S. 34); andererseits sind die Abmessungen der Kare viel kleiner als in den Alpen.

Nach Norden, Osten und Süden nimmt diese Dichte rasch ab, da sich infolge der geringeren Meereshöhe fast nur in NO- und O-Exposition Kare bilden konnten. Außerdem werden sie immer kleiner und undeutlicher: An Murg und Wolfach endet Gruppe 10, an einer Linie von der Eyach über die Murg zur Kleinen Kinzig Gruppe 9 und an der obersten Enz und obersten Kinzig Gruppe 8. Schließlich wird mit der Grenze von Gruppe 4 die Außengrenze der Kare erreicht, über die nur noch die fälschlich als Kare kartierten Hohlformen hinausgehen.

Vom nördlichsten Punkt beim Hirschgrasloch (Nr. 9) verläuft die Außengrenze nach Südosten zur Sulzmiß (Nr. 25), biegt dort nach SW um, hält sich an die Enz und oberste Nagold und erreicht im Nonnensteinkar (Nr. 213) ihren südlichsten Punkt. Von dort stoßen die Kare nur so weit nach Westen vor, als Buntsandsteinplateaus in genügender Höhenlage vorkommen. Das Kargebiet an der Lettstädter Höhe ist daher etwas isoliert; völlig abseits liegt das Kar am Edelmannskopf. Im Westen reicht die Außengrenze nur an den wenigen, oben erwähnten Stellen über den Hauptkamm hinaus.

Die in Abb. 3 enthaltenen Untergrenzen der einzelnen Kargruppen stammen aus dem Südteil des Nordschwarzwalds; die der Gruppe 8 steigt bis zur Nordgrenze um etwa 100 m, die der Gruppe 4 ebenfalls, wenn man von der nur 585 m hoch gelegenen Rohrmiß (Nr. 21) absieht. Daher verläuft auch die Außengrenze im Osten nicht der 580-m-Höhenlinie entlang, sondern steigt nach

Norden bis auf 690 m Höhe (Nr. 79). Sie ist die Linie, entlang der die Buntsandsteinschichten in zu geringe Meereshöhe kommen, also die Schnittlinie zwischen Karuntergrenze und den sm-Schichten.

Die Karuntergrenze fällt zwar von West nach Ost etwas ab; doch geht das nur auf das östliche Schichtenfallen zurück.

Schlüsse auf das eiszeitliche Klima des Nordschwarzwalds

Bei der Behandlung der Karexposition ergab sich, daß die schneebringenden Winde vermutlich aus Südwest kamen. Diese erreichten z. B. Wildbad erst, nachdem sie ihre Feuchtigkeit am Hauptkamm zum großen Teil abgegeben hatten, wie es auch heute der Fall ist: Alpirsbach erhält 1319 mm Niederschläge im Jahr, das gleichhohe Wildbad nur 1195, wobei sich die Begünstigung von Alpirsbach fast nur auf das Winterhalbjahr erstreckt (Alpirsbach 695, Wildbad 596 mm). Wir müssen uns vorstellen, daß die Winterniederschläge während der Kaltzeiten als Schnee fielen. Wenn wir annehmen, daß die Niederschlagsmenge auch damals nach NO abnahm, erklärt sich das Ansteigen der Karuntergrenze von Alpirsbach nach Wildbad um etwa 100 m am einfachsten. Ich schließe daher, daß die Windrichtung und Niederschlagsverteilung in der Eiszeit ähnlich wie in der Gegenwart gewesen sind.

Winterliche Niederschläge fallen oberhalb einer bestimmten Meereshöhe als Schnee, unterhalb als Regen. Je mehr Zeit bis zum nächsten Schneefall vergeht, desto stärker verschiebt sich diese temporäre Schneegrenze, auf der Sonnenseite durch Abschmelzen und auf der Luvseite durch Abwehen nach oben, auf der Leeseite bleibt sie dagegen in gleicher Höhe. Die Karuntergrenze hat nun in sich so starke Höhenunterschiede, wie sie heute an der temporären Schneegrenze nur in trockenen Frühjahren zu beobachten sind (z. B. 1938, vergl. auf Abb. 4 Tal- und Höhenstationen; oder 1949, s. S. 47). Ich vermute daher, daß während der Eiszeit winterliche Hochdrucklagen etwas häufiger waren als heute. Zum gleichenSchluß gelangt *Klute* (1949, S. 13) auf dem Wege über die Luftdruckverhältnisse und (1951, S. 277) die Zugstraßen der Zyklonen. Für ein etwas kontinentaleres Klima während der Kaltzeiten spricht im Nordschwarzwald auch das Vorkommen von Frostkeilen und klimabedingten asymmetrischen Tälchen, über die ich im Teil II berichten werde, sowie die große Lößverbreitung und andere Tatsachen (*Büdel*, 1949, Fig. 4 u. 5.; und andere Autoren).

Absolut wird also das Eiszeitklima etwas kontinentaler gewesen sein. Wie stellte sich nun der Schwarzwald relativ zu den anderen deutschen Mittelgebirgen? In der Gegenwart trägt er nach *Gradmann* (1931, II, S. 64; I, Abb. 7) „auffallend viele ozeanische Züge": Hohe Niederschläge, besonders im Winter (die Summe der Winterniederschläge am Ruhstein wird selbst in den deutschen Alpen nur vom Wendelstein übertroffen, bezeichnenderweise aber auch von den Südvogesen), dazu kommen noch hohe Luftfeuchtigkeits- und Bewölkungsgrade, geringe Temperaturschwankung und die Verbreitung atlantischer Charakterpflanzen wie Stechpalme und Roter Fingerhut.

Für diese Untersuchung sind vor allem die hohen Winterniederschläge wichtig, da sie in den Kaltzeiten die zur Firnbildung nötigen Schneemassen lieferten.

Wenn wir die Niederschlagsmengen in Schwarzwald und Vogesen mit der Höhe der eiszeitlichen Schneegrenze vergleichen, so fällt sofort auf, daß dort, wo heute die Niederschläge besonders hoch sind, die eiszeitliche Schneegrenze besonders tief lag. Als Beispiel seien nur einige Stationen der Höhenstufe 500–600 m genannt. Sie liegen alle in den obersten Teilen größerer Täler:

Ort	Tal	Höhe NN	Niederschlagsmenge		Eiszeitl. Schneegrenze
			Jahr	Nov.–April	
Südvogesen					
Wildenstein	Thur	570 m	1990 mm		800 m
Nordvogesen					
Saales	Breusch	550	1230		900
Südschwarzw.					
Obermünstertal		540	1213	511 mm	950
Nordschwarzw.					
Rippoldsau	Wolfach	562	1780	950	850
Baiersbronn	Murg	580	1428	743	880
Enzklösterle	Enz	590	∾1190	∾570	960

(Niederschläge nach *Hellmanns* Klima-Atlas und Klimakunde des Deutschen Reiches; Schneegrenzen nach *Nußbaum* und *Erb*).

Einer Abnahme der Niederschläge von 1990 auf 1780, 1428, 1230, 1213 u. 1190 mm steht also ein Ansteigen der Schneegrenze von 800 auf 850, 880, 900, 950 und 960 gegenüber. Auf gleichen Höhenstufen erhält also der nördliche Schwarzwald im Winter etwa 400 mm mehr als der südliche. Am Feldberg lag die Schneegrenze nach *Erb* in 950 m Höhe. Ihr Absinken nach Norden um 100 m erklärt sich jetzt durch die höheren Niederschläge sehr einfach.

Seit *Poser* im Harz die Schneegrenze neu bestimmt hat (1951, S. 101), fügt sich auch in Nord-Süd-Richtung meine Schneegrenzschätzung des Nordschwarzwalds ganz gut ein: Schweizer Jura (1100 m) – Südschwarzwald (950 m) – Nordschwarzwald (850 m) – Harz (700 m). Unter den einzelnen Gebirgen herrschte also auch in der Eiszeit fast „die gleiche klimatische Harmonie, nur einige Oktaven tiefer" (*Partsch*, 1882).

Die Höhe der Schneegrenze erlaubt nun noch eine Schätzung der Sommertemperaturen. *Brusch* hat nämlich 1949 gefunden, daß die Isochione (Linie, die alle Punkte gleich hoher Schneegrenze verbindet) von 1000 m Höhe fast mit der auf Meereshöhe reduzierten 10,5°-Juli-Isotherme zusammenfällt. *Büdel* vermutet (1949, S. 108), daß auch die eiszeitliche 1000-m-Isochione der eiszeitlichen 10,5°-Juli-Isotherme parallel lief. Eine Schneegrenze von 850 m im Nordschwarzwald bedingt daher ein Julimittel von nicht ganz 10°. Heute beträgt das reduzierte Julimittel im Nordschwarzwald 20°; die Sommertemperaturen waren also um etwa 10° erniedrigt. Die reduzierte Januartemperatur schätzt *Klute* 1951 (Abb. 1) auf –14°; sie ist also stärker erniedrigt als die Julitemperatur; auch daraus ersieht man eine stärkere Kontinentalität des Klimas.

Da die Waldgrenze mindestens 800 m unter der Schneegrenze liegt, muß bei einer Schneegrenzhöhe von 850 m der ganze Nordschwarzwald mit seiner Umgebung, auch die etwa 150 m hoch gelegene Oberrheinebene, während des Hochstands der Würmeiszeit waldfrei gewesen sein. Funde von eiszeitlichen Baumpollen stellen sich tatsächlich erst im Rhonebecken ein (*Büdel*, 1949, S. 108). Die eiszeitliche Waldgrenze lag also noch unter 150 m NN; heute liegt sie im Südschwarzwald in 1450 m Höhe und war demnach in der Würmzeit um mindestens 1300 m herabgedrückt.

Das Alter der Nordschwarzwaldkare

Über das relative Alter der einzelnen Stadien eines Kargletschers gibt es ja keine Zweifel. Je weiter ein Riegel gegen die Wand zurückgezogen ist, desto jünger ist er. Dort, wo ein kleinerer Boden in einen größeren eingesenkt ist, ist selbstverständlich der kleinere der jüngere. Es ist auch klar, daß die Nischen der Gruppen 4 und 5 nur im Hochstand der Eiszeit verfirnt waren, während die Gruppen 9 und 10 noch im Abklingen von Eis erfüllt waren, also gewissermaßen jünger sind.

Viel schwieriger ist es, diese relative Gliederung in die allgemeine Gliederung des Eiszeitalters einzubauen. Dazu fehlen hier Moränen, Schotter, Verwitterungshorizonte oder durchgehende Torflager von bekanntem Alter. Die wenigen untersuchten Moore sagen uns nur, daß zum Beispiel der See im Großen Muhr (Kar 60) nach der Eichen-Mischwald-Zeit, der See im Großen Biberkessel (Kar 64) gar erst um Christi Geburt, zu verlanden begann (*Jäschke*, S. 546). Immerhin liegen die Kare 123 und 125 auf der Talsohle (s. S. 68); diese ist nicht älter als „Würm", denn die Bäche haben erst ganz schmale Kerben eingesägt. Das wichtigste Altersmerkmal schließlich ist die mehr oder weniger gute Erhaltung der Karformen; sie ist bei den Gruppen 6–10 so gut, daß diese bisher noch von jedem Autor in die W ü r m eiszeit gestellt wurden.

Die 2. Phase mit ihrer 150 m höheren Schneegrenze würde dann einem späteren Abschnitt der Würmzeit entsprechen, wahrscheinlich dem Titiseestadium *Erbs* (1948, S. 58), in dem er die Schneegrenze ebenfalls 100 m höher legt, und den „Inneren Jungendmoränen" in Oberschwaben.

Aus der J ü n g e r e n T u n d r e n z e i t fehlen Ablagerungen. Wahrscheinlich wurde damals in den Karen durch Schnee erodiert. Es lag ja mit der Waldgrenze auch die Schneegrenze etwa 800 m tiefer als jetzt (*Firbas*, 1947, und Lang, 1952), so daß er in den höchstgelegenen Karen sicher den Sommer überdauerte. Vielleicht ist in dieser Zeit die kleine Wanne über dem Herrenwieser See entstanden (s. S. 20).

Bei den Gruppen 4 und 5 kann man mit *M. Schmidt* (1907) annehmen, sie seien schon in der R i ß - Eiszeit ausgearbeitet und in der Würmeiszeit nur nochmal „ausgeputzt" worden; beweisen läßt sich das aber nicht. Das Fehlen von Spuren der Riß-Eiszeit erklärt sich am besten durch die Annahme von *Erb* (Jungquart. Hebg., S. 48): Die kräftige Hebung des Schwarzwalds zwischen Riß und Würm hat die höhere Lage der Würm-Schneegrenze ausgeglichen. Dadurch hatte die Würmvereisung eine ebenso große Ausdehnung wie die der Riß und verdeckte deren Spuren ganz.

Die Zerstörung der Kare

Sobald der Schnee aus einem Kar geschmolzen war, also noch in der Kaltzeit, begann die Zerstörung der Karformen, in der Kaltzeit durch Frost und Bodenfließen sogar besonders stark. Der riesige „Pudelstein" im Kar 147 läßt zwar an der Schichtung erkennen, daß er als Ganzes verfrachtet wurde, aber später durch Frost bis zu 1 m weite Klüfte bekam.

In den seither vergangenen 10 000 Jahren *(Firbas,* 1947) beschränkte sich die Veränderung der Kare auf Zerschneidung der Karböden und Riegel durch die Bäche, die aber die ursprüngliche Form nicht verwischen konnten, und auf Verlandung der Seen durch eingewaschenen Schlamm und absterbende Torfmoose. In den feuchteren Perioden, besonders seit der Buchenzeit, staute sich die Nässe auf den flachen Böden der Kare und führte zur Torfbildung.

Die Vermoorung der Seen und Durchbrechung der Riegel geht auch heute noch mit merklicher Geschwindigkeit weiter, letztere kann sogar ganz plötzlich geschehen. So zerstörte der Glaswaldseebach 1743 den Riegel und stürzte als verheerende Flut hinab *(Mader,* 1918, S. 83). Später staute man ihn wieder auf; aber am 3. 8. 1951 drückte er die Mauer abermals ein.

Die Mooroberfläche des Buhlbachsees treppt sich, wenn man sie etwa zu einem Drittel überquert hat, plötzlich um 1,5 m ab. Dort ist sie offensichtlich auf einen tieferen Seespiegel eingestellt gewesen. Der Seebach muß also den Abfluß plötzlich um diesen Betrag tiefer gelegt haben.

Die Kare heute

Die Veränderungen der Kare durch den Menschen läßt sich meist historisch verfolgen, da der Schwarzwald zu den ganz spät besiedelten Gebieten gehört. Noch heute liegen alle Kare im geschlossenen Waldgebiet und nur westlich und nördlich Freudenstadt hat man die Talwiesen in einige, nur wenig über der Talaue gelegene Karböden hinein verlängert. Südwestlich Freudenstadt, im „Kaspersloch" und „Helmlesgrund", wurden die Böden einige Zeit als Holzablageplätze verwendet, da sie die einzige flache Stelle an der Talwand darstellen, und nachher nicht mehr angepflanzt, sondern als hübsche Wildwiesen belassen.

Die vermoorten einstigen Karseen sind zum allergrößten Teil entwässert und mit Fichten bepflanzt. Die übrigen kann man sich leider an den Fingern einer Hand abzählen; zum Glück gehören wenigstens „Pfälzergrub" und „Saumiß" (Nr. 102 und 105) zum Naturschutzgebiet „Wilder See", das auch noch einige weitere bewaldete Kare einschließt. Aber auch der „Alte Weiher" sw Freudenstadt muß unbedingt unter Naturschutz gestellt werden. Allein schon die abnorm tiefe Lage eines Karsees, die mächtigen Riegel, das Moor mit der interessanten Flora und der Wasserfall rechtfertigen eine Schonung. Zudem stehen die Entwässerungs- und Anbaukosten in keinem Verhältnis zum späteren Holzertrag, und die Bedeutung der Moore als Wasserspeicher hat man in den letzten dürren Sommern schätzen gelernt.

Auch zu den Seen hat sich das Verhältnis der Menschen gewandelt. Noch im 17. Jahrhundert wurde der herrliche Ellbachsee zur Gewinnung von einigen Ar

schlechter Wiese abgelassen und der Wildsee im 18. Jahrhundert als Schwellweiher für die Flößerei verwendet (*Feucht*, 1928, S. 78), ebenso der Buhlbachsee (*Mader*, 1918), wahrscheinlich stammen auch die Staumauern des Huzenbacher und Glaswaldsees aus dieser Zeit. Erst in diesem Jahrhundert sah man die Seen nicht nur vom wirtschaftlichen Standpunkt aus an; am Wildsee hat man ihn sogar ganz zurückgestellt. Auch der Buhlbachsee soll wieder aufgestaut werden, um Fremde anzuziehen. Bei langsamem Aufstauen könnte man auch den Ellbachsee wieder herstellen, ohne die Flora zu vernichten. Dieser Prototyp eines Kars mit seiner wuchtigen Schönheit verdient den Naturschutz unbedingt.

Auch die Kare 8, 29, 64, 82, 105, 110, 116, 145, 158 und 182 könnten ohne großen Aufwand und ohne Verschandelung des Landschaftsbildes wieder zu Seen aufgestaut werden. Bei der Behörde für Naturschutz und in der Tagespresse habe ich bereits dafür und für die Schonung der Moore geworben (1950, Nr. 18).

ZUSAMMENFASSUNG VON TEIL I

1. Kare sind im Nordschwarzwald fast an allen über 700 m hoch gelegenen, nach Norden, Nordost und Ost geneigten Bergflanken zu finden (kardichtestes Gebirge Mitteleuropas).
2. Stark begünstigt wurde die Karbildung durch geeignete Vorformen, nämlich die gerade im Osten zahlreichen Quelltrichter.
3. Unter den Karen gibt es Übergangsformen zu den reinen Quelltrichtern; doch beträgt die Zahl der typischen Kare immer noch über 100/ und mindestens 40 Kare waren nach der letzten Kaltzeit von Seen erfüllt, davon 18 noch vor 1000 Jahren.
4. Von der Rißeiszeit fehlt in den Karen jede Spur. Die gute Erhaltung der Moränenwälle legt es nahe, die Entstehung in die Würmeiszeit zu versetzen. Wahrscheinlich lag damals die Schneegrenze in 850 m Höhe. In einer 2. Phase, die vielleicht den Inneren Jungendmoränen entspricht, lag sie 1000 m hoch.
5. Der untere Teil der Karwände wurde später, vermutlich zur Jüngeren Tundrenzeit, mit Schutt bedeckt.
6. In den tiefsten Lagen sind typisch ausgebildete Kare selten; Zwillings- und Treppenkare fehlen unter 700 m.
7. Die Untergrenzen der Kare, der Mehrphasenkare und der Sonderformen liegen in NO-Exposition am tiefsten. In N-, O- und SO-Exposition liegen sie höher, und in NW-, W-, SW- und S-Exposition fehlen die Kare ganz.
8. Das Vorherrschen der NO-Exposition weist auf SW-Winde zur Würmeiszeit hin. Noch heute sind im Winter SW-Winde die häufigsten. Auch die heutige Niederschlagsverteilung hat enge Beziehungen zur Karverteilung. Der Witterungsablauf wird daher in der Würmeiszeit ähnlich wie jetzt gewesen sein.
9. Dagegen zeigen Dauer der Schneedecke und Verbreitung der langausdauernden Schneeflecken nur noch in bzw. nach trockenen Wintern Verhältnisse, wie sie in den Kaltzeiten geherrscht haben müssen. Das Eiszeitalter scheint daher etwas kontinentaler gewesen zu sein.

II

PERIGLAZIALE ERSCHEINUNGEN

ÄLTERE UNTERSUCHUNGEN

In den letzten Jahrzehnten hat sich gezeigt, daß die Zunahme der Vergletscherung, von der im Teil I die Rede war, zwar die morphologisch auffälligste, aber längst nicht die einzige Wirkung des Eiszeitklimas war. In allen Teilen der Welt hat sich das Interesse der Geographen und Geologen gerade den andern Wirkungen (Löß, asymmetrische Täler, fossile Böden, Verarmung des Pflanzenkleides usw.) zugewandt. Merkwürdigerweise hat sich bis vor kurzem in Süddeutschland außer *Kessler* (1925) niemand damit befaßt; es erschien auf den Fundkarten von *Poser* (1948, S. 55) als weißer Fleck. Ich hoffe nun, mit diesem II. Teil diese Lücke ausfüllen zu helfen.

Das Augenmerk sei dabei vor allem auf die Schuttdecken gerichtet, weil sie außer der wissenschaftlichen eine große praktische Bedeutung besitzen; in späteren Kapiteln sollen dann einige Sonderformen und schließlich einige eiszeitliche Oberflächenformen untersucht werden.

Durch die sorgfältigen Aufnahmen der kartierenden Geologen wurde meine Arbeit wesentlich erleichert; sie haben nämlich die meisten Stellen, an denen Schutt aus weiter oben anstehenden Gesteinen liegt, und solche, an denen er sehr mächtig wird, auf den Karten durch weiße Schraffur hervorgehoben. Im übrigen aber ist der Schutt das Aschenbrödel, wird in den „Erläuterungen" oft mit einer halben Seite abgetan und auf Profilbeschreibungen vielfach ganz weggelassen, obwohl *Deecke* schon 1918 (S. 162) angeregt hatte, das so in langer Arbeit gesammelte „Rohmaterial einmal unter einheitlichen Gesichtspunkten durchzuarbeiten".

Etwas mehr Beachtung fanden wallartige Bildungen bei Baden-Baden: 1841 beschrieb *Agassiz* eine „Geroldsauer Moräne" und 1893 *Platz* eine „Gernsbacher Moräne". Auch die Schuttdecken des Enzgebiets konnte *O. Fraas* 1882 nach dem damaligen Stand der Forschung nur als Moränen deuten; noch sicherer schien das bei einigen von *C. Regelmann* 1895 beschriebenen Decken östlich von Freudenstadt, in denen Buntsandsteinschutt auf Muschelkalk lag. *M. Schmidt* fand aber dort später eine Verwerfung, entlang der der Muschelkalk abgesunken und über die dann der Schutt herabgewandert ist. Die Annahme eines glazialen Transports war also unnötig. Auch sonst räumte die geologische Spezialkartierung mit den Schwarzwaldgletschern auf. Da also der Schutt nichts mit Gletschern zu tun haben konnte, hielt man ihn für alluvial. Lediglich *M. Schmidt* (1904) und *Bräuhäuser* (1908) räumen ein, daß die Nähe der Schneegrenze und die Vegetationsarmut in der Eiszeit die Schuttbildung begünstigt hätten.

Daß auch außerhalb der auf den geologischen Karten weiß schraffierten Gebiete meist Wanderschuttdecken das Gestein verhüllen, betonte *Schmitthenner*

1913 (S. 19): „Eine Verwitterungskrume, deren Bestandteile aus dem darunterliegenden Felsgrund stammen, ist verhältnismäßig selten . . . selbst auf sehr flachen Böschungen kann man vereinzelt ortsfremde Blöcke antreffen." Auch er glaubt, daß die Wanderung noch heute durch Gekriech und Schliffbildung weitergeht. Aber schon 1925 deutet *Kessler* einige Blockschuttdecken am Ostrand des Schwarzwalds als Fließerden und die Blockströme durch deren nachträgliche Auswaschung.

SCHUTTDECKEN

Die Schuttdecken der Hochflächen mit 0–2° Neigung

Hier sind die Verwitterungsdecken meist so aufgebaut, wie man sie sich herkömmlicherweise vorstellt: Über dem festen Gestein folgt eine Lockerzone aus einzelnen Schichtbänken oder Blöcken, die nach oben zu immer feiner werden und schließlich in den eigentlichen Boden aus Grus, Sand, Lehm oder Ton übergehen. Eine Grenze zwischen Schutt und anstehendem Gestein läßt sich daher nur ungefähr ziehen. Allerdings kommt es auch vor, daß gerade an der Oberfläche des Schutts besonders große Blöcke liegen; aber hier ist wohl ein Blockmeer vom Hochmoor überwuchert worden (s. Bild 5). Die übrigen Eigenschaften der Schuttdecken sind je nach dem liegenden Gestein sehr verschieden:

In denen des Hauptkonglomerats (smc2) liegen oft Blöcke bis zu einem halben Meter Kantenlänge, die durch den meistens aufliegenden Torf völlig gebleicht sind. Gleichzeitig wurden die Feldspäte aufgelöst – etwa bei p^H 5 – aber gleich wieder als Ton ausgefällt. So wurden die Schuttdecken zu „Klebsanden". Überall, wo der Torf der Moore durch Entwässerungsgräben bis zu seiner Sohle aufgeschlossen ist, sieht man darunter den grauen oder weißen, schmierigen Klebsand mit etwa kopfgroßen Brocken, besonders gut auf dem Fußweg von der Darmstätter Hütte zum Wildsee in der Schönmünz, am „Grenzpfad" durch das Wildseemoor bei Wildbad oder am Torfweg durch die Breitlohmiß bei Enzklösterle. Bei dessen Bau fand Revierförster *Schultheiss* unter dem Torf eine 0,5–1 m mächtige, in Klebsand umgewandelte Schuttdecke mit über kopfgroßen Blöcken. Das anstehende Hauptkonglomerat darunter war unverwittert (mündl. Mitteilung). Auf der Höhe des Breitlohsees ist der Klebsand heute noch gut aufgeschlossen (Bild 5).

Die meisten Hochflächen werden vom Oberen Buntsandstein (so, Plattensandstein) gebildet, der fast überall mit einer 2–4 m mächtigen Schuttdecke überzogen ist. Sie besteht im oberen Teil aus mergeligem Ton; in etwa 40 cm Tiefe kommen Sandsteinplatten bis 20 cm Länge dazu, die nach unten immer größer werden und ganz allmählich in den anstehenden Sandstein überleiten. Während die Platten auf der Sohle des Schuttes waagrecht liegen, sind sie weiter oben vielfach senkrecht gestellt.

Über dem Unteren Muschelkalk, der am Ostrand des Schwarzwalds einzelne, inselartige Hügel über den Buntsandsteinhochflächen bildet, liegen nur 40–60 cm mächtige Schuttdecken aus graugelbem Lehm und höchstens 4 cm langen Dolomitbruchstücken.

Schuttdecken auf über 2° geneigten Flächen

Je stärker die Hänge geneigt sind, desto mehr ändert sich das gewohnte Bild des Schutts. Vor allem enthält er überall, wo weiter oben am Hang andere Gesteine anstehen, Bruchstücke von diesen beigemischt. Allerdings ist solcher Wanderschutt auf ganz schwach geneigten Flächen schwer nachzuweisen, weil es nur kleine Stückchen und diese selten deutlich zu unterscheiden sind. Nur in der Umgebung der kleinen Zeugenberge aus Unterem Muschelkalk zeigen sich dessen graue Scherben häufig im Buntsandsteinschutt, westlich Bösingen bei Altensteig sogar bei nur 2° Neigung. Solche Stellen sind auf einigen württembergischen geologischen Karten durch blaue Punkte angegeben.

Auf steileren Hängen kommt es viel häufiger vor, daß hangaufwärts ein unterscheidbares Gestein ansteht. Daher ist hier Wanderschutt leichter nachzuweisen. So ließ sich z. B. Hauptmuschelkalkschutt östlich Monhardt bei Altensteig über den ganzen Mittleren und Unteren Muschelkalk, den Oberen Buntsandstein und das Hauptkonglomerat hinweg verfolgen. Der Weg betrug fast 1 km, das Durchschnittsgefälle 12°, sank aber stellenweise bis auf 7°. Die Muschelkalkstücke waren bereits auf dem Oberen Buntsandstein selten; auf dem Hauptkonglomerat mußte man sie schon aufmerksam suchen. Karneolsplitter aus dem Oberen Buntsandstein finden sich oft bis auf das Kristallin hinab, ebenso die Quarzgerölle aus dem Haupt- und *Eck*'schen Konglomerat, die z. B. an der Tonbachbrücke nördlich Baiersbronn mindestens 500 m Weg hinter sich haben, der zum Teil nur 5° geneigt ist.

Auf steilen Hängen kann der Fremdschutt direkt vorherrschen. Würde ein Geologe hier nur nach dem Schutt kartieren, lägen alle Schichtgrenzen viel zu tief. So wird z. B. durch die Ruhsteinstraße oberhalb des Kleinwieslochs bei Obertal der Gneis aufgeschlossen, aber der Hang unter der Straße ist doch wieder ganz von Buntsandsteinschutt bedeckt; erst nach 100 m Abstieg war ein kleines Gneisstückchen zu finden. Auch das Rotliegende bei Loffenau ist oft noch weit hinab völlig von Buntsandsteinschutt bedeckt.

