

Die Gletscher des Böhmerwaldes zur Eiszeit

Mit 15 Abbildungen auf 3 Tafeln

VON
PROF. DR. ALFRED RATHSBURG

SONDERABDRUCK

aus dem 22. Bericht der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Chemnitz

1 9 2 8

Inhalt.	Seite
Einleitung	65
I. Zur Geschichte der Glazialforschung im Böhmerwald	72
II. Eigene Beobachtungen und Schlußfolgerungen über Gletscherspuren im Böhmerwald	78
1. Der Plöckensteingletscher	78
2. Die drei Rachelgletscher	88
3. Stubenbacher See- und „Alte Schwelle“-Gletscher	93
4. Der Lakkagletscher	98
5. Der Teufelsseegletscher	100
6. Der Schwarze See-Gletscher	104
7. Der Große Arbersee-Gletscher	108
8. Der Kleine Arbersee-Gletscher	119
III. Zur Frage der Entstehung der Böhmerwald-Seen und der Zeit der Vergletscherung	131
1. Zur Entstehung der Seebecken und Kare	131
2. Die Zeit der Vergletscherung	135
IV. Über etwaige weitere Glazialspuren im Böhmerwald	138
1. Theoretische Betrachtungen, drei Kriterien	138
2. Anwendung der drei Kriterien	147
V. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse	156
VI. Übersicht der amtlichen Karten	161

Einleitung.

Im Juli 1921 unternahm ich mit 10 Schülern der Oberklassen des Realgymnasiums Chemnitz einen geologisch-geographischen Lehr- ausflug in den Böhmerwald. Dabei fielen mir südlich des Kleinen Arbersees einige Felsblöcke auf, die mir als „Rundhöcker“ erschienen. Eine genauere Verfolgung dieses Gedankens war damals nicht möglich. In den folgenden Jahren führte ich eine Anzahl Primaner und Studenten ebenfalls zu erdkundlichen Studienzwecken in verschiedene Gebiete der Alpen, ins Wettersteingebirge, in die Allgäuer Alpen und über die Öztaler Alpen und die Südtiroler Dolomiten bis über den Gardasee nach Verona und Venedig. So kam ich erst 1926 dazu, als einstiger Schüler Felix Wahnschaffes (Berlin) und Hermann Credners (Leipzig) den eiszeitlichen Gletscherspuren, zunächst nur

am Großen Arber, sodann im Böhmerwald überhaupt, etwas genauer nachzugehen.

Diesem Zwecke dienten drei Exkursionen, zu Michaelis 1926, Pfingsten 1927 und im Juli und August 1927, von zusammen vier Wochen Dauer.

Die erste, Michaelis 1926, galt der Frage, ob die 1921 am Kleinen Arbersee beobachteten Rundbuckelformen echte Rundhöcker glazialen Ursprunges seien, und führte zu einer Bejahung dieser Frage, daneben zu einer völligen Bestätigung der Resultate, die Joseph Partsch (Die Gletscher der Vorzeit in den Karpathen und den Mittelgebirgen Deutschlands, 1882, S. 109) durch eigene Beobachtung vor Jahrzehnten schon am Kleinen Arbersee gewonnen hatte, und zu ihrer Erweiterung, vor allem aber zur Auffindung eines für die Wissenschaft neuen, bisher noch nirgends geschilderten und auf keiner Karte verzeichneten, kleinen Kares mit völlig wagerechtem Sumpfboden, das in die Nordwand des Sattels zwischen Großem und Kleinem Arber, 125 m über dem Kleinen Arbersee, eingesenkt ist, mit prächtigen Rundbuckeln ringsherum am unteren Rande und weitausgedehnten, hervorragend gut erhaltenen Rundbuckelflächen unterhalb.

Die zweite Exkursion, Pfingsten 1927, galt wiederum der Umgebung des Kleinen Arbersees und führte zu einer Durchkletterung des Arberabfalles vom Sattel des „Bankel“ (1271 m) durch das sogen. „Kleine Seeloch“ hinunter zum Kleinen Arbersee, wodurch einerseits das Fehlen einer etwaigen weiteren kleinen Karnische, oberhalb der auf der ersten Exkursion entdeckten bei 1050 m Höhe, andererseits das Vorhandensein von Rundbuckelformen bis hoch über das erwähnte Kar hinauf festgestellt wurde. Auch den zwei südlichen Rachelkaren wurde ein Besuch abgestattet.

Die dritte Exkursion, Ende Juli und erste Hälfte August 1927, besuchte systematisch alle 8 Böhmerwaldseen und deren Umgebung, soweit sie für die eiszeitliche Vergletscherung in Betracht kommen konnte. Schon am ersten der besuchten Seen, dem Plöckensteinsee, erwies sich, daß keineswegs nur der „König des Böhmerwaldes“, der Große Arber, vermöge seiner überragenden Höhe eine stärkere, die Grenzen der heutigen Seefläche überschreitende Vereisung erfahren hat, wie wir sie am Kleinen Arbersee kennengelernt hatten. Was am Plöckensteinsee gefunden wurde, ein ausgezeichnet entwickelter End- und Seitenmoränenwall, mit mehreren deutlichen Rückzugsstadien, der bis tief unter die Höhe des heutigen Seespiegels herabgeht — am Plöckensteinsee 150 m —, fand sich an sämtlichen anderen B. W.-Seen*), bald stärker, bald schwächer wieder. Damit ist unsere bisherige Vorstellung, daß die B. W.-Vergletscherung sich auf kleine Gletscher beschränkte, die lediglich den Raum der jetzigen Seen ausfüllten, unhaltbar geworden. An allen Seen reichten vielmehr die Gletscher über das heutige See-Areal, beiderseits rechts und

*) Das Wort „Böhmerwald“ soll im folgenden immer „B. W.“ abgekürzt werden.

links und talabwärts, hinaus. An keinem der B. W.-Seen handelte es sich nur um eiszeitliche „Firnflecken“; an keinem der Seen können die vorhandenen Moränenwälle etwa nur als „Sturzmoränen“ aufgefaßt werden, also als Ansammlungen der über die Firnflecke abgerutschten Felsblöcke, sondern überall besorgten echte, wenn auch kurze, Gletscher den Transport des Moränenmaterials, z. T. mit gigantischen Blöcken, bis in verschieden weite Entfernung unterhalb und seitwärts der heutigen Seenenden. Seiten- und Endmoränen der B. W.-Gletscher sind — im Gegensatz zur bisherigen Anschauung — z. T. hervorragend typisch entwickelt, so daß sie geradezu Schulbeispiele darstellen. Höhen des Moränenwalles von 10 m und mehr sind häufig, der Außenabfall der äußersten Stirnmoräne am Plöckensteinsee erreicht an einer Stelle fast 40 m Höhe; Zungenbecken und die verschiedenen Rückzugsetappen des Gletschers können z. B. am Kleinen Arbersee und Plöckensteinsee ausgezeichnet studiert werden. Rundbuckel zweifellos glazialen Ursprunges wurden noch an mehreren Seehängen gefunden.

Entsprechen somit die Ergebnisse in geologischer und glazialmorphologischer Hinsicht den gehegten Erwartungen, so sind sie weit weniger befriedigend in rein hypsometrischer und topographischer Beziehung. Eine detaillierte topographische Aufnahme des Moränensystems, wie ich sie anfangs für die Umgebung des Kleinen Arbersees plante, erwies sich mangels jeder genaueren topographischen Unterlage, vor allem jeder Höhenlinienkarte größeren Maßstabes, als undurchführbar. Paul Wagner (Die Seen des Böhmerwaldes, Mitteil. d. Ver. f. Erdkunde zu Leipzig, 1897) verwandte für seine Arbeiten an den Seen die photographischen Kopien der österreichischen Originalaufnahmen 1 : 25 000 und die bayrischen Forstwirtschaftskarten im Maßstabe 1 : 10 000. Aber schon die auf Grund dieser entworfenen 4 Spezialkarten von Seenumgebungen im Maßstabe 1 : 10 000 und 1 : 25 000, die der Wagnerschen Arbeit beigegeben sind, die ich in der Natur selbst nachprüfen konnte, bewiesen die fast völlige Wertlosigkeit auch dieser Karten für unsere Zwecke, da sie die Isohypsen rein schematisch darstellen und keine Spur der 10 m Höhe übersteigenden Moränenwälle aufzeigen. So verzichtete ich absichtlich auf deren Beschaffung, zumal da auf der früher österreichischen, jetzt tschechoslowakischen Seite des B. W., wo die Mehrzahl der Seen liegt, der politische Besitzwechsel sich kaum im Sinne einer leichteren Beschaffung der der Allgemeinheit überhaupt nicht zugänglichen Forstspezialkarten, durchweg in der Nähe der politischen Grenze, und jeder See wieder einer anderen Amtsstelle unterstehend, ausgewirkt haben dürfte. Zurzeit ist eine Neuaufnahme der Arbergegend im Maßstabe der bayrischen Katasterblätter 1 : 5 000 im Gange. Aber abgesehen davon, daß bis zur Publikation der darauf zu gründenden Meßtischblätter im Maßstabe 1 : 25 000 noch Jahre vergehen werden, sie nützt nichts für alle übrigen Seengebiete. Die bisher vorliegenden, genauesten amtlichen Karten, reine schwarze Schraffenkarten im Maßstabe 1 : 50 000 für die Gegend

des Arber und Rachel und deren Seen, die Blätter Zwiesel west und Zwiesel ost des „Topographischen Atlas von Bayern“, stammen aus dem Jahre 1870 (!).

Auch ist m. E. kein geologisch ungeschulter Topograph imstande, ein so unruhiges Gelände, wie es das Moränengebiet unterhalb des Kleinen Arbersees ist, richtig darzustellen. Er wird meist nur Steinanhäufungen, ein regelloses Auf und Nieder des Geländes, sehen, wo der Geologe, mit den Gesetzen der Gletscherakkumulation und der nachträglichen Wassererosion und Denudation vertraut, Innen- und Außenseite eines Moränenwalles, ursprüngliche Blockstreu und nachträgliche Verwaschung, erhaltene oder zerstörte Hufeisenformen, Teilungenbecken und Rückzugsstadien mühelos unterscheidet. Es wäre überhaupt erwünscht, daß der aufnehmende Topograph grundsätzlich geologisch durchgebildet wäre. Er wird dann alle Geländeformen genetisch und damit auch schärfer und richtiger erfassen und danach wiedergeben können. In Sachsen wird dieser Gedanke seit Jahren besonders von dem früheren Chef der sächsischen Landesaufnahme, Oberstleutnant a. D. Dr. Curt Treitschke, Dresden, vertreten, dem jeder Geograph und Geolog aus wissenschaftlicher Überzeugung heraus natürlich nur zustimmen kann. Aus solchen Erwägungen hat man kürzlich an der Technischen Hochschule in Wien ein Lehrfach „Geländeformenkunde“ eingeführt, als Pflicht- und Staatsprüfungsgegenstand für alle Hörer der Abteilung für Vermessungswesen. Vortragender und Prüfender für das dreistündig zu lesende Fach ist der Vertreter der Geologie (Ztschr. f. Geomorphologie 1. Bd., 1925/26, S. 301).

So blieb mir, mangels jeder Höhenschichtenkarte, zur Höhenbestimmung nur das Barometer. Ich verwandte ein kompensiertes Höhenaneroïd Nr. 14296 der Firma Lufft in Stuttgart, das infolge der Verwendung einer drehbaren Höhenskala die Höhe bis 1800 m über dem Meere direkt ablesen läßt (Teilstriche von 10 zu 10 m). Der Bezug der täglichen Wetterkarten der bayrischen Landeswetterwarte in München während der Untersuchungen im Felde ließ feststellen, daß im B. W. z. B. an der 750 m hoch, nördlich vom Rachel, gelegenen Station Buchenau, abgesehen von einem einzigen Tage mit heftigem Gewitter (Nacht vom 3. zum 4. August 1927), die tägliche Barometerschwankung an keinem Tage zwischen 7⁰⁰ früh und 9⁰⁰ abends 2,7 mm überstiegen hat (was einer Höhendifferenz von rund 30 m entsprechen würde); aber auch diese Schwankung wurde praktisch ausgeschaltet durch die tägliche Neueinstellung des Höhenmessers früh und Abend auf eine bekannte Höhe (Berggipfel oder Seespiegel).

Wenn trotzdem in bezug auf Exaktheit der Zahlen nicht die Genauigkeit erzielt wurde, die mir vorschwebte, so dürfte das an anderen, lokalen Ursachen liegen, die aber wohl in alle Zukunft bei keinem noch so exakt arbeitenden Höhenmesser bei Arbeiten in den Moränengebieten des B. W. auszuschalten sind: an den ständigen, unvermeidlichen Erschütterungen, denen das Instrument bei dem

täglichen Klettern, ja Springen von einem zum andern Moränenblock, dem fortwährenden Auf und Ab zwischen Blöcken und den Löchern dazwischen, aber auch sonst infolge der vielfach schlechten Wege bis zu völliger Wegelosigkeit, ausgesetzt war und ausgesetzt werden mußte. Ich suchte solche Störungen, die bisweilen direkt beobachtet werden konnten am Instrument, praktisch möglichst auszuschalten durch fortgesetztes Vergleichen mit bekannten, der Karte zu entnehmenden Höhenzahlen und eventuelles Interpolieren. Freilich auch diese, auf nivellitischen Bestimmungen beruhenden Höhenzahlen erscheinen in einem etwas anderen Lichte, wenn wir hören, daß z. B. für den Spiegel des Großen Rachelsees die amtlichen Höhenangaben um nicht weniger als 24 m differieren. Ja, von Topographen der bayerischen Landesaufnahme, die zurzeit das Arbergebiet neu aufnehmen, und mit denen ich im gleichen Gasthaus in Sommerau wohnte, hörte ich, daß bei der jetzigen Neuaufnahme gegenüber der früheren schon Höhendifferenzen bis zu 60 m (!) gefunden worden seien. Solche Dinge sind wesentlich zur richtigen Beurteilung der von uns anzuführenden Höhenzahlen.

Trotzdem glaube ich, daß viele der gewonnenen und hier zum ersten Male angegebenen Höhenzahlen, die ich grundsätzlich auf 5 oder 0 abrundete, absolut oder bis auf 5 m richtig sind, bezogen auf die Höhenzahlen der bis jetzt vorliegenden amtlichen Karten; es mögen aber auch einige Zahlen, zumal nach oft stundenlangem Umherklettern in Moränengebieten, um 10 und selbst 20 m unrichtig gefunden sein. Da auch die bayrische Generalstabkarte im Maßstabe 1 : 50 000 nur eine Schraffenkarte ist ohne jede Höhenlinie, fehlte jede Kontrollmöglichkeit durch die Karte. Unter diesem Gesichtswinkel bitte ich sämtliche absoluten Höhenangaben zu betrachten, sie sollen in erster Linie nur „arbeitshypothetischen“ Charakter tragen und werden dem nachprüfenden Beobachter immerhin die Möglichkeit einer wesentlich leichteren Orientierung geben, als gar keine. Alle Höhenzahlen sind also nur Mittel zum Zweck, nicht Selbstzweck! Dasselbe gilt von den Entfernungszahlen in wagrechter Richtung, auch sie sollen nur einen ungefähren Anhalt zur Orientierung geben, sind nirgends gemessen, sondern immer nur, nach Schrittzählung, geschätzt. Die Arbeit legte ihren Wert keineswegs auf Festlegung möglichst genauer topographischer Zahlen, in einem Gelände mit denkbar ungünstigen kartographischen Unterlagen, sondern vielmehr auf Gewinnung eines im Wesentlichen richtigen morphologischen und geologischen Bildes, dessen topographische Einzelheiten am Wesen des Ganzen nichts ändern.

Last, not least, sei sodann noch der besonderen Schwierigkeiten gedacht, die der B. W. der Erforschung seiner Moränengebiete entgegensteht. Sie sind es wohl in erster Linie, die bisher eine genauere Darstellung der Glazialbildungen im B. W. verhindert haben: Über 99 % des in dieser Arbeit untersuchten Gebietes liegen im Wald, in teilweise schwer, teilweise fast ungangbarem Gelände. An der einen Grenze der Wegsamkeit liegt die Blockwüste des

„Steinernen Meeres“ am Plöckensteinsee mit ihren vielen, bis über 5 m hohen, Blöcken und ihrem Wirrwarr von Krummholz dazwischen, der gewisse Partien der äußersten linken Seitenmoräne am Stubenbacher See nichts nachgeben, auf der andern Seite der Wegsamkeit liegt das Vegetationsdickicht am Seewandweg südlich oberhalb des Großen Arbersees, in dem man buchstäblich hängen bleiben kann. Die Karwände hinter den Seen, deren wir wenigstens einige auf der Suche nach Rundbuckeln z. T. durchstiegen haben, sind nichts weniger als bequem zu „begehen“. Macht Nebel jedes Umherklettern in den Moränengebieten unmöglich, so bieten bei Sonne und Wärme gerade diese Blockgebiete u. U. Kreuzottern angenehmsten Aufenthalt, was bei der oft stundenweiten Entfernung von der nächsten menschlichen Wohnstätte verhängnisvoll werden kann. Ein einfaches Ausgleiten auf einer der tausend Steinflächen, die man im Laufe der Zeit zu überschreiten hat, mit der einfachsten Fußverstauchung kann den allein gehenden Forscher in diesen Waldeinöden, abseits jeden menschlichen Verkehrs, dem Hungertode ausliefern. Es ist kein Geringerer, als ein so begeisterter Glazialforscher, wie Jos. Partsch, der in seinem letzten Werke „Die hohe Tatra zur Eiszeit“, 1923, von der Tatra sagt (S. 152): „Der Raum innerhalb des Moränengürtels ist ein unübersichtliches, von dichtem Wald und Gestrüpp durchwachsones Blocklabyrinth. Einen Tag bin ich darin topographisch arbeitend einsam umhergestiegen. Dann habe ich auf eine Fortsetzung verzichtet. Ich habe meinen Anteil an dieser Art Moränenaufnahme in jungen Jahren mit einem Beinbruch“ (in der großen Schneeegrube im Riesengebirge) „ausreichend bezahlt. Erst eine Periode der Entwaldung mag die Einzelheiten dieses Geländes klären.“ Und weiter (S. 10): „Oft kann nur die zeitweilige Entwaldung das Bild einer Moränenlandschaft klären. Deshalb ist ein Menschenalter der Beobachtung kaum ausreichend zum Gewinnen einer vollen Übersicht. Von der geduldigen, beharrlichen Arbeit, die nötig ist, um ein Moränengebiet unter der Walddecke in seinem Zusammenhange und seiner Gliederung richtig aufzufassen, kann nur die Erfahrung eine treffende Vorstellung geben.“

Aus ähnlichen Erwägungen heraus war es von Anfang an mein Wunsch, die beabsichtigte Untersuchung der Glazialspuren des B. W. nicht allein durchzuführen. Ich fand drei treue Begleiter meiner Wanderungen in meinen Schülern, den Herren Joachim Rögner, Helmut Sieber und Hans Beyer, 1926 noch als Oberprimaner, 1927 Studenten. J. Rögner begleitete mich auf allen drei B. W.-Exkursionen, H. Sieber auf zweien, H. Beyer auf der letzten, ausgedehntesten Exkursion. Mit J. Rögner durchstieg ich die 350 m hohe Steilwand hinter dem Kleinen Arbersee; die genauere Durchforschung der Kleinen Arbersee-Gegend erfolgte vorwiegend mit J. Rögner und H. Sieber, an der Erkundung der Glazialspuren am Schwarzen und Teufelssee, am Großen Arbersee und im nördlichen Rachelkar hat nur H. Beyer teilgenommen. Ihm danke ich auch eine Anzahl photographischer Aufnahmen, deren Entwicklung mein

Amtsgenosse Herr Studienrat Georgi freundlicherweise übernahm, und von denen einige dieser Abhandlung beigegeben sind. Es ist mir ebenso eine angenehme Pflicht, wie Herzensbedürfnis, meinen drei jungen Freunden für ihre treue Begleitung und werktätige Mithilfe bei der Verfolgung von Glazialspuren auch an dieser Stätte meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Unsere Beobachtungen knüpfen absichtlich überall an die Natur selbst an und sind daher unabhängig von allem, was bisher über die B. W.-Gletscher geschrieben worden ist.

Die wertvolle Arbeit Paul Wagners (s. o. S. 67) über die B. W.-Seen kam mir, da vergriffen, erst nach unserer ersten Exkursion zu Gesicht. Aus ihr ersah ich, daß die Rundbuckelformen, die mir 1921 oberhalb des Kleinen Arbersees aufgefallen waren, und die wir inzwischen als echt glazialen Ursprunges erkannt hatten, auch von P. Wagner schon bemerkt worden waren, es sind seine „ziemlich glatt geschuerten“ Felsen (S. 37). Inzwischen hatten wir im Auffinden weiterer echter Rundhöcker auch viel höher oben am Gehänge, unterhalb, in dem und oberhalb des neu gefundenen Kares Glück gehabt. Neu war mir ferner, daß „sanftgerundete Buckel“, „gerundete“ oder „geglättete“ Glimmerschieferfelsen, Felsen „in Rundhöckerform“ auch von P. Wagner bereits am Teufelssee beschrieben waren, nachdem schon 1887 Penck, Böhm und Rodler diese Dinge von der gleichen Stätte als „höchst auffällig“ geschildert hatten, ohne mit Sicherheit daraus die entsprechenden Schlüsse in glazialgeologischer Hinsicht zu ziehen. Erst vor unserer letzten, großen Exkursion lernte ich den „Bericht über eine gemeinsame Exkursion in den Böhmerwald“ von A. Penck, A. Böhm und A. Rodler (Ztschr. d. Deutsch. geolog. Gesellsch. 39. Bd., 1887, S. 68—77) kennen, in dem diese gegen Fr. Baybergers „Geographisch-geologische Studien aus dem Böhmerwalde (Peterm. Mitteil. Erg.-Heft Nr. 81, 1886) das Wort ergreifen und den phantastischen Vorstellungen Baybergers über eine extrem weit ausgedehnte Vergletscherung des B. W. ein für allemal ein Ende machen.

Nach Abschluß der Untersuchungen im Felde fügte ich eine Woche Studium der einschlägigen Literatur der letzten 25 Jahre über Gletscher und Eiszeit an, um festzustellen, ob etwa von anderer Seite inzwischen irgendwelche Untersuchungen über die Eiszeit im B. W. durchgeführt wären, die mir bisher entgangen waren. Der Direktor des Geographischen Instituts der Universität Berlin, Herr Prof. Dr. N. Krebs, bez. auch in seiner Vertretung Herr Prof. Baschin, war so liebenswürdig, mir zu diesem Zwecke die Benutzung der Bibliothek des geographischen Instituts Berlin während acht Tagen zu Michaelis 1927 zu gestatten. Beiden Herren sei auch hier nochmals mein verbindlichster Dank ausgesprochen. Das Studium der Literatur ergab, daß tatsächlich, abgesehen von der Arbeit P. Wagners über die B. W.-Seen (1897), die naturgemäß ihr Hauptaugenmerk auf die Seen selbst richten mußte, und ganz gelegentlichen Bemerkungen weniger anderer Autoren, das Studium der

Glazialerscheinungen im Böhmerwald seit Pencks, Böhms und Rodlers scharfer, aber nur allzu berechtigter Kritik aus dem Jahre 1887 an der Arbeit Baybergers, d. h. seit 40 Jahren so gut wie völlig geruht hat. Diese Lücke auszufüllen, ist der Zweck der vorliegenden Arbeit.

I. Zur Geschichte der Glazialforschung im Böhmerwald.

Während man in den anderen gleich hohen deutschen Mittelgebirgen, wie Schwarzwald, Vogesen und Riesengebirge, schon lange die Spuren eiszeitlicher Gletscher richtig erkannt und gedeutet hat — in den Vogesen erkannte man Gletscherspuren schon im Jahre 1837 und im Schwarzwald erklärte schon 1862 A. C. Ramsay den Feldsee für einen glazialen Karkessel —, hat es im B. W. verhältnismäßig lange gedauert, bis die Erkenntnis vom Vorhandensein echter Glazialspuren auch hier sich durchgesetzt hat. Dabei sind fast bis auf den heutigen Tag nur die Seen und die sie beherbergenden Kare oder karähnlichen Hohlformen allgemein als Glazialrelikte anerkannt. Dagegen ist, abgesehen etwa vom Kleinen Arbersee mit Rücksicht auf die Autorität von J. Partsch, die Moränennatur der die Seen unten abschließenden Wälle bis heute noch umstritten; und außer am Kleinen Arbersee sind weiter vom See weg sich erstreckende Moränen, wie sie an allen Seen vorliegen, überhaupt unbekannt.

Zur Gewinnung eines Überblicks wollen wir die wichtigsten Autoren, die sich mit der Frage der Vergletscherung des B. W. beschäftigt oder zu ihr Stellung genommen haben, in historischer Reihenfolge anführen.

1868 äußert sich v. Gümbel, der hervorragende Kenner und Erforscher des bayrisch-böhmischen Waldes in seiner „Geognostischen Beschreibung des ostbayrischen Grenzgebirges“, Gotha, Justus Perthes, S. 816: „Unser Waldgebiet läßt weder die Spuren einstiger Vergletscherung mit Sicherheit erkennen, noch die Beweise für die Tätigkeit früher vorhandener Gletscher finden. Man begegnet hier weder erratischen Blöcken, noch Moränen, noch Glazialschuttmassen oder Gletscherschliffen. Dagegen tragen die Schutt- und Lehmablagerungen ganz den Charakter fluviatiler Gebilde an sich.“

Als zweiter — und zwar, um dies gleich vorzunehmen, bis heute weitaus schärfster — Beobachter, dessen Wahrnehmungen sich bis in alle Einzelheiten bestätigt haben — kommt J. Partsch (Die Gletscher der Vorzeit in den Karpathen und Mittelgebirgen Deutschlands, Breslau 1882, Wilh. Köbner). Er „empfindet unwillkürlich die Neigung, auch beim B. W. die so merkwürdig auf eine ziemlich schmale Höhenstufe (920—1080 m) verteilte Reihe kleiner Hochseen in der Nachbarschaft der dominierenden Gipfel mit Glazialerscheinungen der Vorzeit in Beziehung zu bringen.“ Seine Beschreibung des Moränengeländes unterhalb des Kleinen Arbersees, dessen unteres Ende er genau übereinstimmend mit unseren

Messungen 90 m unterhalb des Spiegels des Kleinen Arbersees angibt, ist bis heute das Beste, nahezu das Einzige, was an wirklich Wertvollem über Moränen im B. W. geschrieben worden ist. Trotz des Mangels geschrammter und polierter Geschiebe hegt er „an dem glazialen Charakter der Ablagerung unterhalb des Kleinen Arbersees, namentlich an der Moränenatur der großen Wälle mit z. T. gigantischen Blöcken, nicht den mindesten Zweifel“. Man muß sich fast wundern, daß der Satz, der unmittelbar auf die Mitteilung seiner Ergebnisse am Kleinen Arbersee folgt, bis heute so wenig Beachtung gefunden hat: „Im ganzen steht demnach im B. W. die Glazialforschung erst am Anfange ihrer Arbeit.“

Im gleichen Jahre, 1882, spricht A. Penck in seiner „Vergletscherung der deutschen Alpen“, Leipzig, S. 434, die Vermutung aus, daß auch der B. W. eiszeitliche Gletscher getragen habe und bringt die Seen in ursächliche Verbindung mit den einstigen Gletschern.

1884 hebt derselbe Penck in seinem Vortrag über die „Geographischen Wirkungen der Eiszeit“ auf dem 4. deutschen Geographentag in München (Verhdl. d. 4. deutsch. Geogr.-Tages, München, 1884, S. 66—84) hervor, daß zwar v. Gumbel — siehe oben S. 72 — noch keine Moränenablagerungen im B. W. habe finden können, aber andererseits „das orographische Leitfossil“ einstiger Gletscher, Zirken und Seebecken, im B. W. nicht fehlen. „Wenn der Arber- und Rachelsee als glaziale Werke angesehen werden sollten (!), so würde daraus die Höhe der alten Schneelinie unter 49° nördlicher Breite zu 1200 m zu veranschlagen sein.“ Eine beigegebene Karte der Höhenlage der Schneelinien (Isochionen) über Europa läßt heute die Schneelinie von 2300 m, in der Eiszeit die von 1150 m über Eisenstein verlaufen.

Zwei Jahre später, 1886, folgt die bisher eingehendste Arbeit über die Vergletscherung des Böhmerwaldes, Fr. Baybergers „Geographisch-geologische Studien aus dem Böhmerwald, die Spuren alter Gletscher, die Seen und Täler des Böhmerwaldes“ (Peterm. Mitteil. Erg.-Heft Nr. 81, Gotha, Justus Perthes). Die Arbeit ist in ihren wesentlichen Stücken und Schlußfolgerungen eine Fehlarbeit. Bayberger stellte sich die Verbreitung der eiszeitlichen Gletscher im B. W. viel zu ausgedehnt vor, nahm eine große, zusammenhängende Flächenvergletscherung des gesamten höheren B. W. an (im Norden z. B. bis über Winterberg, Bahnhof 700 m hoch, hinaus) und glaubte in angeblichen Moränen, die im nächsten Jahr von sachkundigerer Seite als einfacher Gehängelehm festgestellt wurden, in Schrammen, die auf Rutschflächen (Harnische) oder auch Wagenspuren zurückführten, Beweise für seine weitausgedehnte Vergletscherung zu haben. Seine Karte zeigt Gletscherschliffe und Moränen noch wenig nördlich von Passau und Regensburg!

Diese „kühnen Vermutungen über riesige Talgletscher“ wurden, um mit Partsch zu reden, „schnell ins Schattenreich verwiesen“ durch eine Nachprüfung von A. Penck, A. Böhm und A. Rodler in Wien in ihrem „Bericht über eine gemeinsame Exkursion in den

Böhmerwald“, Ztschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellsch. 39. Bd.. 1887, S. 68—77. Die Exkursion stellte nahezu alle Schlußfolgerungen Baybergers in Frage, führte aber auch zu einer neuen Beobachtung, der Entdeckung einer 500 m breiten Wegstrecke, 100 m oberhalb des Teufelssees, längs deren die Felsen „oberflächlich Rundbuckelformen aufweisen“. Wie vorsichtig und zurückhaltend aber die drei Autoren, im Gegensatz zu Baybergers Phantasien, sind, geht aus der Fassung hervor, daß sie nur diese „Tatsache“ als „höchst auffällig“ registrieren (S. 75). Dieselbe Zurückhaltung spricht aus ihrem Urteil über den Plöckensteinsee, wo sie es als „wahrscheinlich“ hinstellen lassen, „daß ein Gletscher den See erfüllte und die Blöcke über denselben hinwegführte“ (S. 71). Die Moräne am unteren Ende wird also nur als „Sturzmoräne“ (s. u. S. 154) aufgefaßt, was, wie wir sehen werden, gerade bei diesem See am wenigsten möglich ist.

Fr. Katzer sieht in seiner „Geologie von Böhmen, 1892, S. 1436 „unzweifelhafte Gletscherspuren nur am Arbersee, Schwarzen See und Teufelssee,“ an letzterem unter Berufung auf die eben erwähnten gerundeten Felsflächen, die hier demnach, wenn auch nur indirekt, zum ersten Male als zweifellose Rundhöcker echt glazialen Ursprunges angesprochen werden. „Die Seen selbst verdanken ihre Entstehung wahrscheinlich der Gletschertätigkeit.“

Einen Rückfall in die Zeit der Verneinung jeder Gletscherspur im Böhmerwalde bedeutet, noch im Jahre 1894, v. Gümbel, Geologie von Bayern, 2. Bd., S. 415: „Man hat die Böhmerwaldseen irrtümlich als Ausfurchungen einer früheren Vergletscherung des Gebirges erklärt, die sich aber sonst durch keine anderen Anzeichen direkt nachweisen läßt.“

1897 gibt P. Wagner die bis heute einzige und wertvollste Monographie: „Die Seen des Böhmerwaldes“, in den Mitteil. d. Ver. f. Erdkunde zu Leipzig, auch als Dissertation erschienen. Er fand die Fortsetzung der 1887 von Penck beobachteten Rundbuckelformen am Seewandweg oberhalb des Teufelssees unmittelbar unten am Seespiegel, z. T. unter diesem, ferner die „ziemlich glatt gescheuerten Felsen“ wenig oberhalb des Kleinen Arbersees, erkannte den „Alten See“ westlich vom Rachensee, ebenso das Moor der „Alten Schwelle“ südöstlich vom Stubenbacher See als „einstigen Zirkussee“ und beschrieb bei allen Seen den unmittelbar am Seende selbst gelegenen, mehr oder minder hohen und blockreichen Abschlußwall. Wie sehr zurückhaltend aber auch Wagner ist in seinen glazialen Schlußfolgerungen, offenbar wohl unter dem Eindruck der obigen Urteile von Penck 1887 und v. Gümbel 1894 beweist folgendes: Auf derselben Seite (S. 49 der Arbeit), wo steht: „An der Ostseite des Stubenbacher Sees finden wir jenen klassischen Trümmerwall, der bisher jedem Forscher auf den ersten Blick aufgefallen ist, den Hochstetter, Krejci, Bayberger beschrieben haben, und dem selbst Laube einen Firmoränencharakter zusprechen möchte“, steht, nur wenige Zeilen darunter: „Prof. Laube hat bereits in einigen Sommern den B. W. bereist und auch nach

Glazialspuren gesucht. Sowohl brieflich, wie mündlich teilte er mir seine Wahrnehmungen mit, die in einer großen Skepsis gegenüber den „Gletscherspuren“ gipfelten.“ Wohl mehr unter dem Einfluß solcher autoritativen Urteile, als auf Grund der eigenen Beobachtungen gelangt daher auch Wagner nur zu sehr vorsichtigen Schlüssen: „Wenigstens den Wall des Kleinen Arbersees, des Stubenbacher und des Lakkasees“ möchte er „als Moränen von kleinen Gletschern“ ansprechen. „Auch die kleine Schlifffstelle und die Rundhöckerformen am Teufelssee dürften genügende Beweiskraft haben.“ Im übrigen aber will er „es dem nachprüfenden Glazialforscher überlassen, welche Gletscherspuren für ihn genügende Beweiskraft haben“ (S. 58). Aus dem Bestreben heraus, dem glazialen Faktor jedenfalls keinen allzu großen Einfluß einzuräumen, erklärt sich auch Wagners Bemühen, Unterschiede in den B. W.-Seebecken zu konstruieren, die letzten Endes doch nur künstliche sind und m. E. eine einheitliche, glaziale Entstehung aller B. W.-Seen, einschließlich der heute bereits wieder erloschenen, d. h. zu Mooren ausgetrockneten, nicht in Frage stellen.

Aus dem Jahre 1904 stammt eine Äußerung von J. Partsch (Die Eiszeit in den Gebirgen Europas zwischen dem nordischen und dem alpinen Eisgebiet, Gesellsch. deutsch. Naturforsch. u. Ärzte, Verhdl. 1904, Allg. Teil, S. 4): „Im B. W. ist die Vorstellung von der Verbreitung und Ausdehnung kleiner, durch dunkle Seen ersetzter Kargletscher heute ungefähr wieder auf dieselben Grenzen zurückgeführt, die meine Untersuchung 1881 gezogen hatte.“

1906 entdeckte F. M. Thiem gelegentlich seiner Begehungen für seine Leipziger Dissertation: „Biographische Betrachtung des Rachel“ außer den zwei bekannten Kareen an der Südseite des Rachel mit dem Rachelsee und dem „alten See“ westlich davon eine dritte, in der Literatur nirgends vermerkte Karbildung mit dem Namen „Stadt“ „am Nordhange des Rachel, im schwer zugänglichen Forstbezirk Wilder Riegel“ (S. 13). Die hier an der Ostseite liegenden Schutt- und Blockmassen sind nach ihm „vielleicht als Firnmoräne anzusprechen“ (S. 14).

Im gleichen Jahre, 1906, spricht sich A. Sellner, Geomorphol. Probleme aus d. Hohen Böhmerwalde, Mitteil. d. K. K. Geograph. Gesellschaft in Wien, 49. Bd., S. 592, für den Wagnerschen „Kompromiß“ in der Frage der Entstehung der B. W.-Kare aus, „bei dem der Einfluß der Glazialerosion dominiert.“ Er selbst führt noch einige Gründe an dafür, daß die Seen des B. W. hauptsächlich (!) Folgeerscheinungen der Glazialerosion seien. Er weist zum ersten Male darauf hin, daß die Seen im Verhältnis zur Talsohle des Abflußseebaches übertieft sind. Die geglätteten Felsenbuckel an der Seewand oberhalb des Teufelssees hält er für eine „regelrechte Gletscherspur, keine Erosionsform etwa von Regen- oder Schmelzwasser, weil die harten Quarzgänge in dem Glimmerschiefer gleich diesem glatt abgeschliffen sind, während sie „vom Wasser aus dem Glimmerschiefer schrattenartig herauspräpariert sein müßten.“ „Es muß

sich auf dem anstehenden Gestein eine schwere Masse einst seewärts bewegt haben, und diese kann nur ein Gletscher gewesen sein“ (S. 593).

Eine Arbeit desselben Autors, an der gleichen Stelle, aus dem Jahre 1908, bietet für uns nichts Neues.

Dasselbe gilt für die „Morphologie des Böhmerwaldes“, Landeskundl. Forschungen, herausgeg. v. d. Geograph. Gesellsch. in München, Heft 8, München, 1910, von dem später auf Spitzbergen verunglückten M. Mayr. Dieser ist wieder sehr skeptisch und schreibt z. B. S. 94: „Haben auch die meisten Blockwälle der B. W.-Seen eine moränenartige (!) Gestalt, so läßt sich doch nur am Teufelssee und am Kleinen Arbersee ein Beweis dafür finden.“ Ein besserer Beweis für Eiswirkung, als die mehrfach zitierten „rundhöckerartigen (!) Formen am Teufelssee“ scheinen ihm „die großen, an einigen Seiten abgehobelt erscheinenden Blöcke im Kleinen Arbersee“ zu sein. Im übrigen sind seine Ausführungen zur Glazialfrage im B. W. lediglich ein ausführliches Referat der Wagnerschen Arbeit (s. o. S. 74). Daß die Exposition einen Einfluß auf die Bildung der Karnischen hat, bezweifelt Mayr. (Demgegenüber ist festzustellen, daß sämtliche B. W.-Kare auf nur $1\frac{1}{2}$ Quadranten der Windrose verteilt sind, von N bis SO, und zwar liegen — am Rachel den „alten See“ und das von Thiem gefundene nördliche Kar, östlich vom Stubenbacher See die „Alte Schwelle“, am Arber das jetzt neu gefundene Kleine Kar, 125 m über dem Kleinen Arbersee, mit gerechnet — von insgesamt 12 Karen 4 nach N, 2 nach NO, 4 nach O, 2 nach SO zu geöffnet. Sollte das wirklich nur Zufall sein?)

Einen gewissen Fortschritt der Erkenntnis bedeutet sodann die Arbeit von L. Puffer „Der Böhmerwald und sein Verhältnis zur innerböhmischen Rumpffläche“, Geogr. Jahresber. aus Österreich 8, Wien, Deuticke, 1910. Nach ihm sind gewisse „Spuren einer alten Vergletscherung unleugbar“ (S. 121). „Auch Ed. Brückner hat sich gelegentlich einer Exkursion des Geograph. Instituts der Universität Wien in den B. W. entschieden für eine glaziale Entstehung der Karformen und Blockwälle ausgesprochen. Diese sind demnach der erodierenden und akkumulierenden Tätigkeit kleiner Gehängegletscher (Pyrenäentypus) und zwar, wie allgemein angenommen wird, der letzten oder Würmeiszeit, zuzuschreiben.“ Das ist die gleiche Anschauung, die sich auch der Verfasser dieser Zeilen gebildet hat.

Nun glaubt aber Puffer außerdem „den Beweis erbracht zu haben, daß der mittlere und nördliche B. W. auch zur Reißzeit stellenweise vergletschert war“ (S. 127). Leider kenne ich keine seiner Beweisstellen persönlich, die Ausführungen Puffers haben mich aber noch nicht überzeugen können (eine Skepsis, die auch Machatschek teilt, s. u. S. 77). Puffers Beweismittel sind einmal zwei sehr niedrige Schotterterrassen und ein damit verbundener Schuttkegel im Tal des großen Regen bei Regenhütte und des großen Deffernikbaches westlich der Zwieseler Waldhäuser. Die Reißver-gletscherung soll vom Lakkaberg einerseits, dem Großen Arber

andererseits ausgegangen sein, beide lieferten die höheren Terrassen, die ins Zwieseler Becken hinunterführen. Also ein Schluß, nur auf Schotter gegründet, deren direkte Verbindung mit den behaupteten Ausgangspunkten, bez. deren Lage zu Würm-Moränen der beiden Berge doch erst festzustellen wäre. Zudem sind beide Terrassen nur von relativ geringer Mächtigkeit: Westlich vom Zwieseler Waldhaus wird für die Höhe der Würmterrasse 1 m (!) über dem Bach, die der Reißterrasse 3—4 m über dem Bach angegeben. Ich schließe mich daher Machatscheks Urteil an (s. u. S. 77): „Da aber solche Terrassen auch in Tälern wiederkehren, deren Hintergrund sicherlich niemals vergletschert war, ist der Schluß auf eine Mehrheit von Vereisungen vorläufig noch zu gewagt.“ — In zweiter Linie zu erwähnen ist sodann eine Stelle, NNO vom Plöckensteinsee, an der der Schreiber dieser Zeilen ganz nahe vorübergegangen ist, ohne zu wissen, daß sie bereits zum Gegenstand wissenschaftlicher Vermutungen geworden ist. Dort möchte Puffer (S. 121) „an einen ausgefüllten See einer früheren (Reiß-) Eiszeit denken“, bei reichlich 900 m Meereshöhe, muß jedoch selbst zugeben, daß „das den Kessel abschließende Blockfeld keine sicheren Anhaltspunkte für die ausgesprochene Annahme bietet“. Wir kommen unten (s. S. 87) bei der Behandlung des Plöckensteingletschers darauf zurück.