Die Wanderung geschah immer auf der Linie des größten Gefälles. Fast alle aus dem Hang etwas herausragenden Rippen oder Buckel sind daher frei von Fremdschutt. Z. B. liegt im Steinbruch 100 m westlich des Tonbacher Schulhauses bei Baiersbronn nur Schutt aus dem anstehenden Ganggranit, obwohl der Buntsandstein in nächster Nähe vorkommt. Am Pfahlwaldweg südlich des Herrenalber Falkensteins sind diese Verhältnisse sogar aufgeschlossen: Auf dem Rotliegenden liegt in einer Mulde 0,7 m Schutt mit vielen Buntsandsteinstücken, auf der benachbarten kleinen Kuppe dagegen nur 0,2 m reiner Rotliegendschutt.

An der Oberfläche des Schutts findet man stets mehr ortsfremde Bestandteile als an seiner Untergrenze. In der Regel nehmen sie ganz allmählich nach unten an Zahl und Größe ab. Z. B. werden an der Wendeplatte oberhalb des Kastelbachs (Straße Rippoldsau–Freudenstadt) die Platten aus dem anstehenden Tigerstandstein nach oben zu immer kleiner und seltener und immer mehr von sm- und smc2-Blöcken abgelöst. Manchmal kann aber der Schutt aus Anstehendem scharf gegen eine Wanderschuttdecke abgegrenzt sein,

besonders wenn sich beide in der Gesteinsart stark voneinander unterscheiden. So ist die auf Seite 63 noch näher zu beschreibende Schuttdecke bei Grüntal deutlich in eine nur Buntsandstein und eine nur Muschelkalk enthaltende Schicht getrennt. Auch Plattensandsteine und Rötmergel, die in den Steinbrüchen nördlich Neuenbürg häufig miteinander aufgeschlossen sind, mischen sich im Schutt kaum. Der interessanteste Bruch liegt am Westausgang von Dietlingen, in dem stellenweise vier verschiedene Schuttschichten übereinander liegen (Abb. 5): Zuoberst liegt eine dünne Lößdecke (Schicht 1 und 2), die aber keine Säulenstruktur mehr hat und oberflächlich verlehmt ist (1). Weiter unten enthält sie zahlreiche winzige Stückchen des Unteren Muschelkalks, die sie bei irgendwelchen Bewegungsvorgängen aufgenommen haben muß. Diese müssen aber noch in der Lößzeit stattgefunden haben, denn der Löß enthält unzerdrückte Schalen der Lößschnecke Helix hispida, die einen solchen Transport nicht ausgehalten hätten. Am rechten Profilrand ist der graubraune Löß scharf vom graugelben Muschelkalkschutt (3) abgegrenzt. Man sieht deutlich, wie die zwei Dolomitbänkchen sich gegen den Hang zu in Platten und in immer kleinere Stücke auflösen und sich schließlich mit dem Löß vermischen. Die roten (4) und weißen (5) Rötmergel sind wieder scharf nach oben und unten abgegrenzt, aber beide Grenzen hängen gegen den Hang zu herab, wie wenn ein Teig plötzlich auf einer Seite hätte ausfließen können. Die oberen roten und die weißen Mergel sind aber schon viel stärker entfernt worden als die unteren. Die Klüfte des Plattensandsteins (6) werden gegen den Hang zu weiter und geben schließlich einige Platten ganz frei, die dann oft parallel zur Oberfläche liegen. An der Grenze zwischen Schutt und anstehendem Gestein bewirkt jede Kluft eine Treppe, am linken Profilrand ist eine solche Treppe auch abgeschrägt.

Die Größe der einzelnen Schuttbestandteile wird zwar in erster Linie durch das Gestein bedingt und soll dort auch noch näher besprochen werden; sie hängt aber auch vom Gefälle ab. Das gleiche Gestein ist nämlich auf flacherem Hang in viel kleinere Bruchstücke verwittert als auf einem steileren. Völlig eindeutig zeigte dies im März 1951 ein Wasserleitungsgraben quer über das Rotenbachtal bei Neuenbürg. Die maximale Länge der Blöcke im Schutt war bei 9° 0,5 m, bei 17° 0,9 m, bei 19° 1 m und bei 27° 1,3 m. Offenbar ging am Steilhang der Transport rascher, so daß weniger Zeit zur weiteren Zerkleinerung zur Verfügung stand. Es ist klar, daß auch die Entfernung vom Anstehenden eine Rolle spielt; je länger der Transportweg ist, desto mehr sind die Blöcke zu kleinen Stücken oder Sand aufgearbeitet worden (s. mu-Schutt auf Abb. 5).

Während auf den Ebenen die Orientierung der Bestandteile noch ganz von der ursprünglichen Schichtung oder Klüftung bestimmt ist, wird jetzt die Richtung der Oberfläche beherrschend. Alle Platten und langgestreckten Blöcke liegen parallel zur Oberfläche. (Nur die Schuttdecke im sm-Bruch bei Marxzell an der Alb zeigt keine Orientierung, erinnert vielmehr etwas an Würgeböden.) Manchmal ist es direkt zu sehen, wie die noch im Verband liegenden Schichtbänke gegen das Tal zu abkippen und „Haken schlagen" (siehe Bild 6 Mitte der linken Bildhälfte).

Auch die Verteilung von grobem und feinem Material ist ganz

anders als auf den Hochflächen. Während dort die Größe der einzelnen Schuttbestandteile nach oben gleichmäßig abnahm, liegen hier gerade die größten Blöcke an oder gar über der Oberfläche; während die Sohle des Schutts von dicht gepacktem Sand gebildet wird. In Abbildung 6 sind alle Aufschlüsse, in denen das Grobe eindeutig oben oder unten angereichert ist, zusammengezählt. Auf den Ebenen liegt das Grobe fast immer unten, an Steilhängen stets oben, während auf Hängen von 5–20° beides vorkommt.

Da am Hang also der untere Teil des Schutts aus Sand aufgebaut ist, läßt sich die Grenze gegen das anstehende Gestein gut erkennen. Im Buntsandstein bildet fast jede einzelne Schichtbank eine Treppe (Bild 6); manchmal sind aber diese vorspringenden Kanten abgehobelt; z. B. im Steinbruch „Krummentannenberg" 4 km ssw Pforzheim und in Abb. 5. Kristalline Gesteine sind noch stärker geglättet, die Grenze sieht wie mit dem Lineal gezogen aus (Bilder 7 und 8), manchmal ist sie aber auch hier entlang den Klüften getreppt, z. B. im Steinbruch nördlich Lautenbach. Auf steilen Hängen ist sie eine schiefgestellte, ebene Fläche, an flacheren eine unruhige, während die Oberfläche des Schutts, also die Erdoberfläche, ziemlich gleichmäßig geböscht ist. Der Schutt schwächt also ein lebhaftes Relief ab, indem er alle Hohlformen auffüllt. Man ist z. B. völlig überrascht, wenn man im Gneisbruch Faißt in Baiersbronn einen Prallhang entdeckt, weil dieser außerhalb des Bruchs vom Schutt begraben ist s. S. 65 und Abb. 9).

In einer Baugrube in Oberwolfach-Walke sah ich in die Oberfläche des Schapbachgneises mehrere 4 m breite und 0,6 m tiefe Runsen eingeschnitten, die an der Oberfläche des Schutts in keiner Weise zu ahnen waren. Im Eichelbachtal, gleich über der Mündung in die Wolf, sind seit dem Unwetter von 1951 ebenfalls 8 m breite und 1,5 m tiefe Runsen im Renchgneis zu sehen, die von Schutt völlig zugedeckt sind. Ebenso ist der Winkel zwischen Karboden und Wand immer von einem Schuttfuß verhüllt.

Besonders viel Schutt findet man an Gleithängen unmittelbar über dem Talboden. In Unterreichenbach südlich Pforzheim sind z. B. am Straßeneinschnitt beim Bahnwärterhaus 6 m Schutt über dem Bausandstein aufgeschlossen. Die groben Blöcke sind gleichmäßig verteilt, nicht wie gewöhnlich oben angereichert. Dieses Sortieren erfolgte offenbar nur beim Fließen, und hier über dem Talboden staute sich dagegen alles.

In kleineren Tälchen mit geringer Wasserführung ist auch der Talboden mit Schutt erfüllt. Rutschungen im Eichelbachtal südlich des Kniebis zeigten, daß dort der Schutt mindestens 10 m mächtig ist, wobei sich gerundete, also vom Wasser transportierte Stücke nur ganz vereinzelt im Schutt finden, allerdings auch in keinem Tälchen ganz fehlen. In den Schutt hat sich dann der Bach je nach seiner Erosionsleistung mehr oder weniger tief eingesägt, so daß er eine 2 bis 5 m über dem Bach liegende „Blockterrasse" bildet. Manchmal ist sie nur stellenweise oder nur am Gleithang erhalten, manchmal noch auf beiden Seiten. Am Glasbrunnen östlich Neuenbürg und an anderen Bächen sind sie besonders blockreich oder bestehen überhaupt nur aus Blöcken. Daher glaubte *Regelmann* (Erl. Wildbad, 1934, S. 94), „daß nur die gewaltigen Schmelzwasserströme der Diluvialzeit die Einebnung bewerkstelligt hätten". Aber schon

Kessler erkannte die Terrasse als eine teilweise ausgewaschene Gehängeschuttdecke, die durch postglaziale Erosion zerschnitten ist (1925, S. 75).

An allen Prallhängen, auf Talspornen, Kuppen, vorspringenden Schichtstufen und herausragenden Rippen widerständiger Gesteine liegt dagegen immer wenig Schutt. Mächtigkeitsunterschiede auf engem Raum sind besonders gut zu sehen im Granitbruch 1,3 km südlich Alpirsbach: Eine 35° steile Kuppe besteht aus nacktem Fels, weiter unten wird sie von einer dünnen Schuttdecke umhüllt, die ganz allmählich anschwillt und in einem kleinen Tälchen 3 m erreicht.

Bei sonst gleichen Relief- und Gesteinsverhältnissen hängt die Schuttmächtigkeit auffallend stark vom Gefälle ab. Auf flachen Neigungen findet sich immer sehr viel Schutt, auf steilen wenig oder gar keiner (Abb. 8).

Einfluß des Muttergesteins

Schon bevor ich diese Arbeit begann, war mir auf geologischen Exkursionen aufgefallen, daß in den Steinbrüchen kristalliner Gesteine stets nur eine dünne Bodendecke, im Buntsandstein jedoch eine mächtige Schuttdecke lag. Dieser Gegensatz behielt zwar im Verlauf meiner Untersuchungen seine Geltung; doch zeigten kleinere, unauffälligere Aufschlüsse auch im Kristallin typische Schuttdecken, und an steilen Hängen ist auch der Buntsandsteinschutt wenig mächtig.

Wie schon gesagt, hängt beim gleichen Gestein die Mächtigkeit fast mathematisch mit dem Gefäll zusammen. Aber die verschiedenen Gesteine unterscheiden sich außerordentlich stark voneinander. In Abb. 8 habe ich die Schuttdecken der Gesteine des Schwarzwaldes und seines Vorlands in ihrer Mächtigkeit und in Beziehung zum Gefälle aufgetragen. Weitaus am meisten Schutt haben Bausandstein und Hauptkonglomerat, sehr viel auch der Obere Buntsandstein. Sie bilden nur an besonders steilen Hängen (über 45°) nackte Felsen. Auf Granit, Porphyr und Schapbachgneis ist der Schutt schon wesentlich weniger mächtig, schon bei 35° gibt es Felsen. Nur ganz wenig Schutt liegt auf Unterem Muschelkalk, *Eck*'schem Konglomerat und Rotliegendem. Und gerade bei diesen weichen, mit der Hand zu zerbröckelnden Gesteinen würde man doch am ehesten einen tiefgründigen Verwitterungsboden erwarten. Aber allen diesen Gesteinen ist gemeinsam, daß sie wasserundurchlässig sind, so daß an der Grenze zwischen anstehendem Gestein und Schutt stets Wasser austritt und die Aufschlüsse im Frühjahr naß sind. Das gilt übrigens auch für viele Hauptmuschelkalksteinbrüche, da der Obere Muschelkalk oft tonige Zwischenlagen enthält. Dort ist dieser dann auch stets mit nur sehr wenig mächtigem Schutt bedeckt, und schon bei ziemlich geringem Gefälle schauen nackte Felsen heraus. Besonders aufschlußreich ist das Rotliegende und der Porphyr, denn sobald ausnahmsweise ihre Klüfte nicht mit Lehm verstopft sind, sind sie auch prompt mit viel mächtigerem Schutt, als Abb. 8 angibt, bedeckt, z. B. das Rotliegende an der Kullenmühle bei Herrenalb mit 2,5 m bei 27° und der Porphyr südlich Baden-Baden an einigen Stellen mit 1,7 m Schutt bei 31°.

Unter den heutigen Klima- und Abtragungsbedingungen würde man anneh-

men, daß harte Gesteine nur flachgründig, weiche sehr tief verwittert wären. Daß nun die Härte in ihrer Bedeutung von der Wasserdurchlässigkeit oder -undurchlässigkeit übertroffen wird, scheint auf Vorgänge hinzuweisen, bei denen Wasser beteiligt ist. Das könnten Quellungsvorgänge sein; dann müßten aber gerade die tonigen Gesteine besonders tiefgründig verwittert sein. Es liegt daher näher, an den Frost zu denken, dem natürlich klüftige Gesteine mit gutem Wassernachleitvermögen schneller erliegen (*Schenk*, S. 181). Aber heute gefriert bei uns der Boden niemals so tief, wie die Schuttdecken oft mächtig sind, wir müssen, wenn wir uns ein Bild machen wollen, schon in kältere Regionen gehen. So berichtet *Taber* (1943, S. 1448) aus Alaska, daß ein der Verwitterung ausgesetzter Quarzit im Laufe eines Jahres 14 cm tief zermürbt war, ein Tonschiefer nur 5 cm. „Am widerstandsfähigsten gegen den Frost sind feinstkörnige Gesteine, die wasserundurchlässig und grob texturiert sind". Er weist dann noch nach, daß beim gefrorenen Gestein viel mehr Wasser in den Spalten ist, als dort ursprünglich Platz hatte, indem Wasser aus der Tiefe nachgesaugt wird. Das ist natürlich bei wasserundurchlässigen Gesteinen nicht möglich.

Wenn Bausandstein und Hauptkonglomerat stets mit so auffallend viel Schutt bedeckt sind, so weist das auch auf etwas anderes hin. Diese beiden Gesteine verwittern nämlich besonders grob, so daß sie bei einem Transport eine hohe innere Reibung entwickeln.

Die Menge des Schutts ist daher gleich der Differenz zwischen der Menge des in einer bestimmten Zeit verwitterten und der des weggeführten Materials. Für jedes Gestein muß es nun ein bestimmtes Gefälle geben, bei dem das verwitterte Material gerade noch fortgeschafft werden kann, also nackter Fels entsteht. Dieses Gefälle ist in Abb. 8 am oberen Rand abzulesen, indem man einfach die Linie des betreffenden Gesteins bis an den Rand verfolgt oder bis dorthin verlängert (im Unteren Muschelkalk, im *Eck*'schen Konglomerat und im Rotliegenden wird es nämlich kaum irgendwo erreicht).

Noch stärker als in der Mächtigkeit unterscheidet sich der Schutt verschiedener Gesteine in der Zusammensetzung. Der des Kristallins ist lehmig oder grusig, nur der Biotitgranit bei Forbach und Bühlertal hat große *Blöcke* geliefert. Im Buntsandstein dagegen herrschen die Blöcke durchaus vor, stammen allerdings fast nur aus dem Bausandstein und dem Hauptkonglomerat (s. S. 1–3).

Auch die Korngröße des Feinmaterials scheint ganz vom Gestein abzuhängen: Im Schutt des Kristallins und des Rotliegenden, das ja meist aus Partikeln des Kristallins besteht, sind alle Größen gleichmäßig vertreten, die Kornverteilungskurve verläuft daher fast geradlinig. Die Flüsse der Buntsandsteinzeit dagegen haben ihr Material sortiert und bei uns vorwiegend mittelkörnigen und feinen Sand abgelagert. Diese Größen herrschen auch im Schutt vor: Im Unteren Buntsandstein 0,2 mm Durchmesser, im *Eck*'schen Konglomerat 0,5 mm, im Bausandstein 0,2 mm, im Hauptkonglomerat 0,3 mm, und nur der Obere Buntsandstein hat eine gleichmäßigere Verteilung von 0,3 bis 0,05 mm Korndurchmesser. Auch der Untere Muschelkalk ist gleichmäßiger, hat aber sein Maximum unter 0,01 mm, also im Tonbereich.

Daß die Kornverteilung so gesteinsspezifisch ist, hat mich überrascht. Ich hatte vermutet, daß sie wenigstens teilweise noch an die Strukturböden erinnere, in

denen wie im Löß die Korngrößen 0,1–0,006 mm vorherrschen (*Dücker*, 1937, und *Taber*, 1943, S. 1474). Von den 90 mir zur Verfügung stehenden Korngrößenanalysen, die zum größten Teil in den Erläuterungen zu den geologischen Spezialkarten veröffentlicht sind, zeigten nur zwei aus dem Ostrand des Schwarzwalds eine Verteilung wie der Löß. Da dort bereits die echten Lößvorkommen beginnen, wird es sich wohl um Lößbeimengungen handeln. Daß Frostböden des Schwarzwalds einst vielleicht Löß geliefert haben, scheint nach obigem unmöglich. Wie mir Herr Dr. *Weidenbach* versicherte, enthalten die Lösse des Neckarlandes auch gar kein Schwarzwaldmaterial.

Ganz vom Muttergestein abhängig ist die Farbe. Unterhalb der Bodenbildungszone der heutigen Zeit sehen die Schuttdecken des Kristallins grau bis ockerfarben, die des Buntsandsteins rosa bis tiefrot und die des Unteren Muschelkalks graugelb aus, haben also die Eigenfarbe der unverwitterten Gesteine. Eine Beimengung dunkelrotbraunen Lehms, die auf den Terrassenabhängen des Alpenvorlands die Regel ist und wahrscheinlich aus abgetragenen Böden stammt, fand ich nirgends.

Bedeutung der Tektonik

In der Nähe von Verwerfungen und anderen Zonen starker tektonischer Beanspruchung sind die Schuttdecken immer besonders mächtig, was schon *Bräuhäuser* (1926, S. 70) aufgefallen ist. Das gilt besonders für die Randverwerfungen des Freudenstädter Grabens, dessen Kartierung daher besonders schwierig war. Die Schuttdecken sind hier auch besonders blockreich, da die Klüftung nicht sehr fein ist. In den Alpen gibt es Entsprechendes. Dort entspringen Schutthalden häufig aus Klüften oder Verwerfungen (*Morawetz*, 1932, S. 37, und *Gg. Wagner*, 1950, Ifen, T. 17).

Während man im allgemeinen im Schwarzwald beim Höhersteigen in immer jüngere Schichten kommt, kann es in der Nähe von Verwerfungen umgekehrt sein. Dort ist daher auch oft Schutt älterer Gesteine auf jüngere geflossen, z. B. „Auf der Höh" nö Grüntal bei Freudenstadt Oberer Buntsandstein aus der Horstscholle auf den Unteren Muschelkalk des Grabens. *C. Regelmann* kannte die Verwerfung noch nicht und betrachtete daher die Sandsteine als Beweis für glazialen Transport, so daß er die Schuttdecke 1895 als „Moräne bei Grüntal" bezeichnete. Solche verkehrten Lagerungen findet man an der ganzen Umrandung des Freudenstädter Grabens und an der Pfinz. Der beste Aufschluß ist der Steinbruch Fuchsloch 3,5 km nnö Freudenstadt. Dort liegen über dem Plattensandstein noch die Rötmergel; darüber kann man an der fahlgelben Farbe gerade noch den Unteren Muschelkalk erkennen. Wie überrascht ist man dann, wenn man in der darüberliegenden Schuttdecke wieder Sandsteinplatten findet.

Anzeichen auf Bildungsweise und Alter der Schuttdecken

Der grobe Anteil des Schutts ist entweder oben oder ganz unten angereichert (s. Seite 60 und Abb. 6). Die genau gleiche Materialverteilung findet man in arktischen Fließerden (*Taber*, 1943). Auch das Aufrichten von Sandsteinplatten

(s. Seite 57) kann nur durch Frostverwitterung erklärt werden, ebenso die geringe Schuttmächtigkeit weicher Gesteine.

In den „Sandgruben" im tief vergrusten Muskovitgranit um die Schwarzenbach-Talsperre herum liegt häufig über dem normalen Grus eine dunkler gefärbte Schuttdecke aus Grus und kopfgroßen Granitblöcken, die an mehreren Stellen keilförmig in den normalen Grus hinabreicht. Ohne Zweifel handelt es sich um Eiskeile; und da diese sehr langsam wachsen (*Taber*, S. 1525, und *Schenk*, S.178), können sie nicht in einem nur winters gefrorenem Boden entstanden sein. Wir müssen demnach annehmen, daß mindestens im Gebiet des Muskovitgranits der Boden einmal dauernd gefroren war. Wenn im Buntsandsteinschutt bis jetzt keine Eiskeile beobachtet werden konnten, so wäre denkbar, daß sie dort lediglich schwerer zu erkennen sind. Bausandstein und Hauptkonglomerat haben jedoch so geringen Mehlsandgehalt (0,1–0,02 mm Korndurchmesser), daß sich dort in kurzen Zeiträumen gar keine Eiskeile und Eislinsen durch Aufstieg von Wasser bilden können (*Taber*, S. 1523). Der Frost drang zwar sehr rasch ein, erreichte aber nicht die Kraft, Steine zu heben o. ä. (*Schenk*, S. 182).

Das Bodenprofil ist stets etwa 2 m tief (siehe Abb. 14) und völlig unabhängig von der Schuttmächtigkeit. Ist diese selbst weniger als 2 m, so reicht der B-Horizont der Waldböden ins anstehende Gestein, so daß sich in den Spalten und Klüften Rost absetzt. Ist dagegen der Schutt mächtiger als 2 m, so ist der untere Teil überhaupt nicht chemisch verwittert, sondern nur stark mechanisch zerkleinert. Unter den jetzigen klimatischen Bedingungen gefriert der Boden lange nicht so tief, selbst im kalten Winter 1939/40 kaum über 1 m. Wo Schuttstücke im A-Horizont eines Bodens liegen, sind sie oft so stark chemisch verwittert, daß sie einen Transport nie mehr aushalten würden. In unserem jetzigen Klima wären also Bildung und Wanderung des Schutts nicht möglich.

Viele Schuttdecken liegen unter Hochmooren begraben. Diese Tatsache hat als erster *Büdel* zu einer Altersbestimmung von Wanderschuttdecken im Erz- und Riesengebirge benutzt (1937, S. 17 und 21). Im Nordschwarzwald liegen die Moore leider nicht in den Tälern, sondern auf den Hochflächen, so daß man keinen ortsfremden Schutt unter dem Torf finden kann. Immerhin lassen sich die Schuttdecken von dort oft lückenlos bis ins Tal verfolgen und stimmen auch in der Größe der Blöcke mit den Schuttdecken überein, bei denen durch einen Anteil von ortsfremdem Schutt eine Wanderung erwiesen ist. Obwohl die Hochmoore sich nur auf ganz schwach geneigten Flächen finden, wo sonst die Blockgröße nach der Oberfläche zu immer mehr abnimmt, sind hier oft grobe Blöcke an der Oberfläche.

Im Wildseemoor und in der Breitloh, 7 bzw. 11 km sw Wildbad, zeigen uns nun die Pollenanalysen *Jäschkes*, daß der Torf bis in die Birken-Kiefern-Zeit zurückreicht (1934, S. 539). Die darunter liegende Schuttdecke muß also älter sein (s. Bild 5).

Oft verdeckt der Schutt ein älteres Relief, zum Beispiel die auf Seite 60 erwähnten Runsen im Wolftal. Einen wichtigeren Anhalt für die Altersbestimmung geben uns mit Schutt überdeckte Flußterrassen, die ihrer Höhenlage nach frühestens der Rißeiszeit, wahrscheinlich aber der Würmeiszeit

angehören. Der Schutt muß also einer späteren Zeit entstammen: Die Oberfläche des Schutts ist gleichmäßig gegen den Fluß geneigt; erst das Profil zeigt den Knick zwischen der Terrassenfläche und dem alten Talhang. Über dem Knick kann natürlich der Schutt außerordentlich mächtig werden. Die wenigen, im Nordschwarzwald bekannten Flußterrassen sind fast alle unter Schutt begraben. Am Nordrand von Blatt Wildbad liegt 9 m über der Eyach eine Terrasse, die von mindestens 1 m Schutt bedeckt ist. Im Schotterwerk Faißt in Baiersbronn läßt sich das sogar im Schnitt beobachten (Abb. 9): 7 m über der Murg und 3 m über der gewölbten Talsohle bildet der Gneis eine ebene Fläche, die von 0,2 bis 0,6 m Schotter bedeckt ist. An ihrem hinteren Rand steigt der Gneis steil in die Höhe. Den einspringenden Winkel zwischen beiden Flächen, also zwischen altem Talboden und alter Talwand, hat nun der Gehängeschutt vollkommen erfüllt, so daß man erst im Steinbruch von der Schotterterrasse überhaupt etwas merkt. Der Schutt enthält vorwiegend kleine Stücke aus dem anstehenden Schapbachgneis, aber auch einige aus Buntsandstein. Diese müssen oberhalb des Steinbruchs über einen nur 14° geneigten Hang herabgekommen sein.

Auch die 10 m über der Enz gelegene Schotterterrasse, auf der die Kirche von Enzklösterle steht, ist nach *K. Regelmann* mit 2–5 m Schutt bedeckt (1934, Seite 89.). Er soll sich sogar mit dem Schotter verzahnen und mischen und besteht hauptsächlich aus *Eck*'schem Konglomerat; er ist über 200 m weit und zum Teil mit nur 5° Gefälle gewandert.

Noch an manchen anderen Stellen wurde man erst durch Bauarbeiten oder Bohrungen auf Schotterterrassen aufmerksam. Z. B. fand man unter dem Wildbader Schulhaus noch 20 m im Berg drin Gehängeschutt auf Enzschottern (*Regelmann*, Erl. S. 98). Der Bau eines Sportplatzes oberhalb Loffenau gab 1951 Gelegenheit, eine Verzahnung von sicher würmeiszeitlichen Bachschottern mit Schutt genau zu beobachten. In der eigentlichen Talsohle liegt Sand des Buntsandsteins und Grus des Rotliegenden mit einem beträchtlichen Anteil von Geröllen, der aber nach oben immer mehr abnimmt und nur stellenweise, wohl durch einzelne Hochwässer der Jetztzeit, wieder größer wird. Auch gegen den Talhang zu nimmt der Anteil ab, hier liegen stattdessen viele eckige Stücke aus Buntsandstein, oft auch zwischen den Schottern. Hier verzahnt sich also der Gehängeschutt mit den Schottern, die aber nach oben immer seltener werden, so daß schließlich der oberste Meter reiner Gehängeschutt ist.

Auch im Alpenvorland fand *R. Schmid* (1955) 1 km östlich Gestraz eine Terrasse der Oberen Argen, die erst nach dem Würmmaximum gebildet wurde und mit 1 m mächtigen, typischem Periglazialschutt (dunkelbraun, Periglazialauslese) zugedeckt ist.

Zwar fehlt der Löß im eigentlichen Schwarzwald; aber von der Rheinebene her reicht er noch in die Täler herein und von Norden und Osten auf einige Hochflächen bis zu 600 m Meereshöhe hinauf. Sucht man dann Lehmgruben oder Steinbrüche, in denen er bis zu seiner Sohle aufgeschlossen ist, so findet man stets, daß er nicht einfach aufgeweht, sondern in einer mindestens 0,3 m mächtigen Zone mit dem Liegenden vermischt ist. Oft reichen die Steine noch über 1 m in den Löß hinauf.

Unter dem Löß finden sich in der Rheinebene meist Schotter, auf der Ost- und Nordabdachung des Schwarzwalds Buntsandstein oder Muschelkalk, vielfach aber auch Gehängeschutt aus diesen Gesteinen, was natürlich besonders wichtig ist. Der Gehängeschutt ist also, zumindest an diesen Stellen, älter als der Löß.

Für die Verhältnisse auf der Ebene ist besonders kennzeichnend der Steinbruch bei der alten Ittersbacher Ziegelei: Über dem anstehenden Plattensandstein liegt ein 0,4 m dicker Horizont, in dem sich das Rosa des Sandsteins mit dem Gelb des Lösses vermischt – der Löß fühlt sich auch sehr sandig an – darüber folgen 0,5 m steiniger Löß und schließlich 0,6 – 1 m reiner, äolischer Löß. Auch im Steinbruch Vollmer auf der Auerhahnenfalz nnö Neuenbürg findet sich zwischen dem Hauptmuschelkalk und dem 0,7 m mächtigen Löß eine 0,6 bis 1 m mächtige Mischzone. Dort sind bis zu 60 cm lange Kalkplatten völlig in Löß gepackt, was hier auf der Ebene nur durch Kryoturbation geschehen sein kann.

Am Hang ist vielfach der ganze Löß mit Steinen durchsetzt, also verflossen. Stets findet sich darunter noch Schutt aus den dort selbst oder weiter oben anstehenden Gesteinen, der keinen Löß enthält, also älter ist. Der Löß ist also erst ganz am Schluß der Eiszeiten auf die Schuttdecken geweht worden und dann sogleich über sie geflossen, sicher nicht erst in der Nacheiszeit; das zeigen ja die unzerdrückten Schneckenschalen von Dietlingen (S. 59) ganz einwandfrei.

Auch die Schotter der Rheinebene sind durch eine Mischzone vom Löß getrennt, was in den Tongruben der Hourdisfabrik und der Ziegelei Mühlich bei Baden-Baden gut beobachtet werden kann. Am Waldschlößchen bei Baden-Baden liegen Löß und Schutt auf Bachschotter, unter diesem folgt sogar nochmals Schutt (*Bilharz* 1934). Ganz besonders starke Vermischung zeigen die Lösse und Schotter des unteren Murgtals. *Frank* wußte oft nicht, ob er „Schotter mit Lehm", „Lehmdecke" oder „verlehmten Gehängeschutt, vermutlich mit Lößbeimengung" kartieren sollte (1936, S. 75). Bei den niederen Terrassen läßt sich noch ziemlich gut Schotter, Mischzone und Löß unterscheiden. Je höher man aber am Hang emporsteigt, desto stärker verschwindet eine eigentliche Terrassenfläche, desto stärker wird die Vermischung und Verfließung, und desto stärker sind die Gerölle wieder in kleinere, eckige Stückchen zerbrochen. Manchmal glaubt man im rein granitischen Gebiet fast eine Buntsandsteinschuttdecke zu sehen.Man kann also überall sehen, daß zuerst Schotter, dann Schutt und schließlich Löß abgelagert wurde (nach *Klute*, 1951, S. 276, konnte am Anfang einer Kaltzeit noch gar kein Löß dahergeflogen kommen, weil die Alpengletscher und damit die Schotterfelder erst ganz langsam vordrangen).

Auch das Zurücktreten des Schutts in den Karen weist auf sein eiszeitliches Alter hin. Der Bodenfrost konnte dort erst wirksam werden, nachdem Schnee und Eis geschmolzen waren, und dann wohl nur noch auf kurze Zeit. Am besten sieht man diese Erscheinung am Kammerloch bei Obertal, wo nur auf der unvergletscherten Ostseite Blöcke liegen, und am Pfrimmacker beim Hundseck (Kar 54), wo ein Steinbruch die auffallend geringe Schuttmächtigkeit zeigt. Am Glaswaldsee konnte *Pfannenstiel* geradezu den ehemaligen Eisrand ablesen, indem er die Grenzen des mächtigen Blockschutts aufsuchte (freundliche Mitteilung).

Schließlich gibt uns die Beobachtung heutiger Bodenbewegungen Hinweise, wo sich solche heute noch abspielen und wo nicht. Es ergibt sich für jedes Gestein ein bestimmtes Mindestgefälle, bei dem gerade noch solche Massenversetzungen stattfinden. Es liegt unerwartet hoch, jedenfalls viel höher als die Neigungswinkel, auf denen sich gerade noch Schuttwanderungen abgespielt haben (siehe Tabelle 2).

Als Kennzeichen für bewegten Boden kommen in Betracht: Hakenbäume, also Bäume, die nach Bodenbewegungen ihre Wuchsrichtung korrigiert haben; lichterer Wuchs der Nadelbäume oder Vertretung durch Birken, Bäume mit Verletzungen durch herabrollende Blöcke oder mit angelehnten Blöcken. Bei stelzfüßigen Bäumen kann man sich außerdem die Zeit ausrechnen, in der die fehlende Erdmenge ausgewaschen wurde. Fehlen von Vegetation und Bodendecke, Narben von Rutschungen zeigen natürlich besonders starke Massenbewegungen an.

Ruhiger Boden wird angezeigt durch geraden und kräftigen Wuchs der Bäume und durch deutliche und ungestörte Ausbildung eines Bodenprofils, die ja eine gewisse Zeit erfordert. Blöcke, die oben oder unten stärker verwittert sind, müssen sich schon lange in dieser Lage befinden (*Poser*, 1933, S. 159). Manche Gesteinsbrocken lassen sich ja sogar mit der Hand zerdrücken, würden also keinen Transport mehr aushalten (z. B. an der neuen Wendeplatte halbwegs Rippoldsau–Zwieselberg).

Auch die Schuttdecken mit unzerdrückten Schneckenschalen (Seite 59) und die durch Kalktuff verfestigten Hangschuttbreccien im Muschelkalkgebiet müssen natürlich ruhig liegen.

Es war zu erwarten, daß sich bei steileren Böschungen mehr Anzeichen von bewegtem Boden und bei flacheren mehr von ruhigem finden würden. Der Grenzwinkel zwischen beiden hängt sehr von den Oberflächenformen und von der Vegetation, vom Gestein und von der Durchfeuchtung ab. Diese für die Praxis wichtigen Beobachtungen sollen dann in einem besonderen Kapitel ausführlich geschildert werden, hier interessiert ja nur, bis zu welchem Winkel die Schuttdecken heute ruhig liegen, ihre Wanderung also wahrscheinlich eiszeitlich ist.

Massenbewegungen durch langsames Gleiten oder plötzliches Rutschen haben auf Wiesen erst bei über 25° Neigung Spuren hinterlassen; selbst in dem an Rutschungen so reichen Winter 1947/48 wurde dieser Winkel nirgends unterschritten. Im Wald, der ja den größten Teil des Schwarzwalds einnimmt, finden sich Bewegungsspuren erst bei über 35°, auf Granit sogar erst bei über 38°.

Ab- und Ausspülung findet schon auf viel flacheren Hängen statt; auf Äckern ab 15°, auf Wiesen ist sie ganz schwach, im Wald wirkt sie nur entlang den Regen- und Schmelzwasserrinnen und je nach dem Gestein sehr verschieden: Im *Eck*'schen Konglomerat mit seinen vielen Quellen schon ab 26°, im übrigen Buntsandstein ab 30° und im Granit erst ab 35°.

Diese Winkel sind jedoch Tiefstwerte und werden nur an bevorzugten Punkten erreicht. Einen Durchschnittswert erhält man, wenn man die Winkel mißt, die alte Bergwerkshalden, übersteile Straßenböschungen und ähnliches im Laufe der Zeit, aber in unserem heutigen Klima, angenommen haben. Das sind im Mittel 39°, bei feinem Schutt bis 2° weniger, bei grobem bis 3° mehr (vgl. *Stiny*, 1925).

Wie entstanden die Schuttdecken?

Hänge über 39° Neigung sind im Schwarzwald so selten, daß man die Schuttdecken heute als ruhend betrachten kann, falls sie nicht gerade in der Nähe von Regenrinnen liegen. Ihre Bildung und Wanderung muß also in der Vorzeit erfolgt sein. Die Überlagerung mit Torf aus der Birken-Kiefern-Zeit oder mit Löß ergibt als Mindestalter die Würmeiszeit, die begrabenen riß- oder würmeiszeitlichen Terrassen als Höchstalter die Rißeiszeit. Das Vorkommen von Eiskeilen und die Anreicherung der groben Blöcke ganz oben oder ganz unten zeigen uns außerdem, daß die Schuttdecken in einer kalten Zeit, aber noch vor der Lößablagerung, entstanden sind.

Was bei uns in den Kaltzeiten geschehen ist, läßt sich heute in der Frostschutt- und in der Tundrenzone der Arktis beobachten (s. *Büdel*, 1948, S. 33–48). In der Frostschuttzone herrscht auf den Ebenen die „Mikrosolifluktion" (*Troll*, 1944) mit Polygonböden, an Hängen von 2 bis 15° die „Makrosolifluktion" mit Steinstreifen und über 15° die Runsenspülung. Die Schuttbildung ist außerordentlich stark, so daß die Flüsse mit Geröllen überlastet sind. In der Tundrenzone werden die Denudationsvorgänge durch die Vegetation so stark gebremst, daß die Abspülung erst an Hängen über 30° wirksam wird, während Fließbewegungen, wenn auch langsamere, an allen Hängen von 2 bis 30° den Ton angeben. Sie sind aber so stark verzögert, daß es nicht zur Ausbildung freier Gleitbahnen in der Gefällsrichtung kommt, sondern kleine Schutt-Terrassen in Isohypsenlage entstehen („gebundene Makrosolifluktion").

Da wir im Nordschwarzwald die Runsen an Hängen von 15 bis 30° nur unter Schutt begraben finden und Polygone wie Steinstreifen fehlen, liegt der Gedanke nahe, daß der Schutt in einem Tundrenklima gebildet wurde oder wenigstens seine heutige Ausbildung erhielt.

Die für die Tundrenzone so charakteristischen Schutt-Terrassen kommen nun auch tatsächlich im Schwarzwald häufig vor und sollen in einem späteren Kapitel eingehend untersucht werden.

Vermutlich lag der Schwarzwald im Würmmaximum in der Frostschutt-Zone; damals entstanden wohl die vielen Blöcke, so daß die Flüsse reichlich Geröll führten und aufschotterten. In den Karen lag damals noch Schnee, so daß dort der Blockschutt seltener ist. Dieser Schutt wurde dann gegen Ende der Würmeiszeit von Tundrenvegetation überzogen, die das Bodenfließen bremste. Die Blöcke wurden auf dem länger dauernden Transport stärker aufgearbeitet, die Flüsse wurden mit dem Schutt wieder fertig und sägten sich in ihre Terrassen ein. Die Flüsse mit hohem Gefälle haben sie meist fast ganz entfernt, die mit schwächerem haben Reste übrig gelassen, die dann vom Gehängeschutt überflossen wurden.

Wie man sich die Fließvorgänge der Tundrenzone, also auch die Vorgänge, die unseren Schutt gebildet haben, im einzelnen vorzustellen hat, zeigen vielleicht am besten die Darstellungen von *Taber* (Alaska, 1943, S. 1455) und *Büdel* (europ. Arktis, 1948):

Im Herbst gefriert der Boden und saugt dabei Wasser aus tieferen Bodenschichten an. Die Eiskristalle üben in ihrer Wachstumsrichtung, also senkrecht

zur Oberfläche, einen Druck aus. Die Oberfläche hebt sich und nimmt dabei durch Kohäsion auch Steine, die noch in tiefere Bodenzonen hinabreichen, mit. Der Winter ist eine Zeit der Bodenruhe. Erst durch das allmähliche Schmelzen des Bodeneises sackt der Boden wieder zusammen, wobei aber die Steine in ihrer Lage bleiben, also scheinbar herausgehoben werden. Während die Hebung beim Gefrieren senkrecht zur Oberfläche erfolgt ist, geht die Sackung senkrecht nach unten. Dabei legt jedes Bodenteilchen eine Wegstrecke zurück, die mit der Neigung der Oberfläche größer wird. Diese durch das Tauen ausgelöste Bewegung fällt mit dem jahreszeitlichen Maximum der Wasserdurchtränkung zusammen, da ja dann auch der Schnee schmilzt, so daß sich zu diesen langsamen Fließvorgängen noch plötzliche Rutschungen gesellen können. Ein Versickern des Wassers ist durch das in der Tiefe noch vorhandene Bodeneis unmöglich, die Verdunstung gering. Daher bleibt die Fließbewegung Wochen oder Monate in Gang und erhält durch Spätfröste immer wieder neue Anstöße. Noch im Spätsommer maß *Dege* (1939, S. 318) in Spitzbergen über 10 cm zurückgelegte Wegstrecke pro Tag. Dann trocknet der Boden etwas ab, um bei den ersten Frühfrösten wieder ins Fließen zu kommen, bis er dann endgültig gefriert und den Winter über zur Ruhe kommt.

In der gleichen Zeit war wohl im Neckarland und in der Oberrheinebene die Vegetation schon so dicht, daß sie den angewehten Löß schließlich festhalten konnte, während er zunächst auch verflossen war. Gegen Ende der Eiszeit wurde dann mit fortschreitender Erwärmung auch der Rand des Schwarzwalds dichter bewachsen, so daß auch dort noch Löß festgehalten werden konnte. Aber dann muß die Lößanwehung ziemlich bald nachgelassen und, als die Erwärmung die Befestigung in 600 m Höhe möglich gemacht hätte, schließlich ganz aufgehört haben. Das ist verständlich, denn bis dahin hatten sich ja sicher auch die lößliefernden Schotterfelder des Oberrheins mit Vegetation überzogen. Daher fehlt der Löß in den höheren Teilen des Schwarzwalds völlig.

Praktische Bedeutung der Schuttdecken

Die Bewertung der Eiszeit für Bodenbildung und Pflanzenwuchs ist gar nicht hoch genug einzuschätzen. Die Schwarzwaldgesteine sind an Mineralstoffen, die von den Pflanzen ausgenützt werden können, ziemlich arm und können daher schon in wenigen Jahrhunderten völlig ausgelaugt sein. Die Eiszeit hat uns nun in den Schuttdecken einen chemisch noch gar nicht beanspruchten Rohstoff hinterlassen, der außerdem durch die intensive Frostzerkleinerung der heutigen Bodenbildung den Angriff sehr erleichtert. Selbst dort, wo durch ungeeigneten Anbau oder durch die großen Niederschlagsmengen die Böden oberflächlich versauerten, stellen die tieferen Schichten des Schutts eine noch ganz unversehrte Reserve dar, die durch geeignete Maßnahmen (z. B. Aufreißen des Ortsteins) für die Pflanze nutzbar gemacht werden kann.

Besonders viel Schutt ist am Hangfuß aufgehäuft, er füllt alle Runsen, Mulden und anderen Hohlformen zu und ermöglicht überhaupt erst einen Anbau. Alle vorspringenden Kanten, Rippen und alle Steilhänge sind schuttarm und werden deshalb von jeher dem Wald überlassen. Aber wie kümmerlich wächst

selbst dieser, besonders auf manchen Granitrippen oder auf Porphyr! Der B-Horizont des Bodens liegt dann schon im festen Gestein, dessen Spalten eine viel kleinere Oberfläche als der intensiv zerkleinerte Schutt darbieten. Außerdem wurde durch die reichlichen Niederschläge viel zu viel Boden abgeschwemmt.

Der Ackerbau braucht tiefgründige, feinkörnige und mineralreiche Böden unter 15° Neigung, da an steileren Hängen die Abschwemmung zu groß wird. Für ihn kommen daher im Schwarzwald eigentlich nur die mit dem Oberen Buntsandstein bedeckten Hochflächen in Frage. Dort sind die Schuttdecken oft über 3 m mächtig und größere Gesteinsbrocken liegen erst in den tieferen Horizonten. Wichtig ist ferner, daß der Schutt des Oberen Buntsandsteins auch den oberen Teil der Hänge bedeckt, an denen das Hauptkonglomerat ansteht, und dort Ackerbau ermöglicht. Die Rodungsinseln sind daher oft größer als die so-Flecke auf der geologischen Karte. Kleine, ebene Flächen des Granits vor der Buntsandsteinstufe werden ebenfalls von Äckern eingenommen (z. B. in der Reinerzau). An allen anderen Stellen sollte eigentlich kein Ackerbau betrieben werden. Bei den großen Niederschlagsmengen ist die Abspülung so groß, daß jedes Frühjahr Erde hinaufgetragen werden muß (z. B. Reichental bei Gernsbach). Gerade die feinsten, wertvollsten Bestandteile gehen aber völlig verloren. Selbst in den Reutbergen, wo nur alle 15 Jahre und ohne Stubbenrodung Korn gesät wird, wird soviel abgeschwemmt, daß ihre Böden auffallend wenig mächtig und reich an groben Steinbrocken sind (vgl. *Regelmann*, Erl. Obertal, S. 119 und 121).

Für Wiesen sind alle Hänge bis zu 30° Neigung geeignet, soweit sie nicht zu trocken sind. Künstliche Bewässerung sollte aber nur bis 25° angewandt werden, um Rutschungen zu verhüten. Die im allgemeinen grobstückigen Schuttdecken sind hier durchaus brauchbar, nur von der Oberfläche mußten die Blöcke weggetragen werden. Doch konnte man sie als Bausteine verwerten.

Die geringsten Ansprüche stellt der Wald. Für ihn sind alle Schuttdecken geeignet. An Steilhängen stört auch die Anreicherung der Blöcke an der Oberfläche nicht. Nur an Halden unterhalb von Bergwerken oder Felswänden, die noch in Bewegung sind, kommt er nicht auf. Selbst an Steilhängen verhindert er durch seine dichte Nadelstreu die Abspülung (im Laubwaldgebiet des Muschelkalks spielt sie schon eher eine Rolle). Nur in den Rinnen, in denen sich das Wasser sammelt, kommt es zu Ausspülung und Rutschungen. Der Wald wurde daher meist im Femelschlagbetrieb genutzt. Erst Franzosen und Holländer haben durch ihre Kahlschläge, die sie der leichten Abfuhr wegen oft an Steilhängen über den Straßen vornahmen, die Bodenabschwemmung in Gang gebracht. So hatten sich gegenüber der Rippoldsauer Kirche schon nach einem Jahr Runsen und Schuttkegel gebildet.

Da der mineralarme Schutt aus Hauptkonglomerat und Bausandstein meist noch das *Eck*'sche Konglomerat, den Unteren Buntsandstein, das Rotliegende und Teile des kristallinen Grundgebirges überzieht, die an und für sich einen besseren Verwitterungsboden ergeben würden, haben sich auch dort überall rostfarbene Waldböden, zum Teil sogar mit Ortstein, entwickelt. Sobald Schuttdecken aus solchen nährstoffarmen Gesteinen aber weniger als 30 cm mächtig

werden, lassen sie nur die Krautflora kümmern, während prächtige Bäume darauf wachsen, weil deren Wurzeln tiefer dringen (freundl. Mitt. von *Beck*-Brackenheim).

Auch das Baugewerbe schätzt die Schuttdecken sehr. Am wichtigsten ist wohl die Verwendung der Blöcke als Bausteine. Diese sind durch das Schuttwandern weit über ihr ursprüngliches Verbreitungsgebiet verschleppt worden. Dabei hat die Natur selbst die härtesten und widerstandsfähigsten Gesteine ausgelesen. Außerdem sind sie bequem zugänglich, so daß man nur selten Steinbrüche anzulegen braucht. Ganze Dörfer, z. B. Neuweiler bei Simmersfeld (*Bräuhäuser*, 1937, S. 73) die Dorfkirchen von Forbach und Bermersbach (*Regelmann*, Erl. Enzklösterle, 1934, S. 128), viele Mauern und Brücken, Wegzeiger und Waldabteilungssteine sind aus solchen „Findlingen" erbaut. In der Nähe der Dörfer sind sie schon so selten geworden, daß in manchen Waldteilen das Recht, „Steine wegzumachen", gegen gute Bezahlung vergeben wird (*Bräuhäuser*, Erl. Alpirsbach, 1926, S. 115) und daß für einen Garagenbau in Obertal die Steine an der 5 km entfernten Geißträgerhütte am Schliffkopf geholt wurden. Jahrhunderte lang stellten Steinmetzen in den Wäldern im Nordwesten von Blatt Wildbad aus Hauptkonglomeratblöcken Mühlsteine her (*Regelmann*, 1934, S. 131 u. Abb. 7).

Wie das lokale Kleingewerbe den Blöcken mit Hammer und Keil zu Leibe geht, so die großen Baufirmen mit dem Preßlufthammer. Bei jedem Straßenbau sind eben die Schuttdecken die bequemsten Steinbrüche. Als 1951 ein Unwetter die Straße Peterstal–Schapbach zerstört hatte, schippte man kurzerhand die Blockhalde unter dem Schempenfelsen in einen Brecher und breitete den Schotter aus. Auch dem Bau der Murgtalbahn und des Murgkraftwerks sind manche für das Landschaftsbild bezeichnenden Blöcke zum Opfer gefallen, besonders in der Umgebung von Raumünzach (*Regelmann*, Erl. Enzkl., 1934, S. 128).

Grusig verwitternder Granit wird an vielen Stellen als Bausand gewonnen, ebenso der feine Anteil des Buntsandsteinschutts, wenn er jetzt auch mehr und mehr durch Rheinsand verdrängt wird.

Auf kleineren Waldstraßen und Wegen wird einfach zerklopfter Schutt als Schotter verwendet, doch mit wechselndem Erfolg. Der Porphyrschutt des Hauskopfs nördlich Oppenau eignet sich gut dazu (*Deecke*, 1935, S. 6), der Buntsandstein im allgemeinen nicht, weil er weder bindig noch gleichmäßig ist. Der eine Stein zerfällt nach wenigen Jahren zu Sand, der andere ragt dann umso unangenehmer heraus. In der Umgebung des Hohloh wurden 1949 viele Waldwege mit Orterde, also mit dem B2-Horizont eines rostfarbenen Waldbodens, beschottert, was nach Angabe der Arbeiter einen bindigen Belag geben soll.

Bei der Anlage von neuen Straßen und Wegen ist jedoch der Bauingenieur über den Schutt weniger entzückt. Sobald er ihn zu steil anschneidet oder zu stark belastet, kann er ins Rutschen kommen. Böschungen von Straßeneinschnitten sollten daher auf keinen Fall steiler als 40° angelegt und dann sofort bepflanzt werden. Ein Forstamt hält aber, obwohl es immer wieder die Gräben ausschaufeln lassen muß, zäh am Winkel 45° (= 1 : 1) fest, während andere schon zu 34° (= 1 : 1,5) übergegangen sind.

Noch mehr Kosten verursacht der Schutt, wenn Material aufgeschüttet werden muß. Er darf nämlich umso weniger belastet werden, je steiler der Hang ist,

und gerade an Steilhängen muß ja immer besonders viel Material abgehoben und aufgeschüttet werden. Da immer irgendwo eine halbe Straßenbreite zu Tal saust, z. B. 1949 das „Bergsträßle" über dem Finkenwiesle westlich Freudenstadt und die Straße Rippoldsau–Freudenstadt 2 km unterhalb Zwieselberg, hat man die größeren Straßen vielfach aufgemauert, z. B. die Kniebisstraße. Es ist nicht möglich, einen bestimmten Böschungswinkel anzugeben, bis zu dem gerade noch aufgeschüttet werden darf, weil die Tragfestigkeit von zu vielen Faktoren abhängt; aber man kann auch hier durch Schaden klug werden. Besonders gefährlich sind Mulden, Rinnen und die Horizonte des *Eck*'schen Konglomerats wegen des Wasserreichtums. Verhältnismäßig hohe Belastungen erträgt dagegen Schutt an Bergvorsprüngen und solcher aus groben Blöcken.

Beim Hausbau schätzt man es, daß der Schutt leicht ausgeschachtet werden kann, bei Hangneigungen unter 15° aber trotzdem fest genug ist. Auch erspart seine gute Durchlässigkeit Entwässerungsarbeiten. Beim Bau von Stauseen für Wasserkraftwerke ist diese allerdings weniger erwünscht. Der Plan einer Forbachtalsperre oberhalb Freudenstadt soll wegen der überraschend großen Schuttmächtigkeit wieder fallen gelassen worden sein (mündl. Mitt. von Dr. *Linder*, die Akten über die Probegrabungen sind leider verbrannt). Es ist zu erwarten, daß auch beim Bau einer Enz- oder Nagoldtalsperre der Schutt die Arbeit komplizieren und verteuern wird.

Der Schutt, besonders der aus Buntsandstein, läßt das Wasser viel stärker durch als das Muttergestein. Daher trocknen alle Hochflächen und Hänge im Sommer sehr stark aus, und die Quellen treten nicht an der wasserstauenden Schicht, sondern erst viel weiter unten zu Tage. Bei einer Fassung solcher Quellen sollte man daher stets auch noch weiter oben suchen, da dann kein Wasser seitlich davonläuft, ein höherer Druck erreicht, oder die durch Pumpen zu überwindende Höhe verringert wird.

Da im Schutt Brocken von Schwerspat und Erz weit verschleppt worden sind, war die Erzsuche sehr viel leichter. Fand man irgendwo einen Block mit Schwerspat, so war man sicher, daß weiter oben ein Gang ausstreicht. Bei Neuenbürg sieht man überall dort Schürfe, wo der Schutt Schwerspat enthält.

Schließlich soll noch erwähnt werden, daß bis ins 19. Jahrhundert hinein Buntsandsteinschutt zur Glasherstellung verwendet wurde (z. B. im Gaistal südlich Herrenalb, nach *Frank*, 1936, S. 152).

BLOCKSTRÖME, BLOCKMEERE UND BLOCKHALDEN

Auf vielen Karten und in manchen Schilderungen des Nordschwarzwalds ist von „Felsen- oder Blockmeeren", „Blockhalden" und „Blockströmen", von „wilden Felsmassen" und „Trümmerfeldern" die Rede. Auf den geologischen Spezialkarten sind solche Stellen durch Anhäufungen kleiner Dreiecke hervorgehoben. Diese und einige bisher unbekannte Blockmassen habe ich persönlich oder auf der Karte untersucht und 1953 ausführlich beschrieben.

Eigentlich sollte man nur solche Stellen „Meere" nennen, an denen das Feinmaterial nur Inseln bildet. Gegen den Rand zu kommen bei ihnen aber immer

mehr feine Bestandteile hinzu, so daß Wald darauf wachsen kann. Schließlich schauen die Blöcke nur noch aus einer gewöhnlichen Schuttdecke heraus oder verschwinden ganz darin. Es gibt alle Übergänge, so daß sich kaum eine Grenze ziehen läßt. Da mir nur 12 völlig waldfreie Blockmeere und -ströme bekannt sind, was für eine systematische Betrachtung zu wenig ist, schließe ich in die Untersuchung auch alle die Stellen ein, an denen die Blöcke wenigstens die Hälfte der Bodenfläche bedecken (s. Tabelle 3).

Nur 14 % dieser Blockmeere sind aus Granitblöcken aufgebaut, 46 % bestehen ganz oder vorwiegend aus Blöcken des Hauptkonglomerats, 34 % aus Bausandstein, besonders aus den Kristallsandsteinen. Blockmeere aus diesen Schichten erstrecken sich oft bis auf den Unteren Buntsandstein oder gar bis auf das kristalline Grundgebirge. Auch Porphyre und Schapbachgneise liefern Blöcke, spielen aber nur örtlich eine Rolle.

Daß nur diese Gesteine, deren Einzelbestandteile fest verbunden und die grob zerklüftet sind, zu Blöcken verwittern können, ist altbekannt. Am eingehendsten hat es *Deecke* 1935 nachgewiesen. Alle anderen Gesteine sind entweder zu dünnplattig, zu fein zerklüftet oder überhaupt zu wenig widerstandsfähig. Nur dort, wo sie nachträglich verkieselt sind, lieferten sie Blöcke (siehe Seite 1–3).

Manche Geologen glaubten nun, „daß es außer der Gesteinsbedingtheit kein allgemeines Rezept für die Entstehung von Blockhalden gibt" (*Deecke*, 1935, S. 11). Aber bei genauerem Zusehen wird man leicht drei recht verschiedene Typen unterscheiden und damit ihre Entstehung besser verstehen können:

Mit der Bezeichnung Blockströme möchte ich keineswegs ausdrücken, daß Blöcke strömen oder geströmt seien, sondern nur ihre lineare Erstreckung gegenüber der flächenhaften Ausdehnung der anderen beiden Typen betonen.

Wo blockliefernde Gesteine anstehen, finden sich Blockströme in Mulden, Regenrinnen oder kleinen Tälchen mit über 20° Gefälle fast regelmäßig, bei solchen von 15–20° gelegentlich. Auf den steilen Westseiten der Berge sind sie besonders häufig, ebenso auf den quellenreichen Ostseiten. Auf den Nord- und Südseiten sind sie seltener. In den Mulden und Rinnen sind sie genau in der Tiefenlinie angeordnet, können bis 1 km lang und bei starkem Gefälle bis 80 m breit sein. Die Ströme sind im Nordschwarzwald nirgends über ihre Oberfläche erhaben, sondern stets in sie eingesenkt.