Die Arbeiten von R. Sokol „Morphologie des Böhmerwaldes“, Peterm. Mitteil. 1916, S. 445—449, ebenso die von O. Lehmann „Zur Beurteilung der Ansichten Puffers über die Böhmerwaldformen“, Mitteil. d. Geogr. Gesellsch. Wien, 60, 1917, S. 414—426, ferner die Arbeit, unter dem gleichen Titel, wie die vorige, von R. Sokol, Mitteil. d. Geogr. Gesellsch. Wien, 61, 1918, S. 290—294, bieten nichts über die Eiszeit im B. W.

Als letzter, der sich zur Vergletscherung des B. W. geäußert hat, ist F. Machatschek zu nennen in seiner „Landeskunde der Sudeten- und Westkarpatenländer, 1927, Bibliothek landeskundlicher Handbücher, herausgeg. von A. Penck. Machatschek nennt S. 241 die B. W.-Vereisung eine „Lokalvergletscherung“, durch die die präglazialen Formen ihre Ausgestaltung zu Karen erhielten. Aus dem Höhengürtel der 8 Seenkare zwischen 925 und 1095 m — denen wir noch 4 weitere Moorkare hinzufügen können, die sich ebenfalls zwischen diese Grenzzahlen einordnen — schließt er auf eine diluviale Schneegrenze von 1000—1050 m, je nach der Exposition (NO—SO). (Penck hatte 1884 dafür in der geographischen Breite von Eisenstein 1150 m angegeben.) Einer Vereisung des B. W., wie sie Puffer annimmt, auch schon in der vorletzten Eiszeit, der Reißeiszeit, widerspricht er (s. o. S. 76). Infolge der „bisweilen recht ansehnlichen Seentiefe (Schwarzer See 40 m) vermutet er, daß „neben Abdämmung durch die in Resten (!) noch erhaltenen Moränenwälle auch glaziale Erosion einen namhaften Anteil an der Bildung der Karwannen hat“. Daß die Moränenwälle keineswegs nur „in Resten“ noch erhalten sind, sondern in geradezu klassischen Beispielen, typische Moränenamphitheater bildend, sehr oft 10 m und

mehr hoch und bis nahezu 40 m Wallhöhe ansteigend, wird in den folgenden Einzeldarstellungen gezeigt werden.

II. Eigene Beobachtungen und Schlußfolgerungen über Gletscherspuren im Böhmerwald.

1. Der Plöckensteingletscher.

Wenn man vom Böhmischem Plöckenstein (1378 m) den Touristenweg heruntersteigt zum Plöckensteinsee (1090) m, so kommt man längs des Weges über einige Stellen, wo der anstehende Fels durch seine Rundungen auffällt, an „Rundbuckel“ erinnernd, so bei etwa 1290 m Meereshöhe — etwas unterhalb des 1310 m hoch gelegenen Stifterdenkmals —, bei etwa 1270 m und etwa 1135—1140 m Höhe. An letzterer Stelle befindet sich eine mehrere Quadratmeter große, wiederum an Rundbuckel erinnernde Fläche, die nach N fällt, oberhalb deren weitere Partien eines großen „Rundbuckels“ sich befinden, dessen Gesteinsbankung parallel dem Gehänge läuft.

Fragen wir uns, zwar nach Gletscherspuren suchend, aber eben deshalb auch mit der nötigen Dosis Mißtrauen bewaffnet, ob wir diese Rundflächen als echte Rundhöcker (roches moutonnées) glazialen Ursprunges anerkennen sollen, so müssen wir diese Frage verneinen: Das ganze Dreisesselberg-Plöckensteinmassiv liegt im Gebiet des Granits, der bekanntlich überall zu runden Absonderungsformen neigt. Fand doch erst jüngst z. B. W. Salomon in einer Gegend, wo von Gletscherspuren gar keine Rede sein kann, in dem Gebiet zwischen Madrid und dem Eskorial, „auffallend häufig stark gerundete, an Rundhöcker erinnernde Felsen aus Granit“ (Felsenmeere und Blockstreuungen, Sitz.-Ber. d. Heidelberger Akad. d. Wiss. 1926, 12. Abhdl.). Eine gewisse Ähnlichkeit speziell unseres letzten Vorkommnisses (bei 1140 m Höhe und etwas darüber) mit echten Rundhöckerflächen ist nicht zu leugnen, doch möchten wir dasselbe nicht für glazial halten.

Beim Weiterabstieg treffen wir bei ca. 1120—25 m Höhe auf einen ganz deutlichen Geländeabsatz, eine Art breiter Terrasse. Direkt darüber steht horizontal gebankter Granit an. Die aus losen Blöcken bestehende Terrasse fällt nach links (Norden) zu deutlich in Wallform zu einem kleinen Bache ab, nach der anderen Seite zu setzt sie deutlich an den anstehenden Fels an. Wir befinden uns auf einer Fläche, die uns schon beim ersten Abstieg und Wiederaufstieg deutlich auffiel, und die wir nach Abschluß der Begehungen am Plöckensteinsee für die hier ziemlich wagrechte, sich 30—35 m über den Spiegel des Plöckensteinsees erhebende Oberfläche einer obersten linken Seitenmoräne des einstigen Plöckensteingletschers halten. Etwas unterhalb, 10—15 m über dem Seespiegel, befindet sich eine zweite wagerechte Terrasse, wiederum nicht aus festem Gestein, sondern aus losen Blöcken aufgebaut. Diese ist durch die vom See weg nördlich, nach Hirschbergen, führende Straße an-

geschnitten. Der ganze Straßenanschnitt, der in unmittelbarer Nähe des Sees einen gelbbraunen Lehm mit großen eingebetteten Granitblöcken enthält, dehnt sich nicht weniger, als reichlich 300 m, längs der Straße abgeschätzt, in die Breite aus. Die fragliche Strecke endet kurz vor dem Wegweiser „Zum Plöckensteinsee“ und „nach Hirschbergen“, an der Stelle, wo ein Fußweg nach rechts unten von der Hauptstraße quer durch den Wald abzweigt. Die Blockbestreuung zur linken Hand der Straße, vom See aus gesehen, zeigt die typische Regellosigkeit der Moränenlandschaft, sie erreicht ein Maximum jenseits eines kleinen Bächleins, das etwa 100 Schritt weg vom See die Straße kreuzt, mit besonders großen Blöcken.

Nach dem weiter unten zu schildernden Gesamtbefund auf der rechten (südlichen) Seeseite und unterhalb des Sees stehen wir nicht an, diese gesamten Trümmermassen nördlich des Sees, bis reichlich 300 m längs der Straße gerechnet, als die linke Seitenmoräne des Plöckensteingletschers aufzufassen, an dieser Stelle ziemlich flächenhaft verwaschen, aber wahrscheinlich mehrere, einst getrennte, Moränenzüge enthaltend.

Verfolgen wir von dem oben genannten Wegweiser „nach Hirschbergen“ aus ein wenig den Fußweg dorthin, halten uns dann bald rechts des Fußweges nach unten, so gelangen wir quer durch den Wald in den sogen. „Seekessel“, eine sumpfige, von einem Bächlein durchflossene, mit Gestrüpp überwucherte Wiese mit geneigtem Boden, der über und über mit großen Granitblöcken überstreut ist, nach oben zu begrenzt durch eine Wand, die aus lauter Trümmerblöcken zu bestehen scheint (kein anstehendes Gestein sichtbar). Durchklettern wir diese letztere, so treffen wir oberhalb der Wand auf fast keine Blockbestreuung mehr. Augenscheinlich entspricht der tatsächliche Befund nicht eigentlich dem Begriff „Seekessel“. Es dürfte sich um eine lokale Auswaschung im Moränenmaterial handeln, und zwar hart an der äußersten (nördlichen) Grenze des linken Seitenmoränengebietes überhaupt, durch das kleine hier durchfließende Bächlein, das alle mehr sandigen und lehmigen Bestandteile der Moräne entfernt und nur die groben Moränenblöcke übrig gelassen hat.

Bevor wir uns an die Untersuchung einer etwaigen rechten Seitenmoräne machen, machen wir einen Rundgang um den See, der zur Zeit unseres Besuches (Ende Juli 1927) etwas abgelassen war, bei normalem Wasserspiegel 435 m lang und 175 m breit ist, aus dessen unteren Randpartien daher z. Z. eine Menge großer Granitblöcke hervorragten, die sicher alles ausgewaschene Moränenblöcke sind. Die Wanderung ist etwas unbequem und kaum lohnend. Wir steigen auf der Nordseite über Haufwerk, das anscheinend von der höher oben an das Seegehänge ansetzenden linken Seitenmoräne herabgestürzt ist, und stehen am hinteren Seende reichlich 100 m (nach Penck 100—200 m) entfernt vom Fuß der dahinter mit durchschnittlich ca. 35° Neigung aufsteigenden Seewand. Die Neigung der oberen Gehängepartien, etwa in der Gegend der als Aussichtspunkt benutzten „Kanzel“ (eines kleinen, an sich unbedeutenden Felsens), ist weit

größer. Eine große Menge solcher kleiner, 5—8—10 m fast senkrecht abfallender Felsvorsprünge wird gebildet durch Cleavageflächen, Klufflächen infolge gebirgsbildenden Druckes, wie man sie massenhaft auch an den anderen B. W.-Seewänden beobachten kann (Großer und Kleiner Arbersee, Schwarzer See vor allem). Das Profil der hinteren Seewand ist ein ausgesprochen konkaves. Die Gesamthöhe der Seewand zwischen Seespiegel und Plöckensteingipfel beträgt 288 m. Am südlichen (rechten) Ufer, nahe dem oberen Seende, bin ich quer zur Seeachse ca. 50 m hoch emporgeklettert. Man hat hier aus der allgemeinen Blockbestreuung den Eindruck, daß südlich des Sees die Bildung der Seitenmoräne, unmittelbar an den Seerand sich anlehnend, schon näher dem oberen Seende beginnt, als auf dem anderen, nördlichen Ufer, dessen Wände viel steiler und felsiger (unterhalb des Stifterdenkmales nach P. Wagner mit 75° Neigung) zum See abstürzen. Die Bodenform des Seebeckens selbst gleicht einer langgestreckten Mulde, deren tiefste Stelle, 18,5 m, aber erst nahe der Mitte der unteren Seehälfte fällt.

Gehen wir nun einmal, anfangs noch unklar über den Charakter der Blockbestreuung nördlich des Sees, nach der entgegengesetzten Seite (Süden) vom See weg die nach SO zu führende Salnauer Straße entlang, wo wir die rechte Seitenmoräne eines einstigen Plöckensteingletschers vermuten müssen, so fällt uns zunächst beiderseits der Straße wiederum eine starke Bestreuung mit Granitblöcken auf. Nach einer kurzen Waldstrecke kreuzen wir eine breit sich vom Berg hang herabziehende, wilde, völlig blocküberstreute und z. T. mit Legföhren überwucherte Fläche, das sogen. „Steinerne Meer“. (Siehe Abbildung 1.) Die gewaltige Größe der Blöcke — bis über 5 m Höhe — erinnert etwa an die Luisenburg im Fichtelgebirge oder andere deutsche Felsenmeere. Eigenartig ist, daß dieses Felsenmeer im Gegensatz zu der gesamten Umgebung, die mit Hochwald bestanden ist, nur mit Knieholz bedeckt ist, das im B. W., abgesehen von den weitausgedehnten Hochmoorflächen um Mader (östlich vom Rachel) herum, ziemlich selten ist. Vielleicht ist der Grund dafür derselbe, wie ihn G. Berg angibt für die Moränenblockmassen unterhalb der beiden Schnee gruben im Riesengebirge: „Wegen der tiefen Lage des Grundwasserspiegels in dieser Blockwüste können hier aufrechte Bäume nicht wachsen. Samenkörner, die bis zum Wasserspiegel zwischen den Blöcken hinabfallen, finden für ihre Keime nicht den Weg zum Tageslicht. Samenkörner, die am Tageslicht bleiben, verdorren, ehe ihre Wurzeln den tiefen Wasserspiegel erreichen können. Nur das kriechende, biegsame Knieholz vermag sich in diesen Blockwüsten anzusiedeln.“ (Erl. z. Geolog. Karte v. Preußen, Bl. Schreiberhau—Schnee grubenbaude, 1922, S. 42.)

Wir glauben zunächst eines jener durch Verwitterung in situ entstandenen Felsenmeere vor uns zu haben, deren gewaltige Entwicklung uns zum ersten Male v. Lozinski (Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie, Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles, Janvier 1909) verständlich gemacht hat als „periglaziale Fazies“

der mechanischen Verwitterung in der Umgegend diluvialer Eismassen. Wir glauben also zunächst, diesen ungeheuren Blockstrom als rein zufällig gerade neben und außerhalb der das untere Seende umgebenden Moränenbestreuung hingelagert ansehen zu müssen. Zur Feststellung der Beziehungen dieses Steinernen Meeres zu seiner Umgebung durchqueren wir, etwas mühselig, alles im Walde, das Gelände unterhalb des Sees von dem oben (S. 79) genannten „Seekessel“ im N bis zum „Steinernen Meer“ hin S: Dabei müssen wir feststellen, daß die Blockbestreuung fast ohne jede Unterbrechung die ganze Strecke entlang anhält, z. T., so in der Nähe des mehrfach unsichtbar unter riesigen Granitblöcken fließenden, nur schwach noch hörbaren Seebaches, zu einem wilden Wirrwarr sich steigernd aus Granitblöcken von mehreren Metern Durchmesser und schief und wagerecht quer darüber liegenden Baumstämmen. Zweifellos sind wir hier unterhalb des Sees im Bereich einer, wenn auch zu lauter Einzelblöcken zerwaschenen Endmoräne, die weit breiter und mächtiger entwickelt ist, als man bisher annahm, indem man nur dem kleinen, wenige Meter hohen Wall, der den See abdämmt, und der — wie an allen Seen des B. W. — zu Stauzwecken künstlich verändert ist, den Charakter der Endmoräne zubilligte.

Zweifellos geht die Blockbestreuung nach S zu deutlich in die rechte Seitenmoräne über und diese schließt wiederum unmittelbar an das „Steinerne Meer“ an, in dieses übergehend und nur durch geringere Blockgröße von ihm unterschieden. Dies und der Eindruck der chaotischen Blocksammlung unterhalb des Seendes lassen den Gedanken, es könne das ungeheuer breite Blockfeld des „Steinernen Meeres“ doch vielleicht der rechten Seitenmoräne des alten Plöckensteingletschers noch zugehören, nicht weichen. Wir gehen deshalb weiter auf der Salnauer Straße. Waren wir nach Durchquerung des Steinernen Meeres etwa 440 Schritt weg vom See, so treffen wir nach weiteren ca. 150 Schritten eine ungemein interessante Stelle, den Schlüssel für das geologische und morphologische Verständnis der ganzen Gegend. Bei ca. 1060 m Höhe kreuzt unsere Straße Plöckensteinsee—Salnau einen ganz deutlichen Blockwall, von ca. 10 m Höhe, von außen gesehen. (Abb. 2 und 13.) Dieser Wall, ganz dicht gepackt und überstreut von völlig übermoosten Granitblöcken, zieht sich höchst auffällig sowohl aufwärts wie abwärts, nach rechts wie nach links, unbegrenzt hin. Er wurde von mir mehrere hundert Meter bergaufwärts (nach rechts) verfolgt, ebenso abwärts (nach links), wie sogleich näher beschrieben werden soll. Beim ersten Anblick dieses Walles war mir klar, daß hier — trotz der fast unglaublichen Entfernung vom See, rund 470 m geschätzt längs der, ziemlich senkrecht zur Seeachse verlaufenden Salnauer Straße — ein typischer Moränenwall vorliegt, der Außenrand der rechten Seitenmoräne des Plöckensteingletschers, deren Blockmassen demnach ohne Unterbrechung 400—500 m breit seitwärts vom Seeufer sich ausdehnen! Die ungemein feste und dichte Blockpackung, die völlig gleichmäßige Überwachsung der Blöcke und des sie ver-

bindenden Grases, Lehms und Humusbodens mit Moos beweist, daß es sich hier nicht etwa um die äußersten abgerollten oder abgestürzten Blöcke einer einst näher am See abgelagerten Moräne handelt, sondern um einen echten, unmittelbar an dieser Stelle selbst abgelagerten Moränenwall. Es ist ungemein auffällig, wie fast mit dem Messer abgeschnitten hier die Blockbestreuung nach S und SO hin aufhört, die kurz vorher noch ein wildes Chaos darstellte. Ein kleines Bächlein, das sich sicher erst sekundär, im Gefolge des Moränenabhanges, diesem parallel, hier eingeschnitten hat — ein von uns noch wiederholt, auch an anderen Seen, gefundener Fall — bildet die morphologische Grenze des somit über alles Erwarten in die Breite ausgedehnten Gebietes der rechten Seitenmoräne. Fast $\frac{1}{2}$ km seitwärts vom Seeufer muß sich also einst die Eismasse noch erstreckt haben!

Verfolgen wir nun die Salnauer Straße weiter, so verläuft zunächst der Moränenwall, anfangs 10—12 m, lokal 15 m hoch, in nur geringem Abstände (20—30, später 50 m) links seitwärts der Straße. Nach einiger Zeit biegt er deutlich links ab. Wir folgen dem Wall, bald unten, am Rand, bald oben auf dem Kamm, je nach der Wegbarkeit des Geländes, bis wir, wieder herabgestiegen an den Fuß der Moräne, bei ca. 960 m Meereshöhe einen Holzschlagweg, quer von rechts nach links verlaufend, vor uns sehen. Diesen eine Zeitlang nach links verfolgend, bekommen wir bald moorigen Boden unter den Füßen, die Granitblöcke sind hier deutlich gebleicht, bei ca. 955 m hat die Moräne zu unserer Linken etwa 25 m Höhe. Aber der genannte Weg führt uns zu weit rechts ab. (Er dürfte in das oben (S. 77) erwähnte Gebiet „im Kessel“ führen, das die alte österreichische, jetzt tschechoslowakische Spezialkarte Nr. 4452 (Krumau und Wallern) im NNO vom Plöckensteinsee verzeichnet, Südende 913 m hoch. Leider war mir das hohe geologische Interesse, das sich an dieses Gebiet knüpft, s. o. S. 77, zur Zeit meines Besuches nicht bekannt, auch hatte ich damals die Spezialkarte 1 : 75 000 noch nicht in meinem Besitz, die deutsche Reichskarte 1 : 100 000 enthält den Plöckensteinsee selbst bereits nicht mehr, da auf tschechoslowakischem Boden gelegen). Wir müssen uns also wieder links halten. Dabei geraten wir freilich aus dem fast ebenen moorigen Walde in das wildeste Waldgelände, das ich je irgendwo in einem deutschen Mittelgebirge gefunden habe: Eine immer dichtere Bestreuung von Granitblöcken, die zudem immer größer werden, das Ganze mitten im Walde, durchsetzt von derart innerlich verfaulten Riesenbaumstümpfen, daß man bisweilen beim Darauftreten sogleich $\frac{1}{2}$ m und tiefer einbricht, überwuchert mit dichtem Beerengestrüpp, zwischen den Gesteinsblöcken überall metertiefe Löcher, fallgrubenartig verdeckt durch Gesträuch aller Art, in dem im Hochsommer u. U. auch die Kreuzotter lauert. Durch solches Gelände klettern wir, etwas mühselig, den Abhang des hier mindestens 25 m hohen Moränenwalles hinauf, dabei ein Wirrwarr von Gesteinsblöcken und kreuz und quer umherliegenden Baumleichen kreuzend, bis

wir auf der Höhe des Kammes stehen: Da beweist uns ein Blick über den Verlauf des Kammes, daß wir uns zum äußersten, oberen Rande der Endmoräne durchgearbeitet haben. Deutlich sichtbar ist die Biegung des Moränenkammes nach links und rechts, das Ende des „Hufeisens“, wie wir es vorausgesetzt hatten, und ein jäher Abfall nach außen und vorwärts, den wir auf fast 40 m schätzen, so daß sich für die Auflagerungsfläche der Endmoräne ca. 935 m Meereshöhe ergeben würde, d. h. reichlich 150 m tiefer als der Spiegel des Plöckensteinsees!

Bemerkenswert ist, daß hier nicht — wie wir es an den anderen Seen des B. W. mehrfach finden werden — der Seebach das unterste Ende der Endmoräne in rauschenden Kaskaden mitten durchbricht, sondern offenbar weiter nördlich bleibt. Der Seeabfluß hat sich einseitig nach links (Norden) hin gewandt, womit der ausgezeichnete Erhaltungszustand der gesamten rechten Seitenmoränenpartien und die relativ starke Zerwaschung der Partien der linken Seitenmoräne zusammenhängen dürfte, Unterschiede, die wir schon konstatieren mußten längs der Straße vom Seeweg nach rechts in Richtung Salnau und nach links in Richtung Hirschbergen.

Leider zwingt uns die einbrechende Dunkelheit, von einer weiteren Verfolgung des Endmoränen-Hauptkammes nach der anderen Seite hin (Norden) abzusehen, zumal dorthin zu auch der Wald niedriger und dichter zu werden scheint. Wir wenden uns daher, sichtlich am tiefsten Gipfelpunkt des äußersten Stirnmoränenwalles angekommen, wieder nach links aufwärts, in der Richtung zurück gegen den See, in der Überlegung, daß wir nun die rechte Seite des als hufeisenförmig von uns vorausgesetzten und tatsächlich so gefundenen Moränenwalles zu Ende verfolgt haben. Die herein brechende Dunkelheit gestattet nicht mehr, wie wir gar zu gern möchten, nun auch den linken (nördlichen) Seitenmoränenzug vom Ende der Endmoräne bis hinauf seitwärts vom See in gleicher Weise abzugehen. Wir müssen, um rasch das Unterkunftschaus am Plöckensteinsee zu erreichen, das „Zungenbecken“ des alten Gletschers, an dessen NO-Ende wir stehen, möglichst gerade in seiner Längsachse durchschreiten, halten uns aber, um noch etwas von der linken Seitenmoräne zu erspähen, möglichst nördlich. Der äußerste Endmoränenwall fällt zwar, wie bereits erwähnt, an seinem seefernsten Punkte schätzungsweise nahezu 40 m nach außen ab (alles im Wald), aber nur ca. 5 m nach innen, ein Beweis für die ungeheure Blockfülle, die der Gletscher talwärts geschleppt hat, und doch wohl auch ein Beweis für seine nicht ganz unbedeutende Mächtigkeit und die Länge der Zeit, die er hier stabil gelegen haben muß. Das ganze Zungenbecken unterhalb des Sees ist hoch aufgeschüttet mit Grundmoränenmassen. Wie wir weiter unten sehen werden, macht man die gleiche Beobachtung in gewissen Partien unterhalb des Großen und Kleinen Arbersees. Dasselbe scheint auch für den „Alte Schwelle“-Gletscher (bei 1100 m) südöstlich vom Stubenbacher See zu gelten. Wir schreiten, in der

Richtung gegen das Innere des Zungenbeckens, etwa 50 m geradeaus über eine nahezu wagerechte Fläche, dann erhebt sich vor uns wieder ein deutlicher, gebogener Blockwall von ca. 6 m Höhe. Wir überschreiten ihn und erblicken bald darauf dahinter einen dritten, vierten und fünften deutlichen Moränenwall: Kein Zweifel, lauter Rückzugsstadien des Gletschers, bez. Ablagerungsmassen einer bereits während des Rückzugs eingetretenen Teilung der Gesamtgletscherzunge in kleinere Teilzungen.

Um die Beschaffenheit der (nördlichen) linken Seitenmoräne unterhalb des Sees kennen zu lernen, halten wir uns etwas nördlich der zentralen Längsachse, klettern einen fast 15 m hohen Wall hinauf und sehen jenseits eines tiefen Geländegrabens erneut einen mächtigen, sicher auch wieder mindestens 15 m hohen Wall ansteigen, durch dichtere Bewaldung noch besser herausgehoben, höchstwahrscheinlich einen weiteren, deutlich isolierten, linken Seitenmoränenzug. Aber die zunehmende Dunkelheit verbietet seine nähere Auskundschaftung. So wenden wir uns wieder mehr links, durchqueren große, fast völlig steinfreie Partien des teilweise stark geneigten Zungenbeckens, die mit blocküberstreuten abwechseln, und kommen, nachdem wir noch einige Wälle quer vor uns gekreuzt, genau an der Stelle an, die wir erwartet: Etwas nördlich der Gastwirtschaft am See.

Wir sind ohne jede Karte — die vorhandenen sind dafür völlig unbrauchbar — auf gut Glück immer nur der Moräne nach gewandert, unter der Annahme, daß ein hufeisenförmiges Moränenamphitheater, aus einem äußersten Hauptwall und einer Anzahl räumlich enger gespannter Rückzugsstadien bestehend, den Plöckensteinsee bis in ziemlich weite Entfernung unterhalb, also nordöstlich umgibt, und sind, fast in der Dunkelheit schon, genau dort wieder am See angelangt, wo wir theoretisch ankommen mußten. Unsere Annahme war richtig: Der Plöckensteinsee wird an seinem NO-Ende von einem großartigen Moränensystem umgeben, das sich links (nördlich) vom See ca. 250 bis 300 m, rechts (südöstlich) beinahe 500 m weit seitwärts erstreckt, und das namentlich rechts durch einen zweifellosen, ausgesprochenen Moränenwall von dichtester Blockpackung und 10—25 m Höhe scharf von seiner Umgebung abhebt. Der zugehörige Endmoränenwall ist von typischer Ausbildung und ragt an seinem untersten Stirnende fast 40 m über sein Vorland heraus. Zweifellos sind außer einer allgemeinen Blockbestreuung mehrere isolierte Seitenmoränenwälle beiderseits vorhanden (je mindestens 2), deren genaue topographische Festlegung aber äußerst erschwert wird durch die geschlossene Waldbedeckung und die enorme Blockstreu, die sich im „Steinernen Meer“ infolge der Blockgröße bis zu völliger Ungangbarkeit des Geländes steigert. Innerhalb des ausgezeichnet entwickelten, freilich völlig im Walde verborgenen Zungenbeckens kennzeichnen eine ganze Anzahl Rückzugsmoränen die einzelnen Etappen beim Schwinden des Gletschers.

Die gerade hier, am Plöckensteinsee, ganz besonders bedeutende Entwicklung von Blockmassen — so groß, daß niemand bisher wagte, sie als Moränen anzusprechen — mag wohl als die (oben erwähnte, s. S. 80) „periglaziale Fazies“ der mechanischen Verwitterung aufzufassen sein, die hier, am südlichsten Eckpfeiler des B. W., nicht weit mehr entfernt von dem Gletscher- und Kältezentrums der Alpen zur Eiszeit, besonders wirksam sein mußte. Der Granit des Plöckensteingebirgsstockes war für die Wirksamkeit des eiszeitlichen Spaltenfrosts besonders günstig.

Zu genau denselben Schlußfolgerungen kamen andere Forscher an anderer Stätte. Nach J. Partsch (Die Hohe Tatra zur Eiszeit, Leipzig, Hirt, 1923, S. 116) wirkt in der Tatra „zunächst überraschend die gewaltige Mächtigkeit der Moränen gegenüber der Kürze der Täler“. E. de Martonne (Mission en Autriche, Etude morphologique des Alpes orientales et des Karpates septentrionales. Bull. de géogr. hist. et descriptive. Paris, 1911) führt dies auf die Klüftung des Tatra-Granits zurück, die dem Frost seine Wirksamkeit ungeheuer erleichtere und dadurch zur Trümmerbildung führe. Für die Tatra greift Partsch sogar zu der „Vorstellung, daß schon in der milderen Tertiärzeit (!), namentlich aber beim Nahen der Eiszeit die Täler sich derartig mit großen, von der Verwitterung abgelösten Massen von Gesteinstrümmern füllten, daß deren Ausräumung durch die Eisbewegung vor den Talausgängen eine gewaltige Schuttanhäufung erzeugen mußte“ (l. c. S. 117). De Martonne (s. o.) glaubt, wegen des Mißverhältnisses zwischen Trümmermassen und Gletschergröße, daß die Endzungen der eiszeitlichen Gletscher in der Tatra völlig verdeckt waren von den Moränentrümmern, genau so, wie wir dies von einer Anzahl rezenter Gletscher in den Alpen und innerasiatischer Gebirge, wie dem Himalaya, kennen.

Diese Vorstellung möchte vielleicht auch auf das unterste Ende des Plöckensteingletschers zutreffen. Die ungeheure Masse an Moränenmaterial, die dort aufgestapelt ist, zwingt beinahe dazu. Die Zugehörigkeit auch der Blockmassen des Steinernen Meeres zum Moränensystem wird durch ihre namentlich im SO ungemein scharfe Begrenzung durch einen typischen Blockwall völlig einwandfrei bewiesen.

In ihrer Replik gegen Bayberger (s. o. S. 73) kamen Penck, Böhm und Rodler 1887, trotz Fehlens von Gletscherschliffen, gekritzten Geschieben und Rundhöckern zu dem Schluß, es sei „wahrscheinlich, daß ein Gletscher den Plöckensteinsee erfüllte und die Blöcke über denselben hinwegführte.“ Inzwischen ist die Erkenntnis, daß zur Eiszeit kleine Gletscher alle B. W.-Seebecken erfüllt haben, Allgemeingut geworden und wird kaum irgendwo noch bezweifelt. Aber unsere bisherige Vorstellung ist zu berichtigen: Nicht nur der Raum des Seebeckens selbst wurde von einem Firnfleck oder Gletscher eingenommen, über dessen Rücken Absturzblöcke herabglitten, um am unteren Seende sich zu einer „Sturmoräne“ zu stauen, wie es bei der Kürze der Entfernung z. B. für

die obersten Moränenbogen der Großen Schneegrube und des Großen Teichs im Riesengebirge angenommen wird, sondern es lag hier am Plöckensteinsee noch unterhalb der jetzigen Seenfläche eine regelrechte Gletscherzunge, die — roh geschätzt nach der Karte I : 75000 — auf ca. 750 m Entfernung in wagerechter Richtung um ca. 150 m senkrecht sich absenkte (d. h. mit 20 % = 11° Neigung). Die Entwicklung sowohl der äußersten Endmoräne, wie der beiden Seitenmoränen ist außerordentlich deutlich; eine solche Breite zusammenhängender Blockmassen, wie am Plöckensteinsee, wird nirgends wieder im B. W. erreicht. Nahe kommen ihm an Menge und Ausdehnung des gelieferten Moränenmaterials Großer und Kleiner Arbersee, dann der Schwarze See. Auch die Höhe der Endmoräne, fast 40 m, wird nirgends wieder erreicht.

Demgegenüber stellen die bisher für die End-, bez. Seitenmoränen gehaltenen Blockmassen unmittelbar am unteren Seende nur die äußerste Rückzugsetappe dar, die dementsprechend auch an Mächtigkeit und Höhe bedeutend hinter der wirklichen maximalen Ausbildung zurückbleibt. Infolge des Mangels einer Karte von genügend großem Maßstabe ist es leider ausgeschlossen, das mutmaßliche einstige Gletschergebiet einigermaßen topographisch festzulegen. Dasselbe gilt natürlich leider auch für alle übrigen Seengebiete des B. W. Um aber wenigstens eine ungefähre Vorstellung davon zu geben, inwieweit m. E. eine Verschiebung unserer Ansicht einzutreten hat, wage ich eine, angesichts der ungenügenden Kartenunterlagen durchaus provisorische, Schätzung. Bisher ließ man Gletscher- bez. Firnflecken- und Seefläche im B. W. nahezu zusammenfallen (wozu dann noch die Fläche der Seewand unmittelbar hinter dem See käme, über die der Gletscher herunterfloß bez. -hing). Das Areal des Plöckensteinsees beträgt nach P. Wagner gerade 6 ha. Dazu käme dann nach bisheriger Auffassung etwa die gleiche Fläche nochmals zwischen oberem Seende und dem Gipfel des Böhmisches Plöckensteins, zusammen also ca. 12 ha. Ich schätze die Fläche des einstigen Plöckensteingletschers vom Gipfel des Plöckensteins (1378 m) bis herunter zur äußersten Stirn- moräne (940 m) auf mindestens das 10fache, wahrscheinlicher das 12fache, d. h. fast 1½ qkm. (Andererseits beweist diese Zahl, wie sehr viel mehr die endgültigen Flächenzahlen der B. W.-Vergletscherung in der Richtung zu suchen sind, die Penck, Böhm und Rodler gewiesen haben, als in der von Bayberger.)

Der außerordentlich gute Erhaltungszustand der Seiten- und Endmoränenwälle im S und O des Sees läßt für die Zeit ihrer Entstehung nur eine Annahme als wahrscheinlich, um nicht zu sagen, als fast sicher erscheinen: die letzte, also Würmeiszeit, wie es aus den gleichen Gründen auch G. Berg für das Riesengebirge annimmt („Vergletscherung an den Teichen des Riesengebirges“, Ztschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1915, S. 78).

1½ km entfernt vom Plöckensteinsee, in NNO-Richtung, verzeichnet die Karte 1:75000 die Worte: „Im Kessel“ in einem

nach der Karte knapp 1 km langen, genau S—N gestreckten, fast ebenen, zwischen 913 und 909 m gelegenen, offenbar moorigen Gebiet. Bayberger (l. c., S. 35) sagt von ihm, daß es „unzweifelhaft einstens mit Wasser gefüllt war, durch den Seebach aber ausgefüllt wurde.“ P. Wagner (l. c., S. 46) spricht von einem „großen Filz, in den Lauf des Baches eingeschaltet, das jedenfalls den Rest eines einstigen Seebeckens darstellt“. In neuerer Zeit hat L. Puffer („Der Böhmerwald und sein Verhältnis zur innerböhmisches Rumpflfläche“, Geogr. Jahresber. aus Österreich 8, 1910, Wien, Fr. Deuticke, S. 116) sich, wie folgt, über diese Gegend ausgesprochen: „Nördlich des Seebeckens (des Plöckensteinsees) erweitert sich das Erosionstälchen des Seebaches „im Kessel“ zu auffallender Breite des ebenen Talbodens (913—909 m Höhe, 530 m Breite und 800 m Länge), so daß man an einen ausgefüllten See einer früheren (Riß-) Eiszeit denken möchte. Doch ließ sich bis jetzt die Zusammensetzung des Talbodens nicht feststellen, und auch das den Kessel abschließende Blockfeld bietet keine sicheren Anhaltspunkte für die ausgesprochene Annahme“. — Bei meinem Besuche des Plöckensteinsees noch ohne Kenntnis dieser Äußerung Puffers, habe ich das fragliche Gebiet nicht gesehen. Doch möchte ich dazu auf Grund der Karte folgendes bemerken: Das Gebiet „im Kessel“ ist wohl weniger als eine „Erweiterung“ des kleinen Seebachtälchens (Richtung S—N) aufzufassen, als vielmehr als Endteil einer SO—NW verlaufenden — auch durch einen Weg bez. Straße bezeichneten — Talfurche zwischen dem Plöckenstein im SW und dem Roßberg (1021 m) im NO, in die der Seebach mündet. Daß es sich um ein zugemoortes Seebecken handelt, scheint zweifellos. Die Natur des Blockfeldes davor muß noch festgestellt werden. Nach dem bisherigen Befund — wenige hundert Meter südlich davon liegt die gewaltige, fast 40 m abfallende Würm-Stirnmoräne — besteht aber keine große Wahrscheinlichkeit, daß es sich um eine Endmoräne handelt, noch dazu um eine solche der Riß-Eiszeit, was zu beweisen wohl unmöglich ist.

Angenommen einmal, das Blockfeld unterhalb des „Kessels“ sei glazialen Ursprunges, so bestände übrigens eine interessante Analogie zu einem Vorkommen im Riesengebirge. Dort hat der aus den Karen des Großen und Kleinen Teichs herabgekommene Gletscher ganz sicher bis ca. 1000 m (Gegend des „Türkenhübel“) herabgereicht. Einigermaßen zweifelhaft in ihrer Deutung scheinen aber die Blockschuttmassen mit ziemlich ebener Oberfläche etwas weiter unterhalb, dort, wo der Seifenbach und die Große Lomnitz sich vereinigen in einem Gebiet, das auch hier den Namen „im Kessel“ trägt, oberhalb der Langen Brücke. G. Berg kommt 1922 (Erl. z. Geol. Karte v. Preußen, Bl. Krummhübel, S. 30) zu der Deutung: „Vielleicht ist sogar vorübergehend die Gletscherzunge selbst bis in diese Talweite („im Kessel“) hinabgedrungen“ (was mit 860 m Meereshöhe die tiefste Lage eines Gletscherendes am Nordabhang des Riesengebirges überhaupt darstellen würde). Aber auch G. Berg

denkt nicht daran, die Schuttmassen dieser möglicherweise aller-
tiefsten Lage einer früheren Eiszeit zuzuschreiben. (Siehe hierzu
auch Kap. III vorliegender Arbeit, 2. Teil.)

2. Die drei Rachelgletscher.

Am Rachel, dem zweithöchsten Gipfel des B. W. (1452 m),
gibt es nicht weniger als drei Kare, die mit Sicherheit als Produkte
eiszeitlicher Gletscher anzusehen sind: zwei nach SO gerichtet,
eins genau nach N; in dem südöstlichsten liegt der Rachelsee ein-
gebettet.

Wenngleich an allen drei Karen End- und Seitenmoränen
festgestellt werden konnten, so befriedigen doch die Ergebnisse
hier relativ am wenigsten. Das hat mehrere Gründe. Zunächst
herrscht schon in bezug auf die Höhenverhältnisse eine gewisse
Unsicherheit. Die alte österreichische (jetzt tschechoslowakische)
Spezialkarte 1 : 75 000, Blatt Kunžvart, 4451, und J. Mayenbergs
Böhmerwald-Führer (Passau, M. Waldbauer) geben für die Höhe
des Rachelseespiegels 1074 m an, die bayrische Generalstabkarte
1 : 50 000 1067 m, Meyers Führer durch den B. W. 1065 m, den-
selben Wert zeigt die deutsche Reichskarte 1 : 100 000, P. Wagner
gibt sogar nur 1050 m an (wohl etwas zu niedrig). Diese bis auf
24 m gehende Differenz amtlicher Zahlen beleuchtet hinlänglich,
wie wenig genau bekannt die Gegend ist. Auch sieht z. B. der
heutige Rachelsee in seiner Umgrenzung wesentlich anders aus,
als er noch bei P. Wagner (1897), im Maßstab 1 : 10 000 sogar,
dargestellt ist. (Heute wird die mittlere Partie des Westufers
durch einen deutlichen Halbkreis gebildet.) Dazu kommt ein z. T.
sehr unübersichtliches und durch niedriges Gehölz, Bacherosion,
Sumpfboden, kreuz- und querliegende vermoderte riesige Baumstämme
und starke Blockstreu fast unbegehbar gewordenes Gelände. Außer-
dem hat eine breite Felsnase, die vom Rachelgipfel nach SO zieht,
die eiszeitlichen Schneemassen hier in zwei isolierte kleine Gletscher-
ströme zerspalten, wodurch anscheinend deren Ausbildung und Kraft
erheblich beeinträchtigt worden ist. So ist hier die Moränenbildung
zwar auch allerseits zweifellos, aber doch nicht so eindeutig klar,
wie am Plöckenstein- und den meisten anderen Seen.

A. Der Rachelseegletscher.

Der Rachelsee, nach P. Wagner 285 m lang, 195 m breit,
liegt in einer Meereshöhe zwischen 1050 und 1075 m im OSO vom
Rachelgipfel, mit 13,5 m Maximaltiefe etwa in der Mitte seiner
Südhälfte, rund 300 m unter dem Gipfelpunkt seiner Seewand,
rund 400 m unter dem etwas zurückliegenden Großen Rachelgipfel
(1452 m). Seine Fläche beträgt $3\frac{3}{4}$ ha.