Die wenigen Birken oder Ebereschen, die auf den Blockströmen wachsen, sind oft geknickt, so daß man sieht, daß die Blöcke sich ab und zu noch bewegen. Nur mit künstlicher Bodenzufuhr können Nadelbäume gepflanzt werden (freundl. Mitt. von Forstmeister *Haug*-Neuenbürg), eine natürliche Wiederbewaldung konnte ich höchstens bei schwachem Gefälle beobachten. Dagegen sieht man am Rand häufig stelzfüßige oder gestürzte Bäume. Die Blockströme mit starkem Gefälle vergrößern sich also seitlich und nach rückwärts.

Die Grenze gegen die normale Schuttdecke kann aber auch dauerhaft und scharf sein. So stehen z. B. an der Straße Dobel-Eyachbrücke südlich Neuenbürg kerzengerade alte Tannen direkt neben einem breiten, völlig kahlen Blockstrom, und zwar auf ebenso steiler Böschung. Eine Abtragung findet also nur dort statt, wo sich Schmelz-, Regen- oder Quellwasser sammelt und Feinmaterial transportieren kann. Es schießt dann zwischen oder gar unter den

Blöcken hindurch. Davon hat das Rollwassertal westlich Wildbad seinen Namen (freundl. Mitt. von Förster *Haller*).

Wie aus einer ganz gewöhnlichen Schuttdecke durch Auswaschung des Feinmaterials in der Tiefenlinie sich ein Blockstrom zu bilden beginnt, zeigt wohl am besten Bild 9. Durch Ausspülung ist die offenbar noch recht junge Runse bereits 1 m tief und 2–4 m breit geworden. Während außerhalb die Blöcke noch im Feinmaterial stecken, kommen sie im Anschnitt ans Tageslicht und stürzen auf die Sohle, wo sie gelegentlich noch etwas vorwärts verfrachtet werden. Durch die Auswaschung werden die Bäume gegen die Runse geschwenkt. In ihrer Jugend können sie das durch Wuchsänderung ausgleichen (z. B. der Baum vorn rechts), im Alter stürzen sie gegen die Runse ab (z. B. der Baum im Hintergrund). Außerhalb der Runse stehen die Bäume kerzengerade, ist also die Abtragung schwach.

Bei über 35° Gefälle können nach starken Regen auch grobe Blöcke in Bewegung kommen. Z. B. wurde 1824 die Murg bei Raumünzach mit Blöcken fast vollgeschwemmt und ist seither nicht mehr flößbar (*Deecke*, 1918/III, Seite 20).

Im Einklang mit *Schmitthenner* (1913, Seite 13), *Kessler* (1925, Seite 65) und *Deecke* (1935, Seite 8) kann gesagt werden, daß alle Blockströme des Nordschwarzwalds durch Auswaschung von blockreichen Schuttdecken entstanden sind. Es ist wahrscheinlich, daß die Auswaschung vor der nacheiszeitlichen Wiederbewaldung stärker war als jetzt, da sie ja zur Zeit nur auf den Kahlschlägen große Ausmaße erreicht.

Sind die Hänge steiler als 40°, so können die Blockströme auch über die eigentlichen Rinnen hinausgreifen und sich so stark verbreitern, daß sie meist Blockmeere genannt werden (z. B. von *Gradmann*, 1931, Seite 62). Ich möchte aber diese Bezeichnung für den nächsten Typ vorbehalten und nenne daher die wenigen hierher gehörigen Blockfelder, die an der Westseite des Schliffkopfs (z. B. Abb. 11, am „Steinmäuerle") und die am Schwarzenbach, an der Straße vom Ruhstein zum Seibeleseckle, trotzdem Blockströme, obwohl sie bis zu 300 m breit sind. Die Blöcke liegen hier so locker, daß sie beim unvorsichtigen Darauftreten leicht ins Rollen kommen können. Sie sind daher an einigen, bis 40 x 70 m großen Stellen nicht einmal mit Moos bewachsen, und die wenigen Birken, Ebereschen oder Fichten, die sich schüchtern vom Rand her auf die Blöcke wagen, sind verkrüppelt.

Mit dem Ausdruck Blockmeere meine ich flächenhafte Blockanhäufungen auf den Ebenen und flachen Hängen, wo wegen des geringen Gefälles (2–15°) eine Entstehung durch Ausspülung nicht wahrscheinlich ist. Fast alle solchen Blockmeere liegen im Hauptkonglomerat, nur auf der Wolfighöhe westlich Obertal hat sich eines aus dem Bausandstein entwickelt. Dieser bildet sonst nur selten Hochflächen, ebenso der Granit, so daß wenig Gelegenheit zur Entstehung von Blockmeeren besteht. Sie sind vorwiegend nach S und SW exponiert (Abb. 13). Die Blöcke sind oft sehr groß; bekannt ist der 12 m lange „Riesenstein" 1 km sö Wildbad (s. *Regelmann*, Erl. Wildbad, Seite 12). Oft finden sich neben den Blökken noch Klippen aus anstehendem Hauptkonglomerat.

Wohl das schönste Beispiel stellen die Volzemer Steine am Nordrand von Blatt Wildbad dar (Abb. 10). Vor einer Felswand liegen mächtige Blöcke aufgehäuft. Der größte davon hat das Format 6 x 6 x 4 m. Bei nur 3–10° Gefälle

lassen sie sich noch über 100 m weit gegen die Talkante zu verfolgen. Zwischen ihnen haben sich Bäume einen Weg zum Licht gesucht, so daß das Blockmeer von einem prächtigen Tannenbestand fast verborgen wird. Die Felswand ist etwa 5 m hoch und nur gelegentlich durch eine Fuge in zwei Schichten geteilt. Sie besteht aus verkieseltem Konglomeratsandstein und wird von dünnschichtigeren, weicheren Sandsteinen unterlagert. Durch einzelne Klüfte ist sie auch senkrecht untergeteilt. An einer Stelle hat sich ein 10 m langer und 3 m breiter Turm bereits 4 m weit abgesetzt und vornüber geneigt, so daß nur wenig gefehlt hätte, um aus ihm einen Riesenblock zu machen.

Ein noch unbewaldetes Blockmeer liegt in einer ganz flachen Mulde nördlich des Conweiler Steins (im SW von Blatt Neuenbürg). Eine Fläche von etwa 15 x 20 m ist von locker aufeinanderliegenden, nicht sehr großen Blöcken bedeckt, zwischen denen nur einzelne Heidelbeersträucher und ganz kümmerlich gewachsene Fichten hervorschauen. Am Rand der Lichtung ist jeder Block mit Moos überzogen und außerhalb von ihr sind die Bäume gut gewachsen. Bei genauerem Zusehen bemerkt man aber, daß auch diese zwischen lose aufeinander liegenden Blöcken herauswachsen. Das Blockmeer hat also in Wirklichkeit eine größere Ausdehnung, nämlich 150 x 250 m.

Sehr lehrreich ist auch der Südabhang des Saubergs östlich Neuenbürg. Er ist in 560 m Höhe geknickt, was zweifellos durch eine harte Bank des Hauptkonglomerats verursacht wird. Genau dort beginnt auch die Bestreuung mit bis zu 3 m langen Blöcken, die südlich des Punkts 603 den Boden völlig bedecken und nach unten allmählich kleiner werden. Manchmal liegen Blöcke nebeneinander, die offenbar einst zusammengehört haben. Das Blockmeer liegt auf einem 13° geneigten Hang, ist 80 x 75 m groß und zum größten Teil bewaldet; aber das Nadelholz ist stark mit den tiefwurzelnden Eichen durchmischt. Mehrere, bis 15 x 20 m große Flecken sind aber nur mit Moos, Ginster und Himbeeren bewachsen. Am Rand stehen junge Fichten, so daß voraussichtlich der Wald im Lauf der nächsten Jahrhunderte auch die letzten nackten Flecken erobern wird, wie er das bei fast allen übrigen Blockmeeren schon getan hat.

In den Blockmeeren auf den Ebenen konnte ich nirgends ortsfremde Blöcke beobachten, vielmehr bildet das Hauptkonglomerat oft noch völlig im Schichtverband stehende Felsklippen wie an den Volzemer Steinen. Nur die Klüfte werden gegen den Rand der Klippe zu immer weiter. Offenbar konnte der Frost seine Sprengwirkung erst ausüben, nachdem auf einer Seite der Gegendruck aufhörte. Das war an allen Talkanten der Fall; von dort schritt die Auflösung in Blöcke immer mehr gegen das Innere der Hochflächen vor, am raschesten im Süden und Südwesten, weil dort Frieren und Tauen am häufigsten abwechselten (*Fezer*, 1953, Seite 55 und 58).

Während also die Blockströme durch nachträgliche Auswaschung von Schuttdecken entstanden sind, waren die Blockmeere schon während ihrer Bildung durch die Armut an feinem Material ausgezeichnet und konnten daher bei dem geringen Gefälle kaum fließen. Daß nur die widerstandsfähigsten Gesteine in solche reinen Blockmeere zerfallen konnten, liegt auf der Hand.

Unter Blockhalden verstehe ich Schuttanhäufungen unter Felswänden, die durch das Herabstürzen von Blöcken von der Wand ständig erhöht werden,

so daß die Blöcke manchmal ins Rollen kommen. Die Vegetation kann daher nicht Fuß fassen. Sie entsprechen also ganz den Schutthalden im Hochgebirge und haben mit den Blockströmen und Blockmeeren in der Entstehungsweise und -zeit nichts zu tun. Solche Blockhalden finden sich unter den vielen Felstürmen des Forbachgranits (Blatt Bühlertal, z. B. am Falkenfelsen beim Plättig und auf Blatt Enzklösterle) sehr häufig, seltener im Alpirsbacher Granitgebiet, z. B. westlich der Schenkenburg. Ebenso findet man sie unter den vielen Felswänden des Porphyrs, z. B. am Südabsturz des Eckenfelsen bei Oppenau, und an den Wänden des verkieselten Porphyrkonglomerats des Rotliegenden, z. B. am Battert bei Baden-Baden und bei Herrenalb.

FLIESSERDETERRASSEN
(= „Stufenbildungen in den Talanfängen")

Obwohl Fließerdeterrassen in der Tundrenzone eine durchaus alltägliche Erscheinung sind, sollen sie hier noch besonders besprochen werden, da sie im Nordschwarzwald als dem ersten und bis heute fast einzigen Gebiet Europas fossil gefunden wurden. Beim Kartieren der Südwesthälfte von Blatt Freudenstadt stieß *Rau* 1903 in den flachen Hochmulden über den Quelltrichtern fast regelmäßig auf 0,5–3 m hohe „Stufenbildungen". Da diese nirgends anstehendes Gestein zeigen, auch in ganz verschiedenen Schichten und schräg zu den Schichtgrenzen liegend vorkommen, konnte es sich um keine Schichtstufen handeln, *Rau* dachte daher sofort, daß hier Gletschereis, zum mindestens Schnee, am Werk gewesen war. Zusammen mit *M. Schmidt* versuchte er, ihre Entstehung zu erklären (1907, Seite 39): Ein Schneefleck soll an seinem oberen Rand reichlich Schutt bilden und aufstauen, dann bildet sich beim Abschmelzen eine Terrasse, und bei weiteren Rückzugshalten entstehen neue Stufen parallel zur ersten. Bereits *Schmitthenner* lehnt die Möglichkeit eines Schuttstaus durch Schnee ab (1913, Seite 102). *Kessler* (1925, Seite 85) rechnet zwar mit Frostschub, bleibt aber in der Annahme *Rau*'s die Stufen hätten verschiedenes Alter, befangen. Seither hat sich niemand mehr mit den „Stufenbildungen" befaßt, obwohl sie auf den geologischen Spezialkarten durch aneinandergereihte weiße „T"s sehr auffällig dargestellt sind. Unter den Lebenden ist mir außer *Rau* niemand bekannt, der sie mit Bewußtsein gesehen kat. In natura übersieht man sie nämlich leicht, selbst wenn man sie direkt mit der Karte sucht. Man muß schon das Glück haben, daß gerade eine solche Hochmulde kahl geschlagen wurde, wie z. B. am Waidschlag (Sträßchen Kniebis–Baiersbronn, im NW von Blatt Freudenstadt).

Besonders deutlich ausgebildet und wegen eines Windwurfs gut zu übersehen sind die Terrassen einer flachen Hochmulde über dem Gäbelesbronnen, 6 km südwestlich Freudenstadt. Ich habe daher die Mulde tachymetrisch vermessen und auf Karte 7 dargestellt. Durch einen Wegebau wurden dort auch zwei Stufen angeschnitten (s. „Aufschluß" auf Karte 7). Durch zahlreiche Grabungen habe ich das Profil ergänzt (Abb. 14).

Die Stufen folgen ungefähr den Höhenlinien und sind in zwei bis sieben, oft

fast konzentrischen Viertel- oder Halbkreisen angeordnet. Oft hängen die seitlichen Flügel etwas herab, z. B. auf Karte 7 der Südflügel von Stufe 5 und der Nordostflügel von Stufe 1, und häufig findet sich in der Mitte ein Wulst (siehe 792 m-Höhenlinie) oder ein Vorsprung (790 m-Linie). Im allgemeinen verlaufen die Stufen etwa parallel mit einem durchschnittlichen Abstand von 50 m. Hangabwärts verringert sich dieser oft bis auf 30 m, ja manchmal können die Stufen völlig verschmelzen, z. B. die Südflügel von Stufe 4 und 5. Hangaufwärts kann der Abstand bis auf 300 m steigen; es ist allerdings möglich, daß dort noch mehr Stufen dazwischen liegen, die nur der geringen Höhe und des dichten Waldkleids wegen nicht zu erkennen sind. Gelegentlich verbinden sich die Stufen zweier benachbarter Hochmulden miteinander, so über dem „Steinloch" und dem „Brönnle" nördlich des Gäbelesbronnens. Um Gesteinsgrenzen kümmern sich die Stufen in ihrem Verlauf nicht. Sie setzen oft schräg, ja sogar senkrecht über sie hinweg, z. B. 3,7 km wsw Freudenstadt (an „d" von „Windfall").

Abb. 14 zeigt eine fast ebene Stufenfläche mit einer Steilkante, deren Neigung bis auf 30° und deren Höhe bis auf 3 m steigen kann. Die meisten Stufen sind aber niederer als 1 m. Die Steilseite geht nach unten ganz allmählich in die nächste Stufenfläche über. Nur selten sind die Stufen aufgeschlossen; doch kann man schon an der Oberfläche erkennen, daß gegen die Kante zu das grobe Material immer mehr vorherrscht. An Weganschnitten sieht man dann, daß das Grobe oft sehr scharf vom Feinen getrennt ist. Es reicht an der Kante, wo es oben liegt, nicht sehr tief hinab, taucht aber unten in das Feinmaterial der nächsten Stufenfläche ein. Im groben Material gibts Blöcke bis zu 1 m Kantenlänge, das ist ein klein wenig mehr als sonst bei diesem Gefälle üblich ist. Im feinen Material ist die gleiche Korngröße wie im jeweils anstehenden Gestein vorherrschend. So sind am Gäbelesbronnen besonders die Korngrößen 5 und 0,3 mm vertreten, wie Schlämmanalysen ergaben, die Herr Dr. *Weidenbach* freundlicherweise durchführen ließ. Teilchen unter 0,1 mm Durchmesser, also Mehlsand und Ton, fehlen völlig.

Untersucht man die Verbreitung der Fließerdeterrassen (siehe Tabelle 20), so findet man sofort Gesetzmäßigkeiten: Sie liegen meistens in „muldenförmigen Talanfängen" *(Rau)*, die wir mit *Troll* (1947, Seite 171) als eiszeitliche Dellen auffassen können. Diese streichen hoch über fluviatilen Quelltrichtern, an einzelnen Stellen auch über Karen, in die Luft aus.

Sie fanden sich bis jetzt nur im mächtigen Schutt des Buntsandsteins (sm, smc2 und so). Auffallend ist ihre Beschränkung auf Dellen zwischen 2 und 15° Neigung und zwischen 600 und 900 m Meereshöhe (Abb. 13). Sie fehlen also in der weiteren Umgebung der Hornisgrinde mit ihrer großen Höhe, in der Nachbarschaft des Großen Hundskopfs mit seinen Bergkämmen und am Nord- und Ostrand des Schwarzwalds mit seiner geringen Meereshöhe. Ihre Verbreitung läßt sich somit ungefähr durch die Linie Wildbad–Dornstetten–Roßberg–Kniebis–Schwarzenbach-Talsperre umgrenzen. Sie bevorzugen auffallend die nach Osten exponierten Dellen, wenn auch längst nicht so ausschließlich wie die Kare; außerdem ist bei ihnen die OSO-Exposition die häufigste, nicht NO wie bei den Karen (siehe Abb. 12).

Während schon ein Blick auf die geologischen Spezialkarten zeigt, daß die

Fließerdeterrassen im Nordschwarzwald allgemein verbreitet sind, hat man sie in anderen Mittelgebirgen bis jetzt nur ganz selten gefunden: *Poser* untersuchte 1933 „Blockstufen" aus einem Basalt-Buntsandstein-Schuttgemisch am Meißner (Seite 161 und 164) und in der Rhön (Seite 165) und *Hövemann* beschrieb 1949 (Seite 48 und freundl. Mitt.) ähnliche Stufen im Harz, bei denen der Quarzitschutt allerdings nicht in Grobes und Feines sortiert war. In allen Mittelgebirgen beschränken sich die Stufen auf Hänge unter 20° Neigung und über 450 bzw. 550 m Meereshöhe.

Um ihre Entstehung zu erklären, lassen sich bereits jetzt einige Tatsachen herausstellen:

1. Die Stufen sind auf harte Gesteine beschränkt, die sandig-grusig verwittern.
2. Die Verwitterungsdecke muß gewandert sein. Das kann sie bei dem geringen Gefälle unter den jetzigen Verhältnissen nicht, jedoch bei starker Wasserübersättigung und ohne Waldbedeckung.
3. Die Sortierung des Materials weist auf Frostwirkungen hin.
4. Die Bevorzugung der OSO-Exposition läßt Zusammenhänge mit einer vorherrschenden Windrichtung vermuten.

So lag der Gedanke nahe, daß die Stufen in den Kaltzeiten durch Bodenfließen und Bodenfrost entstanden seien. Auch *Rau* erklärte das in einem Gespräch für durchaus möglich. Man müßte daher in der Arktis diese Oberflächenformen heute noch entstehen sehen. Tatsächlich beschreibt sie schon *Högbom* in Spitzbergen als häufig, in Lappland, Härjedalen und im Dovre-Fjeld als seltener (1914, Seite 335 und 1925, Seite 259). Auch dort sind sie auf Hänge von 5 bis 10° Neigung beschränkt. Die Steilseite ist stets bewachsen. Aus Spitzbergen kennt sie auch *Knothe* (1931, Seite 71), aus Ostgrönland *Poser* (1932); eine Abbildung *Schmieders* zeigt sie in den Barren Grounds Nordkanadas (1933, Abb. 32) und *Lautensach* beschreibt sie 1941 (Seite 420) vom Berg Hakutôsan in Nordkorea. Von der ausländischen Literatur, die uns *Troll* 1948 zugänglich gemacht hat, seien vor allem *Zotovs* Schilderungen aus den neuseeländischen Gebirgen (1940) und *Mawsons* von den Macquarie-Inseln in der Antarktis genannt (1943). Eine besonders eingehende Untersuchung stammt von *Taber* aus Alaska (1943, S. 1459): „Altiplanation terraces" finden sich oberhalb der Baumgrenze auf Granit, Quarzitschiefern und anderen widerstandsfähigen Gesteinen. Die Stufenfläche schwankt zwischen 1 und 10 000 ar, die Höhe zwischen 0,5 und 30 m. Die Steilkante besteht fast nur aus eckigen Blöcken; nach hinten zu steigt der Anteil des feinen Materials rasch an. Frost-Erdwälle sind auf den Terrassen häufig (vergl. den Mittelwulst auf Stufe 1 in Karte 7). Kleine Terrassen sind häufig zerlappt, größere gestreckter und mit steileren Kanten versehen (vgl. Stufe 1 mit Stufe 4).

Auch die *Büdel*'sche Beschreibung (1948, Seite 32–42) paßt ausgezeichnet auf die Stufen des Nordschwarzwalds: Die kleinen Schutt-Terrassen laufen parallel zu den Isohypsen, nur an unruhigen Hängen weichen sie um etliche Grade ab, indem der Schutt der steileren Teile dem übrigen vorauseilt. Auf den Treppenflächen tritt der nackte Schutt zutage; oft ist dabei etwas gröberes Material am Unterrand dieser Fläche angereichert und greift von da noch auf das oberste, noch sanft geböschte Drittel des anschließenden Stufenabsatzes über. Der übrige, steilere Teil der im ganzen meist nur 0,2–0,5 m hohen Stufen trägt dagegen einen

wohlverfilzten Teppich niedriger Tundrenvegetation, der auch noch die flache Tiefenfurche ausgleicht, die gewöhnlich zwischen dem Stufenabsatz und der nächsttieferen Terrassenfläche eingeschaltet ist. Von dieser Furche streicht häufig ein Humusband bergwärts unter den hängenden Terrassenkörper ein, als deutliches Zeichen für dessen Abwärtswandern. Im Muldentiefsten wandert der Schutt am raschesten, dort lösen sich die Terrassen in girlandenförmig hangabwärts gekrümmte Fließerdezungen oder Schutt-Tropfen auf. Die Tropfen sind auf Böschungen von 15 bis 20° häufig; auf steileren Hängen überwuchern sie die Terrassen völlig und überdecken sich auch gegenseitig. Die Böschungsgrenze zwischen Terrassen und Tropfen liegt etwas unter 20°.

Man wird ohne weiteres erkennen, daß die Terrassen des Schwarzwalds von derselben Art sind. Dann ist auch *Tabers* experimentell fundierte Erklärung für uns brauchbar: Die Blöcke einer Schuttdecke werden durch den Frost gehoben und wandern dort oben schneller als der übrige Schutt. „Diese Abwärtsbewegung kann durch eine Gefällsänderung, durch Vegetation oder dadurch gehemmt werden, daß durch Mangel an Feinem die Blöcke aneinander stoßen oder mit dem Frostboden in Berührung kommen. Dann bildet sich ein Stauwall und das Feinmaterial wird allmählich ausgewaschen. Solange er noch klein ist, kann ihn das gestaute Feinmaterial vorschieben. Ein größerer Wall wird höchstens von oben her erhöht oder von unten her zurückgeschnitten."

Selbstverständlich darf man die heutigen Verhältnisse in der Arktis nicht den unsrigen zur Eiszeit ganz gleichsetzen. Zum Beispiel war die Niederschlagsmenge damals bei uns sicher größer als heute dort. Daher ist anzunehmen, daß auch der Schnee stärker mitgewirkt hat: Er hat sich im Windschatten, also in Ostexposition, angehäuft und mit seinem Schmelzwasser die im Boden vorhandene Wasser- bzw. Eismenge noch vermehrt und damit die Gleitbewegung erleichtert. So wird die Bevorzugung der Ostexposition verständlich. Vielleicht hat hier im Windschatten auch ein dichterer Vegetationsteppich den Stau verstärkt. Außerdem muß man beachten, daß wegen des südöstlichen Schichtenfallens nach SO geneigte Dellen viel häufiger sind als andere.

In der Eiszeit scheinen die Stufen allgemeiner verbreitet gewesen zu sein. So fand *Freising* 1949 (mündl. Mitt.) in einer Gipskeuperfließerde bei Sindelfingen südwestlich Stuttgart eine 1 m hohe Stufe, die völlig unter Löß begraben war. Genau an der Unterkante querten mehrere Eiskeile das Profil.

Wenn sie im Schwarzwald wie im Harz sich gerade in der Höhenstufe von 600–900 m erhalten haben, scheint mir dieser Gürtel einer klima-morphologischen Zone während der letzten Phase der Eiszeit zu entsprechen; denn späteren Solifluktionswirkungen hätten diese leicht zerstörbaren Formen nicht widerstanden. Dann kommt dafür nur die „Jüngere Tundrenzeit" in Frage, in der nach *Lang* (1952) die Waldgrenze, und damit wohl auch die andern Höhengrenzen, etwa 800 m herabgedrückt war. Da heute im Südschwarzwald die Strukturbodengrenze bei 15–1600 m liegt (*Troll*, 1947, Fig. 1), muß sie damals in 600–800 m Höhe gewesen sein. Das entspricht der Untergrenze unserer Terrassen bei 600 m. Von 600 bis 900 m erstreckte sich die Tundrenzone, über 900 m die Frostschuttzone *Büdels*. Da die Jüngere Tundrenzeit nach *Firbas* sehr kurz war, läßt sich verstehen, daß nur wenig Schutt aufgehäuft wurde.

ASYMMETRISCHE TÄLER

Am Rand des Nordschwarzwalds, also in den Vorhügeln gegen die Oberrheinebene und auf der flachen Abdachung gegen Kraichgau und Heckengäu, gibt es zahlreiche, nur 10–30 m tief eingeschnittene Tälchen, bei denen der eine Hang wesentlich steiler ist als der andere (Tabelle 5). Der Gegensatz wird oft noch dadurch betont, daß die flache Seite gerodet, die steile bewaldet ist. Der Bach ist meist ganz an die Steilseite gedrängt. Nur die Ursprungsmulde des Tals ist symmetrisch.

Aber auch der Untergrund ist auf beiden Seiten verschieden, Schutt oder Löß liegt nur auf der flachen Seite, zumindest viel mehr als auf der steilen. Das gilt sogar für Tälchen, bei denen der Querschnitt oberflächlich symmetrisch ist (s. *Fezer,* 1953, Fig. 10).

Man findet solche Tälchen nur im Oberen Buntsandstein, im Unteren Muschelkalk und im Löß, also in feinkörnigen und daher gut fließfähigen Gesteinen. Die steile Seite kann nach allen Himmelsrichtungen zeigen (Abb. 13), aber bis zu 700 m Meereshöhe herrscht SW deutlich vor, über 700 m überraschenderweise NO. Profilreihen und eine ausführliche Beschreibung habe ich 1953 veröffentlicht, wiederholen möchte ich hier nur den Versuch einer Deutung:

In den obersten Talenden sind die nach NO gerichteten Hänge steil, weil dort der eiszeitliche Boden im Frühling noch gefroren war, der SW-Hang durch das Bodenfließen kärftig abgeflacht und vertieft wurde. Sobald jedoch im Tal ein Bach floß, erodierte dieser besonders auf der „weichen", aufgetauten Seite, so daß der SW-Hang der steilere wurde. Vielleicht ist er im Sommer auch besonders stark ausgetrocknet, so daß er stärker abgeschwemmt wurde und die Pflanzen fehlten, um eventuell angewehten Löß festzuhalten.

Diese Umkehrung der NO- in eine SW-Asymmetrie unterblieb in den höher gelegenen Tälchen, weil dort auf der schattigen NO-Seite sicher bis in den Sommer hinein Schnee lag. Wegen des geringen Gefälls konnte er den Untergrund nicht bearbeiten, so daß das Tal nur auf der Sonnenseite vertieft wurde. Sobald es jedoch stärker eingeschnitten war, sammelte sich mehr Schnee an, der nun ebenfalls diese Seite stärker erodierte, wobei sogar am Langenwald karähnliche Nischen entstehen konnten (s. Seite 40, Nr. 134–138). So bleibt hier in der ganzen Länge des Tals der nach NO gerichtete Hang der steilere.

Im Schwarzwald sind aber nicht nur solch kleine Tälchen, sondern oft auch die Haupttäler asymmetrisch: Im Buntsandsteingebiet liegt auf dem nach Westen oder Süden gerichteten Hang mehr Schutt als auf der Gegenseite, z. B. am Sankenbach bei Freudenstadt und an der Kleinen Enz (Tabelle 6). Die Schuttbildung muß also in Westexposition stärker gewesen sein.

In diesen verwitterten Massen war die Erosion erleichtert, während sie auf der anderen Talseite häufig Schotterterrassen, alte Schuttkegel, Gehänge- und Lößlehme verschonte. Das hat *Deecke* bereits 1918 (Fig. 50 und Seite 164) im Renchtal erkannt. Auch im Durrbachtal nördlich Gengenbach finden sich nur in Nordexposition Schotter- und Lehmreste. Besonders instruktiv ist das oberste Nagoldtal, in dem auf der Westseite noch ein geschlossener Terrassensaum liegt. Beim Hochwasser 1947/48 wurde der Schotter zum Teil weggerissen und an an-

deren Stellen wieder abgelagert. Während der Eiszeit erodierte die Nagold also auf der länger und tiefer aufgetauten Ostseite und schüttete auf der Westseite auf. Heute hat sie nun mit dem lockeren Schotter leichteres Spiel als mit dem festen Gestein der Ostseite.

ZUSAMMENFASSUNG VON TEIL II

1. Der Gehängeschutt entstand durch Frostverwitterung im Würmmaximum. Durch Bodenfließen gelangte er weite Strecken hangabwärts, wobei sich in flachen Mulden Fließerdeterrassen ausbildeten. Gegen Ende der Würmzeit wurde er in den Tiefenlinien ausgewaschen, so daß er dort in Form von Blockströmen erscheint. Heute liegt der Schutt auf fast allen Hängen ruhig.
2. Die Mächtigkeit des Gehängeschutts ergab sich aus der Menge des durch Verwitterung aufbereiteten minus der des abtransportierten Gesteins. Sie ist deshalb dort besonders groß, wo die Verwitterung rasch oder der Abtransport langsam ging. Die Transportgeschwindigkeit hing vom Gefälle ab; daher liegt auf steilem Hang stets wenig Schutt.
3. Im besonders grob verwitternden Hauptkonglomerat war die Fließgeschwindigkeit klein; auf flach geneigten Hängen blieb der Schutt als Blockmeer liegen.
4. In West- und Südexposition taute der Boden besonders rasch und tief auf, so daß dort mehr Schutt gebildet wurde und die Flüsse stärker erodierten. Das Talprofil wurde daher asymmetrisch.

SCHRIFTTUM

Agassiz, L.: Alte Moränen bei Baden-Baden. Leonh. Neues Jahrb. f. Min. Stuttgart, 1841, S. 566.

Arnsperger: Die Gebirgsseen des Schwarzwalds. *Leonh.* Beitr. zur min. u. geogn. Kenntnis Badens, Bd. *2,* 1853, S. 43–48.

Beschreibung des Oberamts Freudenstadt. Stuttgart, 1858, S. 25.

Bilharz, A.: Erläuterungen zu Blatt Baden-Baden der geologischen Spezialkarte. Freiburg 1934.

Bowman, I.: The Andes of Southern Peru. New York, 1916. Besprechung von *Brückner,* Zeitschr. f. Gletscherkde., *12,* S. 57.

Bräuhäuser, M. und *Sauer, A.:* Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte, Blatt Alpirsbach. Stuttgart, 1. Aufl. 1908, 2. Aufl. 1926.

Bräuhäuser, M. und *Schmidt, A.:* Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte, Blatt Simmersfeld. Stuttgart, 2. Aufl. 1937.

Brückner, E.: Bemerkungen zu dem Aufsatz von Prof. *Deecke* über die tiefgelegenen, angeblich glazialen Reste in Südwestdeutschland. Zeitschr. f. Gletscherkde., *11,* 1918–20, S. 84–90.

Brusch, M.: Die Höhenlage der heutigen und der eiszeitlichen Schneegrenze in Europa, Vorderasien und Nordafrika. Diss. Göttingen, 1949. (Karten abgedruckt bei *Büdel,* 1949, S. 106).

Bucher, E.: Beitrag zu den theoretischen Grundlagen des Lawinenverbaus. Diss. Verlag Kümmerly, Bern (Auszüge im Orion, 5, 1950, S. 181–187).

Büdel, J.: Eiszeitliche und rezente Verwitterung und Abtragung im ehemals nicht vereisten Teil Mitteleuropas. *Peterm.* Mitt., Erg.-H. *229,* 1937, S. 5–71.

Büdel, J.: Die klima-morphologischen Zonen der Polarländer. Erdkunde, *2,* 1948, S. 22–53.

Büdel, J.: Die räumliche und zeitliche Gliederung des Eiszeitklimas. Die Naturw., *36,* 1949, S. 105–112 u. S. 133–139.

Buri, Th.: Ein Jahrhundert Glazialforschung im Schwarzwald. Zeitschr. f. Gletscherk., *26,* 1938, S. 70–96.

Burger, E.: Strittige Fragen der Glazialmorphologie. Geogr. Jahresber. Wien, *16,* 1933, S. 14–41.

Cotton, C.: Climatic Accidents in Landscape Making. Wiley and sons, New York, 1942.

Deecke, W.: Geologie von Baden, 3 Bde., Berlin 1916–18.

Deecke, W.: Kritische Studien zu Glazialfragen Deutschlands. Zeitschr. f. Gletscherk., *11,* 1918–20, S. 34–84.

Deecke, W.: Zur Entstehung der Kare. Sitz. ber. Heidelb. Ak. d. Wiss., math.-nat. Kl., 1929/9, S. 3–12.

Deecke, W.: Über Blockhalden und Felsenmeere in Baden. Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg, *34,* 1935, S. 1–19.

Dege, W.: Über Ausmaß und Art der Bewegung arktischer Fließerde. Zeitschr. f. Geomorph., *11,* 1939/43, S. 318–329.

Dege, W.: Über Schneefleckenerosion. Geogr. Anz., *41,* 1940, S. 8–11.

Deutsches Meteorologisches Jahrbuch. 1938/III. Karlsruhe, 1949, S. 897–899.

Dücker, A.: Über Strukturböden im Riesengebirge. Ein Beitrag zum Bodenfrost- und Lößproblem. Zeitschr. d. D. geol. Ges., *89,* 1937, S. 113–129.

Enquist, F.: Der Einfluß des Windes auf die Verteilung der Gletscher. Bull. Geol. Inst. Upsala, *14,* 1916. (Besprechung von *Brückner* in der Zeitschr. f. Gletscherk. *11,* 1918, S. 204).

Erb, L.: Die Geologie des Feldbergs (in: „Der Feldberg"), Freiburg, 1948, S. 1–96.

Erb, L.: Zur Frage der jungquartären Hebung des südlichen Schwarzwalds. Mitt. d. Bad. Geol. L. Anst., 1948, S. 49–51.
Fels, E.: Das Problem der Karbildung in den Ostalpen. *Peterm.* Mitt., Erg.-H. 202, 1929, S. 1–85.
Feucht, O.: Das Banngebiet am Wilden See beim Ruhstein. Veröff. d. St. St. f. Naturschutz, Stuttgart, *4,* 1928, S. 69–99.
Fezer, F.: 50 Seen im Nordschwarzwald. Schwarzwälder Post, 1950, *116/18,* S. 5.
Fezer, F.: Erdgletscher bei Freudenstadt. Der Schwarzwald, *81,* 1950/5, S. 9.
Fezer, F.: Schuttdecken, Blockmassen und Talformen im nördlichen Schwarzwald. Göttinger Geogr. Abh., *14,* 1953, S. 45–77.
Fezer, F.: Blockstrom und Felsenmeer. Der Schwarzwald, *85,* 1954, S. 123–124.
Finckh, E.: Pollenanalysen im Nordschwarzwald. Jahresh. d. Vaterl. Ver. f. Naturk. Stuttgart, 1928, S. 44–46.
Firbas, F.: Über die späteiszeitliche Verschiebung der Waldgrenze. Die Naturw., *34,* 1947, S. 114–118.
Fraas, O.: Geognostische Beschreibung von Württemberg, Baden und Hohenzollern. Stuttgart, 1882.
Frank, M.: Erläuterungen zu Blatt Loffenau. Stuttgart, 1936.
Freising, H.: Neue Ergebnisse der Lößforschung im nördlichen Württemberg. Jahresh. Geol. Abt. d. Württ. Stat. L. A., *1,* 1951, S. 54–59.
Gradmann, R.: Süddeutschland. 2 Bde., Stuttgart, 1931, II, S. 60–62.
Gripp, K.: Karboden und Zungenbecken. Die Naturw., *32,* 1944, S. 207–212.
Halbfaß, W.: Zur *Kenntnis der Seen des Schwarzwalds. Peterm.* Mitt., 1898, S. 243
Hebner, E.: Die Dauer der Schneedecke in Deutschland. Forsch. z. d. Landes- u. Volksk., *26,* Stuttgart, 1928, S. 97–168.
Hellmann: Klimaatlas von Deutschland. Reimer, Berlin, 1921.
Hobbs, W. H.: Characteristics of Existing Glaciers. New York, 1911.
Högbom, B.: Über die geologische Bedeutung des Frostes. Bull. Geol. Inst. Upsala, *12,* 1914, S. 257–390.
Högbom, B.: Beobachtungen aus Nordschweden über den Frost als geologischen Faktor. Bull. Geol. Inst. Upsala, *20,* 1925, S. 143–279.
Hövermann, J.: Morphologische Untersuchungen im Mittelharz. Gött. Geogr. Abh. *2,* 1949, S. 5–80.
Hövermann, J.: Die Periglazialerscheinungen im Harz. Göttinger Geogr. Abh., *14,* 1953, S. 7–44.
Jaeschke, J.: Zur postglazialen Waldgeschichte des nördlichen Schwarzwalds. Beihefte Bot. Centralblatt, *51,* Abt. 2, 1934, S. 527–565.
Jessen, O.: Über einige karähnliche Oberflächenformen in den mittleren Vogesen. Zeitschr. f. Gletscherk., *11,* 1918–20, S. 118.
Keßler, P.: Das eiszeitliche Klima und seine geologische Wirkung im nicht vereisten Gebiet. Stuttgart, 1925, 203 S.
Klimakunde des deutschen Reiches. Reimer, Berlin, 1939. 559 S.
Klute, F.: Die Schneereste des Schwarzwalds im Frühsommer und die Beziehung ihrer Lage zu den Stellen ehemaliger Vergletscherung. Ber. d. naturf. Ges. Freiburg, *19,* 1912, S. 1–56.
Klute, F.: Rekonstruktion des Klimas der letzten Eiszeit in Mitteleuropa auf Grund morphologischer und pflanzengeographischer Tatsachen. Geogr. Rundschau, *1,* 1949, S. 1–15.
Klute, F.: Das Klima Europas während des Maximums der Weichsel-Würm-Eiszeit und die Änderungen bis zur Jetztzeit. Erdkunde, *5,* 1951, S. 273–283.
Knothe, H.: Spitzbergen, eine landeskundliche Studie, *Peterm.* Mitt. Erg.-H. *211,* 1931.
Kottwitz, G.: Der Schwarzwald im Regenwetter. Diss. Tübingen, 1935.
Kraus, E.: Zur Zweigliederung der südbayrischen Würmeiszeit. Eiszeitalter und Gegenwart, *6,* 1955, S. 75–95.
Lang, G.: Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florengeschichte Südwestdeutschlands. Flora, *139,* 1952, S. 243–294.

Lautensach, H.: Der Hakutôsan. Geogr. Zeitschr., *47,* 1941, S. 354–371, S. 409–431.
Lewis, W. V.: A Melt-water Hypothesis of Cirque Formation. Geol. Mag., *75,* 1938, S. 249–265.
Lewis, W. V.: The Function of Meltwater in Cirque Formation: A Reply. Geogr. Review, *39,* 1949, S. 110–129.
Louis, H.: Glazialmorphologische Studien in den Gebirgen der Britischen Inseln. Berliner Geogr. Arb., *6,* Stuttgart, 1934, 39 S.
Luecke, E.: Die Formen der Kare, ihre Verbreitung und kritische Untersuchung der Entstehung. Diss. Münster, 1923, 68 S.
Mader, F.: Aus dem nördlichen Schwarzwald. Kap. VI: Kare, Missen, Moore. „Aus dem Schwarzwald", 26, 1918, S. 83–87.
Martonne, E. de: Sur la formation des Cirques. Annales de géogr., *10,* 1901, S. 10–16.
Matthes, F.: Glacial Sculpture of the Bighorn Mountains, Wyoming, 21st Ann. Rep. U.S. Geol. Survey, 1899/00/II, S. 167–190.
Mawson, D.: Macquarie Island, its Geography and Geology. Austaliasian Antarctic Expedition, Scient. Rep. Ser. A, vol. *5,* 1943. (Zitiert bei *Troll,* 1948, S. 10)
McCabe, L.: Nivation and Corrie Erosion in West Spitsbergen. Geogr. Journ. *94,* 1939, S. 447–465.
Mehnert, K.: Exkursion in das Grundgebirge des Hochschwarzwalds. In: *Sauer:* Kl. Geol. Exkursionsführer, Freiburg, 1949, S. 1–4.
Meyer, L.: Die monatliche und jährliche Verteilung der Temperatur in Württemberg. D. Met. Jahrb. Teilh. Württ., 1904, Stuttgart 1906.
Morawetz, S.: Beobachtungen an Schutthalden, Schuttkegeln und Schuttflecken. Zeitschr. f. Geomorph., *7,* 1932/33, S. 25–43.
Nußbaum, F.: Eiszeit und Klima. Frankf. Geogr. Hefte, *11,* 1937, S. 62–63.
Nußbaum, F.: Beobachtungen über Gletschererosion in den Alpen und Pyrenäen. Compte Rendu du Congr. Int. d. Géogr., Amsterdam, 1938, S. 63–74.
Partsch, J.: Die Gletscher der Vorzeit in den Karpathen und Mittelgebirgen Deutschlands. Breslau, 1882, 198 S.
Partsch, J.: Die Eiszeit in den Gebirgen Europas. Geogr. Zeitschr., *10,* 1904, S. 662–664.
Peppler, A.: Über das Strahlungsklima der Rheinebene und des Hochschwarzwalds. Beitr. oberrh. Landesk., Festschr. z. 22. d. Geogr.tag, 1927, S. 33–44.
Platz, Ph.: Die Hornisgrinde. Verh. Bad. Geogr. Ges., 1883/84, S. 1–40.
Platz, Ph.: Die Glazialbildungen des Schwarzwalds. Mitt. Bad. Geol. Landesanst., *23/2,* 1893, S. 853.
Poser, H.: Einige Untersuchungen zur Morphologie Ostgrönlands. Meddelelser om Grønland, *94/5.* Kopenhagen, 1932.
Poser, H.: Die Oberflächengestaltung des Meißnergebiets. Jahrb. Geogr. Ges. Hannover, 1932/33, S. 121–177.
Poser, H.: Boden- und Klimaverhältnisse in Mittel- und Westeuropa während der Würmeiszeit. Erdkde. *2,* 1948, S. 53–68.
Poser, H. und *Hövermann, J.:* Untersuchungen zur pleistozänen Harzvergletscherung. Abh. d. Braunschw. Wiss. Ges., *3,* 1951, S. 61.
Poser, H. und Müller, Th.: Studien aus den asymmetrischen Tälern des Niederbayrischen Hügellandes. Nachr. d. Ak. d. Wiss. Göttingen, Math.-Phys.Kl. 1951, Biol. Ph. Ch. Abt., S. 1–32.
Priehäußer, G.: Über die Kare und Karseen des Bayrischen Waldes. Aus der Heimat, *42,* 1929, S. 335–342.
Priehäußer, G.: Der Nachweis der Eiszeitwirkungen im Bayrischen Wald mit Hilfe von Schuttausbildungen. Geol. Bl. v. NO-Bayern, *1,* 1951, S. 81–91.
Regelmann, C.: Der Ellbachsee am Kniebis, ein Gletscherzirkus. Aus dem Schwarzwald, *2,* 1895, S. 59–62.
Regelmann, C.: Über Vergletscherung und Bergformen im nördlichen Schwarzwald. Württ. Jahresh. f. Stat. u. Landesk., 1895/1, S. 183.

Regelmann, C.: Die Gebilde der Eiszeit in Südwestdeutschland. Württ. Jahrb. f. Stat. u. Landesk., 1903/1, S. 50–77.
Regelmann, K.: Erläuterungen zur geol. Spezialkarte, Blatt Calw. Stuttgart, 1919.
Regelmann, K.: Erläuterungen zu Blatt Obertal-Kniebis. Stuttgart, 1. Aufl. 1907, 2. Aufl. 1934.
Regelmann, K.: Erläuterungen zu Blatt Enzklösterle. Stuttgart, 2. Aufl., 1934.
Regelmann, K.: Erläuterungen zu Blatt Wildbad. Stuttgart, 2. Aufl. 1934.
Regelmann, K. und *Bräuhäuser, M.*: Erläuterungen zu Blatt Baiersbronn, Stuttgart, 2. Aufl., 1935.
Richter, E.: Geomorphologische Beobachtungen aus Norwegen. Sitz.ber. d. k. k. Ak. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., *105*/Abt I, 1896, S. 147–189.
Sauer, A.: Zirkusseen im mittleren Schwarzwald als Zeugen ehemaliger Vergletscherung desselben. Globus, *65*, 1894, S. 201–206.
Sauer, A.: Erläuterungen zu Blatt Oberwolfach-Schenkenzell. Heidelberg, 1895.
Sauer, A.: Erläuterungen zu Blatt Gengenbach. Heidelberg 1897.
Schalch, F.: Erläuterungen zu Blatt Peterstal-Reichenbach. Heidelberg, 1895.
Schenk, E.: Die periglazialen Strukturbodenbildungen als Folgen der Hydratationsvorgänge im Boden. Eiszeitalter und Gegenwart, *6*, 1955, S. 170–184.
Schmid, R.: Glazialgeologische Untersuchungen im westlichen Allgäu. Diss., Tübingen, 1955.
Schmidle, W.: Diluviale Schuttablagerungen im Oberrheingebiet. Bad. Geol. Abh., *5*, 1933, S. 1–8.
Schmidt, M.: Über Glazialbildungen auf Blatt Freudenstadt. Mitt. d. Geol. Abt. d. Württ. Stat. L.A., *1*, 1907, S. 1–41.
Schmidt, M. und *Rau, K.*: Erläuterungen zu Blatt Freudenstadt. Stuttgart, 1. Aufl. 1904, 3. Aufl. 1930.
Schmidt, M.: Diluviale Talbildung bei Freudenstadt. Zeitschr. f. Gletscherk., *5*, 1910/11, S. 74–77.
Schmieder, O.: Länderkunde Nordamerikas. Enzykl. d. Erdk. Leipzig-Wien, 1933.
Schmitthenner, H.: Die Oberflächengestaltung des nördlichen Schwarzwalds. Abh. z. bad. Landesk., Karlsruhe, 1913. 109 S.
Schmitthenner, H.: Die Oberflächenformen des nördlichen Schwarzwalds. Geogr. Zeitschr., *33*, 1927, S. 186–193.
Schulz, F.: Geomorphologische Studien in den Ampezzaner Dolomiten. Diss., Erlangen, 1905.
Stark, P.: Beiträge zur Kenntnis der eiszeitlichen Flora und Fauna Badens. Ber. d. naturf. Ges. Freiburg, *19*, 1912, S. 153–272.
Stiny, J.: Neigungswinkel von Schutthalden. Zeitschr. f. Geom. *1*, 1925/26, S. 60–61.
Taber, S.: Perennially Frozen Ground in Alaska, its Origin and History. Bull. Geol. Soc. Am, 54/IV, New York, 1943, S. 1433–1548.
Thürach, H.: Erläuterungen zu Blatt Zell am Harmersbach. Heidelberg, 1897.
Thürach, H. und *Hermann, P.*: Geologische Spezialkarte von Baden, Blatt Bühlertal, Freiburg, 1916.
Troll, C. Strukturböden, Solifluktion und Frostklimate der Erde. Geol. Rundschau, *34*, 1944, S. 545–694.
Troll, C.: Die Formen der Solifluktion und die periglaziale Bodenabtragung. Erdk., *1*, 1947, S. 162–175.
Troll, C.: Der subnivale oder periglaziale Zyklus der Denudation. Erdk., *2*, 1948, S. 1–22.
Wagner, G.: Junge Krustenbewegungen im Landschaftsbilde Süddeutschlands. Erdg. u. ldsk. Abh. aus Schwaben, *10*, Öhringen 1929.
Wagner, G.: Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte. Öhringen, 1. Aufl. 1931, 2. Aufl. 1950.
Wagner, G.: Rund um Hochifen und Gottesackergebiet. Öhringen, 1950.
Worm, G.: Kare und Schneegrenze. Zeitschr. f. Gletscherk., 1925/26, S. 285.

Worm, G.: Beiträge zur Geographie und Morphologie der Kare. Mitt. d. Ver. f. Erdk. Dresden, 1927, S. 49–97.
Wundt, W.: Über das Schwinden von Schneeflächen. Wetter und Klima, 1949, S. 161–167.
Zotov, V.: Certain Types of Soil Erosion and resultant Relief Features on the Higher Mountains of New Zealand. New Zeal. Journ. Sci. and Techn., *21*/No. 5 B, 1940.

Nachtrag

Heybrock, W.: Die Eiszeit im Nordschwarzwald. Naturw. Rundschau, 9, 1956, S. 474–476.

Die auf Seite 14, 3. Absatz ausgesprochene Vermutung fand durch den Fund von W. Heybrock 1956 am Mummelsee ihre Bestätigung.

Auf Seite 53 ist abschließend zu ergänzen: „Nur am Mummelsee fand Heybrock 1956 drei Moränen übereinander, durch jeweils dünne, pflanzenführende Sandschichten getrennt. Hier haben also auch ältere Kaltzeiten Gletscher erzeugt."

TABELLEN, ABBILDUNGEN, KARTEN

Erläuterung von Tabelle 1

Es werden alle Kare aufgezählt, die auf den geologischen Karten oder in andern Veröffentlichungen als solche eingezeichnet sind. Einige Hohlformen, die in den alten Auflagen der Geologischen Karten als „vielleicht glazial" eingetragen, in den neuen aber weggelassen wurden, habe ich nur in besonderen Fällen aufgeführt. Die meisten Zwillings- und Treppenkare treten nur einmal auf. Dazu kommen noch einige Kare, die ich im Gebiet von Blatt Oppenau und Blatt Gengenbach selber gefunden habe.

Die Numerierung in der ersten Spalte dient nur der Übersicht. Sie beginnt im Nordwesten des Gesamtgebiets und auf den einzelnen Kartenblättern ebenfalls im Nordwesten und geht dann den Talhängen entlang weiter. Sie gilt auch für Karte 1 und die Angaben im Text.

Die zweite und die dritte Spalte geben die Lage des Kars durch den Abstand vom westlichen (x) und südlichen (y) Rand des betreffenden Meßtischblattes in Zentimetern an. In der vierten Spalte steht der Name der Nische, oder, wenn sie selbst keinen hat, der der nächsten Waldabteilung, der auf der Karte 1 : 25 000 eingetragen ist.

Die Meereshöhe (H) gilt für die Mitte des Karbodens, die nächste Spalte (h) gibt den Höhenunterschied zwischen diesem Punkt und dem oberen Karrand. Die Exposition wurde möglichst genau angegeben, läßt sich aber oft nicht eindeutig festlegen. Beim Gestein wurden die Abkürzungen der geologischen Karten übernommen. Es bedeuten:

sm	Bausandstein
sm/c1	Grenze Bausandstein gegen *Eck*'sches Konglomerat
c1	*Eck*'sches Konglomerat
su	Unterer Buntsandstein
ro	Oberrotliegendes
rm	Mittelrotliegendes
G	Granit
gn	Gneis

Von der Karwand (W) wurde der maximale Gefällswinkel für 50 m Höhenunterschied, der meist in ihrer oberen Hälfte auftritt, in Graden angegeben, beim Karboden (B) der der flachsten Stelle. Für die Seen standen die Isobathen von *Halbfaß* (1898, S. 243) zur Verfügung.

Der Gefällswinkel der nächsten 50 m unter dem Karriegel oder Boden ist in Spalte Sch angegeben, gleichgültig, ob eine sanderartige Schürze ausgebildet ist oder nicht. – Mehr als die Hälfte der Winkel habe ich selbst gemessen, die

andern nach den Karten 1 : 5 000 und 1 : 25 000 errechnet. Wie einige Kontrollmessungen im Gelände zeigten, genügt die Genauigkeit der württembergischen Meßtischblätter, da sie durch Verkleinerung der Höhenflurkarten 1 : 2500 entstanden sind.

Spalte W/B gibt den Gefällsbruch an, also den Quotient aus den Neigungswinkeln von Wand und Boden. D bedeutet die Deutlichkeitsgruppe, in die die Hohlform gehört. In ihr sind also alle anderen Angaben, sowie die anderen Erscheinungen in den Karen miteinander kombiniert. Die Gruppen 4–10 wollen vollständig sein, also alle als Kare anzusehenden Nischen aufzählen. Die Gruppen 0–3 umfassen nur Hohlformen, die meiner Ansicht nach irrtümlich als Kare kartiert worden sind.

Tabelle 1

LAGE, NAME UND FORM DER KARE

(Erläuterung auf der vorherigen Seite)

Nr.	x	y	Name	H	h	Exp.	Gest.	W	B	Sch	W/B	D
			Blatt Baden-Baden									
1	19	2	Solberg	585	40	NNO	G	24	11	14	2	1
			Blatt Loffenau-Gernsbach									
2	21	42	Wannenbrunnen	530	100	OSO	sm/c1	24	15	14	1,6	1
3	31	38	Steinteich	510	110	ONO	sm/c1	29	19	14	1,3	0
4	22	27	Teufelsmühle	700	100	NNW	c1	32	14	15	2	1
5	24	23	Adamsmiß	770	80	NO	sm/c1	30	10	13	3	1
6	26	21	Albursprung	810	100	N	sm	24	14	14	1,7	1
7	32	21	Seeberg[1])	810	70	OSO	sm/c1	30	4	30	7	7
8	34	24	Seemiß[2])	780	110	O	sm/c1	30	3	18	10	9
9	37	30	Hirschgrasloch	740	100	NO	sm	29	6	13	5	7
10	23	28	Roßberg	700	70	ONO	sm	25	15	21	1,7	1
11	26	39	Kienengrund	780	50	SO	sm	20	15	20	1,3	1
12	37	21	Hirschklinge	810	70	NNO	sm	25	4	27	6	5
13	40	22	Etschberg	730	40	NNW	sm	26	20	25	1,3	1
14	42	22	Häuserwald	715	70	ONO	sm	28	14	20	2	2
15	42	21	Wändle[3])	735	110	OSO	sm	30	5	18	6	6
16	41	18	Lochbrunnen	720	130	ONO	sm/c1	20	11	20	2	2
17	32	13	Wannenrain[4])	780	110	OSO	sm/c1	30	7	21	4	6
18	41	12	Altloch	795	100	NO	sm	35	3	11	12	7
			Blatt Wildbad									
19	10	19	Bärenklinge	630	110	OSO	sm	25	12	22	2	2
20	6	17	Obere Rohrmiß	710	70	NO	sm	26	6	11	4	3
21	8	16	Untere Rohrmiß	585	70	ONO	sm/c1	30	10	11	3	5
22	6	14	Kohlplatte	630	100	NO	sm/c1	22	16	—	2	3
23	1	8	Lägerhütte[5])	640	150	NNO	c1	26	6	—	4	2
24	4	6	Tiefengrund	715	80	NO	sm	29	4	17	7	6
25	10	6	Sulzmiß	645	100	ONO	sm	19	5	26	5	7
			Blatt Bühlertal									
26	14	31	Falkenfelsen	600	50	NW	G	27	16	—	1,7	0
27	22	40	Urberg	650	60	WNW	G	29	16	17	1,8	0
28	24	32	Grabenloch	810	90	NNO	c1	30	12	10	2,5	4
29	27	31	Mittelfeldkopf	810	110	N	c1	38	6	13	6	8
30	30	32	nw. Badner Höhe	850	80	NW	sm	27	20	16	1,3	0
31	36	37	nö. Badner Sattel	845	—	NW	sm	28	15	15	1,8	0
32	38	43	Eierkuchenberg-N	780	60	NNW	sm	30	12	23	2,5	5
33	39	40	Eierkuchenberg-O	780	70	NO	c1	20	12	12	1,7	3
34	41	38	Blindsee I	820	80	ONO	sm	32	3	18	10	9
35	42	36	Streitmannsk.-W	830	110	NNO	sm	26	12	14	2	4
36	44	36	Streitmannsk.-O	830	90	N	sm	24	20	17	1,2	1

[1]) 2 m tief in ein großes, aber „verwaschenes", nach SO exponiertes Kar eingelassen und durch einen Wall davon getrennt.
[2]) Nördlich davon ein getrepptes Kar, nur durch den Riegelwall der Seemiß von dieser getrennt.
[3]) Die Wand ist steil und völlig blockübersät.
[4]) Sehr großer, aber nur selten flacher Karboden.
[5]) Alter, etwas zerschnittener Schuttkegel.