An einer Stelle ca. 20 m über dem Seespiegel im SO des Sees,
dort, wo der Weg nach der Rachelkapelle vom See aufwärts abbiegt,
ist in einer kurzen wagerechten Fläche vielleicht die Ansatzstelle

der linken Seitenmoräne des Rachelseegletschers zu suchen. Etwa 50 m über dem Seespiegel tritt dieser Weg aus dem bis dahin stark mit großen Blöcken überstreuten Wald heraus auf eine Lichtung. Alsbald hört die bis hierher kontinuierliche, sehr erhebliche Blockbestreuung auf: In dieser Blockstreu dürften sich Blöcke, die lediglich durch Absturz von oben gekommen sind, mit echten Moränenblöcken mischen.

Eine rechte Seitenmoräne des Rachelseegletschers ist sicherer nachweisbar. Man betritt ihre Oberfläche, wenn man den, nicht gerade bequem zu begehenden, „Rachelsteig“ direkt vom Rachelgipfel herunter zum See verfolgt, in dem Augenblick, wo der Weg deutlich horizontal zu verlaufen beginnt, 8—10 m über dem Seespiegel. Hier trifft man auf den „Zuleitungskanal“, der vom Rachelsee im Osten hinüberführt in das 300—350 m westwärts gelegene heutige Moor an der Stelle des „Alten Sees“. Dieser Zuleitungskanal ist m. E. größtenteils in die Moräne, deren große Blöcke quer durchbrechend, eingesprengt; nur im W scheint er in festem Fels selbst zu liegen.

Als zugehörige Endmoräne sind mindestens zwei deutlich isolierte, gebogene, an ihrer Oberfläche relativ ebene — wenn auch stark blocküberstreute —, vom Rachelsee aus nach S und SW zu gelegene Moränenwälle zu betrachten, die ca. 10 m hoch sich erheben und deutlich gegeneinander und nach außen abfallen.

B. Der „Alte See“-Gletscher.

Während der Rachelsee mehr im OSO liegt vom Rachelgipfel aus, befindet sich der „Alte See“ genau im SO vom Rachelgipfel, diesem noch etwas näher, reichlich 300 m westlich vom Rachelsee. Der Name „Alter See“ steht übrigens auf keiner Karte, sein Bett liegt nordöstlich von dem Namen „Im Felsensturz“ der bayrischen Karte 1 : 50 000 und der böhmischen Karte 1 : 75 000. Sein oberes Ende, unmittelbar an der Rachelwand, und 380 m unter dem Rachelgipfel, liegt etwa 20 m höher als der Spiegel des heutigen Rachelsees. Übrigens ergibt, im Gegensatz zum ersten Eindruck in der Natur selbst, wie fast bei allen B. W.-Seen, die Nachrechnung zwischen Moorspiegel und Rachelgipfel nur eine Durchschnittsböschung von kaum 30°. Der Name „Alter See“ ist eine Bezeichnung der Forstleute für ein Sumpfbiet, das heute mit Sphagnum und Eriophorum, aber auch z. T. schon mit großen Fichten bestanden ist, und das zweifellos einst genau so von einem, wenn auch kleineren, See erfüllt war, wie noch heute das Becken des Rachelsees östlich davon. Der „Alte See“ liegt genau so in einem wohl individualisierten, zweiten, westlicheren echten Kar (dessen Westwände den Namen „Felsensturz“ führen), wie sein noch lebender Bruder weiter östlich. Das Kar des letzteren hat etwa in der Gegend der Rachelkapelle seine steilste Neigung (nach P. Wagner 40°). Als Hinterwand dient beiden Karen die Seewand zum Rachelgipfel hinauf.

Das Gebiet des „Alten Sees“ wird begrenzt im O von einer sich merklich über den Moorspiegel erhebenden linken Seitenmoräne, gegenüber scheint auch eine rechte Seitenmoräne, mit Bäumen bestanden, vorhanden. Den unteren Abfluß des Beckens bildet eine deutliche Endmoräne, die sich über den Sumpfboden etwa 6 m erhebt und auf ihrem Rücken u. a. völlig isoliert einen großen Gneisblock von beinahe 5 m Höhe und 4—5 m Länge trägt. Mit allem Vorbehalt sei erwähnt, daß die Blockbestreuung der rechten Seitenmoräne mir bis ca. 45 m über das untere Ende des „Alten Sees“ emporzureichen schien; das wäre dieselbe Zahl, wie sie die entsprechende linke Seitenmoräne des Rachelsees zeigte.

Etwa 20 m tiefer (vertikal gemessen) befindet sich ein drittes Seebecken („Stausee“ auf P. Wagners Tafel III). Es ist am besten zu finden nicht von dem eben beschriebenen zweiten Seebecken, dem „Alten See“ aus, da der Rachelbach die ganze Gegend unterhalb des „Alten Sees“ arg ver- und zerwaschen hat und niedriges Gehölz und Moränenblöcke das Fortkommen hindern, sondern von der SW-Ecke des (lebenden) Rachelsees aus nach SSW zu haltend. Dieser weitere, einstige See, von derselben moorigen Bodenbeschaffenheit, wie der obere „Alte See“, hat eine linke Seitenmoräne von ca. 15 m Höhe; auch eine rechte Seitenmoräne scheint vorhanden. Die Endmoräne erhebt sich ca. 6 m über die Stauseefläche (wie oben beim „Alten See“), d. h. über das alte, etwas schräg abfallende Zungenbecken, während sie nach abwärts zu wesentlich höher erscheint. Doch dürfte ca. 35 m tiefer (vertikal gemessen) das Moränengelände zu Ende sein. Ob es sich hier zuunterst um herabgewaschene Endmoränenblöcke oder solche der rechten Seitenmoräne handelt, konnte ich nicht feststellen, da das Gelände denkbar ungünstig zu begehen und z. T. überhaupt nicht zu übersehen ist. Ich habe die Gegend bis ca. 40 m tiefer, als der „Stausee“ liegt, begangen und möchte die dort noch vorhandenen Blöcke nur noch als durch den Rachelbach heruntergewaschene, also nicht mehr auf primärer Lagerstätte liegende Moränenteile ansehen.

Heute gehört dieser „Stausee“ zweifellos zum Talsystem des dem „Alten See“ entfließenden Rachelbaches, der sich etwa 70 m tiefer, als der Spiegel des heutigen Rachelsees liegt, mit dem Abfluß des letzteren vereinigt. Die linke Seitenmoräne sowohl des „Alten“ wie des „Stausees“ sind deutlich und stark entwickelt; also hat eine deutliche Scheidung gegen den weiter nordöstlich gelegenen Gletscher des heutigen Rachelsees bestanden. Aber auch die Moränenmassen unterhalb des jetzigen Rachelsees sind so ausgedehnt, und das etwa 30 m (vertikal) unterhalb des Sees sehr steile Gefälle des Rachelseeabflusses läßt — nach Analogie mit anderen, zweifellosen Fällen im B. W. — vermuten, daß auch hier noch Endmoränenmaterial liegt, dieses also recht mächtig ist. Wahrscheinlich ist auch der ganze trennende W—O-Rücken zwischen dem Rachelsee und dem „Stausee“ südlich davon, mit seiner ziemlich ebenen

Oberfläche, ausschließlich aus Moränenmaterial zusammengesetzt; die Entfernung vom Rachelsee bis zum „Stausee“ beträgt nur ca. 150 m, eine Zahl, die von der am Plöckenstein gefundenen Breite der Moränenzone ja wesentlich übertroffen wird. So könnte also der „Stausee“ in der Eiszeit eine Zeit lang sehr wohl auch dem Rachelseesystem zugehört haben. Jedenfalls haben beide Gletscherzungen, die des Rachelsees im O und die des Alten Sees im W, unmittelbar nacheinander gelegen. Aber wenn sie auch zeitweise mit einander verschmolzen sein sollten (an der Stelle des trennenden W—O-Rückens zwischen Rachelsee im O und „Stausee“ im W), so scheint doch eine große gemeinsame Endzunge mit einem gemeinsamen Moränenkranz um alle drei Seen nicht existiert zu haben (während z. B. im Riesengebirge sowohl unterhalb der beiden Schneegruben, wie der beiden Teiche, offenbar ein Zusammenfluß der in ihren Ursprüngen getrennten Gletscherströme stattgefunden hat).

C. Der nördliche Rachelgletscher.

Wissenschaftlich noch so gut wie unbekannt ist das im Folgenden zu beschreibende dritte, in den Nordabhang des Rachel eingesenkte Kar. Es wurde entdeckt von F. M. Thiem gelegentlich seiner Leipziger Dissertation „Biogeographische Betrachtung des Rachel“ (1906), woselbst es in wenigen Zeilen (S. 13 u. 14) beschrieben ist. Seine Verstecktheit im Walde ringsumher hat es bisher dem forschenden Blick der Wissenschaft entzogen. 1921 konnte ich einen Blick von oben her tun in dieses vom Großen Rachel aus nirgends wahrzunehmende, dritte Rachelkar, und zwar vom Kleinen Rachel (1401 m) aus, wie ich nachträglich annehme, etwa von einem Punkte zwischen dem Gipfel des Kleinen Rachel (1401 m) und dem Höhenpunkt 1221 der Karte 1 : 50000, nördlich davon. 1926 suchte ich vergebens, vom Kleinen Rachel aus, diesen Blick von oben wiederzufinden. Dafür wurde mir aber 1927 ein direkter Besuch, von unten her, möglich.

Der einzige Weg in dieses, bisher außer von F. M. Thiem wohl noch von keinem Geographen oder Geologen betretene Kar an der Nordseite des Rachel führt über Oberfrauenau im Kleinen Regental aufwärts, über das Forsthaus Schachten (nach der Karte 1 : 50000 „Diensthütte“ bei 862 m, 1700 m im OSO der paar Häuser von Hirschbach), sodann wenig unterhalb des Forsthauses über den Regen und auf einem Waldsträßchen südlich bis zum Punkt 1068 der Karte 1 : 50000, gerade 1 km im NNO vom Kleinen Rachelgipfel. Die Geländezeichnung der bayrischen Generalstabskarte 1 : 50000 läßt davon nichts ahnen. Das Waldsträßchen, für Holzabfuhrzwecke bestimmt, endet blind in dem Kar selbst und läßt sich als schmaler, kaum noch wahrzunehmender Pfad noch etwa 40 m höher verfolgen, als der unterste sumpfige Boden anzeigt, sich absichtlich auf der östlichen, relativ trockenen Seite des Kares

haltend. Ihr gegenüber, im N, liegen die felsigen „Wilden Riegel“, die bei den Forstleuten auch „Stadt“ heißen.

Der Eingang zum eigentlichen Kar wird bezeichnet durch eine kleine Holzbrücke. Kurz darnach etwas rechts vom Wege abweichend, gelangt man in einen Sumpf, bedeckt mit Sphagnum, viel Gras, Eriophorum, kleinen Fichten, zweifellos ein noch heute horizontales altes Seebecken. (Abb. 3; eine Abbildung dieses Kares, anscheinend von einem etwas südlicheren Standpunkt aus, gab auch schon Thiem auf seiner Tafel 19.) Schon von hier aus sieht man deutlich quer durch das vor uns sich auftuende Kar mit seinen typisch steilen Seiten- und Rückwänden zwei baumbedeckte Wälle hintereinander sich hinziehen, die sich später als Geländeabfälle innerhalb des Kares herausstellen: Das vorliegende Kar ist als Kartreppe ausgebildet. Der unterste (einstige) Seeboden reicht keineswegs bis zum Fuß der Steilwände im Hintergrund. Bei etwa 1050 m Meereshöhe gelegen, schalten sich hinter ihm mehrere treppenartige Absätze in das Kar ein, die etwa 60 m höher (also bei reichlich 1100 m) wiederum zu einem deutlich horizontalen Sumpfboden führen, roh geschätzt ca. 60 m breit (an der NW-Seite Cleavageflächen!), ca. 80 m lang bis zu einem deutlichen Geländeabsturz. Während die linke Seite dieser Sumpfwiese (von oben gesehen) von einem Bach durchzogen wird, wird die rechte (südöstliche) Seite von einem völlig vegetationsüberwucherten Steinwall begrenzt, der wohl als rechte Seitenmoräne (s. u.) aufzufassen ist. Wiederum ca. 15 m höher ist nochmals eine deutliche Geländestufe mit teils schrägem, teils (in NO-Richtung) horizontalem Boden (ca. 1120 m), alles übrigens sehr sumpfig und im Hochsommer mit hohem Gras bewachsen, z. T. auch waldbestanden. (Abb. 14.) An der hier erreichten obersten und äußersten SO-Ecke des ganzen Kares kommt steil, von S her, ein Bach herunter. Die Karwände sind nur mäßig steil und dürften von hier aus leicht zu durchsteigen sein.

Am unteren Abfall der Karstufe, die wir vorhin durch die Höhenzahl „reichlich 1100 m“ kennzeichneten, befindet sich, nicht weit von der äußersten Spur des kleinen Pfades, ein gerundeter Fels, den ich nur seinem Anblick selbst nach als „zweifelhaften Rundhöcker“ bezeichnen möchte. Mit Rücksicht auf der Lage nach völlig analoge, ganz einwandfreie Vorkommnisse namentlich an der Nordseite des Arber — wo wir wiederum auf eine Art Kartreppe stoßen werden! — erscheint mir aber das Vorkommen echter Rundhöcker glazialen Ursprunges gerade an dieser Stelle sogar wahrscheinlich. Längs der ganzen SO-Seite des Kares ist eine gewisse wallartige Erhöhung des Geländes auffallend (alles im Wald), die nach dem oberen Karende zu vielleicht noch aus anstehendem Gestein, in den unteren Teilen aber deutlich wallartig gebaut ist und aus aufgesetztem Blockwerk besteht, zweifellos die alte rechte Seitenmoräne des Gletschers, der auch dieses Kar einst erfüllte. Auch Thiem (1906) sind schon diese „Schutt- und

Blockmassen“ aufgefallen, die nach ihm „vielleicht als Firmmoräne“ anzusprechen sind (ein Lieblingsgedanke Fr. Ratzels, bei dem Thiem promovierte, und auch m. E. gerade an diesem Kar noch mit der meisten Berechtigung anzuwenden, da hier in der Tat die eigentliche Gletscherzunge sicher von allen B. W.-Karen am kürzesten war).

Die Endmoräne ist etwas oberhalb der eingangs genannten Holzbrücke deutlich ausgebildet östlich derselben; westlich vom Bach ist sie in lauter Blöcke aufgelöst. Das — in Abb. 4 wiedergegebene — unterste, größte und deutlichste alte Seebecken wird am unteren Ende sichtlich von der Endmoräne abgeschlossen. In der Gegend der Holzbrücke selbst kommt von links wie von rechts je ein Moränenwall mit großen Blöcken auf breitem plateauartigen Kamm heran; der Bach, über den die Holzbrücke führt, versinkt nördlich derselben unter den Moränentrümmern (wie auch schon am Plöckensteinsee und mehrfach an anderen Seen wieder). Gehen wir den Weg, den wir gekommen, zurück, so sehen wir etwa 10 m tiefer, als die Eingangsbrücke liegt, noch deutlich westlich von uns den Abfall des Moränenwalles nach außen. Insgesamt haben wir also hier auf der rechten Karseite wieder zweifellos eine Seitenmoräne, die am Ende des Zungenbeckens in eine Endmoräne umbiegt, während die linke Seitenmoräne infolge des Steilabfalles der hier befindlichen „Wilden Riegel“ zum Karboden anfangs gar nicht, später nur unvollkommen ausgebildet ist. Die Ausbildung als „Kartreppe“ ist für den B. W. ein Novum und findet eine Analogie in dem geographisch ganz genau so, nach N, gelegenen Kar oberhalb des Kleinen Arbersees (s. u. S. 126).

Übrigens sei zum Schluß noch darauf hingewiesen, daß die größere Nähe dieses dritten, nördlichen Rachelkares zum Kleinen Rachel dafür spricht, daß als Schneelieferant für den bescheidenen Gletscherstrom dieses Kares nicht sowohl der Große Rachel, weil zu weit zurückliegend, als vielmehr der Kleine Rachel (1401 m) oder wenigstens der Sattel zwischen Kleinem und Großem Rachel, die sogen. „Rachelwiese“, in Frage kommt. (Auch für den Gletscher, der den Kleinen Arbersee bildete, diente als Sammelfläche der eiszeitlichen Schneemassen der Sattel (das „Bankel“, 1270 m) zwischen dem Großen (1456 m) und Kleinen (1391 m) Arber, s. u. S. 130).

3. Stubenbacher See-Gletscher und „Alte Schwelle“-Gletscher.

A. Der Stubenbacher See-Gletscher.

Der Stubenbacher See, 1079 m hoch gelegen, 290 m lang, 175 m breit, hat $3\frac{1}{2}$ ha Fläche. Seine tiefste Stelle liegt mit 15 m gerade in der Mitte seines Ovals. Er ist derjenige See, an dessen Ostseite wir „jenen klassischen Trümmerwall finden, der bisher jedem Forscher auf den ersten Blick aufgefallen ist, den Hochstetter, Krejci, Bayberger beschrieben haben, und dem selbst Laube einen Firmoränencharakter zusprechen möchte.

Ca. 3 m hoch erhebt er sich vom Seespiegel. Mächtige Blöcke von Granit, Glimmerschiefer, Quarzitschiefer, verbunden durch eine lockere Humusschicht, setzen ihn zusammen, und prächtiger Hochwald krönt ihn an den meisten Stellen. Nach außen zu fällt er steil 10 m ab und hebt sich so scharf aus dem Terrain heraus, wie sonst kein Seewall im B. W.“ (P. Wagner, l. c. S. 49/50).

Merkwürdig erscheint dabei, daß zwar dieser Blockwall, nahe am See selbst, von einer Reihe geologischer Beobachter bereits seit Jahrzehnten festgestellt worden ist, daß aber kein Forscher bisher den auch hier in größter Deutlichkeit und bedeutender Mächtigkeit ausgebildeten, weiter ausgreifenden und erheblich unterhalb des Sees herunterreichenden Endmoränenwall bemerkt hat, sowie auch die Tatsache, daß es doch zwei deutlich isolierte Wälle sind, die den Seespiegel selbst umgeben.

Steigen wir auf dem von Stubenbach herkommenden Wege am Westabhang des ziemlich steil eingesägten V-Tales des Seebaches empor zum See, so zeigen die kleinen Weganschnitte bis hoch hinauf einen gelbbraunen Verwitterungslehm mit lauter scharfkantigen Gesteinsstücken, also deutlich Gehängeschutt. Aber bei 1060 m Meereshöhe — wenn wir Wagners Zahl 1079 m für den Seespiegel als zutreffend annehmen —, also 20 m tiefer als der Seespiegel, kreuzt unser Weg eine ca. 100 m breite Blockbestreuungszone mit z. T. gigantischen Blöcken, die uns sofort an das „Steinerne Meer“ am Plöckensteinsee erinnert. Die kleinen und mittelgroßen Blöcke sind fast alle stark übermoost; nach außen, also nach N zu, fällt der ganze breite Streifen deutlich wallartig ab, und zwar ohne starke Blockbestreuung, die vielmehr mehr nach S, nach dem Innenrande zu, ihre höchste Intensität erreicht. Beim Weitergehen auf dem üblichen Touristenwege ist dieser Blockbestreuungsstreifen als ganz deutlich hufeisenförmig gebogener Wall, sich nach oben, an die linke Flanke des Sees hinziehend, zu erkennen. Verfolgt man den Blockwall bergaufwärts, so kann man in den oberen Partien nur mühselig kletternd und springend von Block zu Block durch Wald und Gebüsch sich Bahn verschaffen. Zweifellos handelt es sich um die äußerste, bisher übersehene, Endmoräne des Sees, die sich an ihrem obersten Ende, am See, ganz genau so mit dem den See unmittelbar umgebenden Blockwall vereinigt, wie wir es später am Kleinen Arbersee wiederfinden werden. Diese Vereinigungsstelle liegt etwa 15 m über dem Seespiegel.

Nicht mehr weit weg vom See, 5—10 m unterhalb des Seespiegels, kommt man an den oben bereits erwähnten typischen Moränenwall, der durch sein kompaktes Gefüge — genau, wie der äußerste rechte Seitenmoränenwall am Plöckenstein, der aber noch höher ist — auffällt. Seine Höhe ist nach außen etwa 12 m, allerhöchstens 15 m, nach dem Innern zu nur ca. 4 m. Zwischen ihm und dem vorhin erwähnten, an das Plöckensteiner „Steinerne Meer“ erinnernden, herrscht allgemeine Blockbestreuung des Geländes; aber die ganz großen Blöcke liegen doch ganz vorwiegend in den

Moränenzügen selbst (Gneis und Granit, die beiden Gesteinsarten, aus denen die „Seewand“ besteht, immer durcheinander), nicht im Zungenbecken dazwischen. Durch eine deutliche Bodenfurche getrennt, folgt sodann, kurz hinterher, unmittelbar am See selbst, noch ein dritter Moränenbogen, der den See anstaut.

Diese beiden seenächsten Moränenwälle lohnt es sich, ein Stück nach S zu verfolgen. Die Dimensionen und Höhenzahlen der beiden Wälle schwanken. Als Beispiel seien hier zwei Notierungen erwähnt: Die Moräne unmittelbar am See, 4—6 m hoch, zur Zeit meines Besuches, Anfang August 1927, infolge teilweisen Ablassens des Sees als Blockwall auch unter dem Normalwasserspiegel erkennbar, eine Zahl, die nach S hin sich wesentlich erhöht, dann der nächste, durch ein deutliches „Tal“ von dem vorigen getrennte Moränenwall, 15—20 m über dem See, bis 30 m Kammbreite, in 30 m Abstand von dem Wall am See selbst. Diese Zahlen bleiben jedoch keineswegs konstant, sondern wechseln je nach dem Ort der Beobachtung, wie das aus ihrem Moränencharakter, als Akkumulationsgebilde, unschwer erklärlich ist. Verfolgt man den Weg, der, östlich vom See, südwärts den Abhang hinaufführt, so fallen in einer kleinen Grube am Wege Granitblöcke neben dem Glimmerschiefer auf. Bei etwa 1115 m Höhe hört die stärkere Blockbestreuung auf, und man dürfte hier, ca. 35 m über dem Seespiegel (dieselbe Zahl, wie am Nordufer des Plöckensteinsees), ungefähr das obere Ende der Moränenentwicklung erreicht haben. Auffallend sind hier, wenig unterhalb, eine Anzahl ausgezeichnet gerundeter und kanten-gerundeter Blöcke, deren Transport hierhin durch Wasser ausgeschlossen ist. 20 m höher ist fast ebener Boden, der sicher keiner Moräne mehr zugehört.

Die zuerst erwähnte, tiefste Endmoräne („Steinernes Meer“), die sich hufeisenförmig gegen den Seebach hinzieht, wurde von mir von der Kreuzung (1060 m) mit dem Touristenweg zum See abwärts längs ihres Verlaufes bis 1035 m Meereshöhe verfolgt; sie ist dort, verglichen mit dem wilden Chaos gigantischer Blöcke in ihren Anfängen nahe dem See, aus wesentlich kleineren Blöcken nur noch aufgebaut und in die Breite verwaschen, aber dabei doch noch so deutlich, daß sie, einmal erkannt, dem Blick nicht verloren gehen kann. Sie zieht sich also von ca. 1095 m am Anfang bis mindestens 1035 m, d. h. mindestens über 60 m Höhendifferenz hin. Diese Zahl soll nur als der durch direkte Beobachtung verbürgte Minimalwert gelten.

B. Der „Alte Schwelle“-Gletscher.

1 km im SSO vom Stubenbacher See befindet sich die Gegend der sogenannten „Alten Schwelle“, auf der deutschen Reichskarte 1 : 100000 als ebene Fläche, auf der alten österreichischen Spezialkarte 1 : 75000 als moorige Fläche erkennbar, von dem halbkreisartig nach N geöffneten Gebiet des Mittagsberges (1314 m), sicher des Hauptschnelieferanten während der Eiszeit, und des

Seerückens (1265 m) im S umgeben, so daß eine Art Zirkus entsteht, dessen Boden angefüllt ist durch ein mächtiges Moor. Mit Recht führt es P. Wagner (S. 50) als „einstigen Zirkussee“ mit an. Zweifellos ist es am besten zu erreichen auf dem Wege, der von den „Sonnberg“ genannten Häusern (SO von Stubenbach) südwärts, am Ostabhang des Seebachtales aufwärts nach den „Großen Riegeln“ (1238 m) führt. Mir selbst wurde die Tatsache, daß ich vom Stubenbacher See aus, ohne Weg mitten durch den Wald, mich absichtlich immer in ca. 1100 m Höhe haltend, ihn zu erreichen suchte, in gewissem Sinne zum Verhängnis, zumal da Nebel und Regen die Orientierung erschwerten.

Wie oben erwähnt, dürfte man ca. 35 m über dem Spiegel des Stubenbacher Sees an seiner SO-Ecke aus dem Bereich seiner rechten Seitenmoräne herauskommen. Südsüdöstlich haltend im Walde, hat man im S die nicht steil ansteigenden, unteren Teile der Wände des Mittagsberges (1314 m). Nach einiger Zeit kommt man, bei ca. 1105 m Höhe — genau, wie es nach P. Wagners Kärtchen 1 : 25000, Tafel III, sein muß — auf merklich sumpfigen Boden, jenseits dessen ein Blockwall, etwa 3 m hoch, schließlich ein solcher von 6 m, passiert wird, die Blöcke gänzlich mit Heidelbeergestrüpp überwuchert. Weiteres Vorstoßen in der durchweg sumpfigen Waldgegend, in der gleichen Höhenlage, führt schließlich zu einer offenen Stelle, wo ein breiter, vom Walde gelichteter Wirtschaftsstreifen einen gewissen Überblick gestattet: Im S der mäßig steile Berghang, mit ziemlich geradliniger Böschung, davor ca. 60 m breit ein mit Sphagnum, Eriophorum, Fichten und Heidelbeergestrüpp bestandenes Moor, dessen schwarzbrauner Boden durch Gräben aufgeschlossen ist, und nach N zu ein 8 m hoher, völlig kompakter Wall, der sichtlich eine Moräne darstellt (Abb. 4). Infolge des herrschenden Regen- und Nebelwetters begnügte ich mich mit diesen Feststellungen.

Erst nachträglich, bei der Kombination der Einzelbeobachtungen zu einem Gesamtbild, komme ich auf Grund des Kartenbildes zu einer anderen Vorstellung, als ich sie mir an Ort und Stelle machte, und daher, wie mir jetzt scheint, vorzeitig meine Beobachtung abbrach. Demnach habe ich bei einem kurzen Vorstoß über die letztgenannte, in Abb. 4 dargestellte Moräne hinweg das eigentlich von mir gesuchte Moor, den alten, erloschenen See der „Alten Schwelle“, nur eben von S her ein Stück betreten, und zwar an seiner SW-Ecke. Dafür sprechen 1. die Tatsache, auf die mein jugendlicher Begleiter, H. Beyer, mich schon im Gelände aufmerksam machte, daß die an dem Wirtschaftsstreifen 8 m hohe Moräne nicht nach links, sondern nach rechts abbiegt, von S aus gesehen — wir wären also dort im Bereich der linken Seitenmoräne des „Alte Schwelle“-Gletschers —, 2. der morphologische Bau des Moränenwalles. Diese zeigt nach S hin jene durchaus kompakte Beschaffenheit, die ich erst im Laufe der noch folgenden Begehungen als typisch für die Außenseite der meisten B. W.-Moränen

erkannte, soweit sie nicht, was auch vorkommt, durchweg in einzelne Blöcke aufgelöst sind. 3. entspricht dem auch die Beobachtung, daß sich die genannte Moräne zwar nach S zu um 8 m über den Boden davor erhebt, nördlich des Moränenwalles aber der Boden nur um wenige (kaum 3) Meter tiefer liegt, als der Kamm, um fast horizontal, in ca. 1115 m Höhe, 35 m höher als der Spiegel des Stubenbacher Sees, sehr weit nördlich sich fortzusetzen, wiederum mit Moor und dieses seinerseits wieder überall mit Wald bedeckt. Offenbar ist nördlich des Moränenwalles die Innenseite desselben, und diese ist, wie ebenfalls erst die folgenden Begehungen als beinahe typisch für sie erkennen ließen, stets höher gelegen, als die Außenseite, offenbar, weil eine weitgehende Auffüllung der Zungenbecken mit Gletscher-Schuttmaterial stattgefunden hat. 4. Wäre die Gegend nördlich des Moränenwalles dessen Vorgelände, eine Annahme, zu der der direkte Anblick in der Natur selbst zunächst verführt, da ein Stück südlich der Moräne der Bergabhang aufsteigt, so wäre ihre ausgesprochene Horizontalität und zugleich auch ihre Moorbedeckung unverständlich und völlig abweichend von dem, was sonst überall im B. W. vor der Endmoräne zu beobachten ist. 5. Ebenfalls erst im Gefolge weiter ausgedehnter Beobachtungen ergab sich die Tatsache, daß am Außenrande der Moränen im B. W. öfters kleine Bäche verlaufen. Der Lauf der beiden Bäche im SO vom Stubenbacher See, die dann zusammen den rechten Quellbach des „Seebachs“ bilden, ist in eigentümlicher Weise hufeisenförmig gebogen (auf d. deutsch. Reichskarte 1 : 100000 direkt auffällig), statt sich im spitzen Winkel zu treffen. Der Gedanke liegt nahe, beide Bäche als am Außenrande der „Alten Schwelle“-Moränen verlaufend aufzufassen, die wir demnach nur an einer Stelle, im SW, als linke Seitenmoräne, gesehen hätten. Freilich, zurzeit noch unverständlich bleiben dann der 3 m- und der 6 m-Wall, den wir weiter nördlich gekreuzt hatten.

Sind diese Gedankengänge richtig, was sehr wahrscheinlich ist, so ist auch jenseits, im Osten, eine gleich geartete rechte Seitenmoräne, vor allem aber auch eine nicht unbeträchtliche Endmoräne ganz im N, südlich des Zusammenflusses der beiden Bäche, zu erwarten, von denen bisher noch keinerlei Zeugnis vorliegt. Auch P. Wagner erwähnt nichts Derartiges. Wahrscheinlich war der alte, jetzt völlig zugemoorte und größtenteils mit Wald und Beerengestrüpp bestandene See der „Alten Schwelle“ sogar etwas größer als der Stubenbacher See.

Beachtung verdient bei einer künftigen Untersuchung auch die Frage, inwieweit die — anscheinend ziemlich wenig steile — Beschaffenheit der Bergwände um diesen „Alten Schwelle“-Gletscher herum dem entspricht, was wir uns heute meist noch unter dem Begriff „Karwände“ vorstellen. (Auch die Umgebung des Lakka-sees, der zweifellos auch, wie sogleich zu zeigen sein wird, der Überrest eines alten Gletschers ist, entspricht mit relativ wenig steilem und felsigem Gelände nicht so recht dem üblichen Karbegriff.)

Die moorige Waldfläche, die wir außerhalb, im SW der eigentlichen „Alten Schwelle“, und ca. 5 m tiefer gelegen, als diese, zwischen der Bergwand im S und dem Außenrand der 8 m hohen (wahrscheinlich linken Seiten-) Moräne fanden, entspricht sicher auch einem einstigen, kleinen und flachen See. Seine Erklärung dürfte dieser in dem Anstau finden, den die von S und SW (von den Großen Riegeln und dem Mittagsberg) herabkommenden Wasser und Schneemassen an der vorgelagerten linken Seitenmoräne des „Alte Schwelle“-Gletschers fanden. So entstand ein länglicher, parallel den Höhenlinien sich von SSO nach NNW hinziehender Stausee, der später vermoorte und nach N zu dort aufhörte, wo die genannte linke Seitenmoräne des „Alte Schwelle“-Gletschers (von Osten herkommend) nach N abbog und damit der stauende Faktor aufhörte.

4. Der Lakkagletscher.

Ein eigenartiges Verhalten in glazialmorphologischer Hinsicht zeigt der Lakkasee, der als schmalster aller B. W.-Seen mit nur 85 m Breite, bei 375 m Länge, östlich vom Lakkaberg (1339 m) gelegen ist. Zweifellos ist er an seinem unteren Ende von einer Endmoräne abgeschlossen. Ihre geringe Höhe entspricht der geringen Seetiefe (kaum 4 m). Tatsächlich ist der kleine, nur $2\frac{1}{2}$ ha große, See, nur wenig größer, als der kleinste der B. W.-Seen überhaupt, der Kleine Arbersee, bereits zur Hälfte verlandet durch teils schwimmende, teils feste Grasinseln, auf denen aber auch schon kleine Fichtenbäumchen festen Fuß gefaßt haben (genau wie in den obersten, verlandeten Partien des Kleinen Arbersees).

Aber, wie bei allen B. W.-Seen, ist der unmittelbar den See abschließende Wall nicht das äußerste Moränenstadium, vielmehr erstreckt sich eine zweifellose Endmoräne noch bis zu ca. 1080 m Meereshöhe herab, während der Seespiegel selbst 1096 m liegt, damit übrigens den höchstgelegenen See des B. W. darstellend. Aber im Gegensatz zu den geschlossenen, kompakten Blockwällen anderer Seen ist hier der deutlich hufeisenförmige Verlauf der Endmoräne in allen ihren Teilen nur noch durch eine Anhäufung von Blöcken markiert, wenigstens des Zuges, der bisher mit Sicherheit als unterster festgestellt werden konnte, während eine gewisse Wahrscheinlichkeit besteht, daß die Hauptstirnmoräne erheblich weiter unten liegt, so daß es sich hier nur um eine Rückzugsmoräne schwächerer Ausbildung handeln würde. Die Blöcke sind alle stark übermoost und nicht mit den Riesenblöcken vom Plöckensteinsee, Stubenbacher See u. a. zu vergleichen.

Am NW-Ende des Sees sieht man ganz deutlich eine niedrige linke Seitenmoräne, nur 2—3 m hoch, an das See-Ende sich anlegen. Ein kleiner Aufschluß zeigt braunen Blocklehm mit kantengerundeten Blöcken von Granit und Gneis verschiedenster

Größe. Der vom Lakkasee nach Böhmischem-Eisenstein führende Weg steigt unmittelbar westlich vom See merklich an, bis ca. 20 m über den Seespiegel, und führt dort in ziemlicher Breite (ca. 80 m) über einen blockbestreuten Wall, der völlig denen gleicht, wie sie an den anderen Seen als zweifellose Moränen festgestellt werden. Blickt man nach Überschreiten des Walles rückwärts, so sieht man diesen Wall genau so kompakt, wie etwa den im SO vom Plöckensteinsee, oder den „klassischen“ Trümmerwall unterhalb des Stubenbacher Sees (s. o. S. 93), mit seinen Blöcken darin gleichmäßig von Moos überzogen, ca. 8 m hoch nach außen abfallen. Der Wall zieht sich sichtlich weit nach oben den Abhang hinauf, wie auch nach unten, in letzterer Richtung aber niedriger werdend. Es kann kaum zweifelhaft sein, daß dieser breite Blockwall als äußerste linke Seitenmoräne des Lakkagletschers aufzufassen ist.

Die Frage, ob eine bedeutende wallartige Erhöhung, die bei ca. 1040 m Meereshöhe (also reichlich 50 m, vertikal gemessen, unterhalb des Seespiegels) von N (links) her an den Seebach herantritt und von diesem rauschend durchbrochen wird, vielleicht mit diesem mächtigen Blockwall in Verbindung steht und sein unterstes Ende (und damit eine allerunterste Endmoräne, s. o.) darstellt, muß ich zurzeit noch offen lassen, da ich die Strecke nicht besuchen konnte und an dem bezeichneten Ende selbst völlig dichter und niedriger Wald jede Umschau unmöglich macht. Eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür besteht wohl.

Merkwürdig ist nun, daß auf der Gegenseite, SO vom See, nicht zu entdecken ist, was diesem mächtigen Wall, der anders als linke Seitenmoräne überhaupt nicht verständlich sein würde, einigermaßen entspräche. Eine rechte Seitenmoräne scheint völlig zu fehlen oder, da dies ja wenig wahrscheinlich ist, muß wenigstens z. T. wieder zerstört sein. Auf dem Wege, der vom Stubenbacher See über den Steindlbergrücken (1307 m) herunter zum Lakkasee führt, wurde nirgends etwas Ähnliches bemerkt, auch nicht bei einem, freilich nur kurzen, Absuchen des Geländes südöstlich vom See überhaupt.

Etwas Neues gegenüber den bisher auf unserem Vordringen im B. W. von S nach N beobachteten Glazialerscheinungen bietet nun die SW-Wand des Lakkasees, die „Seehäng“ (anderwärts: „Seewand“), wenigstens wenn wir von einem zunächst noch nicht ganz sicheren Vorkommen im nördlichen Rachelkar (s. o. S. 92) absehen. Das Gehänge ist, verglichen mit den Steilabstürzen am Plöckensteinsee, Rachel und Stubenbacher See, ziemlich flach: Aus P. Wagners Kärtchen (Tafel III) ergibt sich vom Gipfel des Lakkaberges (1339 m) im SW bis zum Seespiegel (1096 m) auf reichlich 1 km horizontale Entfernung nur 245 m Höhendifferenz, d. h. nur 13° Durchschnittsneigung. Eine beachtliche Zahl für „Kar“-Wände! Allerdings ist, umgekehrt wie am Plöckenstein- und Rachelsee etwa, hier die untere Hälfte der „Seewand“, zwischen Seespiegel und Seehangsteig (der etwa in halber Berghöhe verläuft) steiler geneigt, als die obere.

Nach der Feststellung zweifellos glazialer Rundhöcker am Großen Arber (s. u. S. 125/127) veranlaßte uns P. Wagners Wort von „steilen, glatten Felsen“ (S. 53) — was sich freilich ebenso gut auf Harnischflächen beziehen konnte — zu einem Durchstieg des Seehängs bis zum Seehangsteig. Dabei erwies sich der Seehang deutlich terrassenförmig gegliedert, d. h. der Gehängeabfall wird von einer Anzahl wenig breiter, aber einigermaßen wagerechter Terrassen mit meist sumpfigem Boden, unterbrochen. Eine solche Terrasse fand sich z. B. auf der Linie unseres Aufstieges ca. 60 m über dem Seespiegel, darüber ein deutlicher, fast senkrechter Abfall (genau so z. B. an der N-Seite des Großen Arbers), 15 m höher lag die nächste Terrasse. Wiederum 10 m höher, also bei ca. 1180—85 m Meereshöhe, 85—90 m über dem See, fanden wir die ersten Gesteinsformen, die wahrscheinlich als Rundhöcker zu deuten sind; bei ca. 1210 m sind Rundhöckerformen auf Gneisglimmerschieferboden noch einen Grad mehr wahrscheinlich. Längs des Seehangsteigs, den wir bei 1240 m Meereshöhe erreichten, fanden wir, von hier aus den Weg südostwärts verfolgend, mehrere Felsen, die den weiter unten (s. S. 101) zu besprechenden „gerundeten Felsen“ am Weg in halber Höhe der Teufelsseewände, in ganz gleicher morphologischer Lage, an Deutlichkeit kaum nachstehen. M. E. handelt es sich auch hier um zweifellose Rundhöcker, wenn auch der Erhaltungszustand nicht mehr der beste ist. Ganz sicher zeigt die typische Rundhöckerform mit typisch glazialer Schlift-Fläche oben darauf (wenn auch ohne Schrammen) ein über 5 m hoher Block wenig oberhalb des Weges. Man sieht die Rundhöcker nach oben, das Gehänge zum Lakkaberg (1339 m) hinauf, sich fortsetzen, der damit als Ausgangspunkt des Lakkaseegletschers festgestellt ist, wie ja auch theoretisch nicht anders zu erwarten war. Nach unten zu scheinen die Rundhöckerformen eine gewisse Höhengrenze, ca. 1170 m, d. h. etwa 75 m über dem See, nicht zu unterschreiten. Das Gelände ist zwischen dieser Grenze und dem Seespiegel relativ flach und fast ohne Gesteinsblöcke.

5. Der Teufelsseegletscher.

Teufelssee und Schwarzer See, die beiden nächst dem Großen Arbersee wohl bekanntesten Seen des B. W., weil von Markt Eisenstein; wenig jenseits der tschechoslowakischen Grenze, leicht erreichbar, entsprechen in ihrer Lage zu dem einst gletscherbildenden Berggipfel, dem 1343 m hohen Seewandberg, genau zwei anderen Beispielen, nämlich je zwei Seen bez. Karen am Großen Arber und Rachel. Von den drei genannten Bergen aus liegen Schwarzer See, Kleiner Arbersee und das „Stadt“ genannte nördliche Kar am Rachel gerade im N der damaligen Berggletscherzentren, Teufelssee, Großer Arbersee und Rachelsee liegen alle drei im Südosten desselben betreffenden Berges.