Nr.	x	y	Name	H	h	Exp.	Gest.	W	B	Sch	W/B	D
37	45	35	Wanneck	850	110	ONO	sm	27	20	20	1,3	1
38	45	34	Heiligenwald-N	850	120	ONO	sm	30	16	18	2	3
39	45	32	Heiligenwald-S	830	100	O	sm	22	16	19	1,5	0
40	38	30	Herrenwieser-S	830	170	ONO	sm/c1	38	2	10	19	10
41	35	31	Seegrund-O	880	50	N	sm	25	13	17	2	0
42	34	31	Seegrund-W [1])	910	50	NNO	sm	42	8	16	5	6
43	27	24	Schwarzenberg	820	70	O	su	28	11	13	2,5	4
44	24	22	Mehliskopf-NO	870	110	ONO	c1	20	16	14	1,2	0
45	24	21	Mehliskopf-O	890	80	O	sm/c1	20	16	14	1,2	0
46	26	19	Dreikohlplatte	890	80	NNW	c1	26	18	16	1,5	4
47	30	21	Kleingarten	900	80	NNW	sm	22	18	18	1,2	1
48	33	20	Teufelskamin	890	60	OSO	sm	33	11	17	3	6
49	32	18	Seeberg	910	120	OSO	sm	30	4	19	7	9
50	39	17	Nägeliskopf	880	90	SO	sm	25	7	17	4	6
51	33	13	Kessel	890	90	OSO	sm	38	5	27	7	6
52	18	19	Hundseck	870	70	ONO	c1	24	13	10	1,8	3
53	15	20	Baumannsbrunnen	880	40	N	sm	15	14	10	1	0
54	14	18	Pfrimmacker	930	90	O	sm/c1	36	7	16	5	6
55	13	16	Hochkopf-W	940	80	O	sm/c1	29	13	15	2	5
56	14	15	Hochkopf-O	930	80	NO	sm/c1	30	9	12	3	6
57	19	15	Bettelmannskopf-N	910	80	N	c1	31	13	13	2,5	4
58	21	14	Bettelmannskopf-O	890	90	NO	c1	32	7	14	4	7
59	12	9	Kleines Muhr	980	40	NO	sm	16	11	17	1,4	0
60	12	7	Großes Muhr [2])	1050	60	NO	sm	26	5	19	5	7
61	17	8	Hundsrücken	960	100	NO	sm/c1	34	7	15	5	7
62	21	8	Hinteres Sauloch	880	80	NNO	c1	24	19	17	1,2	0
63	24	7	Vorderes Sauloch	860	100	ONO	c1	24	8	14	3	6
64	11	4	Gr. Biberkessel [3])	1050	70	O	sm	32	3	16	11	9
65	12	3	Kl. Biberkessel [4])	1000	140	NO	sm/c1	39	3	10	13	8
66	13	1	Pommersloch	1020	120	O	sm/c1	35	6	18	6	7
67	15	3	Obergrind	1000	80	NO	c1	26	14	15	2	1
68	16	2	Dürre Brunnen	990	70	NO	c1	27	16	15	1,7	0
69	18	1	Batzganger	930	110	ONO	c1/su	30	6	16	5	7
70	26	1	Langengrinde	810	90	NNO	c1	27	14	15	2	3
71	37	0	Diebau	800	180	OSO	sm/c1	37	8	11	5	7
72	38	2	Blindsee II	880	100	OSO	sm	30	3	20	10	9
73	54	6	Schurmsee	794	150	O	sm	36	2	18	18	10
74	58	8	Hirschlach	810	100	ONO	sm	34	9	18	4	7
			Blatt Enzklösterle-Forbach									
75	32	42	Diebstich [5])	830	110	NO	sm/c1	37	6	22	6	5
76	34	41	Hirschweg	840	70	NO	sm/c1	27	15	17	2	1
77	40	36	Aschenloch	730	130	NO	sm/c1	36	11	13	3	5
78	33	33	Hirschbrunnen	760	140	O	c1	37	6	25	6	8
79	37	28	Salbeiteich	690	110	OSO	c1	28	10	13	3	4
80	28	30	Fischergänger	800	80	ONO	sm/c1	24	8	16	3	5
81	28	28	Hermannsmiß [6])	790	100	NO	sm/c1	36	3	27	12	8
82	30	26	Ahornsgrund [7])	715	140	ONO	c1	27	3	24	9	8

[1]) Am hinteren Karbodenrand noch Reste eines älteren, höheren Bodens.
[2]) Am hinteren Karbodenrand 15 m höheres Kleinkar, Schnee bis Juni.
[3]) Kleinkar in NO-Exposition; Schneereste nach Klute bis 20. Juni.
[4]) Schnee nach Klute bis 20. Juni, Lawinen; Boden blockbedeckt.
[5]) Vom Karboden ist nur eine Terrasse vorhanden; Nische sehr groß. Kein Schuttfuß, daher sehr scharfer Gefällsbruch.
[6]) Karboden mit Torf gefüllt; Riegel heute einzeln stehender Hügel.
[7]) Karboden mit Torf; Riegel sehr breit; im SO von Bach zerschnitten, ebenso die Wand.

Nr.	x	y	Name	H	h	Exp.	Gest.	W	B	Sch	W/B	D
83	32	25	Rißteich	730	110	NO	sm/c1	30	6	27	5	4
84	33	24	Süßenkopf	645	100	NO	c1/su	30	8	—	4	0
85	36	22	Kleines Bärloch	700	100	ONO	c1	33	5	30	6	8
86	36	20	Großes Bärloch	730	100	ONO	c1	36	6	30	6	8
87	36	18	Maienstube	720	100	O	c1	34	7	28	5	6
88	29	11	Erzbrunnen	740	80	SO	c1	31	5	—	6	7
			Blatt Simmersfeld									
89	16	35	Mergelsberg	670	50	OSO	sm	29	22	19	1,3	0
90	0	7	Lenzenmühle	625	50	NO	sm	29	8	—	3	2
91	6	4	Schilteck [1])	580	70	NO	sm	25	5	—	5	1
			Blatt Obertal-Seebach									
92	10	43	Mummelsee	1028	100	SO	sm	40	2	12	20	10
93	17	38	Teufelsmühle	970	60	ONO	sm	34	10	23	3	6
94	19	37	Gaisloch	990	80	NO	sm	27	5	26	5	7
95	22	36	Fischergrube	920	100	NO	sm/c1	29	7	11	4	6
96	28	35	Wüstloch	880	100	NNO	sm	29	10	18	3	5
97	41	34	Klein-Leinkopf	805	100	O	sm/c1	28	4	20	7	7
98	35	31	Hintere Leingrub	860	80	O	sm	40	7	32	6	5
99	30	33	Aschengrub	890	80	O	sm	32	10	19	3	4
100	25	34	Seeteich	900	80	O	sm	29	10	14	3	5
101	21	31	Wildsee [2])	910	130	ONO	sm/c1	38	2	16	19	10
102	24	30	Pfälzergrub	850	140	N	c1/su	34	6	20	6	8
103	27	28	Pfälzerkopf	915	100	NNO	sm	30	4	19	7	6
104	31	27	Sauloch	900	80	NO	sm/c1	26	9	19	3	6
105	23	25	Saumiß	895	80	NO	sm	30	4	14	7	8
106	45	29	Stumpengrub	820	70	NNO	sm/c1	30	9	15	3	4
107	48	28	Hennenbächle	760	80	OSO	sm/c1	35	6	13	6	6
108	49	24	Gfällterkopf	740	90	NO	sm/c1	36	11	13	3	6
109	26	25	Stüblesgrund	900	70	SO	sm	21	11	10	2	2
110	15	28	Ruhsteinloch	845	180	NO	c1	39	3	16	13	8
111	14	27	Vogelskopf	915	110	ONO	sm	30	6	15	5	3
112	15	26	Rotmurgbrunnen	935	70	ONO	sm	30	5	16	6	4
113	16	23	Melkenteich	925	80	ONO	sm	33	10	—	3	5
114	16	21	Hübscher Platz	910	90	O	sm	34	5	13	7	6
115	27	19	Rehstall	800	130	NO	su	30	9	18	3	5
116	29	18	Dölle [3])	810	110	NO	c1	41	3	23	14	8
117	25	17	Kammerloch [4])	820	130	OSO	c1	29	6	30	5	6
118	23	16	Hängerlöchle	870	90	OSO	sm/c1	37	18	24	2	3
119	23	14	Oberes Leinbächle	850	90	ONO	c1	28	7	31	4	6
120	19	16	Geißträgerhütte	890	80	O	sm	32	11	—	3	4
121	18	15	Schrofelteich	900	90	SO	sm	28	8	23	3	6
122	18	12	Gaiskopf	860	100	OSO	c1	27	7	18	4	5
123	21	8	Wolfighütte	720	100	NO	c1/su	31	5	41	6	7
124	17	9	Langmiß	860	80	NO	sm	31	8	14	4	4
125	20	5	Mosesbrunnen	740	140	NO	c1/su	35	4	30	9	7
126	23	2	Seemisse	760	140	ONO	c1/su	32	3	18	11	8
127	23	0	Buhlbachsee	785	110	NNO	c1	41	2	11	20	10
128	26	1	Bärteich	755	150	N	c1/su	33	5	20	7	8

[1]) Wand ohne Nischenform; Wall vermutlich beim Bau der Burg Schilteck angelegt.
[2]) An den Karboden stößt im Norden die „Seemisse", ein vermoorter Karsee. Schneereste nach Klute bis 20. Juni. Bilder bei Feucht.
[3]) Drei aneinanderstoßende Böden, davon zwei mit Kleinkaren.
[4]) Nach Süden geöffnete Tälchen, Kar liegt im Westhang, im Osten Schutt.

Nr.	x	y	Name	H	h	Exp.	Gest.	W	B	Sch	W/B	D
129	36	13	Weiher [1])	640	110	NNO	su/rm	36	4	8	9	8
130	39	12	Schloß	660	130	NO	su/ro	27	12	14	2,3	3
131	37	9	Ilgenbachergrub	735	110	OSO	c1	32	5	25	6	7
132	31	4	Hirschlache	825	100	ONO	sm	33	5	23	7	8
133	33	2	Bletschermiß	760	110	N	c1	28	6	—	5	6
134	43	9	Felsenmissele	630	150	NNO	su/ro	26	14	14	1,8	1
135	44	8	Schramberger Grub	670	140	ONO	c1/su	33	4	21	8	8
136	40	5	Hintere Grub	740	80	O	sm/c1	24	6	22	6	7
137	37	3	Rotegießen-N	755	100	SO	sm/c1	30	5	22	6	7
138	37	1	Rotegießen-S	680	170	ONO	c1/su	31	6	12	5	8
			Blatt Baiersbronn									
139	4	36	Hahnbergerloch	750	170	NO	c1	33	4	19	8	7
140	4	33	Huzenbachersee	747	160	NO	c1	36	2	11	18	10
141	10	34	Tobelwald	760	100	OSO	sm	31	10	21	3	4
142	8	30	Schwarzmiß	695	120	ONO	c1	30	3	17	10	9
143	7	29	Obere Röterhardtgrube	810	70	NO	sm	29	7	23	4	6
144	8	29	Untere Röterhardtgrube	760	120	NO	sm/c1	23	11	10	2	6
145	15	30	Seeloch	710	140	ONO	c1	32	3	27	11	8
146	13	18	Höll	670	130	NO	c1	30	11	20	3	6
147	4	21	Steinmisse	640	150	NO	su	26	3	21	9	7
148	4	19	Klappermisse	650	160	NO	su	31	4	18	8	7
149	23	5	Simonswies	610	100	NO	sm/c1	32	7	19	5	5
150	25	3	Saumisse	645	90	NO	sm	27	5	25	5	7
151	31	37	Kessel [2])	650	110	ONO	sm	30	4	14	7	7
152	34	31	Hasengrund	650	60	O	sm/c1	25	12	19	2	3
153	36	24	Kirchbühl	630	40	NO	sm	24	7	19	3	4
			Blatt Gengenbach									
154	37	26	Edelmannskopf	690	80	ONO	sm	30	12	26	2,5	4
			Blatt Oppenau-Peterstal-Kniebis									
155	38	44	Brückleswald	720	150	ONO	c1	29	10	—	3	5
156	36	41	Kessel	830	100	NNO	sm	30	11	19	3	5
157	41	41	Grub	700	120	ONO	c1	28	12	18	2,3	4
158	37	37	Weiher [3])	765	120	NNO	c1	36	3	34	12	9
159	41	37	Ellbachsee	770	140	NNO	sm/c1	41	2	12	20	10
160	42	37	Wüstes Teich	780	70	N	sm/c1	27	6	15	5	5
161	45	40	Dellesrain	800	80	NNO	sm	26	5	16	5	5
162	32	26	Teufelsries	760	140	NO	c1	37	8	—	5	7
163	33	26	Teufelskanzel	760	80	NO	c1	34	10	26	3	5
164	33	24	Sommergrube	770	90	SO	c1	31	5	22	6	5
165	32	22	Kammerloch	795	90	ONO	sm/c1	37	7	22	5	5
166	33	17	Sumpf	805	100	SO	sm/c1	30	3	30	10	8
167	31	16	Wasserfall	780	110	O	c1	31	4	—	8	5
168	27	17	Lettstädter Höhe	780	150	N	c1	30	6	27	5	7
169	32	15	Großer Apsbach	780	80	NNW	c1	31	6	—	5	5
170	37	16	Apsbächle	800	80	N	c1	32	4	17	8	8

[1]) Der ziemlich kleine Karboden liegt in einer großen Nische.
[2]) Nordhälfte des Riegels für die einstige Flößerei künstlich erhöht.
[3]) Scharf herausmodelliertes Kar mit fluviatilen Kerben, dort auch Hobelung durch Gletscher zu sehen; im Osten zwei Riegelwälle.

Nr.	x	y	Name	H	h	Exp.	Gest.	W	B	Sch	W/B	D
171	40	16	Wasserebene	745	120	ONO	su	36	5	27	7	9
172	42	12	Althaus	670	140	NO	gn	25	21	20	1,2	0
173	45	12	Gaisebene	720	80	NO	su	30	11	22	3	4
174	28	11	Glaswaldsee	843	110	ONO	sm	40	3	23	13	10
175	30	11	Seehalde	805	100	NNO	sm	36	4	20	9	7
176	32	9	Wanne	830	80	O	sm	33	5	18	6	6
177	31	7	Sailstock	810	80	SO	sm	27	12	22	2	3
178	21	1	Großer Hundskopf	840	80	OSO	sm	28	16	16	2	3
			Blatt Freudenstadt									
179	4	43	Kienberg	740	70	O	sm/c1	29	10	18	3	5
180	3	39	Heinzelberg	720	80	OSO	c1	28	13	11	2	2
181	1	37	Sankenbachkessel	675	200	OSO	su	35	5	—	7	8
182	3	35	Weihermiß	750	110	N	sm	32	5	19	6	9
183	11	39	Wörnersmiß	675	110	ONO	c1	29	9	14	3	6
184	10	37	Maienplatz	680	100	OSO	sm/c1	28	7	23	4	7
185	7	35	Reichenbächle	720	80	NO	sm	23	17	13	1,4	2
186	9	34	Urschenloch	710	120	NNO	sm/c1	30	9	17	3	6
187	10	32	Jägerloch	675	130	NO	c1	28	5	12	6	7
188	13	31	Unt. Finkenwiesle	665	130	NO	c1	30	8	11	4	3
189	13	30	Ob. Finkenwiesle	740	60	NO	sm	28	14	22	2	3
190	16	31	Kohlwiesle [1])	675	110	NO	sm/c1	22	4	10	5	5
191	17	30	Meisenhütte	660	120	NO	c1	20	11	17	2	1
192	20	29	Franzosengrüble [1])	675	100	NO	sm	25	6	31	4	5
193	21	27	Bärenschloß	670	100	ONO	sm	20	4	15	5	5
194	17	22	Langenwaldsee	690	110	NO	sm	24	5	—	5	3
195	15	24	Schnakenloch	705	110	NO	sm	24	6	—	4	3
196	13	24	Schleh'sche Mahlmühle	715	100	NO	sm	25	2	14	12	5
197	12	25	Talwirtsloch	725	100	NO	sm	27	10	—	3	0
198	10	26	Insel	720	100	NO	sm	31	5	—	6	3
199	11	17	Brönnle [2])	760	80	SO	sm	27	7	21	4	5
200	11	14	Grätlestobel [2])	750	70	ONO	sm	36	8	28	4	4
201	6	11	Gäbelesbronnen	705	70	OSO	sm/c1	37	24	26	1,5	2
202	7	5	Kaspersloch [3])	655	130	O	su	34	10	15	3	4
203	7	3	Helmlesgrund [3])	650	140	ONO	c1/su	34	11	14	3	4
204	7	0	Alter Weiher	650	140	O	c1	38	3	25	12	9
205	14	8	Schatzenbrömmle	740	40	SO	c2/sm	24	13	19	2	3
			Blatt Oberwolfach									
206	47	19	Zundelgraben	670	90	O	sm/c1	36	7	30	5	4
			Blatt Alpirsbach-Schenkenzell									
207	1	33	Neusprung	615	100	NNO	su	31	16	—	2	4
208	9	35	Pfaffeneck oder Moos	630	100	ONO	sm/c1	29	4	23	7	4
209	9	39	Burgstall [4])	580	120	NO	c1	31	7	20	4	5
210	9	41	Büstenloch [4])	590	150	O	c1	34	6	14	6	4
211	9	43	Neusteige	605	140	NO	c1/su	32	8	14	4	4

[1]) Gute Bilder bei M. Schmidt: Erläuterungen zu Blatt Freudenstadt.
[2]) Sehr kleine Kare, aber mit allen Merkmalen.
[3]) Karböden klein, am Vorderrand schon stark zerschnitten.
[4]) Die Böden der Quelltrichter wurden wohl durch Schnee-Erosion verebnet, inzwischen aber schon wieder zerschnitten.

Nr.	x	y	Name	H	h	Exp.	Gest.	W	B	Sch	W/B	D
212	17	44	Schillingers Wald[1])	700	40	ONO	c2/sm	28	3	17	9	3
213	18	31	Nonnenstein	610	120	NO	c1	30	6	27	5	8
214	19	35	Buchbach	620	110	ONO	sm/c1	24	13	22	2	6
215	27	41	Haugenloch	600	100	NO	sm/c1	29	11	17	2,6	6
216	26	42	Lohmühlewald[2])	600	110	NO	sm/c1	35	3	25	12	7
217	25	44	Lohmühle[3])	600	110	NO	sm/c1	31	6	23	5	8

Kare aus anderen Mittelgebirgen zum Vergleich

Name	H	h	Exp.	Gest.	W	B	Sch	W/B	D	Seetiefe
1. Südschwarzwald (nach *Erb*, 1948)										
Feldsee	1076	330	ONO	gn	40	2	9	20	10	32
Nonnenmattweiher	915	220	O	Kulm	41	2	7	20	10	
Angelbachkar	1080	200	NNO	gn	35	3	13	12	8	
2. Südvogesen (nach *Halbfaß*, 1898, *Sauer*, 1894 und eig. Aufnahmen)										
Belchensee	985	300	N	Kulm	32	3	19	11	10	18
Weißer See	1055	200	ONO	G	27	2	9	14	10	58
3. Nordvogesen (nach *Jessen*, 1918 und eigenen Untersuchungen)										
Rundloch bei der Nideck	630	270	O	sm	33	5	20	6	6	
Maix-See	679	110	NNW	sm	34	2	26	17	10	
4. Böhmerwald (nach *Priehäusser*, 1929)										
Großer Arbersee	934	400	O	gn	35	2	14	18	10	15
Rachelsee	1067	280	SO	gn	27	3		9	10	13

[1]) Kleiner, ebener Boden; der Wall wahrscheinlich künstlich.
[2]) Talhang mit flach eingebuchteter Nische; aber ganz ebener, vom Riegel völlig abgeschlossener Karboden.
[3]) Nische nicht deutlich, aber 10 m hoher, heute isoliert stehender Riegel.

Tabelle 2

BEOBACHTETE BODENBEWEGUNGEN DER JAHRE 1946–51

Hang-neigung	Art der Bewegung	ausgelöst durch	Vegetation	Gestein	Bemerkungen
25°	Gleiten	Quelle	Wiese	cl	Wasserleitung verbogen
25	Rutschung	Bewäss.-kanal	Wiese	gn	Narbe 18x9 m gross
26	Ausspülung		Wald	cl	
28	Abspülung		Acker	gn	Bodendecke zerstört
29	Gleiten	Weg-anschnitt	Wald	sm	Hakenbäume
30	Ausspülung	Regenrinne	Wald	c2	
30	Rutschung	Strassen-anschnitt	Wald	cl	Narbe 5x10 m
30	Rutschung		Wiese	su	Narbe 8x7 m
32	Rutschung	Quelle	Kahlschlag	sm/cl	
34	Ausspülung Blocksturz	Regenrinne	Kahlschlag	gn	Blöcke auf Reisig
35	Abspülung		Krüppel-kiefern	G	
35	Abspülung	Regenrinne	Wald	sm	1 m breit
35	Rutschung	Quelle	Wald	cl	Narbe 15x21 m
35	Blocksturz		Wald	G	Verletzte Bäume
36	Gleiten		Wald	G	Hakenbäume
36	Rutschung		Wald	sm	
36	Rutschung		Wald	gn	
37	Gleiten ?	Blocksturz	kahl	G	
37	Rutschung	Bewäss.-kanal	Wiese	cl	
38	Rutschung		lockere Kiefern	G	
38	Blocksturz		Wald	sm	Verletzte Bäume
39	Gleiten		kahl	Berg-werks-schutt	
40	Ausspülung	Regenrinne	Krüppel-birken	sm	Blocksturz
40	Rutschung	Belastung dh. Strasse	Wald	sm	Narbe 4x4 m
41	Rutschung	Strasse	Wald	cl	
41	Rutschung	Weg u. Quell	Wald	sm	
42	Rutschung	Wolkenbruch	Wald	sm/cl	Narbe 5x20 m
42	Gleiten	Strassen-anschnitt	Wald	G	Hakenbäume
42	Rutschung	Strasse	Wald	cl	Narbe 8x9 m
43	Gleiten ?	Blocksturz	kahl	G	
39–42	Gleiten ?		kahl	sm	Blockhalde

Tabelle 3

BLOCKMEERE, BLOCKSTRÖME UND BLOCKHALDEN

Hang-neigung	Flurname	Karten-blatt	Expos.	Gestein	Längster Block	Anteil der Blöcke	Bewuchs	Bewegung
3°	Wolfighöhe	Obertal	SO	sm			Wald	–
4	Kl. Wenden-stein	Wildbad	–	c2	3 m	80 %	Wald	– [1]
4	A.d. Stein-bruch	Freud.	NW	c2	3	90	Wald	–
5	Riesenstein	Wildbad	W	c2	12		Wald	– [1]
5	Guldenberg	Obertal	SW	c2			Wald	–
6	Am kalten Haupt	Oppenau	SW	c2	3	70	Wald	– [1]
6	Volzemer Steine	Wildbad	S	c2	6	100	Wald	– [1]
7	Beim Con-weiler Stein	Neuenbürg	N	c2	1	100	kahl	–
8	Sandkopf	Oppenau	W	c2	8	90	Wald	– [1]
8	Eckenfels-Hochfläche	Oppenau	SO	P	1	100	z.T. kahl	– [2]
9	Gütersberg	Wildbad	S	c2		40	Wald	– [1]
13	Sauberg	Neuenbürg	S	c2	3	100	Ginster	–
16	Leinbächle	Obertal	O	sm auf c2	0,5	100	Wald	– [3]
20	Strudberg	Loffenau		G	3	80	Wald	– [4]
23	Wannenrain	Loffenau	SO	sm auf cl	0,5	100	kahl	– [3]
25	Battert	Baden-B.	S	P-kongl.	3	100	kahl	Nach-stürze [4]
28	Häuserwald	Loffenau	O	sm	1,5	50	Wald	–
28	Sauberg-West	Neuenbürg	SW	c2 auf sm	0,8	100	Kahlhieb	selten [3]
28	Huchenfeld	Pforzheim	SW	sm	3	50	kahl	selten [3]
28 30	Schwarzen-bach	Enzklöst.	SW	G	3	90	Wald	–
30	Schweizer-kopf	Loffenau	S	c2	1,5	60	Kahlhieb	Rollen
30	Eselspitz	Freud.	W	sm	1	60	Stelzen-bäume	selten
31	Seeberg	Loffenau	O	sm	1	100	kahl	– [3]
31	Gäbeles-bronnen	Freud.	O	sm	1	100	Wald	Baum-stürze [3]
32	Schempenfels	Oberwolf.	W	gn	0,5	100	kahl	– [4]
32	Ofenklinge	Pforzheim	SW	c2	0,8	100	Moos	– [3]
36	Geissträger-hütte	Obertal	O	sm	1,2	40	Wald	Baum-stürze [3]
38	Schnurhausen	Obertal	W	sm		40	Wald	Haken-bäume
39	Schliffkopf-West	Obertal	W	sm	3	100	einzelne Eber-eschen	kräftig
40	ssö Dennach	Neuenbürg	SO	c2 u. sm	1,5	90	Birken	kräftig
41	Schwarzen-bach	Obertal	W	sm	1,4	100	Krüppel-birken	kräftig
43	Schenkenburg	Alpirsb.	SO	G	0,6	100	kahl	kräftig

1) Blockmeer vor einer Felsklippe.
2) Blöcke zur Felsburg aufgehäuft.
3) Blockstrom in Rinne oder Mulde im Hang, in der sich Schneeschmelzwasser sammelt.
4) Blockhalde unter einer Felswand.

Tabelle 4

EINZELNE FLIESSERDETERRASSEN

(Stufenbildungen in den Talanfängen)

Flurname	Meeres-höhe	Expos.	Mittl. Neigung	Gestein	Zahl der Terrassen	Höhe	Abstand
Blatt Loffenau-Gernsbach							
Stadtwalderkopf	840	SO	14	c2/sm	6		100
Grossloh	690	NO	9	c2	3		50
Blatt Wildbad							
Kellerloch	760	O	11	c2	4		40
Meistern	680	W	8	c2	3		30
Gütersbächle	780	SO	2	c2	5		100–170
Blatt Bühlertal							
Gartenbach	870	NO	6	sm	3		
Blatt Enzklösterle							
Kienhärdtle	750	NNO	12	sm	3		90
Petersteich	800	NW	10	c2/sm	4		70
Blatt Simmersfeld							
Kleinmauer	700	ONO	12	c2	4		50
Blatt Baiersbronn							
Untere Erlen	750	OSO	5	so/c2	5	2 m	50–110
so Göttelfingen	670	OSO	4	so/c2	6	3	50–300
Schaygrund	600	ONO	15	sm/cl	9	5	30–150
Kälberbronn	680	OSO	5	sc	6	3	50– 80
Blatt Altensteig							
w Herzogsweiler	655	O	5	so	5		50–130
Fuchsloch	700	NO	4	so	1		
Blatt Oppenau-Kniebis							
Zollstockhütte	900	O	9	c2	2	3	80
Schmidshütte	870	SO	3	c2	2	0,5	300
Blatt Freudenstadt							
Waidschlag	790	NNO	10	c2/sm	8	3	30–100
Zwieselberger Eck	820	OSO	4	c2	7	0,5	30–100
Eulenloch	820	SSO	8	so/c2	3	0,5	70
Gäbelesbronnen	780	OSO	8	c2/sm	5	4	20– 70
Ödenwald	710	OSO	6	so	7	1,5	20–100
Blatt Alpirsbach-Schenkenzell							
Rossberg	730	SO	8	so/c2	3	0,8	50–100
Lehenwald	760	SSO	14	c2	1		

Tabelle 5

ASYMMETRISCHE TÄLCHEN IM NORDSCHWARZWALD

(x = Entfernung vom linken, y vom unteren Rand des Messtischblatts in cm)

x	y	Flurname	Meeres-höhe	Höhe des Tal-hangs	Richtg. des Bachs	Expos. der Steil-seite	Gestein der Steil-seite	Gestein der Flach-seite
		Blatt Malsch-Bernbach						
16	20	Moosalb	420 m	40 m	N	O	sm	sm
40	20	Maisenmühle	310	70	NW	(SW)	c2-Sch.	Schotter
36	16	Bruchsiegen	390	30	N	W	sm	sm
47	18	Langenalber Dorfbach	350	30	WSW	NNW	so	so
		Blatt Neuenbürg						
1	37	Klettenbach	310	15	NW	SW	so	Löss
3	19	Langenalber Dorfbach	350	30	NW	NO	so	so
14	29	Ottenhausen	290	20	NNW	WSW	so	so-Sch. u. Löss
19	29	Arnbach	300	15	N	W	so	mu-Sch.
42	43	Schlossbrunnen	330	15	O	S	Löss	Löss
45	43	Kaltenberg-N	310	40	O	NNW	mu	mo-Sch.
10	22	Burgtal (Bild)	350	20	N	W	so	so
44	22	Pfatschbach	450	30	NW	SW	c2	Schutt
37	42	Gauchhalde	290	50	SW	NW	mu	mo-Sch.
		Blatt Baden-Baden						
46	37	Rotsbrunnen	190	15	NNO	WNW	Rotl.	Löss
44	36	Selbach	180	20	O	S	Rotl.	Löss
20	40	Hessbächle	200	15	NW	SW	so	Löss
2	20	Egelsbach	150	40	W	SSW	Löss	Schwemm-Löss
4	10	Neuweier	170	100	W	SSW	Karbon-Ton	Löss u. Schotter
		Blatt Loffenau-Gernsbach						
3	43	Sulzbach	180	40	SW	NW	Rotl.	Löss
4	41	Wiebelsbach	170	50	SW	NW	Rotl.	Löss
18	34	Lützelbach	360	40	SW	SO	Rotl. u. Bu-Schutt	Löss u. Schotter
		Blatt Wildbad						
42	38	s Schömberg	625	10	N	WSW	c2	Schutt
40	6	s Würzbach	670	10	N	W	c2	c2
		Blatt Calw						
48	23	Steinhörnle	460	50	S	WSW	mu	mu
49	21	Taläckerbach	445	10	SO	SW	so	so
26	5	Ziegelbach	400	50	NW	SW	c2	c2
		Blatt Bühl-Achern						
44	40	sö Bühl	135	10	W	SSW	Löss	Löss ?
41	32	Rittersbach	150	10	NW	SW	Löss	Löss ?

x	y	Flurname	Meeres-höhe	Höhe des Tal-hangs	Richtg des Bachs	Expos. der Steil-seite	Gestein der Steil-seite	Gestein der Flach-seite
		Blatt Bühlertal						
1	42	w Untertal	210 m	20 m	N	W	G	G
		Blatt Enzklösterle-Forbach						
46	5	sw Fünfbronn	730	10	SO	SW	so	Schutt
		Blatt Simmersfeld						
29	27	Falchenwiesen	640	10	S	W	so	Schutt
		Blatt Stammheim-Wildberg						
30	38	Winkeltal	490	40	N	W	mu	Schutt
26	32	Baierbach	500	30	W	SSO	mu/so	mu-Schutt
9	13	s Schönbronn	525	10	SSW	WNW	so	Schutt
7	4	w Rotfelden	500	10	SO	SW	so	Schutt
17	4	Götzenbach	475	5	S	W	so	mu-Schutt
19	14	Lützeltal	480	10	O	SSO	so	so
17	17	Heiligenbach	480	20	O	S	so	so
		Blatt Baiersbronn						
34	43	Eisenbach	770	30	SW	NW	so/c2	terrass. so-Schutt
32	19	nö Igelsberg	730	20	O	S	so	so
35	5	Brand	700	10	O	SSW	so	so
41	8	Glatt	705	10	SO	SW	so	so-Schutt
45	12	Brücklesbrunnen	710	10	O	SSO	so	so-Schutt
		Blatt Altensteig						
8	31	Drehegart	630	20	NW	WSW	so	so-Schutt
21	41	Flosche	580	10	S	W	so	so-Schutt
43	38	s Monhardt	510	20	O	SSW	so	mu-Schutt
39	25	sö Egenhausen	530	10	S	WSW	so	mu-Schutt
45	31	s Walddorf	570	20	N	WSW	mo/mm	mo/mm
4	2	sw Herzogsweiler	680	20	OSO	SSW	so	terrass. so-Schutt
21	11	Lochwiesen	610	10	SO	SW	so	so-Schutt
		Blatt Gengenbach						
1	38	Vollmersbach	225	30	NNW	WSW	G	G-Schutt
		Blatt Oppenau-Kniebis						
42	33	Kniebis-Ochsen	875	20	SO	NO	c2	c2
		Blatt Freudenstadt						
33	39	Gammertsbach	670	30	OSO	SSW	so	so-Schutt
36	43	Aunbach	660	20	SO	SW	so	so-Schutt
44	39	Grundloch	630	10	SSO	WSW	so	so-Schutt
36	28	Tobel	630	10	ONO	SSO	so	so-Schutt
		Blatt Dornstetten						
10	34	Mönchswiese	630	30	NNO	WNW	so-Schutt auf c2	
13	38	Bannholz	615	15	WNW	SSW	so	so-Schutt
		Blatt Alpirsbach						
39	40	Leinbach	620	30	O	SSW	so	mu-Schutt
40	17	Breitenwies	620	30	W	SSW	mu	Schutt
35	6	Hönweiler	620	40	NW	SW	mu	Schutt

Tabelle 6

GRÖSSERE TÄLER MIT ASYMMETRISCHEM QUERPROFIL

Fluss	Meeres-höhe	Richtg. des Bachs	Exposition der Talseite mit mehr				
			Neigung	Schutt	Schutt-kegeln	Schotter	Löss u. Lehm
Blatt Neuenbürg							
Pfinz	340 m	NNO	WNW				OSO
Enz	260	NNO					SO
Blatt Baden-Baden							
Oos	200	WNW	S			NNO	NO
Grobbach		NO	NW			OSO	OSO
Blatt Loffenau-Gernsbach							
Murg	230	N	O		W	W	W
Alb	600	NNO		WNW			
Blatt Wildbad							
Grosse Enz	390	N		W	O	O	O
Kleine Enz	430	N	O	W	W	W	
Naislach	500	NW		SW			
Blatt Bühlertal							
Bühlot	300	NW			NO		NO
Blatt Simmersfeld							
Schnaitbach	620	SO		SW			
Blatt Stammheim-Wildberg							
Agenbach	470	N	O	W			
Blatt Obertal-Seebach							
Hint. Seebach	700	O		S			
Rotmurg	650	SO	SW	SW			
Buhlbach	700	NNO	O	NW			
Murg	575	SO		SW		NO	
Acher	450	W			N		
Blatt Baiersbronn							
Tonbach	650	SO		SW			
Nagold	600	SSO				ONO	
Blatt Zell am Harmersbach							
Harmersbach		SW				NW	
Blatt Gengenbach							
Durrbach	250	W				N	N
Blatt Oppenau-Kniebis							
Rench	450	SW				SO	SO
	310	NNW				ONO	ONO
Maisach	400	W	S			N	N
Blatt Freudenstadt							
Sankenbach	640	NNO		NW			
Forbach	740	O		S		N	
Blatt Alpirsbach-Schenkenzell							
Heimbach	620	N	W	W	O		O
Kinzig	480	S	W	W		O	O
Kl. Kinzig	470	S		W			O

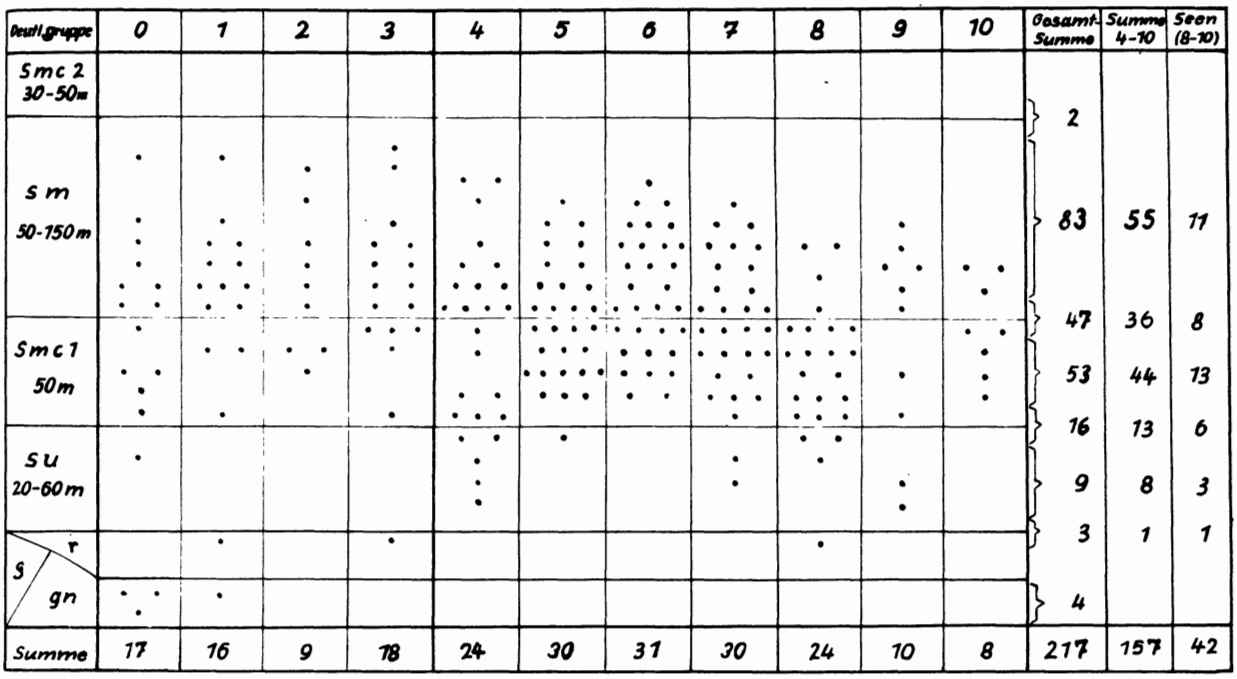


Abb. 1 Verbreitung der Nischen in den einzelnen Gesteinsschichten

(Jeder Punkt bedeutet 1 Nische; masstäblich eingezeichnet)

Entwurf u. Zeichnung: F. Fezer

Druck: Bundesanstalt für Landeskunde

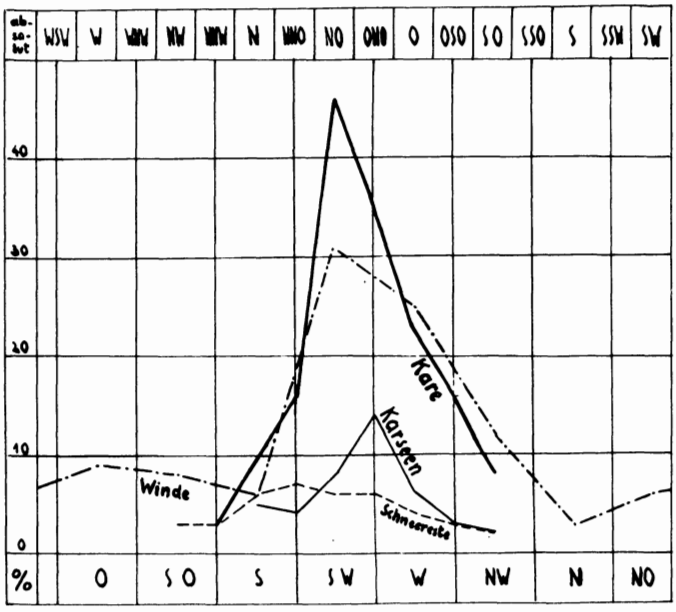


Abb. 2 Zahl der Kare und der heutigen Schneereste je nach Exposition

Kare: ab Deutlichkeit 4, also deutliche und zweifelhafte.
Karseen: ab Deutlichkeit 8, heutige und ehemalige Seen.
Schneereste im Winter 1909/10, nach Klute, 1911, S. 26.

Windrichtungen im Winter *(in vom Hundert der Gesamtwinde)*

Durchschnitt aller Stationen aus den Monatsmitteln von November bis April. Von Freudenstadt, Dobel und Baden-Baden standen die langjährigen Mittel zur Verfügung; sie wurden durch Beobachtungen an 7 weiteren Stationen im Winter 1948–49 ergänzt. *(Erklärung S. 45 f.)*

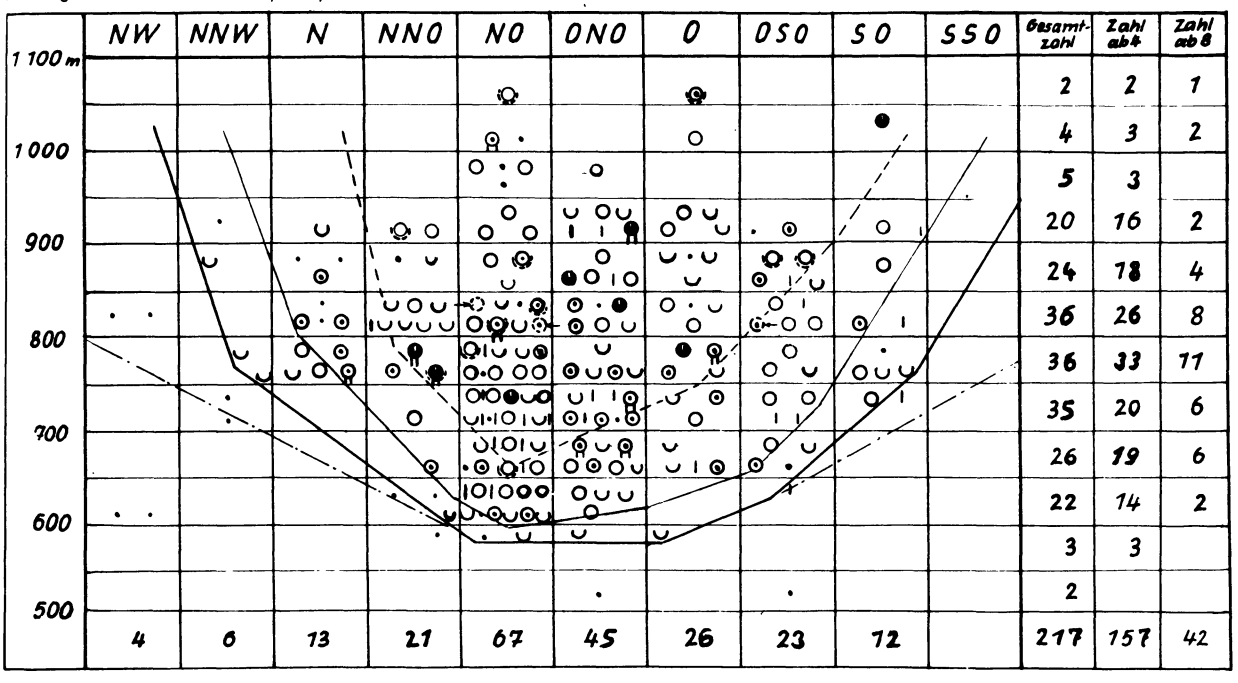


Abb. 3 Deutlichkeit der Nischen je nach Exposition und Meereshöhe *(Erklärung S. 47)*

0-1 Wahrscheinlich keine Kare; 2-3 zweifelhaft; 4-5 deutlich; 6-7 ehemalige Seen; 8-9 heutige Seen; 10; 2. Phase in gleicher Exposition entwickelt; 2. Phase in anderer Exposition entwickelt; Zwillingskar

——— Untergrenze der Kare (ab Deutl. 4)
——— Untergrenze der Seen (ab Deutl. 8)
- - - - Untergrenze der Mehrphasenkare
-·-·- Untergrenze der verfirnten Quelltrichter

Entwurf u. Zeichnung: F. Fezer

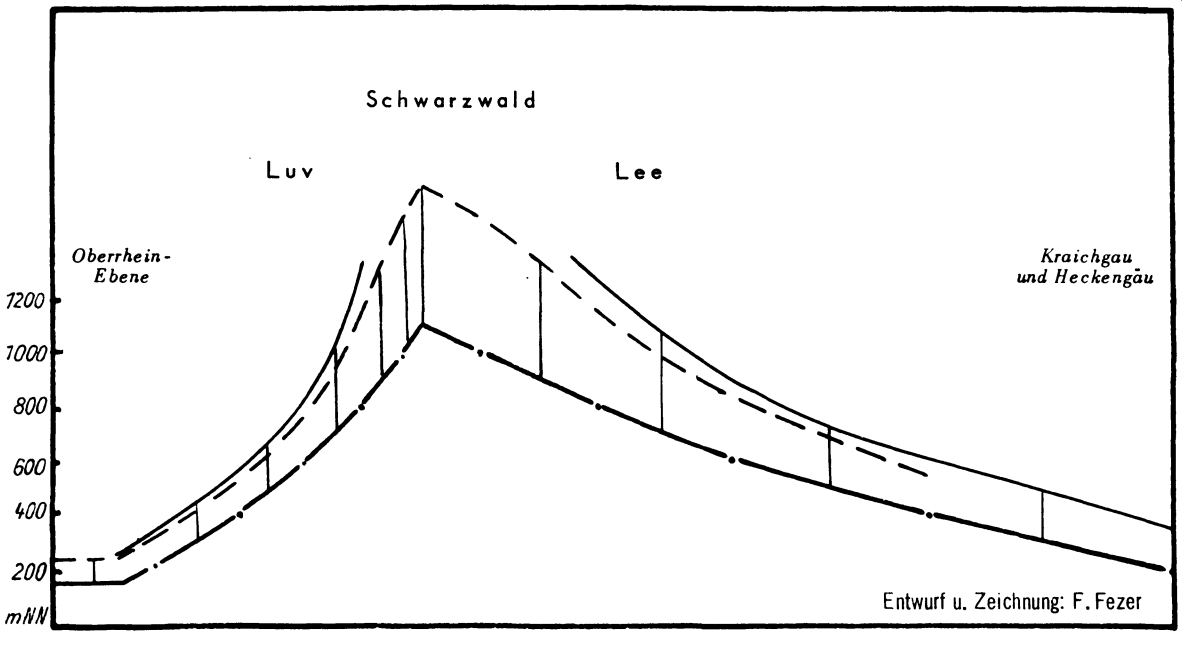


Abb. 4 Dauer der Schneedecke 1938

150 Tage
100
50
0

——— Tal-
- - - - Freie
Wetterwarten gleicher Meereshöhe

Druck: Bundesanstalt für Landeskunde

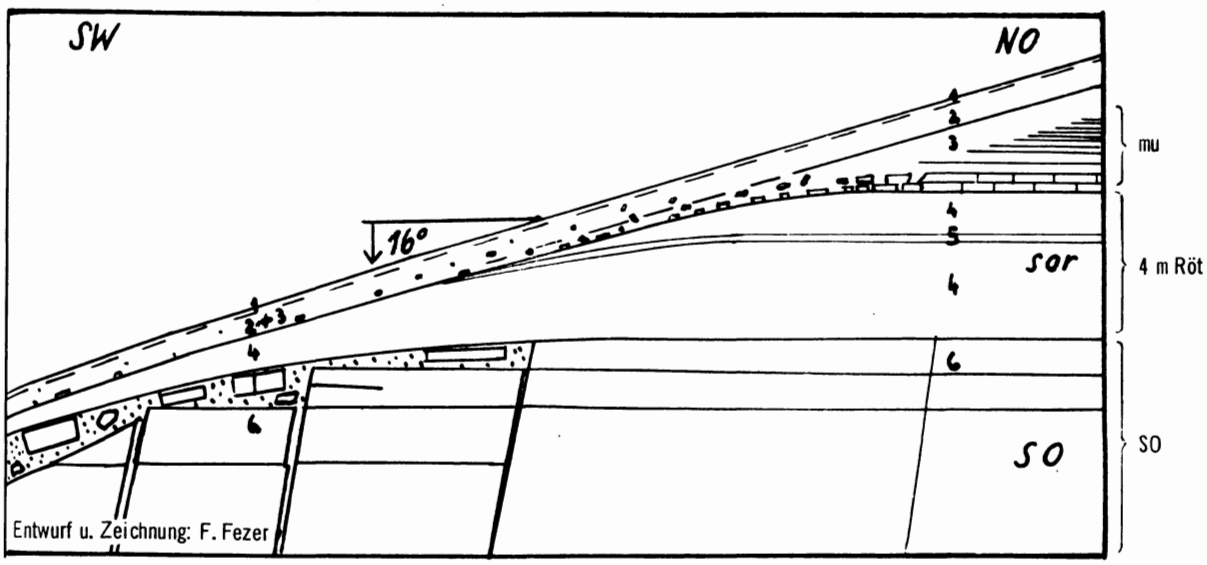


Abb. 5 Plattensandsteinbruch Dietlingen bei Neuenbürg *(s. S. 59)*

Druck: Bundesanstalt für Landeskunde

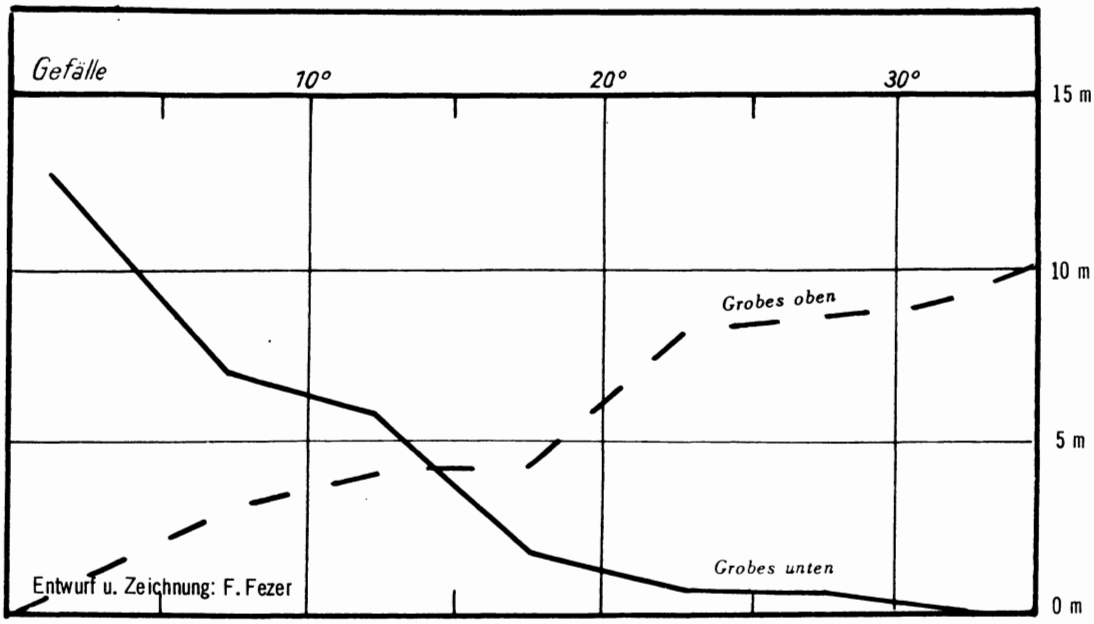


Abb. 6 Zahl der Aufschlüsse mit Anreicherung des groben Materials

Druck: Bundesanstalt für Landeskunde

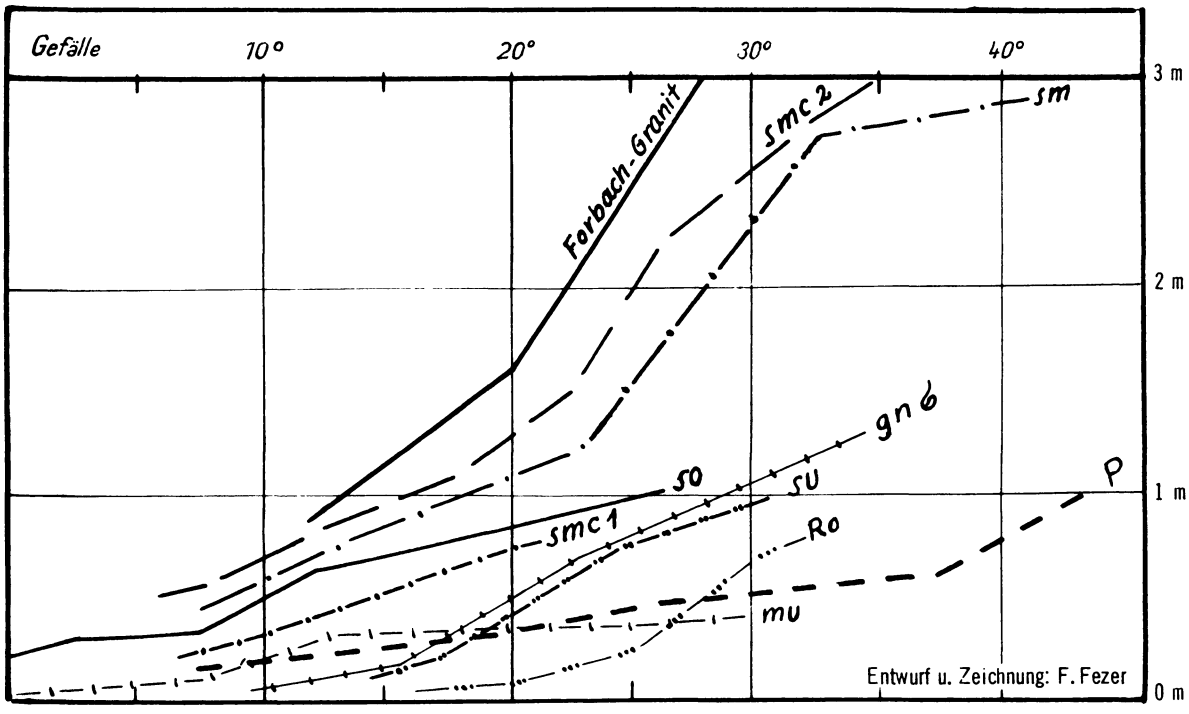


Abb. 7 Größte Stücklänge im Schutt verschiedener Gesteine

Druck: Bundesanstalt für Landeskunde

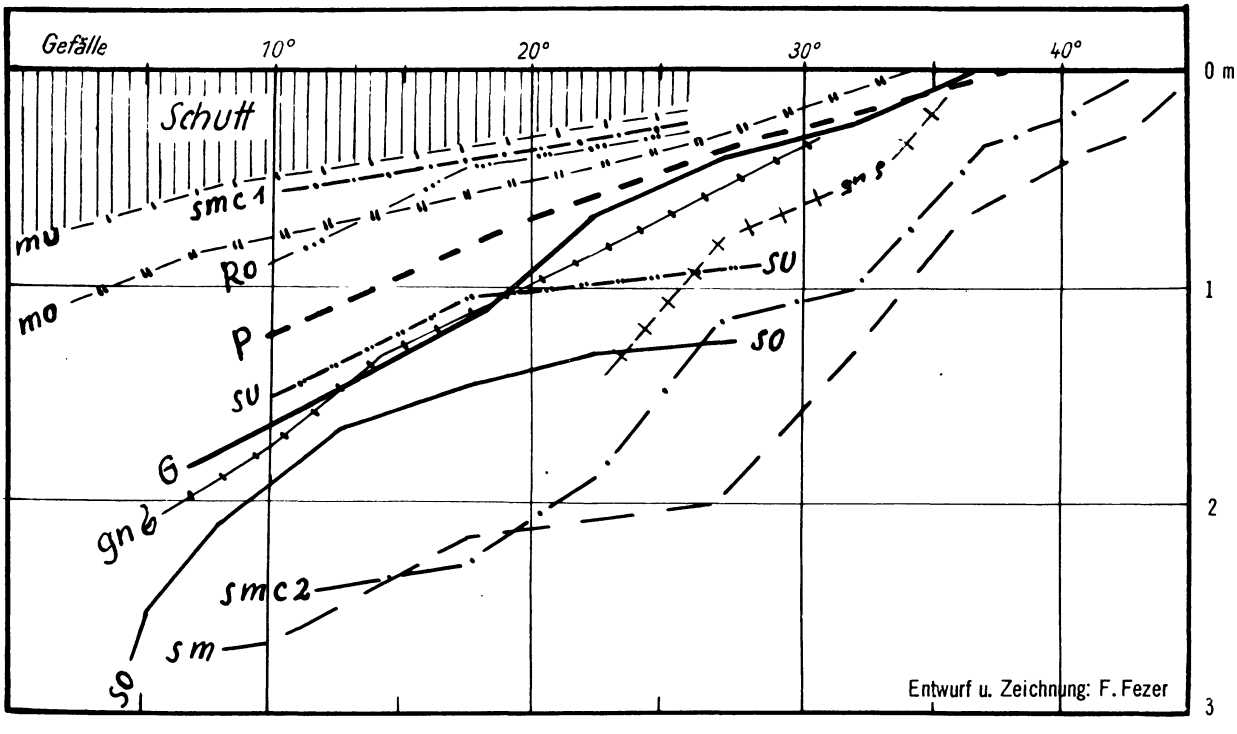


Abb. 8 Mittlere Schuttmächtigkeit verschiedener Gesteine

P	Porphyr	smc1	Ecksch. Kongl.	so	Ob. Bunts.	mo	Ob. } Muschelk.
G	Granit	su	Unt. Bunts.	smc2	Hauptkongl.	mu	Unt. } Muschelk.
gn ♀ Rench / ♂ Schapb	-gneis	Ro	Rotlieg.	sm	Bausandst.		