Beim Teufelssee, 1030 m hoch gelegen, mit 430 m Länge und 260 m Breite, $9\frac{3}{4}$ ha Fläche dem zweitgrößten der B. W.-Seen,

konzentriert sich das glazialgeologische Interesse zunächst auf jene eigentümlichen, „sanft gerundeten Buckel“ und Felsen in „Rundhöckerform“ (P. Wagner), die schon 1887 Penck, Böhm und Rodler beschrieben haben in ihrem „Bericht über eine gemeinsame Exkursion in den Böhmerwald“. Sie schreiben dort (S. 75) „Höchst auffällig ist die Tatsache, daß die unteren Partien der Seewand oberflächlich Rundbuckelformen aufweisen. Stellenweise finden sich deutlich gegen O verlaufende Schrammen, die alle Eigentümlichkeiten eines echten Gletscherschliffes besitzen. Sie richten sich vorwiegend bergab, überspringen klüftige Partien der Felsoberfläche, um unterhalb derselben in tieferem Niveau wieder einzusetzen, wodurch sich eine deutliche Sonderung in Stoß- und See-seiten ergibt. Die Schliffe sind prächtig etwa 100 m über dem Seespiegel an dem die Seewand horizontal entlang ziehenden Weg aufgeschlossen, und zwar über eine Entfernung von mindestens 500 m an den verschiedensten Stellen. Am deutlichsten erscheinen sie südlich einer kleinen Brücke im NNO des Sees, einige Schritte oberhalb des Weges.“ 1897 bildete P. Wagner solche „geglätteten Glimmerschieferfelsen“ an der Seewand vom Teufelssee, auch „gerundete Felsen, nur bei Niedrigwasser sichtbar“, unten am See selbst, ab.

Ich besuchte dieses Vorkommen erst gegen Ende meiner dritten B. W.-Glazialexkursion, nachdem mir die weiter unten zu beschreibenden, m. E. zweifellos echt glazialen Rundhöcker in der Umgebung des Kleinen Arbersees und in dem bisher unbekanntem Kar 125 m oberhalb desselben lange bekannt waren. Es ist mir über jeden Zweifel erhaben, daß auch hier am Teufelssee echt glaziale Rundhöcker, wirkliche „roches moutonnées“, vorliegen (Abb. 5, die Photographie gibt leider den Eindruck der typischen sanften Rundung des Felsens, der in der Natur so auffällig ist, nur schlecht wieder). Nur die Tendenz der drei Beobachter von 1887, die phantastischen Vorstellungen Baybergers von einer ausgedehnten Flächenvergletscherung des B. W. auf das richtige, sehr viel kleinere Maß zurückzuführen, mag dazu geführt haben, zwar die eigentümlichen gerundeten Felsen als Rundbuckelformen zu beschreiben, ohne aber auch genetisch die entsprechenden Schlußfolgerungen zu ziehen. Wahrscheinlich würde diese große Skepsis heute von den Autoren selbst kaum mehr aufrecht erhalten werden.

Hinzufügen möchte ich aus meinen Beobachtungen nur noch, daß die von den drei Autoren geschilderte Felsenpartie unmittelbar oberhalb des Seewandweges zwischen einer Brücke im S und einer Kreuzung mit einem steilen Tälchen im N liegt, auch nach meiner Feststellung „reichlich 500 m“ lang ist, zwischen ca. 1090 m und ca. 1120 m Meereshöhe. Auf diese Partie ausschließlich beschränkt und auch nach beiden Seiten scharf abgegrenzt, erscheinen längs des Seewandweges die Rundhöcker, so daß hier wohl die Gleitbahn, das eigentliche Bett des Gletschers, zu suchen ist, der vom Seewandberg (1343 m) nach SO zum Teufelssee herunterhing.

Dem entspricht auch, daß hier nahezu jede einzelne Felsfläche als Rundhöcker oder als Teil eines solchen zu bezeichnen ist. Es handelt sich um eine auch unter der dünnen Vegetationsdecke durchgehende Glättung des Felsenuntergrundes. Die Rundhöckerflächen fallen vorwiegend nach O ein, wie es die Theorie erfordert. Schrammen und Kritzen habe ich nicht bemerkt, freilich auch nicht danach gesucht, weil sie mir angesichts des gesamten morphologischen und geologischen Befundes nicht mehr nötig erschienen als Beweismittel. Sie können den Eindruck verstärken, erscheinen mir aber nicht mehr als *conditio, sine qua non*. Die von Penck, Böhm und Rodler erwähnte Stelle „südlich einer kleinen Brücke im NNO des Sees, wo die Rundhöcker am deutlichsten sind“, habe ich trotz Nachsuchens nicht finden können, in der Annahme, daß gemeint ist eine Stelle unten am See selbst. Freilich ist das Vorkommen von Rundhöckern am unteren See-Ende ja schon nicht mehr sehr wahrscheinlich, da diese, worauf J. Sölch einmal hingewiesen hat („Beobachtungen über die glaziale Formung einiger Vogesenseen“, Ztschr. f. Gletscherkunde, 9. Bd., 1914/15, S. 149) „dem Schurfbereich angehören“, und wir uns am unteren See-Ende ja sicher bereits vielmehr im Akkumulationsbereich des Gletschers befinden, als in dessen Erosionsgebiet. (Immerhin werden wir aber am Kleinen Arbersee, an dessen rechter und wohl auch linker Seite, auch nicht mehr weit vom unteren See-Ende bez. direkt daneben, noch Rundhöcker finden (s. u. S. 122/123). Ist aber von den drei Autoren eine solche Stelle unten am Teufelssee nicht gemeint, so ist vielleicht das „NNO“ in NNW zu korrigieren. Dann würde es sich um das Nordende eben der beschriebenen Partie am Seewandweg handeln.

Solche Rundhöcker sind auch aus den anderen in der Eiszeit vergletschert gewesenen deutschen Mittelgebirgen bekannt, so aus den Vogesen, vor allem aber aus dem hohen Schwarzwald, wo sie sogar ziemlich häufig sind und lokal förmliche „Rundbuckellandschaften“ bilden (Krebs und Schrepfer, Geograph. Führer durch Freiburg und Umgebung, 9. Exkursion in den Hochschwarzwald, S. 164—205 und Schrepfer, „Oberflächengestalt und eiszeitliche Vergletscherung im Hochschwarzwald“, Geogr. Anz. 1926, S. 197 bis 209).

Um so mehr scheint es berechtigt, die vorsichtige Zurückhaltung fallen zu lassen, die bisher auch am Teufelssee geübt worden ist, und diese Rundbuckelformen als das anzusprechen, was sie wirklich sind: echte Glazialspuren.

Auch im Riesengebirge finden sich nach G. Berg im Kar der Agnetendorfer Schneegrube „vielfach auffällig gerundete Felsformen“ (Erl. z. Geol. Karte v. Preußen, Bl. Schreiberhau—Schneegrubenbaude, 1922, S. 41), die jedenfalls mindestens glazialverdächtig sind.

Unzweifelhafte Schrammen und Kritzen habe ich übrigens am Teufelssee ebensowenig bemerkt, wie an den anderen B.W.-Seen, freilich auch nie besonders darnach gesucht. Die Zeit, in

der Schrammen als Hauptbeweis oder gar als alleiniger Beweis alter Gletscher galten, in Verbindung mit ungeschichteter Lagerung, ist vorüber, zumindest überall dort, wo noch andere, stärkere Beweise vorliegen. Es ist müßig, angesichts so ausgesprochen hufeisenförmiger Blockwälle, wie sie die See-Enden im B. W., z. T. in mehrfacher Wiederholung hintereinander umgeben, noch nach „Beweisen“ für deren glaziale Entstehung in Gestalt von Schrammen zu suchen. Viel leichter könnten Schrammen auf irgend einem anderen, nicht glazialen Wege, künstlicher oder natürlicher Art, zustande kommen, als diese typischen Moränenwälle. In den in Frage kommenden höheren deutschen Gebirgen sind infolge der zweifellosen Ungeeignetheit des sie vorwiegend aufbauenden Urgesteins Gletscherschrammen auf anstehendem Felsboden nirgends gut erhalten, auch im Schwarzwald scheinen sie „sehr selten“ zu sein. Und wo nicht lokal besonders geeignete Gesteine vorliegen, wie z. B. Kalkstein, Amphibolit, Porphyr, da ist eben überall die Aussicht auf unzweifelhafte Gletscherschrammen, auch auf Geschieben nur, gering.

Was die Moränenbildung anlangt, so sind auch hier, wie bei den andern Seen, Seiten- und Endmoränen sicher vorhanden. Bei einem Vorstoß senkrecht zum linken Seeufer, nahe dem unteren See-Ende, also nach NO hin — eine Gegend, die nicht nur in der Natur, sondern sogar auf der alten österreichischen Spezialkarte 1 : 75000 durch ihre Flachheit auffällt — schien mir das Moränengelände auf wohl 200 m in die Breite ausgedehnt, von drei Blockwällen durchzogen, parallel zum Seeufer, die also als linke Seitenmoränen aufzufassen wären. Deren erste, am See selbst, steigt (an der Stelle des von uns gelegten Profils) nur bis ca. 8 m an, während die davon abgelegenen Wälle Nr. 2 und 3 nur wenige Meter hoch sind und bereits stark verwaschen. Die Blockbestreuung zwischen den einzelnen Wällen ist relativ gering.

Die Endmoräne — zwei Wälle? — erstreckt sich anscheinend bis etwa 200 m Entfernung vom See abwärts, wenn man sie auf dem Weg nach Hotel Rixy, Spitzberg und Panzerschutzhaus kreuzt. Der Kamm der äußersten Endmoräne liegt hier nur etwa 5 m tiefer als der Seespiegel. Der Seebach selbst ist deutlich mehrere Meter tief in Moränenblocklehm eingeschnitten. Die Blöcke in dem kleinen Aufschluß links vom Seebach tragen stark den Charakter von Gletschergeschieben und sind z. T. typisch kantengerundet, vielleicht z. T. auch mit echten Gletscherschrammen versehen.

Die rechte Seitenmoräne kreuzt man, wenn man vom See den Weg im SO desselben hinauf verfolgt bis zur Touristenstraße, die von Böhmischem Eisenstein durch die Teufelsseewände — an den eingangs geschilderten Rundbuckeln vorbei — nach dem Schwarzen See führt. Hier quert man ca. 40 m über dem Seespiegel einen ganz deutlichen breiten Moränenkamm, z. T. in zwei Parallelkämme zerlegt, wohl durch nachträgliche Erosion (wie es auch am Schwarzen See wiederkehrt), mit großen Felsblöcken oben darauf.

Deren Zug läßt sich auch oberhalb der Straße noch ein Stück mit dem Blick weiter verfolgen.

Der Teufelssee ist mit 36 m Maximaltiefe doppelt so tief, wie der tiefste aller bisher besprochenen Seen, der Plöckensteinsee und der zweitiefste See des B. W. überhaupt. Die vom See erfüllte Hohlform des Bodens ist ein sehr regelmäßig gebautes Becken mit dem tiefsten Punkt wenig unterhalb der Seenmitte.

6. Der Schwarze See-Gletscher.

Der Schwarze See ist der bei weitem größte und tiefste aller Böhmerwald-Seen: 1008 m hoch gelegen, ist er nicht weniger als 660 m lang und 465 m breit; sein Areal ist mit $18\frac{1}{2}$ ha noch immer fast doppelt so groß, als das des nächstgrößten, des Teufelssees.

Eigenartig ist der unterseeische Bau der Hohlform des Seebeckens. Äußerlich fast ein gleichseitiges Dreieck, mit einer Spitze im S, zerfällt es — wie P. Wagners Isobathenkarte auf seiner Tafel I schön zeigt — in zwei deutlich geschiedene Teile: Im Westen zieht eine tiefe und steile Wanne mit SSO—NNW laufender Längsachse parallel zum Steilabfall des Zwerchecks (1270 m bez. 1327 m) hin. Der tiefste Punkt des ganzen Sees liegt nun, 40 m unter dem Wasserspiegel, nur 100 m vom Westufer entfernt, nahe dessen Mitte. Das ergibt eine Unterwasserböschung von 21° , an der gleichen Stelle die Seewand hinauf bis 1220 m Höhe 34° . Wie sehr übrigens diese Gradzahlen nur den Charakter von Durchschnittswerten tragen, dafür von der gleichen Stelle ein weiteres Beispiel: Aus der erloteten Tiefe von 29 m in nur 20 m Entfernung vom Ufer folgt zwischen diesen Punkten sogar eine wirkliche Unterwasserböschung von 55° (!). P. Wagner (l. c. S. 23) sucht an dieser Stelle daher eine Verwerfungsspalte, die aber vielleicht auch durch die senkrechten Abfälle der gerade am Schwarzen See lokal wieder sehr zahlreichen Harnisch- oder Cleavageflächen ersetzbar wäre (letzten Endes ist ja jede Harnischfläche die Auswirkung einer kleinen Verwerfung). Der zweite, östliche Teil des Seebeckens, die ganze untere Seehälfte einnehmend, erreicht an keiner Stelle auch nur die Hälfte der obigen Tiefenzahl, geht also nirgends bis auf 20 m herab und gleicht mehr einer Art Unterwasserplateau.

Wohl nicht ohne Beziehung zu der Tatsache, daß wir im Schwarzen See den größten und tiefsten aller B. W.-Seen vor uns haben, ist auch das Moränensystem hier stark entwickelt, und zwar sowohl als rechte und linke Seitenmoräne, wie als Endmoräne.

Wandern wir vom Teufelssee zum Schwarzen See auf der üblichen Touristenstraße, so kreuzen wir übrigens eine hydrographisch interessante Stelle, die sogen. „europäische Hauptwasserscheide“, ein schmales, waldentblößtes Plateau, das hoch über und zwischen den beiden Seen liegt. (Von diesem Plateau führt,

an der Stelle eines Wegweisers, ein Fußweg direkt südlich herunter zum Teufelssee.) Über dieses schmale Plateau läuft, vom Osser und der Seewand (1343 m) im W herkommend, nach dem Spitzberg (1199 m) und Panzerberg (1152 m) im O, die europäische Hauptwasserscheide: Sie teilt die beiden, in Luftlinie nur $1\frac{1}{2}$ km von einander entfernten Seen verschiedenen Meeren zu, den Teufelssee durch den Großen Regen zur Donau und dem Schwarzen Meere, den Schwarzen See durch die Angel zur Elbe und Nordsee.

Auf diesem Wege vom Teufelssee her kommend, passiert man bereits in einer Entfernung von rund 330 m vom Schwarzen See — geschätzt auf dem fast geradlinigen Wege, der vom Ufer des Schwarzen Sees senkrecht hinweg gegen den Teufelssee führt — den Wall der äußersten rechten Seitenmoräne (Meereshöhe ca. 1030 m, also etwa 20 m über dem 1008 m hohen Seespiegel) des Schwarzen See-Gletschers. Die Moräne ist hier deutlich in zwei Parallelkämmen entwickelt, der Außenabfall des Walles beträgt ca. 8 m; nach oben hin (bergaufwärts) vereinigen sich die beiden Wälle zu einer ca. 40 m breiten Wallfläche. Der Abfall nach innen, ins Zungenbecken, ist — wie mehrfach auch an anderen Seen — weniger homogen, sondern verwaschen. Bei ca. 1020 m Meereshöhe folgt nach innen zu eine ziemlich wagerechte, breite Fläche. Dieser Doppelwall stellt sichtlich die Grenze dar zwischen einem völlig blockfreien Boden außerhalb und einem deutlich blockbestreuten Zungenbecken zwischen Wall und See.

Verfolgt man diese Seitenmoräne bergaufwärts, also nach SW zu, so ist ein allmähliches Verflachen und Verwaschenwerden des bei der oben genannten Wegkreuzung selbst topographisch so scharf markierten Walles festzustellen. Bei ca. 1090 m kreuzt die Moräne sich mit der Straße zum Teufelssee, sie ist hier topographisch nach außen hin kaum mehr bemerkbar und nur an dem zusammenhängenden Zuge der Streublöcke zu erkennen. Diese wurden bis über 1100 m Meereshöhe noch verfolgt, so daß man hier den Beginn der äußersten rechten Seitenmoräne wohl rund 100 m über dem Seespiegel ansetzen kann.

Geht man auf einem kleinen Fußweg entlang, der aus der eben erwähnten Gegend der Straßenkreuzung mit der Moräne (an der Straßenkehre!) abgeht in Richtung nach S, auf die Seewand, zu, so hört nach einer gewissen Zeit die Blockbestreuung fast gänzlich auf, nachdem die anfangs noch vorhandenen Blöcke vielleicht noch als heruntergestürzte Moränenblöcke von dem wenig oberhalb zu denkenden, einstigen Moränenblockwall aufzufassen sind. Dann hört auch der Weg gänzlich auf (er ist z. T. den steilen Abhang hinabgerutscht), schließlich kommt man wieder in ein Gebiet großer Absturzblöcke, die aber den, von der tschechischen Staatsbaude (Gastwirtschaft) aus am Nordrande des Seeufers deutlich sichtbaren steilen Felspartien der Karwände mit ihren Cleavage- und Harnischflächen entstammen, also kein Moränenmaterial mehr darstellen. Bei der Kreuzung mit dem 1. Bach (SO-Ecke) bietet sich ein

Durchblick aus dem Wald nach der Staatsbaude, ich verfolgte die Gegend noch bis zur Kreuzung mit einem 2. Bache, bei ca. 1110 m Höhe (100 m über See), ohne etwas Besonderes, etwa Rundhöcker, zu finden.

In der Gegend der oben erwähnten Straßenkehre macht es den Eindruck, als ob mehrere, vielleicht 2—3 gesonderte Blockwälle das Gelände als weiter innerhalb entwickelte rechte Seitenmoränen, von etwa dem gleichen Punkt ausgehend, den Abhang ziemlich steil hinabzögen. Doch erschwert die nicht unbedeutende Gehängeneigung eine scharfe Isolierung derselben. Steigt man etwas nördlich und unterhalb der Straßenkehre die Waldschneise hinab zum See, so kreuzt man ca. 35 m über dem See einen zweiten Wall, ca. 12—15 m hoch, sodann etwas tiefer zwei Terrassen, die letzte ca. 15 m über dem Seespiegel. An der SO-Flanke des Sees am Ufer entlang gehend, bemerkt man ziemlich viel Moränenblöcke. Es sieht aus, als sei hier das Seeufer durch die starke Blockbestreuung einige Meter nach W zu gedrängt.

Geht man vom NO-See-Ende abwärts in NO-Richtung, so findet man die äußerste rechte Seitenmoräne wieder, nunmehr als Teil der Endmoräne zu bezeichnen, hier die Spitzberger Straße kreuzend in einer Höhe von ca. 8 m und einer Kammbreite von ca. 25 m. Rechts außen ist ein kleines Bachtälchen, wie schon mehrfach an den Seitenmoränen der B. W.-Seen beobachtet. Auch unterhalb der Straße sind die zwei äußersten Moränenzüge noch zu erkennen. Ihr unterstes Ende dürfte etwa bei 890 m Meereshöhe liegen, d. h. 120 m tiefer, als der Spiegel des Schwarzen Sees. Soweit sich das aus der alten österreichischen Spezialkarte 1 : 75 000 ermitteln läßt, liegt dieser Punkt in horizontaler Richtung (Luftlinie) rund etwa 750 m vom See entfernt (genau wie am Plöckensteinsee, s. o. S. 86). Das ergibt vom Seeende an eine Neigung des Gletschers von $16\% = 9^\circ$. Dann folgt ein sehr steiler, tiefer Geländeabbruch zu einem von SO kommenden Bach. Die Moräne ist hier nur noch wenige Meter breit, ca. 8 m hoch. In der Nähe zeigt ein Wegweiser auf einem Weg eine Wegentfernung „2 km vom See“ an.

Auf dem Weg von Hammer-Eisenstraß gehen wir nun längs des Nordufers des Seebaches, z. T. ziemlich steil ansteigend, zurück zum See. Wir befinden uns sichtlich im Moränengelände. Nach etwa knapp der Hälfte unseres Rückweges stoßen wir auf einen mächtigen Gletscherblock, der wohl den größten Kubikinhalt hat von allen Gletscherblöcken, die wir im B. W. gesehen. Seine Dimensionen sind etwa 6,5 m mal 4 m mal 3,5 m, der Block ist in der Mitte seiner Länge nach zersprungen. (Eine photographische Aufnahme des mitten im Wald gelegenen Riesenblocks erwies sich als zu schwach für die Reproduktion; dasselbe gilt leider für eine ganze Anzahl Aufnahmen von ebenfalls mitten im Walde gelegenen Moränenwällen an den verschiedensten Seen). Dieser Block gehört deutlich sichtbar einem Moränenblockwall an, weit weg vom nächsten

Bach. Ein Transport an seine jetzige Lagerstätte, anders als durch Gletscherkraft, etwa durch fließendes Wasser, ist völlig ausgeschlossen.

Am unteren See-Ende selbst finden wir hier ein ganz flaches Gelände (ähnlich wie am Teufelssee). Nur ein relativ niedriger — wenigstens oberhalb des Wasserspiegels — Querwall hat hier den See angestaut.

Zur Gewinnung eines Einblicks in die Entwicklung der linken Seitenmoränen (Abb. 6) legen wir ein Profil senkrecht zum nördlichen Seeufer, also genau nach N. Nahe der Gastwirtschaft ist typischer „Blocklehm“ aufgeschlossen, mit Glimmerschieferblöcken jeder Größe dazwischen, den schon A. Frič (1897) für eine Gletscherablagerung hielt. Verlassen wir das Seeufer etwas unterhalb der Gastwirtschaft genau in N-Richtung, so queren wir zuerst einen Wall, dessen Kammbreite nur wenige Meter beträgt, während seine Höhe über dem See ca. 10 m sein mag. Ein zweiter Wall erhebt sich ca. 15 m über die eben durchquerte Einsattelung des Geländes, seine Kammbreite ist ca. 15 m. Querwälle, ganz oder nur in Bruchstücken erhalten, stören das Bild. Dann folgt ein dritter Wall, etwa 5 m hoch, oben bereits stark verwaschen. Ein vierter Wall, ebenfalls bereits stark zerwaschen, ist 8 m hoch, bei einer Kammhöhe, die ca. 30 m über dem Seespiegel liegen mag. Sogar ein fünfter Wall ist streckenweise noch festzustellen. Das ganze Wallsystem reicht bis zu dem Waldsträßchen, das nach dem Osser führt, es hat eine Breitenentwicklung links seitwärts (nordwärts) vom Seeufer von rund 400 m. Diese gesamte Schutzone, die sich durch das völlige Fehlen anstehenden Gesteins und die relative Ebenheit scharf abhebt von den steilen Felswänden im W (siehe Abb. 6), ist auch auf der Karte 1 : 75 000, Blatt 4350, durch ihre Flachheit deutlich erkennbar, wie dasselbe oben von der Moränenzone im NO des Teufelssees (S. 103) bereits erwähnt wurde. — Zwei auffallend große Blöcke, deren größerer, im NO des anderen, an den vorhin genannten mächtigen Gletscherblock unterhalb des Sees erinnert, ca. 20 m über dem Seespiegel auf deutlichem Moränenwall gelegen, sind natürlich typische Gletscherblöcke.

Die Seewand im W und SW des Sees ist z. T., ähnlich wie am Plöckensteinsee und am Abfall des Großen Arber zum Kleinen Arbersee, von weithin sichtbaren Cleavageflächen durchzogen. Von der am N-Ufer des Sees gelegenen Gastwirtschaft aus („Pavillon“ der Karte 4350 i. M. 1 : 75 000, jetzt tschechisch bewirtschaftete „Staatsbaude“) westwärts kann man auf einem schmalen Pfad den ganzen See, auch im W an seiner Bergseite, umgehen. Dabei kommt man kurz hintereinander an zwei Stellen auf — wenn auch schlecht ausgebildete — Rundbuckel in der Nähe des Wasserspiegels. Das dürften P. Wagners (S. 21) „gerundete Felsen“ sein, „ähnlich denen am Teufelssee, doch nie in so typischer Ausbildung“. Vielleicht sind sie auch identisch mit den schon von Gumbel 1868 (S. 816) „zunächst nördlich vom Bistritzer (= Schwarzen) See“ erwähnten „glatten und parallel gestreiften Flächen“, die „sich

über mächtige Glimmerschieferblöcke hinziehen, welche als Gletscherschliff gedeutet werden könnten“. „Indes“, fährt Gumbel fort, „sind Rutschflächen oder sogen. Harnische von so ähnlicher Beschaffenheit, daß es zweifelhaft bleibt, ob der erwähnte Fall nicht als Felsenschliff gedeutet werden muß, welcher dadurch entstanden ist, daß Felsen übereinander geschoben werden.“ Beim Weiterwandern unten zwischen See und Berghang stößt man noch mehrmals auf solche, wenn auch wieder wenig typisch erhaltenen, Rundhöcker, z. T. deutlich erst unter dem Wasserspiegel sichtbar (am S-Ende des Sees).

In Summa muß die Entwicklung des Glazialphänomens am Schwarzen See als relativ bedeutend bezeichnet werden. Nächst dem Gletscher vom Plöckenstein, der 150 m tiefer endete, als der heutige Seespiegel liegt, ist der Gletscher des Schwarzen Sees der bedeutendste gewesen mit einem Ende bei 120 m unter dem Seespiegel. Auch nach der Ausbildung der Moränenwälle und Größe der Gletscherblöcke (namentlich an der N-Seite!) gehört er mit in die erste Reihe. Dazu stimmen die eingangs angeführten Zahlen über das größte Areal und die größte Tiefe dieses Sees unter allen B. W.-Seen überhaupt.

7. Der Große Arbersee-Gletscher.

Bedeutend entwickelt ist auch das Moränensystem am Großen Arbersee. Am wenigsten merkt man davon auf dem Wege, den weitaus der größte Teil der dortigen Touristen einschlägt, dem von der Wirtschaft am unteren See-Ende nach der Schutzhütte auf dem Arbergipfel. Dagegen ist ein Einblick in das rechte Seitenmoränengelände denkbar erleichtert: Durch deren Partien seitwärts vom See selbst führt der Weg vom See nach Bodenmais quer hindurch, während die unterhalb des Sees gelegenen Partien der rechten Seitenmoräne und schließlich der Endmoräne von der Straße nach Regenhütte, Rabenstein und Zwiesel gut erreichbar sind, anfangs südlich, später nördlich der Straße gelegen. Das Gelände der linken Seitenmoräne ist am dichtesten mit Wald, noch dazu meist niedrigem bis nur mittelhohem, bedeckt, so daß hier ein Überblick überhaupt nicht zu gewinnen ist.

Wenden wir uns zunächst dem Studium des Geländes der rechten Seitenmoränen zu.

Verfolgen wir die Waldstraße vom See weg nach Bodenmais, so erhalten wir ein Profil durch die obere Partie der rechten Seitenmoränen etwa gerade in der Richtung von N nach S. Wir kommen dabei nach reichlich 100 Schritt vom See weg in die Mitte eines quer von W nach O über den Weg ziehenden Blockstromes, der uns etwas an das „Steinerne Meer“ unterhalb des Stubenbacher Sees erinnert. Die Blockpackung ist z. T. so dicht, daß an dem Moränencharakter dieses Blockzuges kein Zweifel sein kann. Nachdem wir nach weiteren 50 Schritten erneut einen kleinen Wall

passiert haben, gelangen wir, etwa von reichlich 200 Schritt vom See an, in einen sehr breiten Blockstrom, der wiederum stark an ein „Steinernes Meer“ erinnert, dessen Blöcke aber alle übermoost sind. Seine genaue Breite ist schwer anzugeben, da der Blockstrom sichtlich nach beiden Seiten (namentlich nach innen, dem See zu) verwaschen und verstürzt ist. Mit rund 150 Schritt, längs des Weges gemessen, ist seine Breite einigermaßen skizziert. Etwa 440 Schritt vom See weg kommt ein neuer, schon stark zerstörter Wall, aber wieder an ausgesprochen großen Blöcken kenntlich. Nach reichlich 500 (genauer 520) Schritt kreuzt man auf der Bodenmaiser Waldstraße den äußersten Seitenmoränenwall überhaupt: eine deutlich, wenn auch nur flach, nach beiden Seiten hin abfallende Bodenschwelle, von der die Blöcke beiderseits stark herabgewaschen und -gerutscht sind. Die Stelle ist kenntlich durch einen gerade hier befindlichen Wegweiser (bei ca. 965 m Meereshöhe, also ca. 30 m über dem Seespiegel).

Der vorhin genannte, ca. 150 Schritt breite Blockwall wurde von mir noch ein Stück bergaufwärts verfolgt, bis ca. 975 m Meereshöhe, wo wieder von oben her eine Anzahl kleinerer Blöcke auftreten, die sichtlich einfache Absturz- und Verwitterungsblöcke des Berghanges darstellen. Die ausgesprochen stromartige Anordnung, die z. T. sehr dichte Packung und die mächtige Größe der Blöcke der genannten Blockströme, in einem Gelände, wo keinerlei Wasserfaden ihre Anhäufung veranlaßt haben kann, schließt für die genannten jede andere Entstehung als eine glaziale, als Randmoräne, aus. Der genannte äußerste Wall, der bei ca. 965 m den Bodenmaiser Weg kreuzt, läßt sich von dort mit dem Blick noch weit bergaufwärts verfolgen, er zieht sich mindestens noch 30 m (vertikal gemessen) höher hinauf, als die bereits geschilderte, flache, beiderseits abfallende Gesteinswelle mit wenigen, aber z. T. sehr großen Blöcken. Geht man den bei ca. 1020 m Höhe vom Bodenmaiser Weg in spitzem Winkel rückwärts und aufwärts abzweigenden „Seewandweg“ lang — weiß markiert, aber ohne Wegweiser — der später durch das Naturschutzgebiet am Arber mit seiner noch urwüchsigen Vegetation hindurchführt, so kreuzt man in ca. 1050 m Meereshöhe eine von ihrer blockleeren Nachbarschaft deutlich sich unterscheidende, sehr breite Bestreuungszone mit z. T. recht großen Blöcken, die sich aus dem Waldgebiet bis in das Gebiet einer nördlich davon gelegenen Lichtung, aber mit um so dichterem niederen Gehölz, hineinzieht. Es ist nicht ohne weiteres feststellbar, ob hier die alleräußerste Seitenmoräne (von der Straßenkreuzung bei 965 m) vorliegt oder, was vielleicht wahrscheinlicher ist, die oberste Fortsetzung der oben geschilderten, am Bodenmaiser Wege etwa 150 Schritt breiten Moränenblockzone. Sie läßt sich mit dem Auge vom Seewandweg aus bis ca. 1065 m Meereshöhe verfolgen, d. h. bis 130 m über dem Spiegel des Großen Arbersees, die bisher gefundene höchste Zahl für die Differenz zwischen Seespiegel und Seitenmoräne im B. W.

(Eine weitere Verfolgung durch den Wald aufwärts wurde nicht vorgenommen.)

Geht man von dem Wegweiser bei 965 m auf dem Bodenmaiser Weg, also vom äußersten Seitenmoränenwall aus, nordostwärts quer durch den Wald den Abhang hinunter, in der Richtung auf das Gelände der rechten Seitenmoräne unterhalb des Sees, so kommt man nach rund 150 Schritt erneut in einen Blockwall (bei ca. 955 m), nach weiteren 125 Schritt etwa in einen ausgesprochen breiten Wall mit lauter großen, mächtigen Blöcken, schließlich an einen kleinen See, den in Meyers B. W.-Führer gar nicht, aber in J. Mayenbergs Führer (S. 131) erwähnten „Stillen See“, etwas südöstlich unterhalb des Großen Arbersees, südlich der Straße nach Regenhütte, höher als die Straße gelegen ca. 30 m lang, 15 m breit, am Rande bereits stark in Verlandung begriffen.

Damit kommen wir in ein höchst eigenartiges Moränengelände, in dessen Aufbau sich hineinzufinden nicht ganz leicht war. Es findet sich in dieser Form nirgends im B. W. wieder. Es soll deshalb etwas genauer beschrieben werden. Das Gelände kann am besten studiert werden durch südlich gerichtete Vorstöße in das höher gelegene, auffallend unruhige Waldgelände, von der Straße aus, nicht weit unterhalb des Großen Arbersees, die nach Regenhütte, Rabenstein und Zwiessel führt. Die N- und S-Grenze dieses Moränengebietes wird gebildet einerseits von der eben genannten Regenhütter Straße, andererseits einem Zuge von Streublöcken, der aufwärts an die mehrfach erwähnte Stelle des Wegweisers bei 965 m auf dem Bodenmaiser Weg führt, also der äußersten rechten Seitenmoräne. Zwischen diesen beiden Linien läßt sich das Oberflächenbild schematisch etwa so auffassen:

Ungefähr in der Mitte führt ein wasserloses Tal in östlicher Richtung abwärts. Beiderseits dieser Rinne liegen nun mehrere deutlichst ausgebildete kleine, runde bis ovale Becken, und zwar nach N, nach der Straße zu, drei Stück, nach S zu sogar vier, letztere etwas weniger deutlich ausgebildet. Ihre Umgebung besteht jeweils sichtlich aus Moränenmaterial mit Blockstreu von Gneisblöcken. In der nördlichen Beckenreihe reihen sich aneinander, vom See weg, zuerst ein kleines altes Wasserbecken, heute von Sphagnum und Wald eingenommen, sodann ein kleiner, noch lebender See (der obengenannte „Stille See“) und schließlich ein zugemoorter Wassertümpel. Alle drei Becken sind durch eine Geländerinne in der Mitte verbunden. Das oberste Becken hat eine deutliche, jetzt trockene Einflußstelle, die nur 3 m über dem wenig östlich davon fließenden Seebach liegt. Wahrscheinlich ist früher der Seebach einmal hier durch und dann durch die drei genannten, einstigen Wasserbecken geflossen. Dieser Lauf erlosch aus irgend einem Grunde, und der Bach wurde nach N verlegt. Das oberste Becken der südlichen Beckenreihe zeigt ebenfalls im NO eine jetzt trockene Einflußstelle, die aber noch etwas höher liegt, als die oben genannte. Bezeichnend ist, daß es weniger der rundlichen Form sich nähert,

wie alle übrigen Becken, sondern einer elliptisch-ovalen, die sich deutlich in Richtung auf das Arbersee-Ende zu erstreckt, sichtlich etwas schräg zur Längsachse der anderen Becken. Bestimmt ist der Arbersee-Abfluß auch hier einmal durchgeflossen. Von dem „Stillen See“ (in der nördlichen Beckenreihe) führt nach dem benachbarten Becken der südlichen Beckenreihe ebenfalls eine, jetzt trockene, Verbindung hinüber in Moor und Wald.

Das unterste Ende dieses eigenartigen Geländes liegt bei 900—905 m Meereshöhe. Nach der Regenhüttener Straße zu fällt es deutlich mit einem bis zu 20 m hohen Blockwall ab, an dessen Moränennatur nicht zu zweifeln ist. Nach etwa knapp 600 Schritt auf der Regenhüttener Straße vom See weg ist eine Stelle erreicht, wo die obere Partie dieses Moränenwalles ganz deutlich, nicht, wie bei einer rechten Seitenmoräne zu erwarten, nach links, zum Seebach hin, sondern nach rechts, vom Seebach weg, abbiegt. Das ist das untere Ende des beschriebenen eigenartigen Geländes, ein deutliches Hufeisen, in der Mitte durchbrochen von einer Bodennrinne, die einst zweifellos eine Wasserader beherbergte. Der Abfall des Blockwalles nach innen beträgt ca. 4 m, nach außen vorwärts ca. 10 m (d. h. wie immer ist der Innenabfall des Walles wesentlich niedriger, als der Außenabfall).

Verfolgt man nun das Gelände unterhalb dieser Stelle weiter, so sieht man das Moränengelände, aber nur in seiner unteren Hälfte, die oberflächlich zunächst keinerlei Blockbestreuung mehr aufweist, etwa 10 m tiefer und ca. 40 m breit die Straße überqueren (bei ca. 895 m Meereshöhe). Links der Straße ist dieser untere Moränenwall an Geländeerhebung und Blockstreu weiter zu verfolgen, und zwar bis ca. 865 m Meereshöhe, d. h. also bis 70 m tiefer als Seespiegel, wo der Seebach schäumend dieses unterste Endmoränen-Ende durchbricht. Wie weit diese Stelle (865 m) in wogerechter Richtung vom unteren See-Ende entfernt ist, läßt sich aus der amtlichen Karte 1 : 50 000, die keinerlei Höhenlinien und erst $1\frac{3}{4}$ km unterhalb des Sees (934 m) die Höhenzahl 747 m am Arberseebach enthält, nicht feststellen. Doch dürfte die Schätzung auf ca. $\frac{3}{4}$ km, wie beim Plöckenstein- und Schwarzen See schon, sich nicht allzuweit von der Wirklichkeit entfernen.

Die Zahl: 70 m unter dem Seespiegel erscheint auf den ersten Blick für das Ende des vom höchsten Gipfel des B. W. ausgegangenen Gletschers wenig, wenn man daran denkt, daß der Plöckensteingletscher 150 m tiefer, der Schwarze See-Gletscher 120 m tiefer endete, als der zugehörige Seespiegel liegt. Die Erklärung liegt in der verschiedenen absoluten Höhenlage der Seen: Der Plöckensteinsee ist mit 1090 m Meereshöhe der zweithöchste See im B. W. überhaupt, er liegt 155 m höher als der Große Arbersee (935 m). Daher hat in Wirklichkeit doch der Große Arbergletscher tiefer heruntergereicht, sein Ende lag bei ca. 865 m Höhe, das des Plöckensteingletschers bei ca. 935 m! Dasselbe wiederholt sich übrigens, s. u. S. 119, am Kleinen Arbersee. Auch hier reichte der Gletscher

„nur“ 90 m tiefer herab, als der Seespiegel, der aber seinerseits der tiefstgelegene im ganzen B. W. ist. Tatsächlich waren daher die beiden vom Großen Arber herunterkommenden Gletscher, wie auch die zugehörigen Seen noch heute, die am tiefsten herabreichenden im B. W. überhaupt; der über den Großen Arbersee laufende Gletscher endete bei ca. 865 m, der über den Kleinen Arbersee sogar erst in 830 m Höhe. Das sind die beiden tiefsten, bisher nachgewiesenen Lagen diluvialer Gletscherenden im B. W., rund 700 m unter dem Arbergipfel.

Je etwa 5 m oberhalb und unterhalb des untersten Endes der Endmoräne ist ziemlich ebener Boden: oberhalb die wagerechte, blockbedeckte Moränenoberfläche, unterhalb der Boden, auf dem die Moräne aufsitzt. 20 m tiefer, bei ca. 845 m, findet eine Vereinigung zweier Bäche statt, des Seebachs und eines von rechts herabkommenden. Es ist, wie so oft im B. W., der Bach, der den Außenabfall der Moräne lange schäumend begleitet. Der Boden vor der Endmoräne ist sumpfig, z. T. noch mit herabgewaschenen Moränenblöcken bedeckt; ein Gang am rechten Außenrand der Moräne aufwärts zeigt deren ca. 10 m hohen, blockbestreuten Abfall. Zur Kontrolle wurde die Regenhüttener Straße verfolgt bis zu einer Waldblöße, bei ca. 865 m Meereshöhe, die beiderseits der Straße nur den gewöhnlichen Gehängeabfall und diesen ohne jede Blockstreu erkennen läßt, also keine Moräne mehr. Da die Straße südlich des Seebaches und höher als dieser läuft, so ist dies, zusammengehalten mit der oben gefundenen gleichen Zahl von 865 m für das am Seebach liegende Moränenende, eine Art Bestätigung für die Richtigkeit letzterer Zahl.

Wie ist nun dieses eigenartige Gelände der rechten Seitenmoräne unterhalb des Arbersees zu deuten? An keiner anderen Stelle des B. W. kommt es wieder vor, daß man so, wie hier, den Eindruck hat, daß zwei verschiedene Moränen übereinander liegen. Ist dem so? Die Frage ist schwer zu entscheiden. Untersuchungsobjekt ist der bis 20 m hohe Steilabfall der Moräne südlich der Regenhüttener Straße, wenig unterhalb des Sees, bis ca. 600 Schritt Entfernung vom See. Das Material der Blöcke ist oben wie unten dasselbe (Gneis, wie es nicht anders sein kann); wichtiger ist, daß der Erhaltungszustand, also der Verwitterungsgrad, ebenfalls ganz derselbe ist, oben wie unten. Die obere und untere Partie der Moräne können also ihrer Entstehung nach zeitlich nicht sehr weit auseinander liegen, d. h. sie müssen ein- und derselben Eiszeit angehören. Andererseits ist die Hufeisenform des Moränenabschlusses bei ca. 900 m Höhe so ausgesprochen, daß es sich hier unbedingt um eine selbständig entstandene Bodenform, kein Auswaschungsprodukt, handeln muß.