Druck: Bundesanstalt für Landeskunde

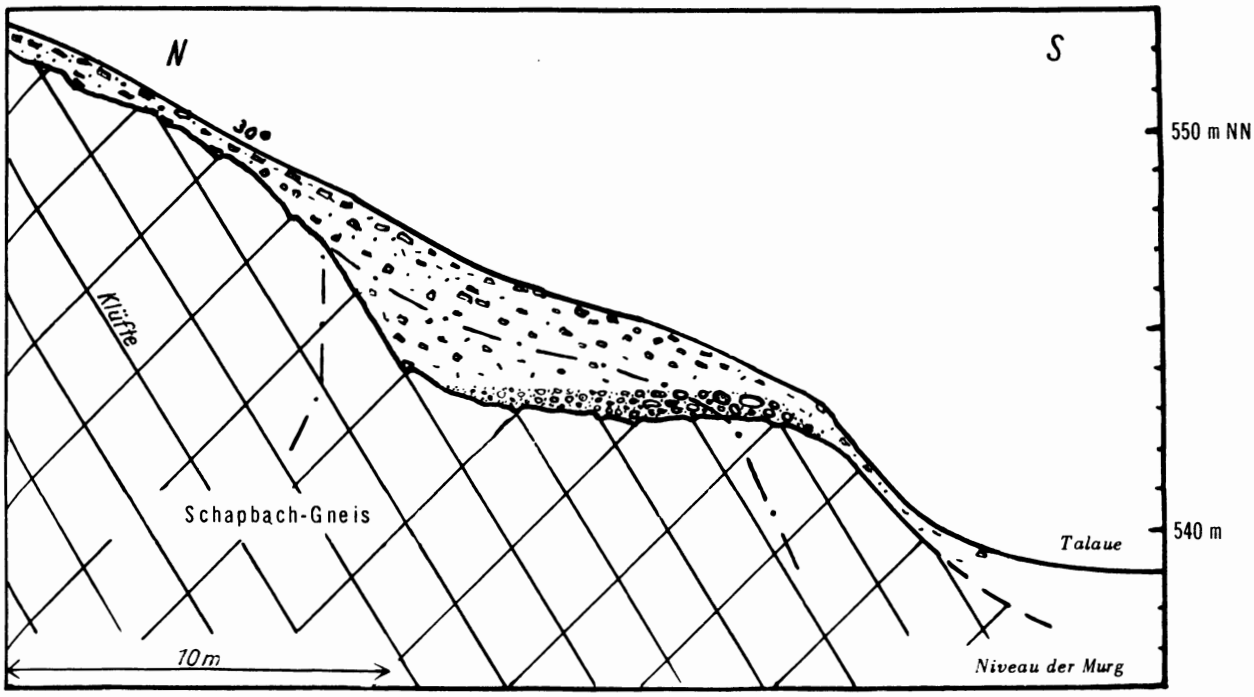


Abb. 9 Mit Schutt überdeckte Murgterrasse im Stbr. Faißt in Baiersbronn

Buntsandstein · Kristallin —·— Untergrenze des Bodenprofils

Entwurf u. Zeichnung: F. Fezer

Druck: Bundesanstalt fur Landeskunde

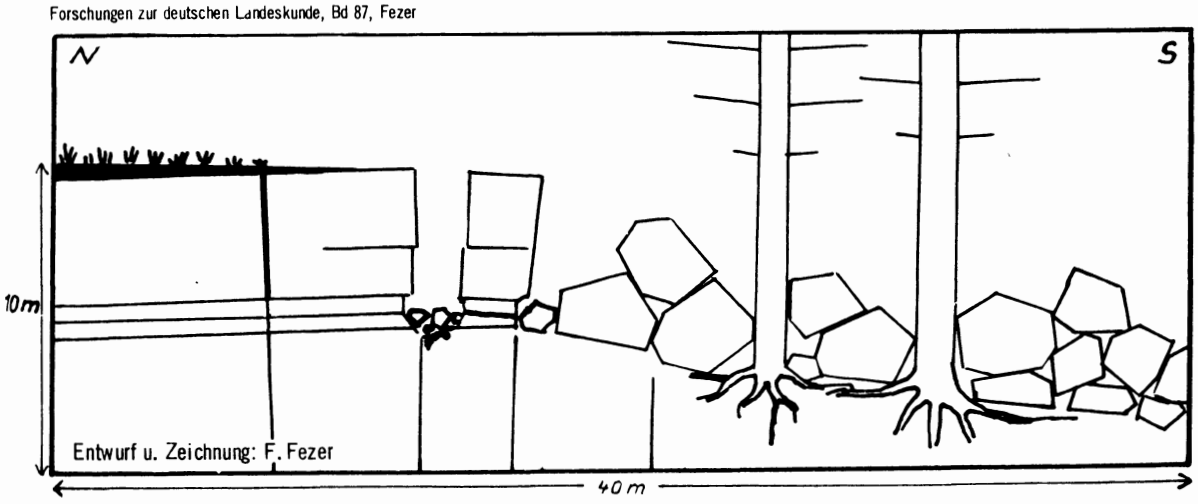


Abb. 10 Profil durch die Volzemer Steine NW Wildbad

Druck: Bundesanstalt für Landeskunde

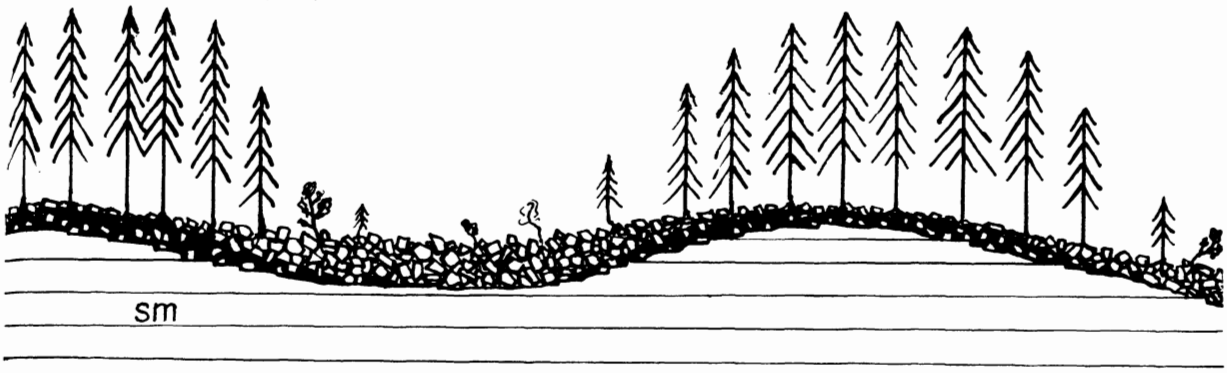


Abb. 11 Querschnitt durch zwei Blockströme am Schliffkopf

Entwurf u. Zeichnung: F. Fezer

Druck: Bundesanstalt für Landeskunde

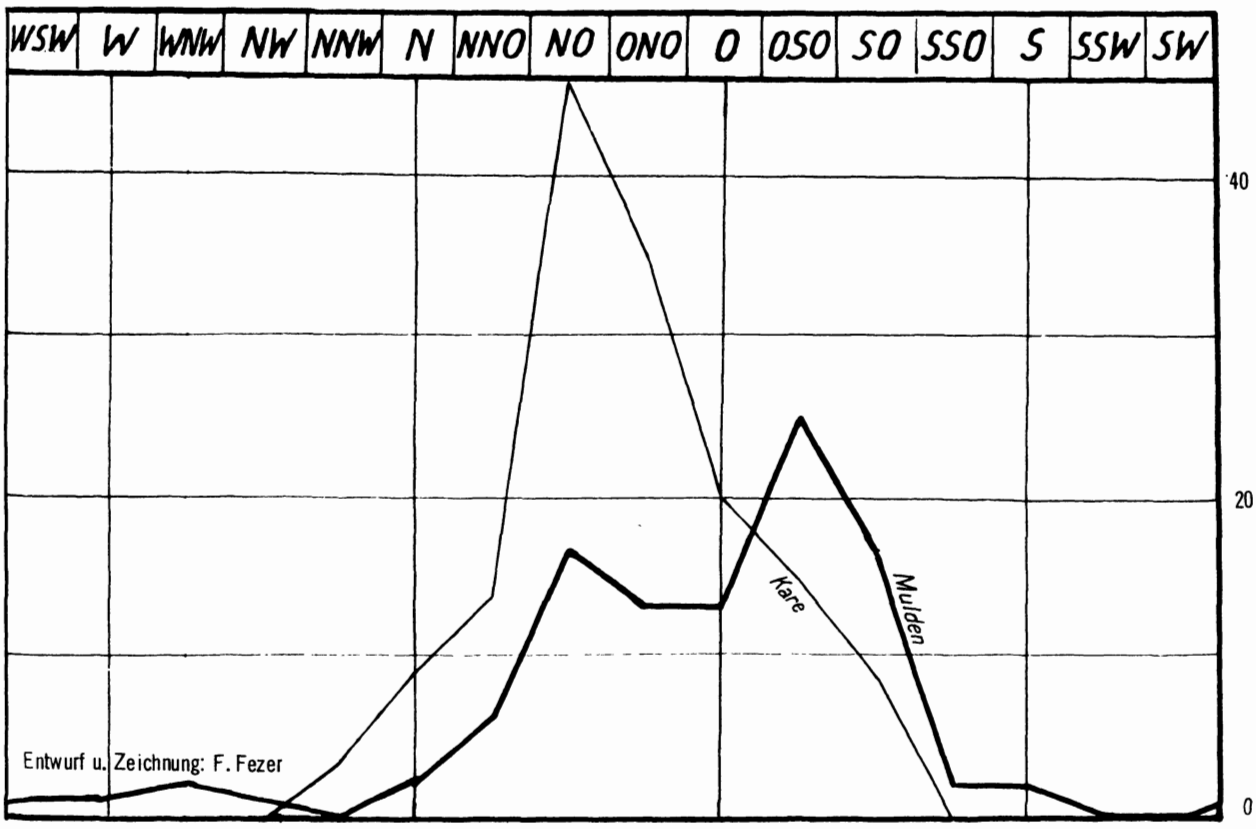


Abb. 12 Zahl der Mulden mit Fließerdeterrassen und der Kare zum Vergleich

Druck: Bundesanstalt fur Landeskunde

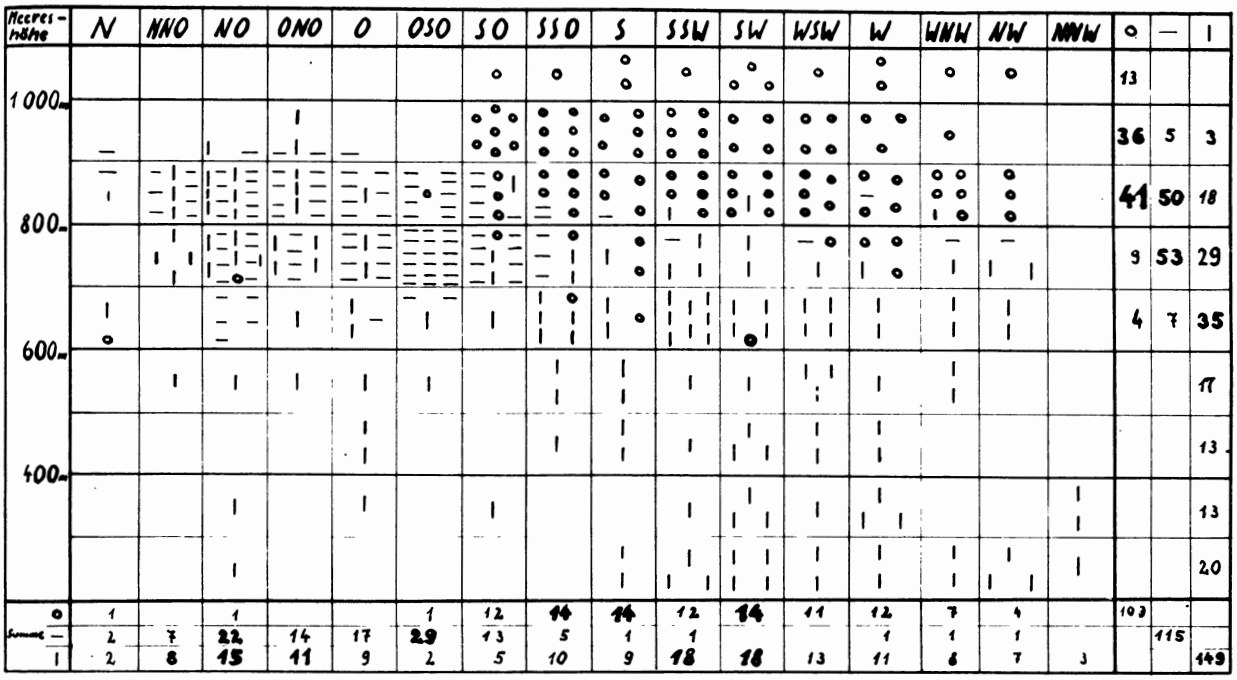


Abb. 13 Verbreitung von Blockmeeren, Fließerdeterrassen und asymmetrischen Tälern

o Blockmeer, Exposition des Hangs, — Fliesserdeterrassen, Expos. der Mulde, | As. Tal, Expos. des Steilhangs

Entwurf u. Zeichnung: F. Fezer

Druck: Bundesanstalt für Landeskunde

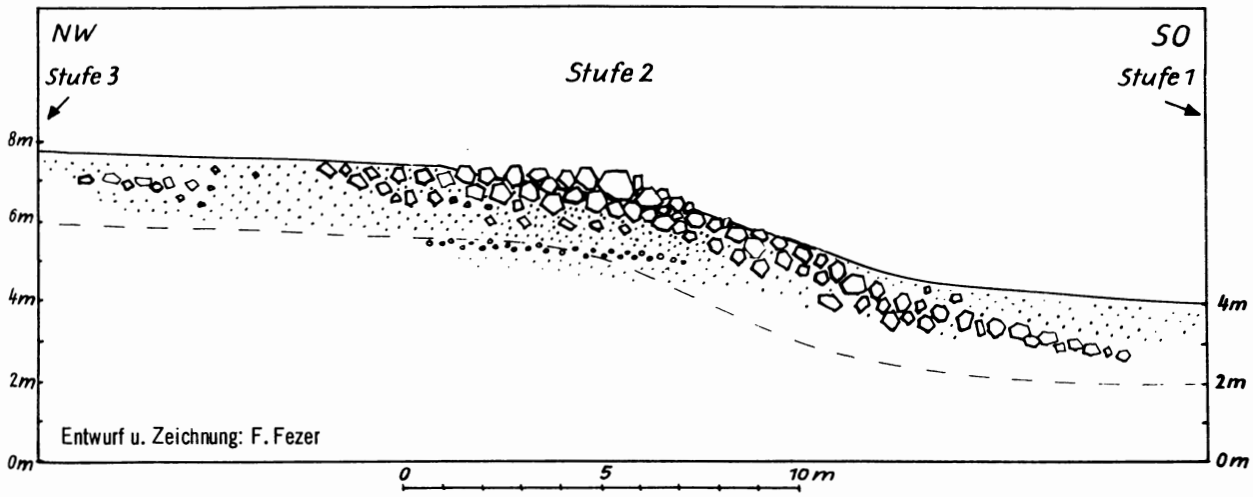


Abb. 14 Profil durch die zweite Fließerdeterrasse am Gäbelesbronnen

Blöcke (~doppelte Grösse) Feinsand Quarzgerölle aus smc2 — — — Untergrenze der Orterde

Druck: Bundesanstalt für Landeskunde

Bild 1: Nonnensteinkar Ende März. In der Bildmitte die östliche Riegelhälfte, deutlich vom Hang abgesetzt. Rechts der bewaldete Karboden. Karwand nur noch in Nordexposition schneebedeckt.

Bild 2: Mulde oberhalb der ehemaligen Lenzenmühle. Die an dem Gebüsch austretenden Quellen speisen zahlreiche Bewässerungskanäle.

Bild 3: Durch Erdrutsch aufgedeckter Gletscherschliff am Weiher (Kar 158) beim Ellbachsee. Der Gletscher hatte die Schichtstufe in der Bildmitte schon fast beseitigt, der Bach arbeitet sie wieder heraus (rechts). (Aufnahme Kast)

Bild 4: Die „Insel" bei Freudenstadt von Westen. Links hinter dem Wall der Forbach und der Finkenberg, rechts davor die Wanne des Langenbrunn. Oberfläche des Walls vorn kuppig (Pkt. 736), hinten eben.

Bild 5: Hochmoor auf der Breitloh, mit Heidekraut und Bergkiefern bewachsen. Der Entwässerungsgraben schließt 2 m Torf (bereits wieder unter Heide verborgen) und darunter noch 0,5 m einer Schuttdecke auf, an deren Oberfläche zahlreiche kürbisgroße Blöcke.

Bild 6: Steinbruch an der Straße Freudenstadt–Alpirsbach (Nordrand von Blatt Alp). Der Bausandstein fällt nach rechts (= SO) ein. Darüber 2 m Schutt, dessen Platten parallel zum Hang angeordnet sind. Der dunkle Streifen an der Oberfläche des Schutts rührt nur vom Schatten her.

Bild 7: Ganggranitbruch Bühlberg sw. Kniebis. Schuttdecke aus kleinen Gneisstückchen und nur 0,5–1 m mächtig, aber mit ebenflächiger Grenze gegen das Anstehende. Der kleine Absatz in der Mitte wird nur durch perspektivische Verkürzung vorgetäuscht.

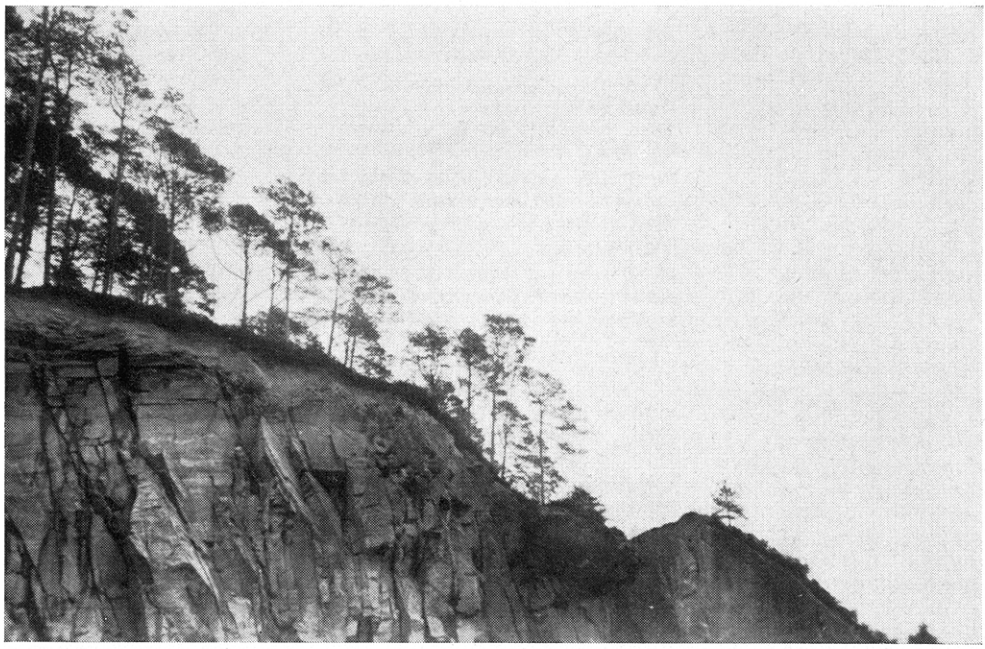


Bild 8: Porphyrbruch Seiter in Neuweiler in Baden-Baden. Am flachen Hang links geht das Anstehende allmählich in den über 1 m mächtigen, feinen Schutt über. Es ist noch 4 m tief stark zerrüttet, unverwendbar und wasserdurchlässig (Kiefern). Der 38° steile Hang rechts besteht aus fast nacktem, durch Bodenfließen abgehobeltem, undurchlässigem Fels (Fichten) und einzelnen groben Blöcken.

Bild 9: An der Geißträgerhütte (4 km w. Obertal) beginnt sich aus einer Schuttdecke ein Blockstrom zu bilden. In der Regenrinne ist alles Feinmaterial fortgeschwemmt; Bäume stürzen nach.

Forschungen zur deutschen Landeskunde

Veröffentlichungen des Zentralausschusses für deutsche Landeskunde und der Bundesanstalt für Landeskunde

Herausgegeben in Verbindung mit H. Kinzl, Th. Kraus, F. Metz, C. Schott, C. Troll von E. Meynen

Bd 46 D. Gurlitt: Das Mittelrheintal, Form und Gestalt. 1949. Zu beziehen durch Verlag Hirzel, Stuttgart. DM 7.50

Bd 47 Fr. Huttenlocher: Versuche kulturlandschaftlicher Gliederung am Beispiel von Württemberg. 1949. Zu beziehen durch Verlag Hirzel, Stuttgart. DM 4.00

Bd 48 E. Otremba: Nürnberg. Die alte Reichsstadt in Franken und ihr Weg zur Industriestadt. 1950. DM 7.80

Bd 49 J. Schaefer: Die diluviale Erosion und Akkumulation. Erkenntnisse über die Talbildung im Alpenvorland. 1950. DM 7.80

Bd 50 M. Keller-Haffenegger: Zur Hydrographie des Grund- und Quellwassers in den nördlichen Rheinlanden. 1950. DM 8.40

Bd 51 A. Willi: Die Stadt Rosenheim. Ihre Erscheinung u. Raumbeziehungen. 1951. DM 8.70

Bd 52 W. Oelmann: Die Entwicklung der Kulturlandschaft im Stift Neuzelle. 1950. DM 7.80

Bd 53 R. Timmermann: Die Talsperren am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges. Ihre Bedeutung und Ausnutzung. 1951. DM 8.40

Bd 54 H. Knickmann: Die Auswertung der Bodenschätzungs-Ergebnisse für Raumforschung und Landeskunde, dargestellt an einem Beispiel: Die Landwirtschaft im Bezirk Friedberg. 1951 DM 1.65

Bd 55 H. Blume: Das Land Hessen. 1951. DM 8.40

Bd 56 J. Hövermann: Die Entwicklung der Siedlungsformen in den Marschen des Elb- Weser-Winkels. 1952. DM 8.40

Bd 57 R. Keller: Natur und Wirtschaft im Wasserhaushalt der Rheinischen Landschaften. 1952. DM 14.80

Bd 58 R. G. Spöcker: Zur Landschaftsentwicklung im Karst des oberen und mittleren Pegnitz-Gebietes. 1951. DM 6.20

Bd 59 D. Weis: Die Großstadt Essen. Die Siedlungs-, Verkehrs- und wirtschaftliche Entwicklung des heutigen Stadtgebietes von der Stiftsgründung bis zur Gegenwart. 1951. DM 6.00

Bd 60 Fr. Metz: Ländergrenzen im Südwesten. 1951. DM 8.60

Bd 61 K. Ehemann: Das Bauernhaus in der Wetterau und im SW-Vogelsberg. 1953. DM 7.20

Bd 62 H. Bobek: Südwestdeutsche Studien. 1952. DM 5.90

Bd 63 O. Schlüter: Die Siedlungsräume Mitteleuropas in frühgeschichtlicher Zeit. 1952. DM 8.00

Bd 64 I. Leister: Rittersitz und adeliges Gut in Holstein und Schleswig. 1952. DM 6.00

Bd 65 E. Wiebel: Die Städte am Rande Berlins. 1955. DM 5.70

Bd 66 G. Schwarz: Regionale Stadttypen im niedersächsischen Raum zwischen Weser und Elbe. 1952. DM 5.70

Bd 67 H. Müller-Miny: Das Land an der mittleren Warthe in seiner naturräumlichen Gliederung. 1952. DM 9.50

Bd 68 K. H. Paffen: Die natürlichen Landschaften und ihre räumliche Gliederung. Eine methodische Untersuchung am Beispiel der Mittel- und Niederrheinlande. 1954. DM 16.00

Bd 69 K. Hottes: Die zentralen Orte im oberbergischen Lande. 1954. DM 7.80

Bd 70 A. Krenzlin: Dorf, Feld und Wirtschaft im Gebiet der großen Täler und Platten östlich der Elbe. 1953. DM 9.50

Bd 71 R. Klöpper: Entstehung, Lage und Verteilung der zentralen Siedlungen Niedersachsens. 1953. DM 8.40

Bd 72 P. Schöller: Die rheinisch-westfälische Grenze zwischen Ruhr und Ebbe-Gebirge. Ihre Auswirkungen auf die Sozial- und Wirtschaftsräume und die zentralen Funktionen der Orte. 1953. DM 6.20

Bd 73 K. H. Schröder: Weinbau und Siedlung in Württemberg. 1953. DM 9.80

Bd 74 O. Schlüter: Die Siedlungsräume Mitteleuropas in frühgeschichtlicher Zeit. 2. Heft. Erklärung und Begründung der Darstellung. 1. Das südliche und nordwestliche Mitteleuropa. 1953. DM 14.50

Bd 75 E. Ebers: Der Gletschergarten an der Deutschen Alpenstraße. 1952. DM 2.90

Bd 76 M. Kuhlmann: Bevölkerungsgeographie des Landes Lippe. 1954. DM 5.50

Bd 77 R. Koetzschke: Ländliche Siedlung und Agrarwesen in Sachsen. 1953. DM 14.50

Bd 78 H. Flohn: Witterung und Klima in Mitteleuropa. 2. Aufl. 1954. Zu beziehen durch Verlag Hirzel, Stuttgart. DM 24.00

Bd 79 H. Uhlig: Die Altformen des Wettersteingebirges mit Vergleichen in den Lechtaler und Allgäuer Alpen. 1955. DM 5.50

Bd 80 R. v. Klebelsberg: Südtiroler geomorphologische Studien. Das obere Eisacktal. 1953. DM 6.75

Bd 81 H. Schirmer: Die räumliche Struktur der Niederschlagsverteilung in Mittelfranken. 1955. DM 6.35

Bd 82 A. Müller-Franck: Stand und Veränderungen des Anbaus in Nordbaden zwischen 1913 und 1950. 1955. DM 5.50

Bd 83 H. Roewer: Linksniederrheinische städtische Siedlungen. 1955. DM 14.00

Bd 84 U. Crämer: Das Allgäu. 1954. DM 7.20

Bd 85 J. Blüthgen: Die Eisverhältnisse der Küstengewässer von Mecklenburg-Vorpommern. 1955. DM 14.50

Bd 86 E. Schmidt: Morphologische Studien im Hinteren Odenwald und Bauland. 1955. DM 5.60

Bd 87 F. Fezer: Eiszeitliche Erscheinungen im nördlichen Schwarzwald. 1957. DM 9.50

Bd 88 J. Körber: Morphologie der Leinetallandschaft im Raume Elze–Kreiensen. 1955. DM 6.35

Bd 89 A. Leidlmair: Die Formenentwicklung im Mitter Pinzgau. 1956. DM 6.00

Bd 90 E. Michel: Die Altstadt von Köln und ihr Wiedererwachen nach der Zerstörung. 1956. DM 6.50

Bd 91 R. Oehme: Joannes Georgius Tibianus. Ein Beitrag zur Kartographie und Landesbeschreibung Südwestdeutschlands im 16. Jahrhundert. 1956. DM 7.80

Bd 92 K. Gatzen: Die landwirtschaftsgeographische Struktur des nördlichen Rur-Erft-Landes. In Vorbereitung.

Bd 93 H. Pape: Die Kulturlandschaft des Stadtkreises Münster um 1828 auf Grund der Katasterunterlagen. 1956. DM 8.10

Bd 94 R. v. Klebelsberg: Südtiroler geomorphologische Studien. Das Pustertal (Rienz-Anteil). 1957. DM 8.00

Bd 95 A. Winterberg: Das Bourtanger Moor. Im Druck.

Bd 96 D. Fliedner: Geomorphologische Untersuchungen im nördlichen Odenwald. 1957. DM 5.60

Bd 97 G. Roschke: Witterung und Klima des Flussgebietes der Warthe. In Vorbereitung.

Bd 98 L. Hempel: Das morphologische Landschaftsbild des Unter-Eichsfeldes unter besonderer Berücksichtigung der Bodenerosion und ihrer Kleinformen. 1957. DM 5.00

Bd 99 K. Klaus: Natur und Gliederung des Blattes Stendal der Topographischen Übersichtskarte des Deutschen Reiches 1 : 200000. In Vorbereitung.

Bd 100 E. Meynen, R. Klöpper, J. Körber: Rheinland-Pfalz in seiner Gliederung nach zentralörtlichen Bereichen. Im Druck.

SELBSTVERLAG DER BUNDESANSTALT FÜR LANDESKUNDE

REMAGEN (RH.)