Vielleicht ist folgendes eine Erklärung: Nach dem Schwinden des Gletschers in seiner größten Ausdehnung, der ja nach unseren Moränenfunden mindestens von ca. 1065 m bis 865 m Meereshöhe erwiesen ist, und der sich beiderseits des Sees ca. 500 Schritt

weg vom jetzigen See ausdehnte, also ein wesentlich bedeutenderes Gebilde war, als der jetzige See, blieb längere Zeit noch eine kleine, rund etwa 70 m breite Gletscherzunge (so breit ist das fragliche Moränengelände) liegen, bis ca. 500 m Entfernung vom jetzigen See abwärts. Gegenüber dem heutigen Seebachlauf war diese Gletscherzunge durchweg südlich, also seitwärts, gelagert. Fällt zuerst das Mißverhältnis auf zwischen der oben genannten Maximaldimension des Gletschers und der Zahl 70 m für den reduzierten Gletscher, so gewinnt doch diese Zahl einen anderen Sinn, wenn man erfährt, daß die heutige maximale Breite des Großen Arbersees, die ganz nahe dem Hintergrund, der „Seewand“, $\frac{1}{2}$ km oberhalb liegt, auch nur 140 m beträgt. An das auch heute stark sich verschmälernde Ostende des Sees schließt sich die ca. 70 m breite alte Gletscherzunge gar nicht unnatürlich an. Vielleicht hat also einst, ehe der Gletscher sich auf das heutige Seebecken zurückzog, ein zusammenhängender Gletscher bis zu 900 m Meereshöhe, dem Ende des besprochenen, eigenartigen Moränengeländes, gereicht, der längere Zeit noch selbständig Moränenmaterial absetzte, sich aber schließlich in eine Anzahl kleiner Firnflecken auflöste, die später zu Wassertümpeln, schließlich zu Mooren und z. T. vom Wald in Besitz genommen wurden. Der Gletscherbach ging zur Zeit der nächsten Rückzugsetappe, als der Gletscher nur noch das heutige Seebecken selbst ausfüllte, zunächst nicht in der Richtung des heutigen Seebaches, sondern benutzte die aufeinander folgenden Vertiefungen der einstigen Firnfleckenlandschaft als Abflußrinne, bis er aus irgend einem Grunde nach Norden abgelenkt wurde. Seitdem liegt dieses südwärtige und seitwärtige Gelände tot, und der Seebach sägt sich ein immer tieferes Tal nördlich davon, quer durch den äußersten Endmoränenwall hindurch, den der Gletscher einst zur Zeit seiner größten Ausdehnung aufgeschüttet hat.

Ist diese Deutung richtig, die zunächst nur „arbeitshypothetischen“ Charakter trägt, so wären also hier die einzelnen Rückzugsphasen des Gletschers nicht, wie bei allen anderen B. W.-Seen, innerhalb ein- und desselben maximalen Zungenbeckens gelegen, sondern es hätte sich zwischen das Stadium der größten Gletscherausdehnung (bis ca. 70 m unter den Seespiegel) und das Stadium, in dem der Gletscher nur noch das heutige Wasserbecken des Großen Arbersees ausfüllte, ein Stadium, dazwischen geschoben, in dem die Gletscherachse aus der Richtung W—O etwas nach NW—SO verlagert war. Dies führte zur Bildung des heute südlich der Regenhüttener Straße gelegenen, völlig in sich selbständigen Moränengeländes von beschränkterer Ausdehnung, dessen linke Seitenmoräne bereits südlich des heutigen Seebaches liegt, während seine rechte Seitenmoräne, noch weiter südlich, mit der allgemeinen, großen rechten Seitenmoräne des Gletschers zur Zeit seiner größten Ausdehnung zusammenfällt. (Dessen linke Seitenmoräne liegt erheblich nördlich vom Seebach.) Es hätte sich also zur Zeit dieses „mittleren“ Stadiums der Gletscher nicht nur

verkleinert, sondern auch ausgesprochen gegen den Südrand der bisherigen Eismasse hin verschoben.

Zur Erklärung dieses Richtungswechsels im Verlauf der Rückentwicklung des Arbergletschers sei hier ein Versuch gewagt. Ein Blick auf die Karte ergibt, daß zur Eiszeit als Firnlieferanten für den Großen Arberseegletscher zwei Berggipfel in Frage kamen, der Große Arbergipfel selbst mit 1456 m und der unbenannte Gipfel, reichlich 2 km südlich davon, im SW des Großen Arbersees, der nach der deutschen Karte i. M. 1 : 100000 1344 m hoch, nach der Karte i. M. 1 : 50000 1346 m hoch ist. (Die zurzeit im Gange befindlichen topographischen Neuaufnahmen haben ergeben für den Großen Arbergipfel 1455,57 m, für das Schutzhaus auf dem Gipfel 1366,6 m.) Während der Maximalentwicklung der Eiszeit werden diese beiden Gipfel zugleich Firn- und Gletschermassen geliefert haben. (Denn auch der nur 1343 m hohe Seewandberg, der 1339 m hohe Lakkaberg, der nur 1314 m hohe Mittagsberg lieferten die Gletscher des Schwarzen und Teufelssees, des Lakkasees bez. des Stubenbacher Sees.) Aus dieser Zeit stammt der weiteste Vorstoß des Gletschers, bis ca. 70 m unter dem heutigen Seespiegel. Beim Rückgang des eiszeitlichen Klimas mußte aber einmal eine Zeit kommen, wo der südlichere der beiden Gipfel, der von nur 1345 m Höhe, keinen Firn mehr lieferte, während der um 110 m höhere Große Arbergipfel dazu sehr wohl noch in der Lage war. Damals schwand die südliche — eben diesem Gipfel von 1345 m entstammende — bez. südwestliche Komponente des Großen Arberseegletschers, die übrigens durch den breiten Moränenzug, der den Seewandweg in ca. 1050 m Höhe kreuzt (s. o. S. 109), direkt erwiesen ist; allein aus dem NW, vom Großen Arbergipfel her — dessen 4 gesonderte Felsgipfel eine ausgezeichnete Firnmulde zwischen sich einschließen — konnten und mußten, längs des heutigen Geigenbachtals, noch Schneemassen bergabwärts wandern. In diesen Zeitabschnitt, und zwar in seinen ersten Teil, wäre jene Verlagerung der Gletscherachse aus W—O in NW—SO zu datieren, die zur Bildung des eigenartigen, in sich selbständigen Moränengeländes im SO des Großen Arbersees, südlich der Regenhüttener Straße führte, das beide Seitenmoränen auf der einen, südlichen Seite des Seebaches zeigt. Beim weiteren Schwinden des Eises löste sich das vordere Ende dieses nur noch dem Großen Arbergipfel selbst entstammenden Gletschers in einzelne Firnflecke auf, die jene großen schüsselförmigen Vertiefungen hinterließen, die wir heute dort wahrnehmen, z. T. durch Schmelzwasserrinnen mit einander verbunden. Beim noch weiteren Zurückgehen beschränkte sich der Gletscher auf das heutige Seebett.

Leider reichen die bisher vorhandenen geologischen Übersichtsaufnahmen nicht aus, auf petrographisch-geologischem Wege nachzuprüfen, ob diese Gedankengänge richtig sind. Aber selbst dann, wenn vielleicht eine genaue Spezialaufnahme i. M. 1 : 25000 vorläge, würde die große geologische und petrographische Einförmigkeit

der ganzen Gegend (Gneis) ein großes Hindernis sein. Angenommen aber einmal, es befände sich z. B. eine charakteristische Kalkstein- oder Amphiboliteinlagerung oder eine besonders typische Gneisvarietät in der Gegend der Höhe 1345 m, die am Großen Arber fehlte, so dürften Bruchstücke dieses Gesteins natürlich nur in den unteren, beiden Gipfeln entstammenden Moränenpartien, bis zum äußersten Endmoränenende herab, sich finden, während die mehrfach erwähnte obere Moränenpartie, südlich der Regenhüttener Straße, unmittelbar SO vom See, weil nur dem Großen Arbergipfel allein entstammend, davon frei sein müßte. (In dem dort 20 m hohen Moränenwall dürfte also dessen obere Hälfte keine charakteristischen Einlagerungen mehr beherbergen.) Ob aber sobald unsere geologische Detailkenntnis der Gegend so weit entwickelt sein wird?

Gehen wir nun aus dem Bereich der hier, aus lokalen Gründen, ungewöhnlich ausführlich betrachteten rechten Seitenmoräne hinüber in das Gebiet der linken Seitenmoräne, so queren wir zunächst nur wenig unterhalb des Sees eine deutliche Endmoräne. Der Wall, der direkt am See anliegt, verfolgt auf der Regenhüttener Straße, erreicht etwa 120 Schritt vom See weg sein Maximum (große Blöcke). Etwa 150 Schritt vom See, auf derselben Straße gemessen, bricht der Wall mit einem deutlichen Abfall von ca. 6 m nach außen ab, durch den sich der Seebach rauschend hindurchsägt.

Dem Gebiet der linken Seitenmoräne gehört der Wall an, den man auf dem Wege von Eisenstein über Arberhütte zum Großen Arbersee bei ca. 950 m Meereshöhe passiert: reichlich 100 Schritt breit etwas unterhalb der Stelle, wo unser Weg auf die Straße auftrifft, mit breiter, ziemlich wagerechter Oberfläche, während der durchschneidende Bach seitwärts eine Anzahl großer Blöcke bloßgelegt hat. Das Gelände der linken Seitenmoräne ist zusammenhängender Beobachtung sehr wenig günstig, alles liegt im Walde versteckt, daher wir uns mit einem Profil begnügen wollen, quer durch den Wald in SW—NO-Richtung vom See weg gelegt über den Touristenweg, der vom Arbersee zum Arberschutzhaus auf dem Gipfel führt, etwas oberhalb des Wegbeginns.

Klettern wir senkrecht zum Seeufer vom See aus etwa 50 Schritt weit in die Höhe, so gelangen wir auf eine etwa 40 Schritt breite Fläche, 10—12 m über dem Wasserspiegel; in erneutem Anstieg (ca. 20 Schritt) geht es 8 m höher, in diesen Geländeabfall ist der genannte Touristenweg eingeschnitten. Bis dahin ist alles Moränengelände mit Blockbestreuung; auch der Aufschluß links unten am Wegbeginn ist zweifellos ein solcher in typischem Moränenblocklehm. — Auf der nun erreichten Höhenfläche, etwas oberhalb des Touristenweges, geht es nun durch einen genau horizontalen Sumpfboden hindurch 200 Schritt ziemlich wagerecht weiter in eine neue breite Blockstreuzone hinein, die durch einen niedrigen, in ca. 50 Schritt zu durchquerenden Wall abgeschlossen wird. Vom Kamm dieses Walles bis zu dem des nächsten, höheren (bis über 10 m) und breiteren

Wallen sind weitere 50 Schritt. (Eine verwischte Stelle im Notizbuch läßt die Möglichkeit zu, daß hier statt 50 die Zahl 150 zu schreiben ist.) Von diesem Kamm abwärts sind noch ca. 90 Schritt herab zum Tal eines Baches, der von N nach S fließt und zur Straße vom Brennessattel nach dem Arbersee. (Der Bach ist wahrscheinlich identisch mit dem, den die Karte des deutschen Reiches 1 : 100 000, Bl. 582, Zwiesel, in Richtung NW—SO im NO vom Arbersee und Seebach verzeichnet. Die Karte, herausgeg. 1891, ist touristisch wie morphologisch für uns heute so gut wie wertlos. Fast das Gleiche gilt für die bisher genaueste Karte der Gegend, die bayrische Spezialkarte i. M. 1 : 50 000, Blatt „Zwiesel, west“, aus dem Jahre 1870 (!), die diesen Bach als „Steinbach“ anführt.) Dieser Geländeabfall dürfte den äußersten Außenrand des linken Seitenmoränensystems darstellen; jenseits des Baches ist das Gelände ziemlich eben und durchaus ohne nennenswerte Blöcke, also bestimmt nicht mehr zur Moräne gehörig. Die hier gefundene Zahl von insgesamt ca. 475 Schritt quer durch das Gelände der linken Seitenmoräne hindurch paßt gut zu der oben gefundenen von ca. 520 Schritt quer durch das Gebiet der rechten Seitenmoräne. Es dürften, je nach Auffassung, im wesentlichen 3 oder 4 isolierte Hauptmoränenzüge beiderseits zu unterscheiden sein.

Zum Schluß sei noch einiges über die „Seewand“ hinter dem Großen Arbersee gesagt. Diese ist größtenteils heute „Naturschutzgebiet“ wegen ihrer wilden Vegetation, geographisch und geologisch in ihren kleinen Einzelzügen heute noch ebenso undurchforscht, wie irgend ein Winkel im Urwald in Kamerun. Auf zwei Wegen läßt sich bequem ein Einblick in ihre Beschaffenheit gewinnen:

1. auf dem oben erwähnten Weg durch die Seewand, der, weiß bezeichnet, aber ohne Wegweiser, bei ca. 1020 m Höhe vom Bodenmaier Weg im spitzen Winkel rückwärts und aufwärts abzweigt und schließlich bei ca. 1260 m Höhe den langgestreckten flachen Rücken zwischen dem Großen Arber (1456 m) und der oben als zweiter eiszeitlicher Firnlieferant bezeichneten Kuppe von 1345 m im S davon erreicht. Für uns ist auf diesem Wege folgendes bemerkenswert: Zunächst die oben (S. 109) erwähnte Kreuzung mit der Moräne, die bereits auf dem Wege nach Bodenmais beobachtet wurde. Da sie sich noch ein Stück entfernt im Osten befindet von dem steilen Bach, der von S nach N durch diese „Großes Seeloch“ genannte Gegend zum See herabstürzt, so ist damit bewiesen, daß keineswegs nur etwa der höchste Gipfel der dortigen Gegend, der Große Arber, allein, sondern ebenso auch der 2 km davon entfernte Gipfel von 1345 m im S davon in der Eiszeit als Gletscherbildner fungierte (s. o. S. 114).

Auf dem genannten Seewandweg gelangt man unmittelbar nach Kreuzung dieser hochgelegenen Moräne durch eine auffallende Lichtung im Urwald, die breit mit relativ niedriger Vegetation bedeckt ist („Großes Seeloch“ der Karte). Sie endet bei ca. 1050 m Höhe mit dem steil S—N herabellenden Bach. In dieser Lichtung

vermutete ich, nach Analogie unserer, weiter unter (S. 126) zu berichtenden Entdeckung im „Kleinen Seeloch“ NW vom Großen Arber, u. U. ein kleines, hochgelegenes neues Kar, auch die Höhenzahl, ca. 1050 m, würde sehr gut dazu stimmen. Ich habe den Bach vom Seewandweg an etwa 50 m, vertikal gerechnet, aufwärts verfolgt, es ist aber nichts von einer karähnlichen Erweiterung wahrzunehmen. Die Gegend östlich davon ist, außer mit Blockwerk, mit niedriger Vegetation so dicht bedeckt, daß absolut kein Überblick möglich ist aus diesem Dickicht heraus. Einen gewissen Verdacht, es möchte doch hier oben in der Gegend der „Lichtung“ irgendwo noch ein kleines Kar verborgen stecken, kann ich aber bis heute noch nicht los werden.

2. Etwas bessere Einblicke in die geologische und morphologische Beschaffenheit der Seewand gewährt der Weg durch das Geigenbachtal, der von dem Haupttouristenweg Arberschutzhaus (auf dem Gipfel) —Arbersee nach rechts (S) abzweigt. Verfolgen wir ihn abwärts, so treffen wir in einer Höhe von etwa knapp 1000 m die „Geigenbachfälle“, die über eine Stufe wagerecht gelagerten Gneises herabstürzen. (Diese wagerechte Gesteinslagerung kann man übrigens weithin beobachten in den gesamten Partien der „Großen Seewand“, im SO, vom Großen Arbergipfel, und zwar von unten am See an durchgehend bis hinauf zum 1260 m hohen Plateaurücken (S) des Arbergipfels, ebenso an der „Kleinen Seewand“ im NW vom Großen Arbergipfel. Sie ist deswegen von Interesse, weil sie es unwahrscheinlich macht, daß die steilen Karwände sowohl hinter dem Großen, wie dem Kleinen Arbersee etwa von „Verwerfungen“ gebildet sind, ohne die man früher, genau wie bei der Talbildung, nicht auszukommen glaubte bei deren Erklärung.) A. Pencks usw. Bemerkung (l. c. S. 76) „Möglicherweise dürfte der Weg durch die „Geige“ ähnliche Phänomene offenbaren, wie sie an der Wand des Teufelssees auftreten“ (s. o. S. 101), veranlaßte mich, etwaigen Rundhöckern besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Ich lasse es unentschieden, ob an der Stelle der Geigenbachfälle (wo offenbar eine Bachverlegung von O nach W stattgefunden hat) und unmittelbar östlich davon echt glaziale Rundhöcker vorliegen. Ich habe bei früheren Besuchen, gleich P. Wagner (l. c. S. 29), nichts davon bemerkt, halte aber heute nach Kenntnis der Rundbuckelformen von so vielen anderen Stellen im B. W. einen echt glazialen Ursprung der Glättung der vorliegenden Felsstufe für möglich (wenn auch nicht sicher), da der kleine schmale Geigenbach kaum geeignet erscheint, die breite, flache, glatte Fläche, über die er herunterstürzt, in meist nur schmalen Fäden, restlos zu erklären (Abb. 7).

Die Weiterverfolgung des Geigenbachweges, der rings um den See im W und S herumführt bis zur Gastwirtschaft, und einen guten Einblick bietet in den Bau der untersten Partien der Seewand (massenhaft senkrechte Abfälle von ca. 5—8—10 m Höhe, gebildet durch Cleavageflächen, wie am Plöckenstein, Schwarzen und

Stubenbacher See) zeigt deutlich, schon durch das mehrmalige Auf- und Absteigen des Weges, daß die Seewand terrassenförmig gebaut ist (vergl. nördliches Rachelkar, Kleiner Arbersee). So liegt ca. 20 m über der Seefläche eine solche ebene Terrasse, deren Abfall von Cleavageflächen gebildet wird, senkrecht zu der wagerechten „Schichtung“ der z. T. mächtigen, anstehenden Gneisblöcke, die lokal ein kleines, heute vermoortes Wasserbecken hinter sich abschließen (vergl. nördliches Rachelkar). In dieser Höhe (ca. 955 m) kann man mehrfach Stellen bemerken, am Abhang der Terrasse, die ich, ähnlich der an den Geigenbachfällen, als zweifelhafte Rundhöcker bezeichnen möchte.

Erwähnt sei noch, daß auch am Seewandweg, und zwar unmittelbar westlich des Baches durch das „Große Seeloch“ eine Stelle mir als rundhöckerverdächtig aufgefallen ist. Da die topographische Lage der jetzt sicher festgestellten Rundhöcker oberhalb von Teufelssee, Lakkasee und auch dem Kleinen Arbersee (s. u. S. 127) durchaus der Lage dieser Stelle entspricht, die ja gegenüber im Geigenbachtale ein Analogon hat, und auch mehrfach in 20 m Höhe über dem Großen Arbersee rundhöckerartige Stellen beobachtet wurden, so darf wohl die gesamte „große Seewand“ im W des Großen Arbersees als vielleicht oder sogar wahrscheinlich lokal mit Rundhöckern versehen angesprochen werden. Die Steilheit des Geländes in Verbindung mit der dichten Vegetation ist aber bisher dem Besuch dieser Gegend sehr abträglich gewesen. Vielleicht würde eine systematische Nachsuche hier, wie an den anderen „Seewänden“ des B. W. zur Kenntnis einer viel größeren Verbreitung der Rundhöcker führen.

Der Weg durch den unteren Teil des Geigenbachtals rund um den See herum bietet auch gute Gelegenheit, die starke Verlandung des Sees an seinem oberen Ende, im W und namentlich SW, kennen zu lernen. Mit dem Lakkasee und dem Kleinen Arbersee zusammen bildet der Große Arbersee eine Gruppe von Seen, die ständig an Wasserfläche verlieren. Nicht allzu lange mehr wird es dauern, bis der Große Arbersee, nach P. Wagner 440 m lang, 144 m breit, mit $4\frac{1}{3}$ ha Fläche, an der Stelle, wo er schon heute stark eingeschnürt und nur noch $2\frac{1}{2}$ m tief ist, in zwei Teile auseinanderfallen wird, deren westlicher eine N—S gestreckte Mulde darstellt, parallel der Seewand (genau wie am Schwarzen See), bis 9 m tief, während der östliche eine gerade W—O gestreckte Wanne bildet, die in ihrer Mitte bis auf 15 m Tiefe herabgeht.

Befindet man sich auf dem Geigenbachwege an der W-Seite des Großen Arbersees noch deutlich im Ausräumungsgebiet des Gletschers (daher hier und oberhalb davon auch die Rundhöcker der Lage nach hinpassen), so dürfte derselbe Weg südlich vom See in der gleichen Höhe (20 m über dem Seespiegel) bereits im Ablagerungsgebiet des Gletschers (innerste rechte Seitenmoräne) liegen: Aus dem Bereich riesiger, anstehender Felsblöcke sind wir in ein Blockgewirr mit lauter gerundeten Blöcken gekommen; nahe

dem Ostende des Sees zeigt eine Durchquerung senkrecht zum Seeufer zwei deutliche, parallele Blockwälle, in deren oberstem ein Block von über 6 m Länge, sichtlich nicht anstehend, auffällt.

8. Der Kleine Arbersee-Gletscher.

Der Kleine Arbersee, nach der Karte 1:50000 919,6 m, nach P. Wagner 925 m hoch, ist der am tiefsten gelegene unter allen B. W.-Seen. Abgesehen von dem nur 10 oder 15 m höheren Großen Arbersee liegen sämtliche anderen Seen, wie auch die Moorflächen der inzwischen noch bekannt gewordenen 4 weiteren Karböden über 1000 m, die meisten sogar näher an 1100 m Meereshöhe.

Mit knapp $2\frac{1}{2}$ ha Fläche ist der See der kleinste im ganzen B. W. Nur um eine Vorstellung zu geben, sei erwähnt, daß P. Wagner dem See 165 m Länge, 135 m Breite gibt. Doch schwanken seine Dimensionen außerordentlich. Verfasser hat den See mit ganz verschiedenen Umrissen gesehen, infolge künstlichen Anstaus. Während der untere, hufeisenförmige Abschluß durch die kleine Stirnmoräne konstant bleibt, waren die oberen Partien gar nicht wiederzuerkennen. Die weitaus größere, obere Hälfte des einstigen Sees ist bereits in ein — noch recht nasses — Moor umgewandelt, auf dessen oberen Teilen auch schon eine Anzahl kümmerlicher Fichten Fuß gefaßt haben. Die Seetiefe ist mit 6 m wohl eher zu reichlich, als zu knapp, angegeben.

Der Kleine Arbersee ist der einzige unter den 8 B. W.-Seen, für den bisher — abgesehen von den ganz extremen Anschauungen Baybergers — die Existenz eines Moränensystems unterhalb des Sees, nicht nur an seinem unmittelbaren Rande, behauptet worden ist, und zwar von keinem Geringeren als J. Partsch. Er schreibt, wie bereits oben erwähnt („Die Gletscher der Vorzeit in den Karpathen und den Mittelgebirgen Deutschlands, Breslau, 1882, S. 109): „Ich hege an dem glazialen Charakter der hiesigen Ablagerung, an der Moränennatur der großen Wälle mit z. T. gigantischen Blöcken, nicht den mindesten Zweifel.“ Von ihm rührt auch die bisher einzige Bestimmung einer Höhenzahl für das untere Ende des angenommenen Gletschers: „91,5 m unter dem Kleinen Arbersee, also etwa 830 m über dem Meeresspiegel“, eine Zahl, die durch unsere Beobachtungen genau bestätigt wird.

Suchen wir zunächst diese Stelle, das unterste Ende der Endmoräne, einmal auf (das weder von oben, noch von unten her bequem zu erreichen ist). Wir gehen zu diesem Zweck etwa, von Sommerau kommend, genau nordsüdwärts 1 km im Seebachtal aufwärts, bis zur Vereinigung mit dem von SO her kommenden „Weidenbachtal“, und halten uns von hier an immer am rechten Ufer des Seebaches aufwärts im Wald, später an der Unterkante der Mooshüttener Lichtung, schließlich an der kleinen Turbinenanlage von Mooshütte vorbei. Bei ca. 810 m Meereshöhe befindet

sich am rechten Bachufer ein größerer Aufschluß, der nur gelben Lehm zeigt, ohne größere Blöcke, also zweifellos noch kein Moränengelände darstellt. Aber bei ca. 850 m Höhe, wieder im Wald, ist die Szenerie völlig verändert. In jähem Abfall durchbricht hier der Seebach, neben und unter uns, ein nur schwer gangbares Gelände, den typischen Endmoränen-Blockwall, mit starker Blockstreu oben und am Abhang, während der Seebach einen ziemlich bedeutenden Aufschluß an seiner rechten Seite in diesen Blocklehm gerissen hat, den bereits Partsch richtig als echte Grundmoräne gedeutet hat. Wie schon angeführt, gibt er bereits vor 45 Jahren die auch von uns gefundene Höhenzahl von 830 m an für diese Stelle, unten im Bachbett gemessen. Da die Entfernung vom Seeende bis hierher ca. 800 m beträgt, so ergibt sich für die Neigung der Gletscherzunge, vom See-Ende aus gerechnet, die Zahl von 12 % oder 7° (11° am Plöckensteinsee, 9° am Großen Arbersee und Schwarzen See).

Jenseits dieser Stelle am rechten Ufer kreuzt man beim Weiter-vordringen noch mehrere ausgezeichnet hufeisenförmig gebogene Blockwälle, die alle deutlich auf den Seebach zulaufen. Man ist in typischem Moränengelände, und zwar der rechten unteren Seitenmoränen. Stoßen wir von hier aus in NO-Richtung vor, senkrecht auf den Rand des Moränengebietes zu, so treffen wir auf eine überaus scharfe Grenze zwischen dem blockbedeckten, nach außen mit einem Steinwall abbrechenden Gebiet und dem fast absolut blockleeren, z. T. horizontalen Wiesenboden unmittelbar außerhalb davor. Etwas oberhalb der steilen Durchbruchstrecke des Seebaches durch die Endmoräne läßt sich unschwer der — hier bereits wesentlich höher und ganz ruhig dahinfließende — Seebach überschreiten.

Man gelangt dadurch in den Bereich der linken unteren Seiten- bez. Endmoränen, die einzige Stelle unter allen von uns besuchten Gebieten, wo durch Niederschlagen des Waldes auf eine größere Entfernung hin ein ausgezeichnete Einblick in typisches Moränengelände geschaffen ist, wie er in dieser Weise nirgends im ganzen B. W. wieder zu finden ist. Es kommt dazu, daß durch die Ausdehnung dieser Waldblöße vom Seebach westwärts bis hinüber zu dem allgemeinen Touristenweg von Sommerau zum Kleinen Arbersee hier eine Möglichkeit geschaffen ist, auf bequemster Art und Weise mitten in das Moränengelände zu kommen: bei ca. 880 m Meereshöhe zweigt von dem Touristenweg ein kurzer Holzabfuhrweg nach SO hin ab, der mitten hineinführt in die Randpartien der linken Seitenmoräne etwas oberhalb von ihrem Ende: einen typischen Blockwall mit deutlichem Außenabfall und vielen, meist übermoosten Blöcken auf der Kammhöhe, die eigentliche Seiten-Endmoräne von ca. 6—8 m Höhe. Vom Weg zum See aus sieht man gut sie deutlich umbiegen zum Seebach hin, genau, wie wir das vor kurzem am jenseitigen Ufer in der entgegenkommenden Richtung beobachten konnten. Partsch glaubt

sogar — vielleicht unbewußt die ihm eigene Akribie auf andere übertragend — heraus zu erkennen, wie „der Topographische Atlas, welcher sonst (!) die Terraindarstellung nicht so weit ins Einzelne durchführt, wie sein großer Maßstab es gestattet, 700 m abwärts vom See deutlich die beiden konvergierenden Seitenmoränen“ (als Raupen) „bezeichnet, welche dem Bette des Seebaches derartig sich nähern, als wollten sie zur Bildung einer Stirnmoräne zusammentreten“. Bei etwa 885—890 m Höhe kreuzt der Seeweg diesen äußersten, linken Moränenwall, der sich auch im Walde nebenan durch überaus dichte Bestreuung mit übermoosten Blöcken verrät. Dem Moränen-Außenrand entspricht eine deutlich steilere Wegstrecke des Seewegs, unterhalb deren der Weg wieder flacher verläuft in nicht mehr blockbestreutem Gelände.

Östlich des Seewegs lassen sich interessante Detailstudien über die unruhige Beschaffenheit des Zungenbeckens machen. Ähnlich, wie auch an anderen Stellen schon konstatiert (z. B. am Plöckensteinsee), zeigen sich auch hier eine ganze Anzahl Rückzugsmoränen (Abb. 8), den Etappen des Gletscherrückganges entsprechend, vorzüglich ausgebildet. Dabei zeigt sich deutlich, wie die Gletscherzunge am Rande zerlappt, also selbst wieder in kleinere Teilzungen zerlegt gewesen ist. Mehrere, fast modellartig gebaute kleine Teilzungenbecken liegen hinter- und nebeneinander. Ein solches, in S—N-Richtung ovales, 25 m langes, 15 m breites kleines Teilzungenbecken, dessen Boden ca. 885 m hoch liegt, zeigt unsere Abb. 9. (Blick nach N.) Vor dem kleinen Becken (abwärts) liegt ein Steinblockwall, der sich über den rechts benachbarten Seebach um ca. 10 m erhebt, dahinter gelangt man (etwas in Richtung auf den Seeweg zu) in ein einstiges kleines Seebecken, zwischen zwei hintereinander liegenden Moränen-Rückzugswällen aufgestaut, das noch heute sehr feuchten Boden aufweist mit Sphagnum und Eriophorum. Der äußerste linke Moränenwall wurde verfolgt bis ca. 940 m Höhe aufwärts (15 m über Seespiegel): So deutlich wallartig er an der Waldlichtung gebaut ist, so stark verwaschen ist er weiter oben zu einer z. T. fast rein wagerechten Blockbestreuung.

Geht man den Seeweg weiter aufwärts bis zum See, so kreuzt man deutlich insgesamt 4 Moränenzüge. Nach der eben genannten äußersten linken Seitenmoräne kommt — längs des Weges — längere Zeit kein größerer Blockwall, aber man sieht unten nach dem Bache zu noch mehrfach ausgesprochen hufeisenförmig gebogene kleinere und kürzere Wälle. Ein neuer großer Querwall, bis 200 Schritt breit ausgedehnt und stellenweise 10 m hoch, beherbergt auf seinem flachen Rücken einen mächtigen Gneisblock (Abb. 10), der, wie in ähnlichen Fällen (z. B. am Schwarzen See), zweifellos weder durch Absturz von dem weit entfernten Talhang, noch durch Wassertransport an seine jetzige Stätte gelangt sein kann. Der Wall läßt sich nach W hin in seiner Hufeisenform verfolgen bis zu seiner Ansatzstelle am linken Seeufer, bei ca. 955 m Höhe (30 m über dem See), wo sich noch deutlich ein Absetzen der Moräne vom allgemeinen

Geländeabfall unterscheiden läßt. — Nach einer nur wenig breiten Geländemulde kommt ein neuer, wesentlich schmalerer, Blockwall (ca. 40 Schritt breit), der sich bis ca. 12 m hoch, z. T. an das Gelände seitwärts angelehnt, z. T. als beiderseits abfallende Geländestufe mit lauter übermoosten Blöcken bedeckt, beiderseits sichtbar weit hinzieht. Seine Ansatzstelle am unteren See-Ende liegt bei ca. 945 m Höhe, also 10 m tiefer, als die des vorigen Walles. Eine neue Eintalung, flach und z. T. sumpfig, trennt diesen zweiten Wall von dem, der als die eigentliche Staumoräne des Sees zu betrachten ist, die ziemlich niedrig und verwaschen ist und bei ca. 935 m, also 10 m über dem Seespiegel, am Talabhang ansetzt.

Die linke Seitenmoräne läßt sich bis etwa 200 m oberhalb des unteren See-Endes verfolgen, sie liegt hier auf Felsen auf, die ich erst jetzt, nachdem ich Kenntnis erlangt von den Rundhöckern im übrigen B. W., als „wahrscheinliche Rundhöcker“ bezeichnen möchte. Auch die großen Felsen oberhalb und seitwärts der Seehütte am Seeufer scheinen mir, wenn auch schlecht erhaltene, große Rundbuckel zu sein, von dem einst über sie hingeschobenen Gletscher abgerundet und glatt gescheuert. Weiter aufwärts, in der Richtung gegen den Arber zu, scheint die linke Seitenmoräne wenig oder gar nicht entwickelt zu sein. Es folgen hier sehr bald die eigenartigen kurzen (3—5 m hohen) und senkrechten Steilabbrüche längs offenbarer Cleavageflächen im Gneis (z. T. auch Harnische), die ein Liegenbleiben von Moränenmaterial sehr schwer, wenn nicht unmöglich machen mußten. Daher hier an der linken Talseite die Moränenwälle nur kurz oberhalb des unteren Seeendes bereits enden, bez. anfangen.

Anders auf der anderen, der rechten Seite vom See. Der Weg vom Kleinen Arbersee zum Großen Arbergipfel (weiß-blau-weiß markiert) führt quer durch das System der rechten Seitenmoränenwälle hindurch. Als 1. Wall ist der eigentliche, gänzlich unbewaldete, Stauwall selbst zu betrachten, den man schon bisher wohl allgemein als Moräne anerkannt hat. Aber selbst Partsch erwähnt die im folgenden zu beschreibenden Moränen, unmittelbar seitwärts, und die Rundhöckerbildungen oberhalb des Sees, nicht. Zunächst wird ein 2. Blockwall gekreuzt, mit schmalen Kamm, von nur 5 m Höhe etwa. Dann kommt ein 3., bis zu 15 m hoher Wall mit großen Blöcken, der nach beiden Seiten hin steil abfällt, und zwar, wie infolge der Gehängeneigung gegen den See hin natürlich ist, seewärts steiler, als bergwärts. Die Breite des Moränenkammes, der nach unten hin durch ein kleines Erosionstälchen in zwei Parallelkämme zerschnitten ist, beträgt in den unteren Partien etwa 30 m, weiter oben 40—50 m. Unser Weg geht eine Strecke parallel zu diesem Kamm hin. Etwa 50 m über dem Seespiegel wird diese Moräne schmaler, bleibt aber deutlich von dem Abfall des Talgehänges abgehoben; ihre Oberfläche wird eine fast wagerechte Terrasse. Die Moräne wurde von mir verfolgt bis über 1000 m Seehöhe, d. h. bis 80 m über den Seespiegel, wo ihre Oberfläche

noch etwa 30 m breit ist. Nach oben hin ist die Blockpackung sichtlich weniger dicht, als weiter unten, näher dem See. — Ob die Blöcke, die der Weg vom Kleinen Arbersee zum Arbergipfel bei ca. 980 m, also reichlich 50 m über dem See, kreuzt, etwa als äußerst rechte Seitenmoräne aufzufassen sind, lasse ich unentschieden. Sicher ist, daß oberhalb dieser Stelle keine Blockstreu mehr besteht, so daß jedenfalls mit dieser Stelle, einer etwaigen, bisher noch zweifelhaften, 4. rechten Seitenmoräne, das Gelände der rechten Seitenmoräne durchquert ist. Das sichere Moränengelände erstreckt sich ca. 150 m seitlich des Sees, dann folgt ein deutlicher Anstieg des Weges auf dem ca. 25° geneigten Talhang.

Lohnend ist auch der Weg unten am rechten Seeufer hin. Schon wenig unterhalb des oberen Endes vom Seebecken — nicht des Sees selbst, der ja infolge völliger Verlandung des oberen Teiles nur den kleineren, unteren Teil des Seebeckens einnimmt — setzt eine dichte Blockbestreuung ein, die als rechte Seitenmoräne aufzufassen ist. Kantengerundete Geschiebe finden sich bis 25—30 m über dem Seespiegel. Weiter oben am Talhange ist die Blockstreu sehr viel geringer, so daß es sich offenbar nicht um Absturzblöcke handelt. Weiter talabwärts ist die Moräne als eine ca. 50 m breite Terrasse, die sichtlich nicht aus anstehendem Fels besteht (ähnlich, wie am Plöckensteinsee, linke Seitenmoräne), ausgebildet, die sich zwischen die See-Alluvionen und das unter ca. 20° ansteigende Felsgehänge einschiebt. Senkrecht zum Seeufer kann man durch eine kleine Lichtung im Wald hoch oben am Abhang einen höher gelegenen, mächtigen Seitenmoränenwall erkennen, mit typischen Moränenblöcken von z. T. gigantischen Dimensionen (bis ca. 6 m hoch), lang hinlaufend parallel zum Seebecken. Bemerkenswert sind auch mehrere Querböckwälle, die in O—W-Richtung, also quer zum Seebecken, verlaufen, und die, entsprechend den gleichartigen Gebilden unterhalb des Sees (Gegend der Waldlichtung) als Rückzugsmoränen aufzufassen sind. (Eine solche kreuzt z. B. der „Weg nach dem Arberjoch“ in ca. 10 m Höhe über dem See.) An dem Wege unten rechts parallel zum Seebecken sind auch mindestens drei Stellen bemerkenswert, die als Rundhöcker aufzufassen sind.

Vielleicht am interessantesten unter allen Glazialsuren des B. W. ist aber die gesamte Geländestrecke vom Ende der humosen Alluvionen oberhalb des Kleinen Arbersees an, die zunächst noch fast in der Ebene des Seespiegels liegen, nach S bez. SSO zu, längs des Seebaches über die Gegend des „Kleinen Seelochs“ bis hinauf zum Rücken „Am Bankel“ (1271 m), dem Sattel zwischen Großem (1456 m) und Kleinem (1391 m) Arber. Diese durchweg waldbedeckte Gegend wurde von mir mit Begleitung vom See aus wiederholt bis 125 m über den Seespiegel, einmal bis 225 m darüber, einmal der 350 m hohe Steilabfall ganz von oben herunter durchstiegen. So gewann ich einen überaus wertvollen Einblick in die allmähliche Entwicklung des Rundbuckel-Phänomens von der Höhe zur Tiefe. Vor einigen Jahren habe ich einmal den

NW-Hang des Großen Arber vom Gipfel bis zu dem, 530 m tiefer gelegenen, Kleinen Arbersee hinunter und wieder zurück durchstiegen, beide Male ohne Weg und Steg. Lehrreich war daran die große Menge senkrecht abfallender 3—5—8 m hoher Cleavageflächen, die in einer gewissen Gegend, vom Kleinen Arbersee aus sichtbar (genau, wie am Schwarzen See), hoch oben auftreten, namentlich aber in den unteren Hangpartien zahlreich vertreten sind. Sie sind ein Charakteristikum der meisten Karwände des B. W. und speziell an den beiden Arberseen und dem Schwarzen See, lokal aber auch an jedem anderen B. W.-See, so häufig ausgebildet, daß sie manche Gehängepartie fast unpassierbar machen. Wenig oberhalb des Kleinen Arbersees befindet sich auch die beste — hervorragend gut in wagerechter Richtung geschrammte, senkrecht stehende — Harnischfläche, die ich je im B. W. gesehen habe. Einer besonderen Betrachtung (s. u. Kap. III, Teil 1) soll es vorbehalten bleiben, ob diese offenbaren Kluftflächen etwa als Ursache der Bildung der B. W.-Kare allein oder z. T. in Frage kommen oder als deren — Folgeerscheinungen.

Um eine genaue Nachprüfung zu ermöglichen, ist im folgenden absichtlich eingehend geschildert, was für neue Wahrnehmungen wir machen können bei einem Aufstieg vom Kleinen Arbersee zum Arbersattel hinauf. Wir dürfen uns dabei anfangs vor etwas nassen Füßen nicht scheuen und können uns später leider auf keinerlei Karte, sondern nur auf unser „morphologisches Gefühl“ verlassen, um genau an der richtigen Stelle, auf dem Arbersattel, 350 m über unserem Ausgangspunkt, aus dem Urwald wieder ans Licht zu tauchen. Das bisher unbekannte Kar, 125 m über dem Seespiegel, ist unschwer zu erreichen, auch die nächsten 100 m Höhe aufwärts sind nicht schwer zu durchsteigen, aber das letzte Drittel des „Weges“ ist dem allein wandernden Forscher nicht recht zu empfehlen. Es ist leichter von oben, als von unten her, zu nehmen.

Als Basis nehmen wir mit P. Wagner für den Spiegel des Kleinen Arbersees 925 m an, die bayrische Generalstabskarte 1 : 50 000 gibt 919,6 m an; die Karte des deutschen Reiches 1 : 100 000 und die böhmische Karte 1 : 75 000 tragen gar keine Höhenzahl dafür.

Der westliche untere Rand des Seebeckens, soweit es vom See selbst, bez. den südlich sich anschließenden Moosflächen (weiter oben mit einzelnen kümmerlichen Fichten) eingenommen wird, wird gebildet durch festen Fels, und zwar vorwiegend zunächst etwa 3 m hohe senkrechte Wände, die in ihren südlichen Teilen keinerlei linke Seitenmoräne mehr tragen. Dieser humose, sehr nasse Boden scheint nach S ein wenig anzusteigen.

Das Südende dieses See- und Alluvialgebietes bildet eine Stelle, wo sich der Seebach auf nur wenige Meter Entfernung teilt. Beide Zweige vereinigen sich kurz oberhalb wieder. Der Bach fließt hier, während unterhalb nur Alluvionen waren, über anstehendes Gestein, die linke Talwand ist so nahe herangerückt, daß ein Engpaß

von nur ca. 20 m Talbreite entstanden ist. Oberhalb dieses folgt eine überaus interessante Strecke: Auf ca. 180 Schritt fließt der Bach über absolut zweifellose, lange, ganz flachgeschliffene Rundbuckelflächen, die namentlich links des Baches (also westlich) überaus deutlich ausgebildet sind. Die Gneis-, „Schichtung“ verläuft gerade senkrecht zur Richtung des Baches, der die Flächen z. T. wunderbar schön rein gewaschen hat. Die schönste Partie befindet sich am nördlichen, unteren Ende, sie stellt den Typus der langgestreckten, ganz flachen Scheuerfläche dar. Wir werden ihn weiter oben ergänzt finden durch ebenso deutlich ausgesprochene Beispiele allseits abgerundeter, wirklich buckelförmiger Rundhöckerflächen. Die westliche Talwand zeigt, wie schon weiter unterhalb, den hier fast charakteristischen Steilrand von anfangs nur 3 m Höhe (sicher z. T. Rutsch- oder Cleavageflächen). Die ganz prächtige, absolut glatt gescheuerte Felspartie, über die der Bach herabeilt, steigt langsam von N nach S an, so daß wir inzwischen ca. 8 m höher gekommen sind.

Am obersten Ende der Rundhöckerflächen beginnt ein neues, also zweites, flaches Seebecken, im W wieder die charakteristischen 3 m-Wände als Ufer und ein neuer deutlicher Rundhöcker. Über eine kleine Stufe, die an der W-Seite, am Zusammenfluß zweier Bäche (ähnlich wie schon weiter unterhalb) wiederum zweifellose Rundbuckel zeigt, geht es hinauf in den zweiten, längeren Teil dieses zweiten Beckens, vermoorten Wiesenboden mit vereinzelt Kümmerfichten, etwa 250 m lang, ca. 935—940 m hoch. Weiter nach Süden zu gelangen wir in ein deutliches drittes, kleineres Becken, dessen unterer Abschluß durch einen Trümmerwall (zerwaschene Rückzugsmoräne?) gebildet wird. Das Tal ist hier wieder verengt auf rund 50 m Breite. Der Boden des Beckens steigt schräg nach S zu an und ist mit Sphagnum und Fichten bedeckt; aus dem Sumpf ragen eine Anzahl schlecht erhaltener Rundhöcker, z. T. mit Gras überwachsen, mit z. T. nur geringen Flächen heraus, bei ca. 950 m befindet sich ein großer Rundhöcker mitten im alten See. Bei etwa 960 m, am Zusammenfluß zweier Bäche, endet auch dieses 3. Becken nach oben hin. Der Boden ist noch ganz vorwiegend sumpfig, mit Sphagnum bedeckt, aber schon sieht man deutlich, wie von S her Farne und lichter Fichtenwald Besitz ergreift von der einstigen Wasserfläche. Südlich folgt festes Gestein der Arberwände, vom Seebach steil durchbrochen. So liegen also südlich des Arbersees zwei deutliche Stufen, man könnte wegen der Zerlegung des mittleren Beckens in zwei Unterteile auch drei sagen, hintereinander, die durch z. T. ausgezeichnete Rundhöcker die alte Gletscherbahn kennzeichnen.

Wollen wir nun weiter südwärts vordringen, den Arberhang hinauf, so gehen wir am besten nicht von hier, sondern vom Nordende des Sees aus auf dem Wege südwärts (Wegweiser „nach dem Arberjoch“), der an der Ostseite des Sees, aber nicht unten nahe dem Seeufer, sondern etwas höher am Gelände hinführt. Der Weg

führt langsam aufwärts. In einer Höhe von ca. 10 m über dem See kreuzt der Weg einen deutlichen Wall, links mit vielen Blöcken darauf, der wohl als Rückzugsmoräne aufzufassen ist (wie bereits oben erwähnt). Ähnliche Querwälle finden sich mehrfach an der rechten Talseite des Seebeckens. Man hat den Eindruck, selbst bei 40 m Höhe über dem Seespiegel, sich noch innerhalb des Geländes der rechten Seitenmoräne zu befinden. Bei ca. 980 m Höhe führt der Weg durch den Bach, sich jenseits als nur ganz schmaler Holzfallerpfad aufwärts fortsetzend, der sich fast völlig verliert. Hier halten wir uns bald seitwärts, also westwärts vom Bache, beständig steigend. Nach ca. 85 Schritt vom Bache weg kommt eine wenig gut erhaltene Rundhöckerfläche. Nach weiteren 280—290 Schritten kommen bessere Rundbuckelflächen.

Nun geht es, vom Bach sich immer mehr entfernend, hinauf, ständig über mehr oder minder deutlich geschliffene Felsbuckelflächen zu einer Lichtung im Walde, die ich die „Rundhöckerwiese“ nennen möchte. Sie stellt den nahezu wagerechten, nur nach oben ganz sanft etwas ansteigenden Boden eines bisher in der Literatur nirgends erwähnten, kleinen, neuen Kares (Abb. 15) dar, in reichlich 1050 m Meereshöhe, also 125 (oder 130 m) über dem Spiegel des Kleinen Arbersees. Der Karboden ist ca. 100 m lang und ebenso breit, wenn man nur die eigentlich horizontale Wiesenfläche in Betracht zieht; unter Zurechnung einer etwas schräg ansteigenden Fläche im Osten kommt man auf ca. 150 m Breite. Die Längsachse des Karbeckens ist N 20 W obs., sie verläuft gerade auf die von hier aus sichtbare Seehütte unten am Kleinen Arbersee zu. Im Hintergrund sieht man den Doppelgipfel des Osser. Der wagerechte Boden wird eingenommen in erster Linie von einem Sphagnumpolster, aber auch Gräsern, kleinen Fichten und einzelnen Felsblöcken.

Für kleinere Kare findet man in der Literatur bisweilen den Namen „Karembryo“, den Salomon in seiner Arbeit über die Adamellogruppe (Abh. d. K. K. Geol. R. A. 21,2, Wien 1920), nach Entwicklungsstadien der Kare suchend, geprägt hat. Auf einer glazialmorphologischen Karte der Umgebung des Neumarkter Sattels von Rob. Mayer in der Zeitschrift für Gletscherkunde 15, 1927, findet sich neben dem Namen Kar das Wort „Karoid“. Im Schwarzwald besitzt der Feldberg „3 Kare (Zastler Loch, Napf, Feldsee) und mehrere karartige Mulden“ (Schrepfer, Der südliche Schwarzwald, Geographische Zeitschrift 33, 1927, S. 176). Und eben da liegt unter dem Bismarckdenkmal am Seebuck, über 200 m höher als der Feldsee, „in 1320 bis 1350 m Höhe noch ein kleines Kar (Karembryo)“. (Krebs und Schrepfer, Geographischer Führer durch Freiburg und Umgebung 1927, S. 181). Aber trotz der Kleinheit unseres Objektes brauchen wir wohl kein Bedenken zu tragen, dieses als echtes „Kar“ zu bezeichnen. Die „von Felswänden umklammerte Karbodenfläche“ (Penck), und zwar, was wesentlich ist, fast völlig horizontal auf 100 m Länge und Breite,

ist typisch ausgebildet, weswegen man hier bestimmt auch nicht von einer „karartigen Mulde“ (wie oben am Feldberg) sprechen kann. An der gleichen Stelle (Zeitschrift für Gletscherkunde 8, 1913/14, S. 133) definiert Penck: „Als Kare bezeichnen wir Nischen in den Berghängen, welche auf drei Seiten von Wänden umgeben sind und an der vierten sich talwärts öffnen.“ Und erst jüngst wieder (1923, Die Hohe Tatra zur Eiszeit, S. 183) verlangt Partsch „zur sicheren Feststellung von Karen“ folgende „unzweideutige Formen“: „Ein mindestens annähernd halbrunder, von der Lehnseßelform einer hohen steilen Rückwand umhegter Grundriß, ein annähernd ebener oder sanft geneigter Boden, dessen offene Seite oft eine etwas erhöhte Felsenschwelle schließt, während der Hintergrund in einen festen Geländekörper eingelassen erscheint.“ Genau dem entspricht der vorliegende Befund (Abb. 15).

Die westliche Karwand zeigt unten wieder die mehrfach erwähnten Cleavageflächen, die östliche ist etwas flacher geneigt. Der glaziale Ursprung des Kares wird sicher gestellt durch den unteren Abschluß desselben. Dieser wird gebildet von einem halbkreisförmigen, gegen den Karboden hinter ihm etwas erhöhten Wall aus 5 typischen, deutlichst entwickelten, großen Rundbuckeln (Abb. 11 und 12). Deren Ecken sind zum Teil herausgebrochen und dann sichtlich wieder flach und glatt geschliffen, wie das übrigens vereinzelt auch schon tiefer unten, in den vermoorten Seebecken oberhalb des Kleinen Arbersees, zu beobachten war. Die Länge des ausgedehntesten Rundhöckers beträgt etwa 15 m, seine Breite gegen 10 m. Mit Rücksicht auf die große Skepsis, die bis heute noch allen Glazialspuren im B. W. (außer den Seen selbst) entgegengebracht worden ist, bleibe nicht unerwähnt, daß auch einer meiner jugendlichen Begleiter, der im Jahre vorher mit mir das gesamte Ötztal vom Inn aufwärts bis über Gurgl und das Ramoljoch hinüber nach Vent gewandert war und dort typische Rundhöckerlandschaften kennen gelernt hatte, beim ersten Anblick der vorliegenden Rundbuckel ausrief: „So schön haben wir sie kaum im Ötztal gesehen!“ Hervorragend gut ausgebildet ist die Glättung des Felsbodens unmittelbar unterhalb des genannten Kares. Man sieht im Geiste förmlich den alten Gletscher über den unteren Karrand sich hinunter biegen, wenn man die vorzüglich geglätteten, unschwer bis ca. 45 m (vertikal) unterhalb des Karbodens zu verfolgenden, breit zusammenhängenden Felsenflächen abgeht. (Die Glättung, zum Teil unter einer dünnen Decke Humusboden mit Beerengesträuch, ist stellenweise so stark, daß die schrägen Flächen ohne Nagelschuhe kaum zu passieren sind.) Wie ein breiter Vorhang, kaskadenartig herabwallend, wurzeln diese Scheuerflächen, die an Glätte bei weitem die Felsen von der Teufelsseewand übertreffen, überall deutlich im unteren Karrand. Hier und an der oben (S. 125) bereits geschilderten, ca. 180 Schritt langen Seebachstrecke unmittelbar oberhalb des eigentlichen Beckens vom Kleinen Arbersee, sind die zwei beweiskräftigsten Stellen

für den glazialen Ursprung der Rundbuckelformen im B. W. Die Vorkommnisse sind absolut eindeutig.

Interessant ist hier, wie auch an der eben genannten Seebachstrecke mit den flachen, geglätteten Flächen, daß der (Glimmerschiefer ähnliche) Gneis saiger steht, und zwar jedesmal senkrecht zur Gletscherstromrichtung („Schichten“-Streichen ca. O—W), wie an den eingeschalteten Quarzlagen gut sichtbar wird, die bezeichnenderweise eben so scharf abgeschliffen sind, wie ihre minder widerstandsfähige Gesteinsumgebung (wie auch schon seinerzeit am Teufelssee beobachtet worden ist). Diese senkrechte Stellung des Gneises ist umso auffallender, als wir südlich des Großen Arbersees, an der Großen Seewand, ja durchweg wagerechte Lagerung des Gneises beobachteten (s. o. S. 117) und dieselbe wagerechte Lagerung auch etwas weiter oberhalb unseres jetzigen Kares, nur ca. 50 m höher, auch an der Nordseite der Arberwände wieder finden werden. Er muß also wenig oberhalb, also südlich unseres Kares eine Verwerfung durchsetzen, die die Anhänger eines tektonischen Ursprunges oder wenigstens tektonischer Mitwirkung bei der Anlage von Karen zugunsten ihrer Auffassung buchen werden, zu Unrecht, wie weiter unten im Kap. III, Teil 1 (s. S. 134) ausgeführt werden soll.

Bemerkenswert ist übrigens, daß das Kar nicht in den Lauf des Seebaches eingeschaltet ist, vielmehr ohne jede Beziehung zu diesem, der weiter östlich herabstürzt, in die Felswände eingesenkt ist.

Der Karboden wird durchflossen von einem kleinen Bächlein, dessen schmaler Wasserfaden sich zusammensetzt aus zwei weiter von oben herabkommenden Wasseradern. Beide, sehr steile, Bachläufe wurden von uns aufwärts verfolgt. So ergab sich, daß das Gelände oberhalb des Kares terrassenförmig gebaut ist, derart, daß längere Abfallstrecken, die durch die Cleavage-Wände, hier wie anderwärts im B. W. vorwiegend in den Höhenmaßen von 3—5—8 m, bisweilen direkt senkrecht geneigt sind, unterbrochen werden von schmalen, fast wagerechten Terrainstufen, die mehrfach kleine offene oder auch schon zugemoorte Wassertümpel beherbergen. Kleine derartige Wiesen, freilich alle im Wald versteckt, finden sich z. B. ca. 30 m und 50 m über dem Boden des vorigen Kares. Nach W hin erfolgt häufig der Abschluß des gangbaren Geländes durch ca. 8 m hohe, NNO—SSW verlaufende, senkrechte Felsmauern, offenbare Cheavageflächen, die nach oben zu an Höhe zunehmen (wie auch an anderen Seen). Bemerkenswert ist, daß auch oberhalb des Kares die Rundhöcker keineswegs aufhören, sondern stellenweise, verstreut, immer wieder auftauchen. Sie sind hier von unten her weniger gut als solche kenntlich, wie von oben her, wo die Rundungen mehr ins Auge fallen. Etwa 50 m über dem Karboden, bei ca. 1105 m, erstreckt sich in einer relativ ebenen Gegend eine ganze Wand von einigen Metern Abfallhöhe, weit über 100 m lang von O nach W, die zweifellos vom Gletscher

glatt gescheuert ist, wenn auch der Erhaltungszustand lange nicht mehr so gut ist, wie vorhin unterhalb des Kares. Die Gneislagerung ist hier, im Gegensatz zu der im Kare selbst, eine wagerechte, wie bereits oben (S. 128) erwähnt.

Der Aufstieg ist nicht schwer bis ca. 1150 m Höhe, also 100 m über dem Karboden, 225 m über dem Kleinen Arbersespiegel. Dort gelangten wir — im W ist fast in jeder Höhenlage ein Weitervordringen durch steile Felswände versperrt — sowohl beim Aufstieg, wie beim Abstieg von oben an eine kleine, mitten im Wald gelegene Wiese, die als Orientierungspunkt für zukünftige Durchstiege durch die Arberwand hier näher beschrieben sei: Sie ist ca. 35 m breit, 20 m lang, ihre Boden­neigung ca. 12°, es kommen hier 3 bis 4 Bäche zusammen. Nach rückwärts und seitwärts ist sie von steilen Felswänden umgeben. Die westliche Wand ist in ihrer oberen Hälfte mit vielen Quarzpartien bedeckt, eine steil zusammengepreßte, wagerechte Falte im Gneis ist ihr Charakteristikum.

Von hier an aufwärts ist der „Weg“ schlechter. Noch 120 m trennen uns von der Jochhöhe des „Bankels“. Die Partie ist leichter von oben her zu überwinden, als von unten. Man kann auf den immer steiler werdenden Gehängeflächen eher abwärts rutschen (dabei viele Quadratmeter nur ganz lose aufliegenden Humusbodens und Gestrüpp mit sich reißen­d), als aufwärts klettern, da die Vegetation auf den über 45° geneigten Hängen der Hand keinen sicheren Halt mehr bietet. Beim Aufwärtssteigen von der beschriebenen Wiese bei 1150 m Höhe aus halte man sich ostwärts.

Mehrfach zeigt sich der Fels, von dem infolge der großen Steilheit u. U. ein einziger Fußtritt ungewollt die gesamte Humusdecke loslöst, auffallend glatt. So habe ich mir in 1185 m Höhe zwei Stellen notiert, eine davon ca. 18 m breit, nach unten sich dreiecksartig zuspitzend, und mittelsteil geneigt, die ganz überraschend glatt gescheuert sind, durch darüber hinrieselndes Wasser aufs sauberste abgewaschen. Beiderseits erheben sich fast senkrechte, mehrere Meter hohe Gneiswände, wie sie so oft schon zu erwähnen waren, anscheinend Bruchflächen, die nach unten zu konvergieren, auf den ersten Anblick eigentlich eine „unmögliche“ Bodengestaltung! Mit Rücksicht darauf habe ich beim ersten Anblick nicht gewagt, die so auffällige glatte Gesteinsfläche am Boden als vom Gletscher gescheuert anzusehen. Nach Durchsteigung der ganzen Wand von oben bis unten sehe ich aber keine andere Erklärungsmöglichkeit. Vielleicht sind hier große Felsblöcke aus dem Boden an der Unterlage des Gletschers direkt herausgebrochen worden, durch Spaltenfrost längs Kluft- und Cheavage- und Harnischflächen vorgelockert. Wenn man nicht annehmen will, daß diese Felsblöcke längs weiterer Kluftflächen in ihrem Innern in mehrere Teile zerbrochen wurden und daher, in Stücke zerlegt, den jetzt an ihrer Stelle entstandenen Hohlraum nach unten verlassen konnten, der unten enger ist, wie oben, so bliebe die andere Annahme, daß die Felsblöcke, die schiffskielartig nach unten zugespitzt waren

(das Wort „unten“ nicht im vertikalen Sinne, sondern in horizontalem Sinne, also „in Richtung der Abwärtsbewegung“ gebraucht), durch den Druck der von schräg oben nachdrängenden und sich unter den Felsblock keilartig von oben her darunterschiebenden Eismassen an ihrem oberen Ende hochgehoben und dann langsam überkippt wurden. Der dort sehr steile Arberabhang würde eine solche Vorstellung keineswegs unmöglich erscheinen lassen. Das an Stelle des Felsblocks eindringende Eis scheuerte den Boden längs der unteren Ausbruchfläche des Steines so glatt, wie wir es jetzt noch vorfinden. (Diese Zeilen waren fertiggeschrieben, lediglich auf Grund des Anblicks in der Natur am Arber, als ich die Zeilen G. Bergs, des z. Z. genauesten Kenners der diluvialen Vergletscherung des Riesengebirges, las, daß nach seiner Meinung im Riesengebirge das diluviale Eis bei seiner ausräumenden Tätigkeit „vor allem solche Felsenstücke mitnahm, die zwischen senkrechten Klüften saßen“. (S. u. Kap. III, Teil 1, S. 134)

So dürften die höchsten Spuren glazialer Schleifwirkung hier bei ca. 1185 m liegen. Wir haben also die glattscheuernde Wirkung des Gletschers von den Rundhöckern wenig über dem Spiegel des Kleinen Arbersees durch die vermoorten alten Seebecken hinter ihm hindurch, die Arberwände hinauf, unterhalb, in und oberhalb des neuen Kares bis hierher, 85 m unter dem „Bankel“, verfolgen können, d. h. über reichlich 250 m Höhenunterschied hinweg. Damit ist als Ausgangspunkt für den nordwärts fließenden einstigen Arbergletscher der 1271 m hohe Sattel — „auf dem Bankel“ — zwischen dem Großen und Kleinen Arber-Gipfel nachgewiesen. Hier lag die Firmmulde, flankiert von den als Schneezubringer wirksamen Gipfeln der beiden Arber. Sicher ist es kein Zufall, daß die ganze, wilde Gegend, das „Kleine Seeloch“, vom Kleinen Arbersee aus nach SSO, d. h. auf den Großen Arber zuläuft, und nicht genau nach S oder SSW zu, auf den um 65 m niedrigeren Kleinen Arber. Aus der guten Erhaltung und vor allem der sehr großen Anzahl der Rundhöcker bis heute, hoch hinauf am Abhang, geht hervor, daß trotz des steilen Wasserrisses, den der Seebach eingesägt hat, doch außerhalb dessen nächster Nähe noch überall die einstige diluviale Bodenoberfläche erhalten ist. Über genau dieselben treppenartigen Bodenabsätze und steilen Felsabstürze, über die heute mühsam der Fuß empor klimmt, floß einst der diluviale Gletscher herab.

Wie die Messung auf der Karte ergibt, war der Kleine Arbersee-Gletscher der längste aller Böhmerwald-Gletscher. Seine Länge betrug, gerechnet von der Endmoräne bei 830 m Meereshöhe bis hinauf zum „Bankel“ $2\frac{3}{4}$ km, bis zum Großen Arbergipfel selbst 3 km.

Damit ergibt sich also die Länge des längsten Gletschers im B. W. als genau so groß, wie die des längsten Gletschers an der Nordseite des Riesengebirges (für die allein, im Gegensatz zur Südseite, bisher eine geologische Spezialaufnahme, durch G. Berg,

vorliegt): Für die Ausdehnung der Riesengebirgsgletscher ergibt die Messung auf der Karte 1 : 25 000 als längsten den des Kleinen Teiches, $2\frac{3}{4}$ km, den des Großen Teiches 2 km, den der Großen Schneegrube reichlich 2 km, den der Kleinen und der Agnetendorfer Schneegrube knapp 2 km. Für die Südseite des Riesengebirges würden aus dem Bericht von Fr. Prüfer über eine von Partsch geführte Exkursion des geographischen Seminars der Universität Leipzig ins Riesengebirge, Pfingsten 1914 (Mitteilung der Vereinigung der Geographen an der Universität Leipzig, 1920, S. 16—40) folgen für den Gletscher im Elbgrund etwa 5 km, im Aupagrund 5 km bei 150 m Mächtigkeit innerhalb des „Riesengrund“ genannten obersten Talstückes direkt südlich der Schneekoppe, $6\frac{1}{2}$ km, falls der Aupagletscher noch bis zum Petzer gereicht haben sollte.

III. Zur Frage der Entstehung der Böhmerwald-Seen und der Zeit der Vergletscherung.

1. Zur Entstehung der Seebecken und Kare.

Nach der Einzeldarstellung der Glazialspuren an den verschiedenen B. W.-Seen sei auch die vielumstrittene Frage nicht unberührt gelassen, ob die B. W.-Seen im Fels (durch die Gletscher) ausgehöhlte Becken sind oder „nur“ (durch Moränen gestaute) Abdämmungsseen.

M. E. ist die Frage, zumindest in dieser Form, heute fast müßig. Tatsache ist, daß an keinem aller B. W.-Seen am unteren Ende nachweisbar anstehendes Gestein zu finden ist (Verfasser dieser Arbeit hat bei allen B. W.-Seen speziell darauf mit geachtet), d. h. jeder B. W.-See ist durch eine Moräne abgedämmt. M. E. ist deren Mächtigkeit überall größer anzuschlagen, als man bisher allgemein annimmt. Dafür spricht die jetzt als erwiesen anzusehende, wesentlich bedeutendere Entwicklung des gesamten Moränensystems aller Seen um das See-Ende herum, gegenüber dem landläufigen, fast überall künstlich veränderten „Damm“ von ca. 3 m Höhe im Durchschnitt. Dieser stellt überall nur eine Rückzugsmoräne, aber nicht die eigentliche Endmoräne dar und setzt sich sehr wahrscheinlich unterhalb des Wasserspiegels noch mehrere Meter, an manchem See, wie dem Plöckensteinsee z. B., noch viele Meter in die Tiefe fort, lediglich aus Moränenmaterial aufgebaut. Für die obersten paar Meter darf die unterseeische Fortsetzung der Moränen schon heute als erwiesen gelten: Den Kleinen Arbersee und den Lakkasee sah P. Wagner seinerzeit in abgelassenem Zustande, letzteren ganz ohne Wasser, den Plöckensteiner See und den Stubenbacher See sah der Verfasser dieser Arbeit um mehrere Meter im Seespiegel erniedrigt, aber nirgends sahen wir festes Gestein, überall nur Moränenblöcke in der Umrandung. Beim Bau der Schleuse am Teufelssee im Jahre 1838 wurde bis 3 m Tiefe nirgends fester Fels bloßgelegt (P. Wagner, l. c. S. 11). Die Angabe von

Partsch, die Schleuse am Schwarzen See sei in eine feste Schwelle gesprengt worden, erklärt P. Wagner (l. c. S. 22) mit Recht „sicher als Irrtum“. Derselbe fand am Großen Arbersee „kein Stück, von dem sich mit Sicherheit behaupten ließe, es sei anstehendes Gestein“ (l. c. S. 30). Auch am Rachelsee ist bisher nirgends direkt unterhalb des Sees anstehendes Gestein beobachtet. Insofern könnte man wohl alle B. W.-Seen als „Abdämmungsseen“ bezeichnen.

Aber andererseits erscheint es kaum zweifelhaft, daß Tiefenzahlen, wie 40 m für den Schwarzen See, 36 m für den Teufelssee, im letzteren Falle etwas unterhalb der Seemitte (!), nicht mehr nur dem etwaigen unterseeischen Moränengelände angehören können, wie wir es für den unteren Abschluß aller B. W.-Seen annehmen möchten, in einer je nach dem See wechselnden Mächtigkeit. D. h. sicher sind gewisse Bodenteile der Seen in den Felsboden selbst eingesenkt. Mag auch die Maximalzahl von 40 m beim Schwarzen See, wegen ihrer großen Nähe zum hinteren Seeufer vielleicht auf tektonische Einflüsse, sei es allein, sei es deren Mitwirkung, zurückgeführt werden, so ist dies m. E. kaum in gleicher Weise zugänglich für die Tiefe von 36 m etwas unterhalb der Mitte im Teufelssee, die Tiefe von 18,5 m im Plöckensteinsee, hier sogar noch weiter nach dem See-Ende zu, auf fast $\frac{3}{4}$ der Entfernung vom oberen zum unteren See-Ende. Auch der Schwarze See weist noch 18 m Tiefe auf in einer Entfernung von fast $\frac{1}{2}$ km von der Mitte des hinteren Seeufers; weitere 100 m unterhalb ist er überhaupt zu Ende. In allen drei Fällen der letztgenannten Seen, am Teufelssee, Plöckensteinsee und Schwarzen See (Abb. 6) befindet sich aber beiderseits des Sees ausgesprochen offenes, relativ niedriges Moränengelände, wenn auch natürlich überall auf einem Sockel von Grundgebirge, aber jedenfalls keinerlei so steiles Felsengehänge mehr, wie es die Rückwände der Seen zeigen, als deren unterseeische Fortsetzung die Stellen größter Seentiefe etwa betrachtet werden könnten. Abgesehen etwa von den heiden Seen, die wegen ihrer nur wenige Meter betragenden Tiefe und ihrer starken Verlandung einen Typ für sich darstellen, dem Kleinen Arbersee und dem Lakkasee, zeigen alle 6 anderen B. W.-Seen eine ausgesprochen länglich-runde, eine Ovalform, die Tiefe ist im Mindestfalle 13,5 m. Ein solches unterseeisches Becken mit ausgesprochen elliptischem Umriß dürfte aber durch tektonische Kräfte mindestens ebenso schwer zu erklären sein — denn Kesselbrüche in diesen Dimensionen kennen wir bisher aus deutschen Mittelgebirgen überhaupt nicht — wie durch die viel umstrittene Glazialerosion.

Damit wären wir, durchaus ohne als den Hauptzweck unserer Arbeit die Frage der Entstehung der Kare zu betrachten, einer Entscheidung für unseren speziellen Fall, die Seen im B. W., so nahe gerückt, daß wir nicht umhin können, dazu Stellung zu nehmen. Es kann nicht die Aufgabe dieses Abschnittes sein, diese Frage, der eine ganze Literatur für sich gehört, hier von allen Seiten zu erörtern und allgemein zu „lösen“. Es ist wenig ermutigend,

noch im Jahre 1922 bei J. Sölch („Die Karbildungen in der Stubalpe“ im Steirischen Randgebirge, Zeitschr. f. Gletscherkunde, 12. Bd., 1921/22, S. 34) zu lesen, daß „wir noch immer weit entfernt davon sind, die Vorgänge bei der Karbildung sicher zu kennen und richtig zu bewerten“. Ich beschränke mich daher möglichst auf konkrete Fälle.

Es trifft sich gut, daß der geologische Bearbeiter des Riesengebirges für die geologische Spezialkarte von Preußen, G. Berg, sich kürzlich kurz und zusammenfassend über die Kare des Riesengebirges geäußert hat in einem Anhang „Einiges über die Kare des Riesengebirges“ zu seiner Arbeit: „Zur Geomorphologie des Riesengebirges“ (Zeitschr. f. Geomorphologie, Bd. 2, 1926). Mit Rücksicht auf die Vielumstrittenheit der Frage sei es gestattet, hier G. Berg selbst wörtlich sprechen zu lassen: „Verfasser (G. Berg) stellt sich die Entstehung der Kare folgendermaßen vor: Es mußte zunächst eine Hohlform existieren, in der sich Schnee ansammeln konnte. Das war wohl zumeist eine Erosionsrinne am Talanfang (etwa wie jetzt die Seifengrube bei der Hampelbaude)“. (Diese Hohlform gilt heute wohl allgemein als *conditio, sine qua non*, für die Karbildung, siehe hierzu Kap. IV, 1. Teil, S. 142) „Hier sammelte sich besonders viel Schnee an, wenn die Hohlform am windabgekehrten Rande der Hochfläche lag, über die der Sturm Schneewehen herbeitrug, die sich in der Hohlform ansammelten. War die Schneemenge so groß und die Sommertemperatur so gering, daß der Schnee über Sommer liegen blieb, so verwandelte er sich in Firn. Die Hohlform wurde zum Firnbecken. Fließende Erosion; also Vertiefung in Rinnenform, war nun nicht mehr möglich, wohl aber gerieten die unteren Teile des Firnes unter Regelation ins Fließen, zogen an den Wänden der Hohlform der tiefsten Stelle zu und wurden durch die Last des auflagernden Schnees nach unten bez. vorn als Gletscher heraus gequetscht. Bei diesem langsamen Fließen des zähen Firnes an den Wänden der Hohlform abwärts und dann an deren Boden vorwärts bis zur allmählich sich bildenden Gletscherzunge, wurden alle losen Gesteinsstücke mitgenommen und der nackte Fels in der Hohlform bloß gelegt.“ Diese hier für das Riesengebirge niedergelegten Anschauungen — ohne jede Mitwirkung tektonischer Faktoren — unterschreibe ich wörtlich auch für den B. W.

Dabei sei noch ein Hinweis gestattet auf die an so zahlreichen Karwänden der B. W.-Seen zum Teil in ganz auffallender Weise sichtbaren senkrechten Klüftungen in Gestalt von Cleavage- und Harnischflächen. Sowohl Berg, wie Cloos ist im Riesengebirge aufgefallen, daß gerade „in den Karen die senkrechte Klüftung scharf hervortritt, die Bankung aber, die sonst die Felsformen im Riesengebirge in erster Linie bestimmt, ganz zurücktritt“. M. E. wird fälschlich von diesen vertikalen, oft weithin sichtbaren, in der Sonne fast spiegelnden Gesteinsflächen, die an den Wänden der B. W.-Kare so zahlreich auftreten, und die zweifellos zum Teil

echte Harnische darstellen, bisweilen mit deutlichen Druckstreifen darauf, auf tektonische Mitwirkung bei der Entstehung der Kare geschlossen. Mir scheinen umgekehrt diese sonst verborgen im Berginnern steckenden vertikalen Kluffflächen — ähnlich, wie es mit den Gesteinsspalten (Diaklasen) durch die Verwitterung geschieht — erst freigelegt zu sein unter der Einwirkung der Gletscher, genau, wie das G. Berg für das Riesengebirge annimmt: „Da die Bewegung des über den Fels ziehenden Firnes an den Seitenwänden (des Kares) vorwiegend von oben nach unten ging, wurden vor allem solche Stücke migenommen, die zwischen senkrechten Klüften saßen. Es entstanden Schründen und ausgeräumte Spalten entlang der vertikalen Künftung und die dadurch gebildeten Felsformen treten uns jetzt, nach dem Abtauen des Firns, als vorwiegend vertikal geteilte Felswände entgegen.“ Aus den gleichen Ideen heraus vermag ich den so zahlreich im B. W. auftretenden vertikalen Kluffflächen, die meist einige Meter, selten über 10 m Höhe haben, nicht jene Beweiskraft für „tektonische“ Entstehung oder Mitwirkung bei der Karbildung zuzusprechen, wie es früher wohl geschah.

Wenn gegen erhebliche Beträge etwaiger Gletschererosion noch immer und z. Z. wieder lauter ernsthafte Bedenken erhoben werden, so liegt das, wie mir scheint, vor allem in einer viel zu geringen Bewertung der ausräumenden Tätigkeit eines Gletschers. Auch hier wieder kann ich mich wörtlich G. Berg anschließen (Vergletscherung an den Teichen des Riesengebirges, s. o. S. 86 dieser Arbeit, S. 75/76): „Das Abschleifen spielt nach meiner Überzeugung eine recht geringe Rolle, die Hauptwirkung ist das Ausräumen, welches das Gletschereis wie kein anderes Agens zu bewirken vermag.“ Die mehrfach genannte periglaziale Fazies der Verwitterung, die zweifellos in den höheren Regionen des B. W. zur Eiszeit herrschte und sehr erhebliche Vorarbeit leistete durch ungewöhnlich reichliche Schutt- und Blockbildung, bevor es zur Bildung eigentlicher Gletscher kam (siehe hierzu oben Kap. II, 1. Abschn., Der Plöckensteingletscher, S. 85), macht die Annahme einer übermäßig starken Abschleifungs- oder „Auskolungs“-Arbeit des Gletschers überhaupt überflüssig. M. E. genügen allein beide Faktoren, die periglaziale Fazies der Verwitterung und die Ausräumungsfähigkeit des Gletschers in Verbindung mit einander, die erstere unterstützt durch die überall vorhandene starke innere Zerklüftung der Urgesteinsmassen infolge Gebirgsdruck, völlig zur Erklärung aller B. W.-Kare bez. Seebecken, einschließlich deren tiefster Stellen. Die Tatsache, auf die schon Sellner (s. o. S. 75) 1906 hingewiesen hat, steht fest, daß die Seen im Verhältnis zur Talsohle des Abflußseebaches übertieft sind. Ich stehe nicht an, dies der Wirkung der „Glazialerosion“ in dem eben erläuterten Sinne zuzuschreiben.

Es erscheint bemerkenswert, daß Partsch, der selbst früher immer zu unterscheiden suchte, ob der See durch eine Moräne oder

einen festen Felsriegel begrenzt werde, in seiner letzten Arbeit, dem Tatrawerk (s. o. S. 85 dieser Arbeit, S. 129) 1923 zu dem Schluß kommt: „Die Scheidung zwischen Felsbecken und von Schutt gestauten Seen ist nicht scharf durchführbar, da manche Moränenseen mit ihrem Grunde sehr wohl in eine Felswanne hinabreichen können.“ In der Hohen Tatra findet er weitaus die Felsbecken überwiegend. Auch von den Vogesen wird Ähnliches berichtet (Partsch, Sölch u. a.). Im B. W. möchte ich annehmen, daß, abgesehen vielleicht vom Kleinen Arbersee und Lakkasee, die beide wegen ihrer geringen Tiefe reine „Abdämmungsseen“ sein könnten, die Seebecken alle einen Mischtyp darstellen, d. h. sie liegen zum Teil in festem Fels, zum Teil in Moränenschutt eingebettet.

Was die eigentliche Theorie der Karbildung selbst betrifft, die wir am besten unserer Vorstellung über die Entstehung der B. W.-Kare zu Grunde legen, so scheint mir einen besonderen Anspruch auf Beachtung zu haben eine amerikanische — bei uns erst nach dem Kriege bekannt gewordene — Arbeit von J. Bowman „The Andes of Southern Peru“ 1916 über Schneerosion und die Entstehung der Kare. Diese Arbeit sucht, einigermaßen exakt, soweit das die Materie zuläßt, den Bedingungen der Karbildung nachzugehen durch Untersuchung der dazu nötigen Schneemächtigkeit und der Geländeböschungen, die nötig sind, um den Schnee in Bewegung zu setzen und ihn in Gletschereis umzuwandeln. Wir werden im nächsten Kapitel versuchen, die von ihm aufgestellten, zahlenmäßigen Beziehungen zwischen Schneemächtigkeit, Gehänge- neigung und Erosionskraft der Schnee- bez. Firn- und Eismassen, unter Zugrundelegung der aus den nachweislich vergletschert gewesenen B. W.-Gegenden gewonnenen Tatsachen als Kriterien, anzuwenden in der Frage, wo etwa noch weitere Glazialspuren im B. W. mit einiger Aussicht auf Erfolg zu suchen wären.

2. Die Zeit der Vergletscherung.

Zuvor sei jedoch noch einer anderen Frage Raum gegeben, der nach der Zeit der Vereisung, also dem geologischen Alter der Vergletscherung, die aus Anlaß zweier konkreten Fälle bereits zweimal berührt werden mußte, bei dem Gebiet „im Kessel“ unterhalb des Plöckensteinsees (s. o. S. 87) und bei der höchstwahrscheinlichen Übereinanderlagerung zweier verschieden alter Moränen unterhalb des Großen Arbersees (s. o. S. 112). Natürlich ist hier ein direkter „Beweis“ unmöglich. Aber wenn man den ausgezeichneten Erhaltungszustand berücksichtigt, den, wenn auch nicht alle, so doch sehr viele B. W.-Moränen zeigen, kann die Antwort auf die Frage, in welche der bekannten drei bez. vier Eiszeiten die Vereisung des B. W. fällt, nur lauten: in die jüngste, die Würmeiszeit. Die Wälle der Seiten- und Endmoränen im SO des Plöckensteinsees, aber auch am Stubenbacher See, am Schwarzen See, am Großen und Kleinen Arbersee, sind im allgemeinen

heute noch so kompakt und dicht gefügt, das Aufsetzen der Moränen auf das umgebende Gelände nach außen so scharf und in so steilem Winkel erfolgend, daß man den Eindruck einer ausgesprochenen „Jugendlichkeit“ der Moränenformen hat. Eine zweite Eiszeit, die über diese Gebilde hinweg gegangen wäre, hätte unmöglich diese 8—10—15—25—40 m hohen Blockpackungen mit ihrem scharf abgeschnittenen Außen-Abfall so innig beieinander gelassen, wie wir sie heute vorfinden.

Auch im Riesengebirge und im Schwarzwald werden die vorhandenen Moränen der letzten Eiszeit zugerechnet. Von dem Großen und Kleinen Teich im Riesengebirge sagt G. Berg: „Die Jugendlichkeit der glazialen Bodenformen spricht sehr dafür, daß die Vergletscherung, die sich hier einst gebildet hatte, der letzten Eiszeit entsprach“ (Erl. z. Geol. Karte von Preußen, Bl. Krummhübel, 1922, S. 31, ebenso in „Vergletscherung an den Teichen des Riesengebirges“, Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellsch. 67, 1915, S. 78). Von den untersten, also ältesten Moränen der Großen Schneegrube bei den „Bärlöchern“ sagt Partsch sogar, sie lägen „als elliptische Kurve frei auf dem Gehänge, wie wenn die Eiszunge eben erst zurückgewichen wäre“. Dieser Ausspruch läßt sich wörtlich auf gewisse, zum Teil sehr lange Strecken der Moränen am Plöckensteinsee, Stubenbacher See, Schwarzen See und die beiden Arberseen übertragen. Die von Partsch früher für das Riesengebirge angenommene ältere, „norwegische“ Vergletscherung, d. h. mit Fjeldtypus, gegenüber der jüngeren vom Kartypus, ist mit G. Bergs Granitfund am Ziegenrücken endgültig erledigt. Auch im Schwarzwald ist durch die Arbeiten von N. Krebs und H. Schrepfer „mit Sicherheit nur eine, nämlich die letzte Eiszeit festgestellt“. (H. Schrepfer, Der südliche Schwarzwald, Geograph. Zeitschr. 1927. S. 175.)

Sogar von der Hohen Tatra mit ihren großartigen Eiszeit Spuren sagt Partsch in seinem letzten Werke „Die Hohe Tatra zur Eiszeit“, 1923 (S. 127) selbst, daß er gerade durch die „repetitio als mater studiorum“ „eher zurückhaltender, als zuversichtlicher in der Annahme älterer Glazialwirkungen“ geworden sei. So zeigt seine Karte auch nur „Die Gletscher der Tatra zur Würmeiszeit“. Vor ihm schon hatte 1908 Lucernas glazialgeologische Untersuchung der Liptauer Alpen (S der Hohen Tatra) die dortigen Moränen auf die bekannten Penckschen Stadien der jüngsten, also der Würmeiszeit, statt auf mehrere ältere Eiszeiten, aufgeteilt und hatte 1913 Em. de Martonne eine „absence complète de moraines anciennes“ in der Hohen Tatra festgestellt.

Für uns im B. W. bleibt sodann noch die Frage zu erörtern, ob vielleicht auch hier die verschiedenen Rückzugsphasen des Gletschers, die durch die hintereinander folgenden End- und auch Seitenmoränen an den Seen angedeutet sind, sich den Penckschen „Stadien“ zuordnen ließen, und ob das bisher unbekannte Kar 125 m oberhalb des Kleinen Arbersees gebildet wurde als

Anfangsstadium der dortigen Vergletscherung, beim Vordringen des Eises, oder als Rückzugsstadium, beim Schwinden des Gletschers. Spricht die Kleinheit des Kares gegen die erstere Annahme — denn sonst wäre sicher seine Hohlform im Laufe der Gletscherentwicklung wesentlich erweitert worden — so spricht der gute Erhaltungszustand für die letztere Anschauung. Es dürfte also durch dieses oberste Kar das letzte Rückzugsstadium des Kleinen Arbersee-gletschers bezeichnet werden, dessen Firnbecken hier für längere Zeit noch einmal festlag. — Daran knüpft sich die weitere Frage, ob man vielleicht wenigstens am Kleinen Arbersee einen Versuch wagen sollte, einzelne Rückzugsphasen des Gletschers deutlich zeitlich von einander zu trennen: Die naturgegebenen Höhepunkte sind hier: 830 m, die Lage der untersten Endmoräne, 925 (oder 920) m Seespiegel, 1050 m der in Rede stehende Karboden. Man könnte also deutlich 3 Stadien von einander trennen, die freilich ihrerseits wieder durch Zwischenstadien, wie die Moränen-Kämme zwischen tiefstem Endpunkt und Seespiegel (an allen Seen) und die flache Kartreppe südlich des heutigen Sees miteinander verbunden wären. Darüber hinaus könnte es lockend erscheinen, diese Stadien hier oder an allen B. W.-Seen mit den 4 bekannten Stufen w (oder α), β , γ und δ der Penckschen Terminologie zu parallelisieren. Doch scheint mir hierzu in einem Gebirge von der Höhe der Hohen Tatra mehr Berechtigung vorzuliegen, als wenigstens z. Z. noch in unseren Mittelgebirgen.

In der Tatra konnte Partsch eine detaillierte Tabelle aufstellen (Die Hohe Tatra zur Eiszeit, 1923, S. 130 und 131) und fand als jeweilige Höhendifferenz von einem der 4 Stadien zum nächsthöheren, auf dem Nordhang je ca. 250 m, auf dem Südhang ca. 250, 300 und 350 m von unten nach oben, bei einer Gesamtdifferenz von ca. 750 m im N., fast 900 m im S., zwischen dem tiefsten (w oder α) und höchsten (δ) Stadium eines Gletscherstillstandes.

Im Schwarzwald fand Schrepfer zu den 3 Phasen Steinmanns im Wutachgebiete noch eine vierte hinzu. Damit sind für das Wutachgebiet sogar 4 Stillstandslagen während der letzten Vergletscherung, das Maximalstadium und drei (gegen sonst nur zwei) Rückzugsphasen festgestellt, „so daß eine Parallelisierung mit der Glazialchronologie in den Alpen wohl zugänglich erscheint“. (Schrepfer, „Oberflächengestalt und eiszeitliche Vergletscherung im Hochschwarzwald“, Geograph. Anz. 1926, S. 208.)

Ganz ähnliche Rückzugsphasen, aufs deutlichste markiert durch die verschiedenen Moränenkämme und die Zungenbecken dazwischen in allen möglichen Phasen der Verlandung, alles natürlich in viel kleineren Dimensionen, fand auch G. Berg im Riesengebirge. Sein Profil durch das Moränengebiet vom Kleinen Teich abwärts entlang der Großen Lomnitz (Vergletscherung an den Teichen des Riesengebirges, 1915, S. 69) illustriert dies. Zweifellos entsprechen seine verschiedenen Moränenkämme den verschiedenen

Rückzugsphasen des Eises, ohne daß aber eine Parallele zu Pencks „Stadien“ versucht wäre.

Im Riesengebirge, wie im Böhmerwalde sind es m. E. zweifellos „Stadialmoränen“, die wir vor uns haben, und allgemein dürfte man wohl die jeweiligen äußersten Endmoränen (im Riesengebirge und Böhmerwald) dem Höhepunkt der Würmeiszeit (w oder α) zuordnen. Angesichts der Tatsache aber, daß noch nicht einmal im Riesengebirge, wo geologische Spezialaufnahmen i. M. 1 : 25 000 vorliegen, eine solche Parallelisierung versucht worden ist, scheint mir eine detailliertere Beziehung herzustellen zwischen den jetzt neu gefundenen Moränenwällen im B. W. und den Penckschen Rückzugsstadien z. Z. noch etwas gewagt. Dazu ist die Topographie, die elementarste Grundlage, im B. W. noch viel zu wenig genau bekannt. Stand doch sogar in der Tatra Partsch eine Detailkarte in zwei Blättern i. M. 1 : 25 000 (!) zur Verfügung, der er insbesondere „eine überraschende Sorgfalt in der Wiedergabe der Moränenlandschaften“ nachrühmt, auf die „die Aufmerksamkeit der Mappedeure von sachkundiger Seite ausdrücklich hingelenkt war“. Von diesem Idealzustand sind wir aber im B. W. z. Z. noch weit entfernt!

IV. Über etwaige weitere Glazialsuren im Böhmerwald.

(Fingerzeige für künftige Forschungen.)

1. Theoretische Betrachtungen, drei Kriterien.

Alle bisher bekannten Spuren eiszeitlicher Gletscher, Moränen wie Rundbuckel, liegen am Fuße bez. Abhänge irgend eines höheren Berggipfels, der 1300 m Höhe übersteigt. Von diesen Berggipfeln entsandten, soweit bisher bekannt, der über 1400 m hohe Arber und Rachel 2 bez. 3 selbständige Gletscher, der 1344 m hohe Seewandberg ebenfalls 2 (Schwarzer und Teufelssee), der gleichfalls 1344 m hohe Lakkaberg nur einen, der 1378 m hohe Plöckenstein einen, der niedrigste aller bisher als Gletscherlieferanten nachgewiesenen Berge, der Mittagsberg mit nur 1314 m Höhe, höchstwahrscheinlich sogar 2 (Stubenbacher See und Alte Schwelle). Diese Beschränkung auf die Nähe von Gipfeln über 1300 m ist sicher kein Zufall.

Ebensowenig ist es Zufall, daß von 12 durch Karwände umgebenen Seen bez. Mooren 9 innerhalb der Höhenstufe von 1000—1100 m liegen; nur 2, die beiden Arberseen, gehören der nächstniedrigeren Höhenstufe von 900 m — 1000 m an, während nur 1 Moor (die Alte Schwelle) mit 1110 m gerade noch in die nächsthöhere Höhenstufe hineinreicht.

Ferner ist es sicher kein Zufall, daß alle 12 Kare sich in ihrer geographischen Lage auf nur $1\frac{1}{2}$ Quadranten der Windrose, von N bis SO, verteilen, nämlich 4 nach N, 2 nach NO, 4 nach O, 2 nach SO offen sind. Der Einfluß von Höhenlage und

Exposition ist damit unbestreitbar. Genau dieselbe Bevorzugung der N- und O-Lage, d. h. einer ausgesprochenen Schattenlage, seltener SO, ist ja auch für die Kare der Vogesen und des Schwarzwaldes erwiesen.

Es fragt sich nun weiter, ob alle Berge über 1300 m zur Eiszeit im B. W. zu Ausgangsstätten von kleinen Gletschern geworden sind, und wenn nicht, warum?

Da ist zunächst festzustellen, daß nicht alle Berge über 1300 m Höhe Gletscher entsandt haben. So fehlen wenigstens bisher z. B. die Spuren solcher an dem 1368 m hohen Plattenhäuser Berg und bei dem 1370 m hohen Lusen, dessen Gipfel mit einem Trümmerchaos in situ vielmehr wohl als durch eiszeitlichen Spaltenfrost „zerfroren“ angesprochen werden kann. Warum? Weil offenbar die Höhenlage, auch in Verbindung mit geeigneter Exposition allein noch kein Kar erzeugen konnte, wenn nicht ein vorgebildeter Quelltrichter mit genügend steilen Talwänden dazu kommt, der infolge seiner Öffnung nach N oder O und seiner Höhenlage nahe der 1300 m-Linie als Schneefänger und -Sammeler wirken konnte und mußte! War während der Eiszeit in der Nähe eines über 1300 m hohen Berges zufällig kein derartiger Sammeltrichter vorhanden, so unterblieb die Bildung eines Kares trotz der Höhenlage.

Vielleicht das Wichtigste, was seit langem über die Bildung der Kare geschrieben worden ist, scheint die im vorigen Abschnitt (s. o. S. 135) bereits erwähnte Arbeit von Isaiah Bowman, *The Andes of Southern Peru, 1916* (Geographical reconnaissance along the 73th Meridian. Published for the American Geographical Society of New York bei Henry Holt & Co.; Referat darüber von E. Brückner, *Zeitschrift für Gletscherkunde* Bd. 12, 1921/22, S. 57—70) über Schneerosion und Entstehung der Kare. Bowman entwickelt eine völlige Theorie der Karentstehung, dabei ausgehend von einem Kar, das in der Eiszeit einen Talgletscher von 150—300 m Mächtigkeit entsandte, oberhalb Vilcabamba Pueblo in der südlichsten Provinz Loja von Ecuador, im Süden des Ortes Loja. Nach allgemeiner bisheriger Anschauung reißt das vor- und abwärts bewegte Gletschereis aus seinem Untergrunde gelegentlich abgesplitterte Gesteinsstücke los (s. auch o. Kap. III, Teil 1, S. 134), aber in entsprechender Weise reißt auch schon bewegter Schnee vom Untergrund des Schneefeldes Schutt los, eine Tätigkeit, die Bowman „Schneerosion“, F. E. Matthes „Nivation“ nennt. Diese ist deutlich nachweisbar, sobald das Schneefeld auf einem Gehänge von über 20° Neigung liegt. An Gehängen von 30°—40° ist diese Wirkung des Schnees nach Bowman sogar so stark, wie die eines Gletschers selbst. Bei solch starker Neigung des Hanges scheint die Dicke der Schneedecke von untergeordneter Bedeutung zu sein.

Bowmans Studien haben in einer Kurve ihren theoretischen Ausdruck gefunden, die jeder Bodenneigung zwischen — 5° und + 40° eine Zahl zuordnet, welche die Mächtigkeit des Schnees angibt,

die bei der betreffenden Gehängeneigung erforderlich ist, um den Schnee überhaupt in Bewegung zu setzen. (Ohne diese Fortbewegung entsteht ja gar kein Gletscher.) Danach wären erforderlich

bei 5°	Bodenneigung	76 m	Schneedecke
„ 7°	„	69	„ „
„ 10°	„	54	„ „
„ 12°	„	44	„ „
„ 15°	„	25	„ „
„ 20°	„	15	„ „
„ 40°	„	7½	„ „

um den Schnee zum Abwärtsrutschen oder -fließen zu bringen. Ed. Brückner hat wohl nicht Unrecht, wenn er (Zeitschr. f. Gletscherkunde 12, 1921/22, S. 63) sagt: „Es mag sein, daß diese in den Tropen gefundenen Zahlen nicht genau gelten für andere Klimagebiete.“

W. H. Hobbs (Characteristics of Existing Glaciers, New York 1911, S. 22) findet aus seinen Beobachtungen im Selkirkgebirge für 7° Böschung genau die gleiche Zahl von 69 m wie Bowman. Dagegen hält F. A. Matthes (Glacial Sculpture of the Bighorn Mountains Wyoming, 20th Ann. Rep. U. S. Geol. Survey 1899/1900, II, S. 181) bei der gleichen Böschung von 7° nur 38 m Schnee (statt 69 m) für nötig, um den Schnee in Bewegung zu setzen.

Wie diese Zahlen im einzelnen auch lauten mögen, sie haben mindestens einen „arbeitshypothetischen“ Wert und sind sicher auch einigermaßen übertragbar auf europäische Verhältnisse. — Eis bewegt sich auf der gleichen Geländeböschung schon bei viel geringerer Mächtigkeit vorwärts, als Firn oder gar Schnee. (Bowman nimmt die Erosionskraft des Eises als das fünffache derjenigen des Firnes an, auf gleiche Flächen bezogen.)

In einer zweiten Abbildung, die Geländegestaltung zeigend unter dem Einfluß des Schnees, Firnes und Eises, entwickelt Bowman seine Theorie der Karbildung. Danach hat die Erosionskraft des Schnees bei ca. 20° ein Maximum, daher tritt hier, auf den ca. 20° geneigten Gehängepartien, eine allmähliche Vertiefung des Geländes durch „Nivation“ ein. Dadurch wird wiederum hier die Schneedecke dicker, was seinerseits weiter den Druck vergrößert. Durch diesen Druck wird schließlich der Schnee in Firn, dieser in Gletschereis verwandelt, das nun wiederum die Erosionskraft der bewegten Masse bedeutend (nach Bowman im Verhältnis 5 : 1) steigert. Diese Kräfte bewirken, sozusagen durch gesetzmäßige Wirkung dauernder Selbstverstärkung, die Bildung eines Kares. Auch Bowman läßt — wie heute wohl allgemein üblich — die Karbildung ihren Ausgang nehmen von Wasserrunsen, in denen sich Schnee ansammelt. (s. o. S. 133).

Kehren wir nach den vorstehenden, mehr theoretischen Betrachtungen, wieder zum Ausgangspunkt derselben zurück, zu der Frage: Dürfen wir, außer den bisher gefundenen, überhaupt noch etwaige weitere Glazialspuren im B.W. erwarten, und, wenn ja, wo?

Zur Entscheidung dieser Frage haben wir die beste Gelegenheit, die vorangegangenen Überlegungen auf unser Gebiet anzuwenden. Es war nur natürlich, daß unsere Nachsuche nach Gletscherspuren dort einsetzte, wo sich nach allgemeiner Anschauung noch am meisten „in Resten erhaltene Moränen“ (Machatschek, s. o. S. 77) finden, an den Seen. Dabei waren die erloschenen Seen den lebenden gleich zu behandeln und zeitigten ja auch die gleichen Ergebnisse. Es fragt sich nun, ob mit den in vorliegender Arbeit beschriebenen Gletscherspuren alle überhaupt im B. W. vorhandenen erschöpft sind. Das ist kaum sehr wahrscheinlich.

So dürfte eine systematische Nachsuche nach Rundbuckeln wahrscheinlich wenigstens an den Seewänden vom Großen Arber über dem Großen Arbersee (Geigenbachtal im N, Großes Seeloch im S), Lakkasee, auch dem Teufelssee (wo aber die Breite der Gleitbahn am eigentlichen Untergrunde des Gletschers mit reichlich 500 m am Seewandweg als bereits festgelegt gelten kann, das ist das doppelte der maximalen Seebreite!) noch wesentlich mehr Fundstellen glazialer Glättung aufdecken. Im nördlichen Rachelkar dürften die Abfälle der dortigen Treppenstufen, unter Vegetation und Humus versteckt, Glättungen des Untergrundes aufweisen. Allgemein wäre festzustellen — wie wir es an der nördlichen Arberwand gegen den Kleinen Arbersee konnten —, bis wieweit hinauf am Abhang sich noch Rundbuckel oder Schliffflächen finden, woraus auch ein sicherer Schluß zu ziehen wäre auf die vermutlichen Ausgangsstätten der Gletscher, bez. die Lage der eiszeitlichen Firnmulden. Die Häufigkeit solcher vom Gletscher geschliffenen Stellen wird geringer mit zunehmender Steilheit, doch beweisen die immerhin schon ziemlich steilen nördlichen Arberwände, oberhalb des Kleinen Arbersees, daß Schliffflächen auch an recht steilen Felswänden noch mit gutem Erfolg nachgesucht werden können. Theoretisch ist also wohl jede Seewand, hinter allen Seen bez. Karen, „schliff-verdächtig“ und zwar stets in den mittleren Partien, die als Gleitbahn des einstigen Gletschers in Betracht kommen. Nach unseren Erfahrungen finden sich Schliffflächen an den Seewänden zumeist dort, wo eine schmale, wagerechte Geländestufe — bei genügend starker Durchschnittsböschung — in einen mehrere Meter hohen Steilabsturz übergeht, und zwar im oberen Teil dieser Steilabfälle, die bisweilen förmlich Wände bilden. Nachzuforschen wäre auch, ob sich hier und da vielleicht auch noch an anderen Seen, unten in der Nähe des Sees selbst, Rundhöcker bez. Schliffflächen finden, nicht nur oberhalb der Seen an der Seewand. Dabei sind zwei Fälle des Vorkommens zu unterscheiden: 1. Die Fortsetzung von Schliffflächen der Seewand bis an und unter den Wasserspiegel, wie sie bisher erwiesen sind vom Teufelssee und Schwarzen See, 2. Anstehende, glattgeschliffene Felsen seitwärts der Seeufer, wie sie z. Z. nur am Kleinen Arbersee bekannt sind.

Was etwaige, z. Z. noch nicht bekannte Moränen betrifft, so ermutigt das bisherige Verborgengebliebensein typisch entwickelter

ganzer Moränenlandschaften nicht gerade zu einem negativen Urteil. Wir stellen im Folgenden die Gesichtspunkte zusammen, die u. E. für künftige, systematische Nachforschungen nach Glazialspuren an anderen Orten des B. W. maßgebend sein müssen.

Drei Bedingungen sind es, die u. E. eine Gegend gleichzeitig (Kernpunkt!) erfüllen muß, wenn wir überhaupt mit der Möglichkeit eines Erfolges rechnen wollen bei unserer glazialen Nachlese:

1. Die Nähe eines Berggipfels über oder nahe 1300 m Meereshöhe,
2. Ein als Quelltrichter gestalteter Talanfang in nördlicher oder östlicher Exposition (allenfalls NW oder SO),
3. Eine genügend starke Durchschnittsneigung des Geländes nach Norden oder Osten (allenfalls NW oder SO).

Was die 1. Bedingung anbetrifft, so gingen alle bisher bekannten B. W.-Gletscher von Berggipfeln über 1300 m Höhe aus. Nur beim „Alte Schwelle“-Gletscher, SO vom Stubenbacher See, könnte man zweifelhaft sein, ob hier wirklich der Mittagsberg (mit 1314 m Höhe), im W davon, der Gletscherlieferant gewesen sei für das sich S-N erstreckende Zungenbecken, wegen der bedeutenden seitlichen Lage des Gipfels. Doch liegt der Fall hier wohl genau so, wie beim Kleinen Arberseegletscher, wo auch das Schneematerial vom Großen (und Kleinen) Arber seitlich herabrutschte auf den Sattel des „Bankel“ (1271 m) seitlich des Gipfelpunktes und erst von dort aus (wie durch die Rundhöcker unmittelbar darunter bewiesen, s. o. S. 130) sich der eigentliche Gletscherstrom südnordwärts ergoß. Entsprechend dem glitt hier der Schnee von dem 1314 m hohen Mittagsberg ostwärts herab zum Sattel der „Großen Riegeln“ (1238 m). Dort wurde er durch den Druck der beständig von oben nachschiebenden Schneemassen zu Firn, der auf dem Boden einer dort nach N sich öffnenden Gehängemulde oder eines Quelltrichters langsam abrutschte und so den „Alte Schwelle“-Gletscher bildete.

Die 2. Bedingung, ein als Quelltrichter gestalteter Talanfang, muß deswegen gestellt werden, weil ein solcher heute mit Recht wohl überall als notwendige Vorbedingung für die Karbildung gilt. (Siehe auch oben S. 133 und S. 140) Nur dort, wo ein Quelltrichter sich in das Gelände eingesenkt hatte — und zwar in eins mit einem gewissen Mindestmaß an Bodenneigung —, war die Vorbedingung zur Kar- und Gletscherbildung erfüllt. Denn, um eine Äußerung aus der jüngsten Zeit zu zitieren: „Die Kare sind keine selbständigen Formen. Sie sind nichts anderes, als umgestaltete Quellkessel“ (H. Schmitthenner, „Die Oberflächenformen des nördlichen Schwarzwaldes“, Geogr. Zeitschrift 33, 1927, S. 192).

Die weitere Unterbedingung, daß der Quelltrichter eine Exposition zeigen muß in der Richtung zwischen NW über N und O nach SO, ergibt sich aus der Tatsache, daß alle 12 bisher bekannten Kare des B. W. in dieser Richtung (N—SO) geöffnet sind, was auf die geringere Wirksamkeit der Sonnenstrahlung im

Sinne des Abschmelzens angesammelter Schneemassen hinweist. In der gleichen Höhe über dem Meeresspiegel, in der eine Schneemasse, die sich im Winter in einer Hohlform des Bodens angesammelt hatte, in einem nach N geöffneten Talabschluß auch durch den Sommer hindurch liegen blieb, in der gleichen Höhe schmolz in einem nach S offenen Talende die direkte Sonnenstrahlung im Hochsommer — den es auch während der Eiszeit gab, wenn auch um einige Grade kälter, als heute — die winterlichen Schneemassen wieder weg. Unterdes verwandelte sich durch den Druck der wachsenden, nur zum Teil im Sommer wieder wegschmelzenden Schneedecke in den nach N gekehrten Talanfängen der Schnee unten in Firn, dieser kam auf seiner schrägen Unterlage, den geneigten Wänden des Taltrichters, selbständig ins Rutschen — nach den von Bowman aufgestellten gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Bodenneigung und Schneemächtigkeit (s. o. S. 140) —, dabei alle durch Verwitterung aufgelockerten Bestandteile der Oberfläche seines Bettes mit sich fortreisend, längs vertikaler Spalten ganze Blöcke ausbrechend und damit die sogenannte „Glazialerosion“ ausübend und schließlich, in jahrtausendelanger Arbeit, zur Karbildung führend.

Die 3. Bedingung, eine genügend große Durchschnittsneigung des Geländes, auf dem man ein etwaiges Kar zu suchen hat, ist m. E. diejenige, die bisher zu wenig beachtet worden ist. Eine noch so hoch gelegene, aber fast wagerechte oder nur wenig geneigte Hochfläche von beinahe Peneplain-Charakter, wie ihn z. B. die höchsten Teile des Erzgebirges vielfach tragen, oder im B. W. ausgedehnte Gebiete auf der tschechoslowakischen Seite, genügt keineswegs zur Gletscherbildung, da auf den flachen Hochflächen der angesammelte Schnee überhaupt nicht ins Gleiten kommt. Die Talanfänge in solcher Gegend sind flache Quellmulden, bei denen Talsohle und Talgehänge zum Teil fast verschmolzen, wie zahlreiche Beispiele aus dem höheren Erzgebirge und von der böhmischen Seite des B. W. lehren. Quelltrichter, die geeignet waren, in der Eiszeit zu Karen oder wenigstens karähnlich umgestaltet zu werden, infolge einer gewissen Minimalneigung ihrer Abhänge und des sich an sie anschließenden Talstückes, werden wir also mit einiger Aussicht auf Erfolg nur in solchen Gegenden suchen können, in denen eine gewisse Minimalneigung des ganzen Geländes — und zwar für unsere Zwecke nach N oder O — eine gewisse Steilheit auch der allgemeinen und lokalen Erosionsformen verbürgt, d. h. ein gewisses Talgefälle auch schon in den höchsten Partien des Gebirges und dessen weitere Steigerung in den Böschungen der obersten Talabschlüsse.

Einen Anhalt, wie groß ungefähr die Geländeneigung sein mußte, damit sich der gesamte Vorgang von dem einfachen Abrutschen des Schnees über die Schneerosion (Nivation) und Firnbildung bis zur Schaffung regelrechter Gletscher-Zungenbecken mit Seiten- und Endmoränen darum steigern konnte oder mußte, einen Anhalt dafür gewähren uns die Neigungszahlen für das Gelände, die wir

an den bisher schon absolut sicheren Stellen der Wirksamkeit einstiger Gletscher aus der Natur bez. der Karte gewinnen. Wir gehen dabei von dem Gedanken aus, daß die Hohlformen aller der 12 heutigen Kare mit den Seen und Mooren darin ihre heutige steile Rückwand erst durch die Gletscher gewonnen haben. Wir dürfen also den — im Durchschnitt etwa 30° betragenden — Neigungswinkel der jeweiligen Karrückwand, der „Seewand“, nicht verwerten zur Gewinnung einer Minimalneigung für das Gelände, die unsere Nivations- und Gletschererosions-Prozesse in Gang bringen mußte. (Die von uns gesuchte Zahl muß also kleiner ausfallen, als 30° !)

Die Kare sind Nischen größeren Maßstabes, die in das umgebende Gelände lehnsesselartig eingesenkt sind durch die Gletscherarbeit (in Verbindung mit der Vorarbeit durch die Erosion steiler Quellbäche). Diese Nischen müssen wir uns wieder ausgefüllt denken, wollen wir uns ein Bild von der Durchschnittsneigung der präglazialen Oberfläche in der betreffenden Gegend machen. Als das untere Ende der eigentlichen Karnische werden wir am treffendsten überall das untere See-Ende betrachten. So ziehen wir auf den 6 Profilen P. Wagners i. M. 1 : 5000, seinen 4 Kärtchen i. M. 1 : 10000 und 1 : 25000 oder auf der Karte 1 : 50000 bez. 1 : 75000 eine Verbindungslinie durch die Luft vom obersten Karrand oder auch dem dahinter liegenden Berggipfel zum unteren See-Ende. Diese Linie gibt uns ein Bild der ursprünglichen, allgemeinen Geländeneigung in der Gegend des heutigen Sees, bevor der Gletscher seine ausräumende Wirksamkeit begann. (Man könnte zunächst auch an eine Verbindung mit dem äußersten Ende der jeweiligen Endmoräne denken statt mit dem See-Ende, doch gehört bestimmt an allen B. W.-Seen das Moränengelände unterhalb des Sees bereits dem Akkumulationsgebiet an und nicht mehr dem Schurfbereich, dem Gebiet der eigentlichen sogenannten „Gletschererosion“). Ein kleiner Bachlauf, der überall als allererster Vorläufer jedes späteren Gletschers und heutigen Sees vorauszusetzen ist, oben endend in einem Quelltrichter, wird an dessen Rück- und Seitenwänden stets einen noch etwas größeren Neigungswinkel, als die von uns zu findenden Zahlen, aufgewiesen haben.

Der Böschungswinkel für die Rückwand dieses präglazialen Taltrichters läßt sich ganz exakt zwischen zwei Grenzen einschließen: Die obere Grenze ist die Durchschnittsböschung (wie oben erwähnt, meist ca. 30°) der jeweiligen heutigen „Seewand“, die untere Grenze die von uns zu ermittelnde Zahl aus der Verbindung von oberem Karrand, bez. Berggipfel mit dem unteren See-Ende. Im allgemeinen wird der Winkel für die gesuchte präglaziale Talwandböschung der von uns zu findenden Zahl, oben schräg über das heutige Seebecken hinweg gemessen, wesentlich näher liegen, als der Neigung der heutigen Karwand, die das Produkt einer bereits weit getriebenen Zurückverlegung ist. Solche Gradzahlen, dem nachweislich vergletschert gewesenen Gelände entnommen, bez. deren niedrigste, werden wir mit einer gewissen

Wahrscheinlichkeit auch für das Gelände voraussetzen müssen, auf dem wir mit einiger Aussicht auf Erfolg nach weiteren Gletscherspuren suchen wollen. War der Boden zu flach, so kam es überhaupt nicht zu einem Abgleiten des Schnees. Die Zahlen, die Bowman angibt für die Höhe der nötigen Schneedecke, um den Schnee in Bewegung zu bringen bei Bodenneigungen von nur 0° — 5° , sind außerordentlich hoch (s. o. S. 140). Es fragt sich sehr, ob wir solch hohe Werte für die Mächtigkeit der eiszeitlichen Schneedecke annehmen dürfen. M. E. liegt gerade darin, in der vielfach zu gering gewesenen Bodenneigung, der Grund, warum es trotz an sich ausreichender Höhenlage, trotz ausgesprochener N- oder O-Öffnung dies und jenes Bachlaufes, nicht zur Gletscherbildung kam.

Mit dieser Auffassung befinde ich mich — in Übereinstimmung mit Bowman — anscheinend im Gegensatz zu der von Deecke, Geologie von Baden, 2. Teil 1917 (S. 545 und 553). Dieser hält, weil der nach W gerichtete Abfall des Schwarzwaldes weniger lange Gletscher entwickelt hat, als die Ostseite (was m. E. auf die Sonneneinwirkung und nicht auf die hier größere Steilheit der Täler zurückführt) „die breiten Täler mit mäßigem Gefälle“ „zur Entwicklung von Eisströmen wie geschaffen“. „Daß die Höhen um den Rohrhardsberg und die Wannern zwischen diesem und Triberg Schnee in Menge empfangen, glaube ich wohl; für wirkliche Gletscher fehlte wieder das geeignete Gelände, denn alle Täler sind steil eingeschnitten, greifen in dieser Form weit herauf und erlauben keine wirkliche Sammlung von bedeutenden Eismassen nach einer Richtung.“

Hieraus scheint hervorzugehen, daß Deecke gerade flach muldenförmiges Gelände, schüsselförmige Vertiefungen besonders geeignet hält zur Gletscherbildung. Dabei ist m. E. übersehen, daß sich hier zwar „bedeutende“ Schneemassen sammeln können, die aber, nach Bowmans Feststellungen, gerade auf solch flachem Boden nicht zu Gletschern werden können, mangels genügender Fortbewegungs-Möglichkeit. Auch spricht gegen Deeces Auffassung, daß nach allen unseren bisherigen Beobachtungen in den deutschen Mittelgebirgen eiszeitliche Gletscher sich nicht dort bildeten, wo „eine wirkliche Sammlung bedeutender Eismassen“ erfolgen konnte, d. h. in großen, breiten Geländemulden, sondern dort, wo eine steile Gehängeneigung durch beständigen Nachschub und dauernden Druck von oben den Schnee zum Übergang in Firn und Eis zwang, nachweislich immer nur an räumlich sehr beschränkten Stellen, den Quelltrichtern, die Firn und Gletscher dann allmählich erst zu Karen umformten. Das waren aber, im Verhältnis zur Gesamt-Schneebedeckung solch ausgedehnter Gebirge, wie Schwarzwald und B. W., nur relativ sehr geringe Flächen. Wie klein ist z. B. die Fläche des neuen Kares am Arber, mit nur je 100 m Länge und Breite horizontalen Bodens, das aber doch an seinem Ausgang so zweifelloser Gletscherwirkungen zeigt. Schmale, aber steil geneigte Erosionsrinnen, wie wir sie uns überall als Vorläufer der heutigen, doch auch ziemlich schmalen Seen denken

müssen, waren eben offenbar weit geeigneter zur Einleitung der Gletscherbildung, als breite Mulden.

Im Gegensatz zu Deekes „breiten Tälern mit mäßigem Gefälle“ scheint mir also gerade umgekehrt eine gewisses Mindestmaß an Relieffenergie die notwendige Vorbedingung für die Gletscherbildung. Flache Wannens und Täler waren geeignet zur Konservierung von Gletschern, aber nicht für deren Bildung. Die aus den bisherigen Beobachtungen im B. W. sich ergebenden Zahlen für die Länge der eiszeitlichen Gletscher (überall nur ganz wenige Kilometer) sprechen durchaus dafür, daß wir im B. W. nicht nach langen Talgletschern suchen dürfen, die auch bei flacher Bodenneigung möglich waren, sondern kurzen Gehängegletschern, die in den bisher bekannten Fällen nirgends ein vorbeiziehendes Tal von auch nur einiger Bedeutung erreichten. Lange Gletscher und flache Neigung, kurze Gletscher und steile Neigung gehören zusammen. In den vier Fällen, wo wir im B. W. das Gefälle von Gletschern zwischen See- und Gletscherende ausrechnen konnten, ergab sich im Durchschnitt immerhin noch 9°!

Wenn in den Vogesen und im Schwarzwald die eiszeitliche Gletscherentwicklung trotz ungefähr gleich hoher Gipfellenen wesentlich stärker war — noch heute wird für den Schwarzwald „zur Zeit des Maximalstandes eine Plateauvereisung von norwegischem Typ“ angenommen (Schrepfer, „Oberflächengestalt und eiszeitliche Vergletscherung im Hochschwarzwald“, Geogr. Anz. 1926, S. 207) —, so liegt das dort wohl an der größeren Nähe zum Meere. Böhmerwald und Riesengebirge scheinen aber beide bereits einen etwas östlicheren, d. h. kontinentaleren Typus der diluvialen Vergletscherung darzustellen.

Die für unsere Zwecke gefundenen Werte der präglazialen Gehängeböschung (über das Kar durch die Luft hinweg bis zum unteren See-Ende), wo möglich stets auf doppeltem Wege errechnet, aus P. Wagners Profilkarte (Tafel II), seinen Spezialkarten (Tafel III) und aus den amtlichen Karten 1 : 50 000 und 1 : 75 000 (was nur in einem Falle eine Differenz von 3° ergab), wobei freilich eine gewisse Willkür bei der Messung nicht ganz auszuschließen ist, sind die folgenden:

Es beträgt der Neigungswinkel der präglazialen Gehängeböschung am Rachel: Alter See, über die Rückwand: 22°

„ „ „ „ Westseite: 16°

„ Rachelsee, „ „ Rückwand: 19°

Nördliches Rachelkar: 17°

Plöckenstein: 16°

Großer Arbersee: 16°

Schwarzer See: 14°

Teufelssee: 13°

Kleiner Arbersee: 11°

Lakkasee: 10°

Alte Schwelle: 8°

Im folgenden sollen nun alle die Stätten im B. W. namhaft gemacht werden, wo aus den oben behandelten, theoretischen Erwägungen heraus die Möglichkeit etwaiger weiterer Glazialspuren gegeben wäre. Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei ausdrücklich hervorgehoben, daß damit durchaus nicht deren „Wahrscheinlichkeit“ behauptet werden soll. Vielmehr schätzt der Verfasser dieser Arbeit die Wahrscheinlichkeit sogar recht gering ein, an den nachgenannten Örtlichkeiten auch wirklich Gletscherspuren aufzufinden, mit Ausnahme von 1 bis 2 Fällen. Immerhin soll zum Zwecke einer in gewissem Sinne erschöpfenden Behandlung des Themas auf die nachfolgende Zusammenstellung nicht verzichtet werden.

In Betracht käme da etwa das steile Tal des vom „Bankel“ (1271 m) zwischen Großem und Kleinem Arber genau nach S strömenden Baches, der die bekannten Rieslochfälle oberhalb Bodenmais bildet. Die Namen „Oberes“ und „Unteres Bärenloch“ auf der Karte 1:50000 klingen dem Morphologen zunächst etwas verdächtig, im Riesengebirge bezeichnen die „Bärlöcher“ nördlich der Großen und Kleinen Schneegrube das Ende der Schneegruben-Gletscher. Doch finden sich Bezeichnungen wie „Loch“, „Kessel“ oder „im Loch“ und „im Kessel“ ziemlich häufig im B. W. auch in Gegenden, die viel zu flach sind, um etwas Karähnliches zu beherbergen. Die steilen Anfänge des Rieslochtales, das ja vom „Bankel“ aus in genau gleicher Weise nach S zu verläuft, wie das zweifellos relativ stark vergletschert gewesene Tal des Kleinen Arbersees nach N, sind wohl auf Gletscherspuren noch nie durchsucht worden. Die Wahrscheinlichkeit, hier welche zu finden, ist infolge der ausgesprochenen Südexposition wohl gering. (Liegen in der Tat hier gar keine Glazialspuren vor, so wäre hier ein treffliches Beispiel gegeben für den maßgebenden Einfluß der Sonnenstrahlung. An sich konnten und mußten die auf dem „Bankel“ angehäuften Schneemassen, die von beiden Seiten, dem Großen und Kleinen Arber her, hier zusammen kamen, genau so gut das steile obere Talende des Riesloches im S herabstürzen, wie in das des Seebaches im N.)

Weitere Gletscherspuren könnten sich u. U. am Lakkaberge befinden. Das kleine Kärtchen der Umgebung des Lakkasees i. M. 1:25000, das der Arbeit von P. Wagner beigegeben ist, läßt im NW vom Lakkasee, nur etwa 800 m von diesem entfernt, fast eine völlige Wiederholung der Geländegestaltung rings um den Lakkasee erkennen. Leider habe ich diese Stelle nur zweimal bei bereits hereinbrechender Dunkelheit auf der Waldstraße vom Lakkasee über Schloß Deffernik nach Markt Eisenstein passiert. Da war in der Geländegestaltung nichts wahrzunehmen, was auf Gletscherspuren hindeuten könnte.

Allenfalls käme der Lakkaberg auch als Lieferant von Gletscherspuren in Betracht für das sich nach NW von ihm wegziehende Deffernikbachtal, in dem weiter unten Puffer ja sogar Schotter aus der Rißeiszeit sehen möchte, s. o. S. 76/77; auch hier gibt es wieder ein „Bärenloch“.

Nördlich vom Großen Falkenstein (1315 m), bei Bayrisch Eisenstein, käme vielleicht der Quelltrichter des gerade nach W fließenden Großen Steinbaches, oberhalb vom Zwieseler Waldhaus, in Frage.

SW vom Mittagsberg liegt der einen flachen, nach N offenen Kreisbogen bildende „Hahnenbogenriegel“, der nach der deutschen Karte 1303 m Höhe erreicht. Allenfalls könnten die völlig in tiefem Wald versteckten Quelltrichter zweier von seinem Rücken nordwärts ziehenden Bäche zu kleinen Karen umgestaltet sein. Bei deren westlicherem, dem Stubenbach, vereinigen sich als Vorbedingung für etwaige Gletscherbildung die Höhe des Kiesruck (1278 m), NO-Exposition des Quelltrichters und, soweit man aus zwei Höhenzahlen der deutschen Reichskarte 1 : 100000 schließen darf, eine durchschnittliche Geländeneigung von $11\frac{1}{2}^{\circ}$ zwischen 1278 und 1089 m Höhe. Ein zweites Bachtal weiter östlich wurzelt in einer Höhe von 1303 m und ist genau nach N geöffnet.

Der Mittagsberg (1314 m) selbst, der nach NO hin den Stubenbacher See-Gletscher und wohl auch den der „Alten Schwelle“ lieferte, könnte seine nach W abgleitenden Schneemassen einem dritten Bach, wenig östlich der beiden vorigen, dem Hochfichtenbach, zugeführt und dadurch dort Gletscherspuren hinterlassen haben.

Unmittelbar an der deutschen Reichsgrenze liegen der lange und flache, 1373 m (nach anderer amtlicher Angabe 1368 m) hohe Plattenhäuser Berg und der 1370 m hohe Lusen, beide SO vom Rachel. Aber die von ihnen ausgehenden Talfurchen sind fast genau nach S geöffnet, so daß es hier infolge der Sonneneinwirkung, zumal im Hochsommer, den es, „eine Oktave tiefer“, ja auch in der Diluvialzeit gegeben hat, nicht zu perennierenden Schneemassen kommen konnte, wenigstens nicht in solcher Mächtigkeit, um echte Gletscher zu erzeugen.

Eine Gegend, die ihrer Höhenlage nach gut geeignet gewesen sein könnte zur Gletscherbildung, ist sodann ein Fleck knapp 3 km im NNO vom Lusengipfel. Dort bilden 4 Quellbäche den Großen Schwarzbach. In Entfernungen von rund 1 km von deren Vereinigungsstelle weg liegen im SW der Moorberg (Marberg) mit 1375 oder 1369 m Höhe (die amtlichen Karten stimmen nicht überein), im NW der Moorkopf (oder Markopf) mit 1328 m, im SO der Steinleckberg mit 1340 m. Zwischen diesen drei Bergen von je über 1300 m Höhe liegt die fragliche Stelle. Die 1. Vorbedingung zur Gletscherbildung, genügende Höhenlage, war also zweifellos erfüllt. Auch die 2. Vorbedingung, geeignete Exposition, war erfüllt; denn die fragliche Stelle wird durchzogen von dem genau W—O verlaufenden Anfangsstück des Großen Schwarzbaches. Aber nicht erfüllt scheint die 3. Vorbedingung zur eiszeitlichen Gletscherbildung: ein genügend stark geneigtes Gelände. Zwei Höhenzahlen, sowohl der deutschen, wie der böhmischen Generalstabskarte, an der Reichsgrenze und an der „Klausel“ ergeben eine Boden­neigung von nur 5°.

D. h., die Übertragbarkeit der oben (s. S. 140) genannten Bowman'schen Zahlen auf unser Gebiet vorausgesetzt, die ja zweifellos nur mit gewissen Einschränkungen, mit diesen andererseits aber doch zulässig erscheint, es müßte hier eine Schneedecke von mindestens 76 m Dicke gelegen haben, um den Schnee in Bewegung zu bringen, dadurch die Gletscherbildung einleitend. Ob die eiszeitlichen Schneemassen aber jemals im B. W. eine solche Mächtigkeit erreicht haben? Die bisherigen Karten lassen am Anfange des in Rede stehenden Großen Schwarzbachtales zwar kein Kar (was noch kein Beweis dagegen wäre), wohl aber einen „Filz“, also ein Moor erkennen.

Untersucht man die geographische Verbreitung der „Filze“ (Moore) im B. W., so findet man die deutsche Seite des B. W. auffallend arm daran, sehr reich dagegen an Mooren die böhmische Seite, von der zuletzt betrachteten Gegend aus bis etwa 13 km weit nach NW, N, NO und O hin. Innerhalb dieses Gebietes weist die böhmische Karte i. M. 1 : 75000 nicht weniger als 30 mal den Namen „Filz“ auf! Die alte österreichische, jetzt tschechoslowakische Generalstabskarte i. M. 1 : 75000, eine Schraffenkarte, wie alle bisher vorhandenen deutschen amtlichen Karten, ermöglicht durch Ausziehen der auf ihr, leider nur für das böhmische Gebiet angegebenen 100 m-Höhenlinien, etwa mit brauner Tusche, die Herstellung einer für unsere Zwecke sehr nützlichen Höhengschichtenkarte 1 : 75000 wenigstens für den böhmischen Anteil des B. W. Eine solche Höhengschichtenkarte nun gibt uns die Erklärung für die große Häufigkeit der Moore (Filze): Wir befinden uns hier in einem Gebiet, das zwar fast durchweg über 1000 m hoch liegt, aber ebenso durchweg relativ flache Neigungen aufweist. (Typisch dafür ist etwa die Lage des kleinen Dörfchens Mader, knapp unter der 1000 m-Höhenlinie.) Hier in diesem ganzen, ausgedehnten Gebiet, mit nur schwacher Reliefenergie, wo keine steilgeneigten Talanfänge, wie an den Hochgipfeln, den Abtransport der eiszeitlichen Schneemassen von der Höhe zur Tiefe, in Gestalt kurzer Gletscherströme ermöglichten, mußte vielmehr durch die Menge der zweifellos hier in der Eiszeit sich aufstapelnden Schneemassen eine intensive Bodendurchfeuchtung stattfinden.

Nach den pollenanalytischen Ergebnissen der Mooruntersuchungen von Rudolph, Firbas und Gams sind die heutigen Moore der Alpen und der deutschen Mittelgebirge alle erst postglazialen Ursprungs, jünger als die bekannten Penck-Brücknerschen Rückzugsstadien der letzten Eiszeit. Bekanntlich hatte Hans Schreiber den Versuch einer Parallelisierung dieser Rückzugsstadien mit den abwechselnd mehr feuchten und trockenen Schichten der europäischen Hochmoore, die im Erzgebirge denselben Schichtenaufbau zeigen, wie in Norwegen, gemacht, indem er die Entstehung der feuchteren Schichten des Ried- oder Schilftorfes, des älteren (schwarzen) und jüngeren (braunen) Moostorfes in die Zeit der Gletschervorstöße des Bühl-, Gschnitz- und Daunstadiums verlegte, die Bildung der trockeneren Schichten des älteren (Birken-)

und des jüngeren (Latschen-) Bruchtorfes dazwischen dem 1. und 2. Interstadial zuschrieb. Ein Versuch, über den sich Ed. Brückner noch 1913 (Zeitschr. f. Gletscherkunde Bd. 7, S. 334—340) sehr günstig aussprach. Diese Gleichsetzung muß durch die Ergebnisse der Pollenanalyse als erledigt gelten, wenn auch Schreibers Gedanke, daß der Aufbau der Moore nicht biotisch, sondern klimatisch bedingt sei, gesiegt hätte.

Eine nacheiszeitliche „Erhöhung der Höhengrenzen der Pflanzen um mehrere hundert Meter“ durch eine mehrere tausend Jahre umfassende Wärmeperiode, wärmer als heute, ist nach Gams, „Die Ergebnisse der pollenanalytischen Forschung in bezug auf die Geschichte der Vegetation und des Klimas in Europa“ (Zeitschr. f. Gletscherkunde 15, 1927, S. 175) „für das Erzgebirge und Riesengebirge völlig sicher erwiesen, für Harz und Schwarzwald zum mindesten sehr wahrscheinlich“. „Auch im Alpengebiet ist die Entwicklung analog.“ Daraus würde folgen, daß auch im B. W. wahrscheinlich eine Periode etwas größerer Wärme, als heute, die Eiszeit von der jetzigen Zeit trennt. Bei solchen Ergebnissen der jüngsten Forschung ist es nicht wohl angängig, die vielen Moore des B. W., die gerade dort liegen, wo infolge der Höhenlage und der schwachen Reliefenergie, die die Abfuhr verhinderte, in der Eiszeit die zusammenhängendste Schneedecke liegen bleiben mußte, direkt auf die Eiszeit zurückzuführen. (Eine Untersuchung der B. W.-Hochmoore, etwa um Mader herum, die ebenso geologisches, wie biologisches Interesse böte, bis auf die tiefsten Schichten hinunter, hat wohl noch nicht stattgefunden. Im Erzgebirge, bei Sebastiansberg in Böhmen, war Verfasser dieser Arbeit 1907 Zeuge, wie eine Bohrung unter der Leitung Hans Schreibers durch ein 840 m hoch gelegenes Hochmoor 9 m Moormächtigkeit erschloß.)

Trotzdem will der Gedanke nicht weichen, ob nicht doch vielleicht die starke Bodendurchfeuchtung und Ansammlung stagnierenden Wassers, infolge der Schwerdurchlässigkeit des überall dort allein herrschenden Gneis- und Granitbodens und der gerade hier meist typisch flach mulden- oder schüsselförmigen Bodengestaltung, durch die eiszeitlichen Schneemassen und ihre Schmelzwasser, den Grund gelegt hat zu den vielen dortigen Moorbildungen. Es ist schwer, anzunehmen, daß die Schneemassen, die in Gebieten genügend steiler Boden­neigung zu ausgesprochenen Gletscherströmen von fast 3 km Länge (am Kleinen Arbersee) führten, anderwärts in der gleichen Höhenlage ganz spurlos verschwunden sein sollten. Für die Hochmoore auf den ganz ähnlich flachen Kammflächen des benachbarten Erzgebirges (höchste Gipfel 1243 m und 1213 m), auf ganz dem gleichen „nährstoffarmen, undurchlässigen Boden“, aber fast durchweg in etwas geringerer Höhenlage noch, als im B. W., nimmt Koßmat (Übersicht der Geologie von Sachsen, 2. Aufl. 1925, S. 104) ebenfalls einen Bildungsprozeß an, der „an manchen Stellen aus der Gegenwart bis in die Diluvialzeit zurückreicht“.

Infolge zu geringer Bodenneigungen (Reliefenergie) ist also in dem ganzen eben besprochenen Gebiet der Höhenzone etwa zwischen 900 und 1400 m, auf tschechischem Boden, die Aussicht auf Erfolg bei der Nachsuche nach Gletscherspuren m. E. nahezu gleich Null — während sie nach Deecke (s. o. S. 145), ähnlich wie bei der flacheren Ostseite des Schwarzwaldes, hier gerade besonders groß sein müßte — trotzdem gerade diese Gegenden noch heute den Eindruck ausgesprochener Wildheit und rauhen, regenreichen Klimas machen. Die „Einschichte“ Pürstling, ein paar Wohnhäuser; 1170 m hoch, NNW vom Lusen, hat $1\frac{1}{2}$ m jährliche Niederschlagsmenge. $1\frac{1}{2}$ Wegstunde weiter nördlich liegt das einsame Dörfchen Mader; bei knapp 1000 m Höhenlage hat es eine jährliche Niederschlagsmenge von $1\frac{1}{4}$ m, mittlere Temperatur für das Jahr von 3° , für den Juli 13° und für den Januar von -7° (!), d. h. fast dieselbe Januartemperatur wie die 600 m höhere Schneekoppe im Riesengebirge! Aber das Tal des bei Pürstling vorbeifließenden Lusenbaches, später Maderbach genannt, der am NW-Hang des Lusen (1370 m) entspringt, später durch Mader fließt, hat von der Reichsgrenze (1200 m) bis Pürstling, 1133 m, nur $1\frac{1}{2}^{\circ}$ Gefälle, denselben Neigungswinkel auch noch weitere 7 km abwärts bis Mader, 980 m. Deswegen in erster Linie trug es m. E. keine Gletscher, trotzdem die ersten Kilometer seines Laufs von mehreren über 1300 m hohen Bergen flankiert werden.

Ein theoretisch — wie ausdrücklich immer wieder betont sei — etwas aussichtsreicheres Gelände betreten wir weiter südlich an dem auf längere Erstreckung die 1300 m-Linie überragenden Dreisesselberg-Plöckenstein-Massiv. In der theoretisch günstigsten Exposition, nach NO zu, befindet sich der Plöckensteinsee als Überrest eines der bedeutendsten B. W.-Gletschers überhaupt. Die gerade hier ungewöhnlich starke Blockmeer- und Moränenbildung, die doch wohl mit auf den Granit zurückführt (s. o. S. 85), legt den Gedanken nahe, ob hier vielleicht noch weitere Blockmeerbildungen diluvialen Ursprunges vorhanden sein könnten, sei es ohne, sei es mit Beziehung zu einem einstigen Firnfleck oder Gletscher. Ein Blick auf die zur Höhenschichtenkarte umgearbeitete böhmische Spezialkarte 1:75000 (s. o. S. 150) zeigt nicht weniger als 4 Stellen, die vielleicht die Ausgangspunkte eiszeitlicher Blockströme gewesen sein könnten: eine in SO-Exposition, die Ursprungsstätte eines Baches, der südlich der Mitte zwischen den beiden 1378 und 1376 m hohen Plöckensteingipfeln entspringt, nach der Karte bei ca. 1250 m Meereshöhe, drei weitere glazialverdächtige Stellen in N- bez. NW-Exposition, die Täler der beiden östlichen Bäche nahe der 1300 m-Linie, der westliche nahe der 1200 m-Linie entspringend. Freilich haben die beiden östlichen Täler nur 6° Gefäll, das westlichste Tal weist eine Neigung von $9\frac{1}{2}^{\circ}$ auf, von S her gemessen, während die Bodenneigung von W her, dem 1330 m erreichenden „Hochstein“, $12\frac{1}{2}^{\circ}$ beträgt. Freilich spricht schon die Karte, die hier im W allein nicht weniger

wie 8 selbständige Quellbäche zeigt, gegen das Vorhandensein etwa eines einzigen, größeren, bisher unbemerkt gebliebenen Kares. Aber ein solches wird dort auch gar nicht vermutet. Wohl aber wäre die Existenz eines kleineren Kares, wie wir es im Bereich des Kleinen Arberseegletschers fanden, irgendwo in die Talwand eingelassen, möglich. Vielleicht wäre auch dies oder jenes der 8 obersten Talenden in bemerkenswerter Weise umgestaltet durch einen eiszeitlichen Firnflecken oder gar Gletscher.

Es sind zwei Gründe, die gerade die Gegend des Plöckensteinmassivs als besonders geeignet erscheinen lassen zu weiterer Klärung der Glazialfrage im B. W. Einmal haben wir im Bereich des Plöckensteingletschers einen sonst im ganzen B. W. nicht wieder errichteten Grad der Block- und Moränenbildung. Es ist zumindest wahrscheinlich, daß das mit dem Aufbau des Plöckensteingebietes aus Granit zusammenhängt, während sonst sämtliche B. W.-Seen und -Kare im Gebiet des Gneises oder Glimmerschiefers liegen. Auch N. Krebs und H. Schrepfer kamen im Schwarzwald (Geographischer Führer durch Freiburg und Umgebung, Berlin, Bornträger, 1927, S. 199) im Moränengelände des Schluchsees zu der Erkenntnis: „Im ganzen Granitgebiet muß die periglaziale Frostverwitterung auffallend viel groben Schutt zur Verfügung gestellt haben“ (vergl. dazu oben de Martonne und Partsch, S. 85). Das ist für uns der eine Grund, gerade im Granitgebiet des B. W. nochmals nachzuforschen. Wenn bisher der Moränencharakter der so ausgedehnten und zum Teil überaus auffälligen Blockgebilde unmittelbar um den Plöckensteinsee herum, durch die eine vielbegangene Straße hindurchführt, verborgen bleiben konnte, so wäre dies an den oben von uns bezeichneten Stellen, völlig abseits jeden Verkehrs — und auch an einigen im folgenden noch zu bezeichnenden Stellen — erst recht möglich.

Ein zweiter Grund ist, daß hier vielleicht ein Beitrag geliefert werden könnte zu der Frage der sogenannten „Firnmoränen“. Deren Existenz überhaupt ist vielleicht noch heute nicht allseits anerkannt, obwohl schon vor 25 Jahren Fr. Ratzel, auf Beobachtungen im Karwendelgebirge fußend, sich dafür einsetzte (z. B. „Die Erde und das Leben“, 2. Bd., S. 338). Unter diesem Namen wird bekanntlich der Schutt verstanden, der an den Seiten und am unteren Rande nicht fortbewegter Schnee- und Firn- und Eisflecken sich mit der Zeit ansammelt, nicht infolge Transports durch das Eis, wie bei einer Moräne, sondern infolge Abgleitens von Schuttmassen und Gesteinsblöcken über die schräg geneigte Oberfläche des Schnees oder Eises hinweg, diese als Gleitbahn benutzend.

Direkte Beobachtungen in den Schneegruben des Riesengebirges im Frühjahr beim Abtauen der winterlichen Schneemassen und ein zweifelloses Mißverhältnis der Moränenmächtigkeit unmittelbar am unteren Rande von Glazialseen, z. B. dem Großen und Kleinen Teich (40 bez. 60 m Moränenhöhe!) zur Nähe des

Gletscher-Ausgangsgebietes hat zu Vorstellung und Namen sogenannter „Sturzmoränen“ oder auch „Firmoränen“ geführt. Diese Auffassung, zu der im Riesengebirge schon Partsch und Gürich gekommen waren, wird auch von dem neuesten geologischen Bearbeiter des Riesengebirges, G. Berg, geteilt. Dieser schreibt z. B. von der seenächsten, 40 m mächtigen Moräne am Großen Teich, mit dem Gipfelpunkt 1263 m (Erl. z. geol. Karte von Preußen, Blatt Krummhübel, 1922, S. 30): „Die letzte große Firmmoräne bildete sich, ohne daß eine eigentliche Gletschergrenze vorhanden war. Die Blöcke, die sich am Teichrand bei der Heinrichsbaude lösten, rutschten über die steile Firnfläche herab und sammelten sich hier als großer Wall an“. Und von der Großen Schneegrube sagt derselbe Autor (Erl. z. geol. Karte von Preußen, Blatt Schreiberhau-Schneegrubenbaude, S. 43), daß er die beiden obersten „noch sehr schön entwickelten Moränenbögen nur noch als Sturzmoränen auffassen“ kann. (Ähnlich in seiner Arbeit „Vergleichen an den Teichen des Riesengebirges,“ Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellsch. 67, 1915, S. 64).

Victor Gatty (The Glacial Aspect of Ben Nevis, Geographical Journal 27, 1906, S. 487—92) fand in den Schluchten des Ben Nevis (1343 m), des höchsten Berges von Schottland, moränenartige Wälle am unteren Ende nachweislich nicht den Sommer überdauernder Schneefelder und konnte sogar gelegentlich (wie oben bereits aus den Schneegruben des Riesengebirges berichtet) deren rezente Entstehung nachweisen. Aus den Alpen bestätigt Brückner (Zeitschr. f. Gletscherkunde 1907/08, S. 72), daß „solche moränenartige Wälle, die durch nicht perennierende Schneefelder aufgebaut werden, nicht selten“ sind. Auch Deecke (Geologie von Baden, 2. Teil, 1917) ist der Meinung, daß „ein Teil der letzten, innersten Moränen am Feldsee im Schwarzwald als Sturzmoräne, als über den Schnee abgeglittene, an dessen Ende aufgespeicherte Felstrümmer aufzufassen ist und sich im Winter, z. B. am Feldsee, auch heute noch weiterbilden kann“.

Unter solchen Umständen darf man wohl die Frage, ob es Firmmoränen überhaupt gibt oder nicht, als in positivem Sinne gelöst ansehen.

Wenn es also auch vielleicht keine eigentlichen Gletscher weiter gegeben hat, als den über den Plöckensteinsee gegangenen, so legt doch gerade die außerordentlich starke Moränenentwicklung dieses einen Gletschers, wie sie oben (s. S. 80) geschildert wurde, den Gedanken nahe, ob nicht doch vielleicht in der oder jener der oben genannten, nördlichen Talquellmulden Gelegenheit zur Bildung wenigstens von Firnflecken und Firmmoränen gewesen sei. Und wenn auch dies nicht der Fall war, so wäre doch die Feststellung nicht ohne Wert, ob etwa noch andere solcher Blockströme, wie das „Steinerne Meer“ SO vom Plöckensteinsee, sich irgendwo aus dem Granitgebiet ergießen, vielleicht auch ohne Beziehung zu Moränen oder Firnflecken. So verzeichnet z. B. Mayenbergs

Böhmerwaldführer (Passau, Waldbauer), S. 193 ein weiteres „sogenanntes Steinernes Meer, ein kolossales Trümmerfeld von Steinblöcken“ zwischen der Höhe des Dreiecksmark (1320 m) und dem Gasthaus Rosenberger (813 m), SW davon, nahe der Reichsgrenze. Wie die vorliegende Arbeit lehrt, sind wir im B. W. heute noch durchaus im Stadium der wissenschaftlichen Feststellung des Tatbestandes. Auch dies ist eine Aufgabe, und zwar die allererste, bis heute noch keineswegs überall gelöste.

Was vom Plöckenstein gesagt werde, gilt genau so von der nächsten, eventuellen weiteren Fundstätte von Glazialspuren, dem 6 km südöstlich vom Böhmischem Plöckenstein gelegenen, äußersten Südausläufer des B. W., der 1300 m Höhe überschreitet, dem 1337 m hohen, ebenfalls aus Granit aufgebauten Hochfichtelberg. Der Berg ist auch in Touristenkreisen, ohne Weg, ohne Wirtschaft, nahezu unbekannt. Hier kämen 2 Stellen in Frage, die den zu stellenden 3 Anforderungen für Glazialspuren genügen: 1. Das über 1300 m hochgelegene Quellgebiet eines Baches, der vom Gipfel des Hochfichtelbergs nordwärts über Neuofen läuft und im NW der Eisenbahnstation Salnau in die Moldau mündet. Die Gegend wird beiderseits von einem nach NW bez. NO verlaufenden, zwischen 1200 und 1300 m Meereshöhe innehaltenden Höhenrücken flankiert. Die 2. Stelle ist das bei ca. 1250 m Höhe zu suchende Quellgebiet eines Baches, der ebenfalls genau vom Hochfichtelberg selbst in östlicher Richtung herunterkommt, durch Hüttenhof fließt und bei Hinterstift in die Moldau mündet. Das erste Bachtal hat genau nördliche, das zweite genau östliche Exposition. Die Geländeneigung beträgt, zwischen 1300 m und 1100 m Höhe, nach N zu 9°, nach O zu 11°. Nach diesem Befund wäre hier, am Hochfichtelberg, unter allen bisher angegebenen Örtlichkeiten wohl am ehesten die Möglichkeit gegeben, neue Glazialspuren zu finden. (Die Neigungszahlen von 9° bez. 11° liegen freilich an der unteren Grenze der Möglichkeit.)

Zuletzt wäre sodann noch zu nennen der Kubany, der mit seinen 1362 m Höhe den äußersten, nach O vorgeschobenen Vorposten des hohen B. W. darstellt. Soweit aus der Karte 1 : 75000 ersichtlich, käme hier als etwaige Fundstätte für Gletscherspuren eine Einkerbung im Gelände bei ca. 1200 m Höhe, NO vom Gipfelpunkt in Betracht, mit 16° (!) Geländeneigung zwischen 1300 und 1100 m, während für den steilen NW-Abfall (17°) die Karte nennenswerte Einkerbungen oder gar Bachtäler überhaupt nicht erkennen läßt. Ein steiles, genau N—S verlaufendes Bachtal unmittelbar westlich vom Kubanygipfel, Neigung ca. 10°, dürfte wohl infolge seiner ausgesprochenen Südlage schon nicht mehr in Frage kommen als etwaiger Träger von Glazialspuren. Den Besuch des Kubany, nach dem ich bereits unterwegs war, konnte ich leider infolge unerwartet ungünstiger Eisenbahnverbindungen nicht durchführen.

Mit den von uns im Vorstehenden angeführten Örtlichkeiten dürften alle die Punkte erschöpft sein, an denen vom Standpunkt

unserer heutigen wissenschaftlichen Erkenntnis aus mit der Möglichkeit des Auffindens weiterer Glazialspuren gerechnet werden könnte. Ob sich diese Möglichkeit hie und da, etwa am Hochfichtelberg und vielleicht noch am Kubany, dessen Urwaldbedeckung vielleicht noch irgendwo ein kleines Kar verbergen könnte, wie es am Rachel bis 1906 und am Arber bis 1926 der Fall war, zur Wahrscheinlichkeit erhebt, lasse ich, bisher ohne eigenen Besuch der betreffenden Gegenden, dahingestellt.

Das vorstehende Kapitel sollte nicht mehr, als etwaige zukünftige Nachforschungen auf glazialgeologischem und -morphologischem Gebiete im B. W. an anderen, als den bisher untersuchten Stellen, in die Bahnen lenken, wo auf Grund unserer heutigen theoretischen Kenntnisse eine wissenschaftlich begründete Möglichkeit des Erfolges besteht. Die Gewinnung neuer Erkenntnisse auf unserem Gebiet wird rascher vor sich gehen, wenn sie nicht glücklichen „Zufällen“ überlassen bleibt. Bei der großen Ausdehnung des B. W., seinen vielen hochgelegenen Gipfelpunkten, vor allem aber auch bei der selbst heute noch recht geringen Wegsamkeit des ganzen Gebietes (und zwar auf beiden Seiten der politischen Grenze) schien eine solche Zusammenstellung nicht überflüssig. War bisher der Rahmen der geltenden Anschauungen über die Spuren der Eiszeit im B. W. etwas zu gering gezogen, so soll durch das vorliegende Kapitel der äußerste Rahmen einigermaßen abgesteckt sein, den unsere Anschauungen allenfalls annehmen könnten, insofern wäre es also auch ein Ergebnis, falls sich, was mir durchaus möglich scheint, an keinem der genannten Punkte weiter eine Glazialspur auffinden ließe.

Sollten dagegen — wider unser Erwarten — an einer größeren Zahl der vorbezeichneten Stellen wirklich Gletscherspuren gefunden werden, so wären einfach unsere 3 „Bedingungen“ etwa in der Weise zu „lockern“, bez. zu erweitern, daß an Stelle der 1300 m-Höhengrenze etwa die 1250 m-Linie gesetzt wird (die 1200 m-Linie erscheint mir persönlich schon nicht mehr wahrscheinlich), die Exposition der Quelltrichter von NW bis SO ausgedehnt wird, und auch Bodenreibungen, die wenig unter 10° heruntergehen, in Betracht gezogen werden (die präglaziale Gehängeböschung ergab sich am Lakkasee zu 10° , an der „Alten Schwelle“ sogar nur 8° !).

V. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

Unsere bisherige Lehrmeinung von der Vergletscherung des B. W. zur Eiszeit ist insofern richtig, als von einer ausgedehnten flächenhaften Vereisung des B. W. nicht gesprochen werden kann (etwa wie es Partsch anfänglich mit seiner „norwegischen“ oder „Fjeldvergletscherung“ für das Riesengebirge annahm, ein Gedanke, den er später selbst wieder fallen ließ). Es waren vielmehr durchweg nicht einmal eigentliche Talgletscher, sondern nur Gehängegletscher, deren Wurzeln in Karen lagen, die sie

sich selbst aus bereits vorhandenen Quellmulden in der Nähe der höchsten Berggipfel von stets über 1300 m Meereshöhe geschaffen hatten.

Aber das untere Ende dieser Gletscher lag nicht, wie bisher allgemein angenommen wird, dort, wo ein mehr oder minder niedriger, heute überall künstlich veränderter Staudamm den jetzigen See abschließt, vielmehr erstreckte sich unterhalb aller heutigen Seen eine ausgesprochene Gletscherzunge noch weiter bergab. Das äußerste Ende der Endmoräne liegt beim Plöckensteinsee, beim Schwarzen See, beim Großen und beim Kleinen Arbersee je rund $\frac{3}{4}$ km vom See entfernt. Für vier Fälle wurde eine Durchschnittsneigung des Gletschers zwischen dem See- und dem Gletscherende von 9° (11° bis 7°) ermittelt. Bezogen auf den Meeresspiegel, reichten am tiefsten herab die beiden vom Großen Arber ausgehenden Gletscher, die Zunge über den Kleinen Arbersee bis 830 m Meereshöhe (Arbergipfel 1456 m), die über den Großen Arbersee bis ca. 865 m. Vom Seespiegel aus gerechnet, gingen am tiefsten hinab die Gletscher des Schwarzen Sees und des Plöckensteinsees, ersterer etwa 120 m, letzterer sogar 150 m tiefer, als der Seespiegel. 90 m tiefer, als der See, endete der Gletscher des Kleinen Arbersees, ca. 70 m tiefer der des Großen Arbersees. Der längste aller B. W.-Gletscher war der über den Kleinen Arbersee, von seiner Firmulde, dem Joch (1270 m) zwischen dem Großen und Kleinen Arber aus gerechnet, mit $2\frac{3}{4}$ km, vom Großen Arbergipfel aus mit 3 km Länge. Am meisten in die Breite entwickelt war der Gletscher des Plöckensteinsees mit knapp 1 km maximaler Breitenausdehnung gegenüber 175 m größter Seebreite und der knappen Hälfte letzterer Zahl am unteren See-Ende. Überhaupt erreicht die Entwicklung der Glazialspuren am Plöckensteinsee ein Maximum.

Der B. W. bietet viel mehr, als bisher bekannt, Beispiele typischen Moränengeländes, vor allem am Plöckensteinsee, Schwarzen See und dem Kleinen Arbersee, an denen es je mehrere Seitenmoränenwälle und einen scharf markierten Endmoränenwall gibt, zwischen dem Ende des Sees und der äußersten Endmoräne ausgesprochene Grundmoränenlandschaften mit der diesen eigentümlichen Unruhe des Geländes, Rückzugsmoränen quer und hufeisenförmig durch das alte Zungenbecken hindurchziehend namentlich am Kleinen Arbersee und Plöckensteinsee. Die Moränen sind zum Teil nur noch als Blockreihen erhalten, aber in einer sehr großen Anzahl von Fällen noch als Blockwälle von kompaktestem Gefüge, von oft 10 und mehr Meter Höhe. Unterhalb vom Plöckensteinsee steigert sich die Höhe dieser Wälle von 10 auf 25 m, ja am alleruntersten Ende der Endmoräne auf fast 40 m. Der rechten Seitenmoräne des Plöckensteingletschers eingefügt ist das dortige sogenannte „Steinerne Meer“, ein breiter Blockstrom unendlich vieler Blöcke, die oft 5 m Durchmesser erreichen und übersteigen. Die am Plöckenstein besonders starke Entwicklung der Blockbildung dürfte auf dessen Aufbau aus Granit zurückführen (während sonst überall Gneis oder Glimmerschiefer herrschen) und eine Form der

periglazialen Fazies der Verwitterung darstellen. Einen Blockstrom mit zum Teil ähnlich großen Blöcken bildet die linke Seitenmoräne des Stubenbacher See - Gletschers. Vereinzelt, durchweg auf dem Kämme von Moränenwällen aufstizende Gletscherblöcke von 5 m Durchmesser wurden noch beobachtet am Schwarzen See, Kleinen und Großen Arbersee und unterhalb des „alten“ (erloschenen) Sees am Rachel. In einem Falle, südlich vom Großen Arbersee, wurde die Seitenmoräne den Berg hinauf verfolgt bis 200 m Höhe über das unterste Gletscherende. Mehrfach hat eine überaus starke Auffüllung des Zungenbeckens unterhalb des Sees mit Gletscherschutt- und Blockmaterial stattgefunden, so am Plöckensteinsee, Kleinen Arbersee und wohl auch Schwarzen See und an der „Alten Schwelle“, SO vom Stubenbacher See. Daher fallen in sehr vielen Fällen die Moränenwälle viele Meter nach außen hin steil ab, während ein Abstieg von nur wenigen Metern vom Moränenkamm zum Boden des Zungenbeckens herunterführt.

Dem entspricht unsere Überzeugung, daß kein einziger der B. W.-Seen durch einen festen Felsriegel angestaut ist, sondern durch Moränenmaterial. Nirgends ist hier anstehendes Gestein sichtbar. Dem widerspricht nicht, daß weiter oberhalb zumindest in so tiefen Seebecken, wie dem Schwarzen See (40 m) und Teufelssee (36 m) zweifellos eine gewisse „Übertiefung“ vorliegt, die m. E. nur auf die Wirksamkeit ausräumender Glazialerosion zurückgeführt werden kann.

Rundbuckel und Felsglättungen echt glazialen Ursprungs (roches moutonnées) wurden gefunden in sehr großer Zahl oberhalb des Teufelsees und des Kleinen Arbersees, an diesem in prächtiger Ausbildung, weniger gut am Lakkasee und wohl auch im nördlichen Rachelkar.

Zu den bisher bekannten B. W.-Karen fand sich bei den Beggehungen zum Zwecke vorliegender Arbeit noch ein weiteres, wenn auch nur kleines Kar hinzu, mit 100 m langem und 100 m breitem völlig horizontalen Moorboden, dessen unterer Abschluß durch eine halbkreisförmige Schwelle von 5 großen Rundbuckeln gebildet wird, unterhalb deren eine ausgezeichnete Felsglättung glazialen Ursprungs bis etwa 45 m tiefer in ziemlicher Breite herunterreicht. Dieses Kar ist typisch lehnsesselartig bei ca. 1050 m Höhe, rund 125 m über dem Spiegel des Kleinen Arbersees, in die sogenannte „Kleine Seewand“ eingesenkt, nördlich des Sattels zwischen Großem und Kleinem Arber.

Insgesamt entwickelte, soweit bisher bekannt, der B. W. 11 selbständige Gletscher, davon 6 auf jetzt tschechoslowakischem, 5 auf reichsdeutschem Boden. Am Rachel bildeten sich 3 Gletscher, die aber alle, vielleicht wegen dieser starken Zerteilung der eiszeitlichen Schneemassen, relativ kurz waren, am Arber 2 und wohl auch am Mittagsberg 2. Die übrigen höheren Berge (über 1300 m) entsandten, soweit sie Gletscher lieferten, nur einen Eisstrom.

Meine Begehungen des B. W. haben mich zu der Überzeugung geführt, daß alle B. W.-Kare, jedes einzelne vom Wasser vorgebildet als steiler Quelltrichter vor der Eiszeit, ganz unabhängig vom Gestein und seiner Lagerung, in ihrer heutigen Form ganz vorwiegend ein Werk des nachfolgenden Eises sind, Folgen der Glazialerosion, deren „ausräumende“ Komponente wohl auch heute noch mancherorts bedeutend unterschätzt wird gegenüber der „abschleifenden“. Die im Verhältnis zu den kleinen Gletschern zum Teil erstaunlich große Menge von Gletscherschutt- und Blockmaterial ist nicht sowohl eine Folge der Wirksamkeit der Gletscher selbst, als der vorbereitenden periglazialen Verwitterung, die den sich entwickelnden Gletschern von Anfang an einen großen Vorrat leicht loszulösender Schutt- und Blockmassen zur Verfügung stellte. Die an den Wänden so vieler Kare zu beobachtenden Cleavage- und Rutschflächen sind keineswegs als „Beweise“ für etwaige „tektonische“ Entstehung der Kare aufzufassen, vielmehr erst durch den Spaltenfrost und die ausräumende Tätigkeit des Eises bloßgelegte Klufflächen aus dem Inneren des Gesteinskörpers.

Die Jugendlichkeit weitaus der meisten Glazialspuren im B. W. spricht dafür, daß alle Gletscherspuren der letzten, also der Würmeiszeit, entstammen. An einer einzigen Stelle, unterhalb des Großen Arbersees, scheint es, daß 2 Moränen übereinander liegen. Ihr Erhaltungszustand ist aber ganz der gleiche. Das spricht dafür, daß es sich auch hier nicht um Gebilde zweier verschiedenen Eiszeiten handelt. Vielmehr entstammt wahrscheinlich die untere Moräne einer Zeit, wo der Große Arber zusammen mit dem 2 km südlich davon gelegenen (namenlosen) Berggipfel von 1346 m Höhe Schnee und Eis lieferte, dem Höhepunkt der Würmeiszeit, während die obere Moräne, die nur nahe unterhalb des Sees ausgebildet ist, wohl erst als Rückzugsstadium zu gelten hat aus einer Zeit, wo — infolge Zunahme der Sommerwärme — nur der über 100 m höhere Große Arber allein noch Schnee und Eis lieferte. Zweifellos sind alle Rückzugsmoränen, die wir an den verschiedenen B. W.-Seen finden, „Stadialmoränen“ im Sinne der 3 Penckschen Rückzugsphasen; sie jedoch jetzt schon, wie auch etwa das oben erwähnte neue Kar, im einzelnen bestimmten Stadien zuzuordnen, erscheint angesichts der bisher für wissenschaftliche Zwecke noch sehr ungenügenden kartographischen Grundlagen zumindest verfrüht.

Überhaupt wurde und wird die Untersuchung der eiszeitlichen Gletscherspuren des B. W. sowohl durch den völligen Mangel an Spezialkarten mit Höhenlinien, wie durch die fast restlose Bedeckung des in Betracht kommenden Geländes mit Wald und die geringe Gangbarkeit gerade der typischsten Moränengebiete sehr erschwert. An einer einzigen Stelle des gesamten Untersuchungsgebietes befindet sich die Möglichkeit, auf vom Walde gelichteten Boden die charakteristische End- und Grundmoränenlandschaft zu studieren. Diese liegt unmittelbar links von dem üblichen Touristenwege, der von Sommerau nach dem Kleinen Arbersee südlich davon führt, wenig

unterhalb des Kleinen Arbersees. Besonders beweiskräftig ist ferner die Verfolgung des Walles der rechten Seitenmoräne unterhalb des Plöckensteinsees, von der Kreuzung mit der Salnauer Straße an im Hochwalde abwärts.

Die vorliegende Arbeit galt in erster Linie der Feststellung neuer Tatsachen. Aber schon allein deren geographische Verteilung führt zu theoretischen Spekulationen darüber. In dieser Beziehung wurde versucht, die Theorie des Amerikaners Bowman über die Entstehung der Kare, die dieser in seiner Arbeit „The Andes of Southern Peru“ 1916 veröffentlichte, auf unser Gebiet zu übertragen, nachdem ihr kein Geringerer, als Ed. Brückner das Urteil gesprochen, „daß sie zur Klärung der Entstehung der Kare ganz wesentlich beitrage“ und daß „auch die Alpen eine Menge von Belegen für die Anwendbarkeit der Theorie von Bowman bieten“. Ihre Gedankengänge, die zumindest den Wert einer „Arbeitstypothese“ haben, sind es, wenn uns im allgemeinen die Boden-
neigung gerade in der Umgebung der höchsten Gipfel des B. W. von über 1300 m Höhe, zu gering erscheint, als daß es hier zu — flächenförmigen — Gletscherbildungen in größeren Ausmaßen hätte kommen können; nur die steilen Quelltrichter und anschließenden Erosionsrinnen an der Wurzel dieser Berge machen davon eine Ausnahme.

Daher vermochte das ausgedehnte, hoch und rauh gelegene, aber durchweg sehr flachgeneigte, jetzt tschechoslowakische Gebiet um Mader herum, östlich vom Rachel, das nahe der deutschen Reichsgrenze mehrfach die 1300 m-Höhenlinie, zum Teil bedeutend, übersteigt, zwar bedeutende Schneemassen anzusammeln, deren Schmelzwasser beim Schwinden der Eiszeit vielleicht den Grund gelegt haben könnten zu der allgemeinen Bodendurchfeuchtung, die aus nicht weniger wie 30 „Filzen“ (Mooren) der dortigen Gegend uns entgegentritt, aber zur Erzeugung eigentlicher Gletscher fehlte es, bei der dort allgemein nur geringen Reliefenergie, an dem nötigen, steileren Gefälle der Quellmulden.

Um zukünftige Entdeckungen auf dem Gebiet der Glazialforschung im B. W. nicht einfach dem Zufall zu überlassen, der vielleicht selten oder nie in die gerade für unsere Zwecke in Betracht kommenden, abseits allen Verkehrs und tief im Wald liegenden Gebiete führt, wurden im Anschluß an Bowmans Gedankengänge 3 Kriterien aufgestellt, an denen m. E. die Geeignetheit einer Gegend des B. W. zur Nachsuche nach Glazialspuren mit der Möglichkeit (nicht: Wahrscheinlichkeit) eines Erfolges geprüft werden kann. Diese Kriterien sind: 1. Die Nähe eines Gipfels von über oder nahe 1300 m Höhe, 2. Das Vorhandensein eines Quelltrichters oder einer Erosionsrinne in nördlicher oder östlicher Exposition, 3. Eine auf eine gewisse Erstreckung hin anhaltende durchschnittliche Boden-
neigung von ca. 10° — 20° (Zahlen, die aus den anerkannt vergletschert gewesenen Örtlichkeiten im B. W. und Riesengebirge errechnet wurden, und die gut zu Bowmans Theorie passen). Diese Boden-
neigung kam als vielleicht wesentlichster, bisher anscheinend

fast übersehener Faktor sehr erheblich in Frage, um überhaupt ein Abrutschen des Schnees zu ermöglichen und damit den folgenden Prozeß der Gletscherbildung einzuleiten. Schnee auf zu flacher Bodenunterlage hätte nur durch unwahrscheinlich große Mächtigkeit (nach Bowman z. B. 76 m bei 5° Bodenneigung) ins Gleiten kommen können. Ohne Fortbewegung des Schnees war aber Gletscherbildung überhaupt unmöglich.

Deshalb besteht überhaupt nur an solchen Stellen des B. W. die Möglichkeit zur Auffindung von Glazialspuren, die den obigen 3 Bedingungen gleichzeitig genügen. In erster Linie kommt dafür wohl noch in Frage der (von mir nicht besuchte) Hochfichtelberg (1337 m) ganz im Süden des B. W., in zweiter oder auch erst dritter Linie der (ebenfalls nicht besuchte) Kubany (1362 m), und zwar nur dort, wo ein steilerer Quelltrichter auftritt, der sich nicht gerade nach S oder W öffnet, der unter dem Schutze des dortigen Urwaldes vielleicht noch ein Kleines Kar, ähnlich dem an der Nordseite von Rachel oder Arber, verbergen könnte.

VI. Übersicht der amtlichen Karten

(nur Schraffenkarten).

1. Karte des Deutschen Reiches i. M. 1 : 100 000
a) in Schwarzdruck, b) in Fünffarbedruck.
Blatt 582, Zwiesel (Großer und Kleiner Arbersee, Schwarzer und Teufelssee, Lakkasee).
„ 583, Hirschbach (Stubenbacher See).
„ 599, Grafenau (Rachelsee; die Karte stellt im SO noch den Dreisesselberg dar, aber nicht mehr den Plöckensteinsee, der auf tschechoslowakischem Boden liegt).
2. Topographischer Atlas von Bayern i. M. 1 : 50 000,
Th. Riedels Buchhandlung, München.
Blatt 44, Lam (Kleiner Arbersee, N-Teil).
„ 50, Zwiesel west (Kleiner Arbersee, S-Teil, Großer Arbersee).
„ 50, Zwiesel ost (Rachelsee).
Die Gebiete jenseits der Reichsgrenze enthalten keine Geländezeichnung.
3. Frühere Spezialkarte des K. K. militärgeographischen Instituts in Wien i. M. 1 : 75 000, die alte österreichische Auflage zum Teil vergriffen, jetzt tschechoslowakisch.
Blatt 4350, Železná Ruda a Viechtach (Schwarzer See, Teufelssee, Lakkasee, Großer und Kleiner Arbersee).
„ 4351, Sušice a Vimperk (Stubenbacher See).
„ 4451, Kunžvart (Rachelsee, Kubany).
„ 4452, Krumau und Wallern (Plöckensteinsee).
„ 4552, Hohenfurth und Rohrbach (Hochfichtelberg).

Tafeln



Abb. 1: „Steinernes Meer“, ca. 1085 m,
Mittelpartie der rechten Seitenmoräne des Plöckensteingletschers.



Abb. 3: Unterster Karboden,
ca. 1050 m, im nördlichen Rachelkar, Blick nach S.



Abb. 5: Rundhöcker
am Weg an der Teufelsseewand, ca. 1100 m.



Abb. 2: Rechter Seitenmoränen-Wall
des Plöckensteingletschers, ca. 1050 m.



Abb. 4: Linker Seitenmoränen-Wall,
8 m hoch, des „Alte Schwelle“-Gletschers, 1110 m.



Abb. 6: Linke Seitenmoräne des Schwarzen See-Gletschers,
Seespiegel 1008 m, auf Grundgebirgssockel.



Abb. 7: Geigenbachfälle, ca. 1000 m,
NW des Großen Arbersees, vielleicht Rundhöcker.



Abb. 9: Teilzungenbecken, Inneres ca. 885 m,
unterhalb des Kleinen Arbersees, Blick nach N.
Im Hintergrund links der Osser (1293 m).



Abb. 11: Rundhöcker auf Karboden, ca. 1050 m,
S des Kleinen Arbersees.



Abb. 8: Rückzugsmoränen-Wall, Fuß ca. 870 m,
quer zum Seebach, unterhalb des Kleinen Arbersees.



Abb. 10: Moränenblock auf Rückzugsmoränen-Wall,
ca. 890 m, unterhalb des Kleinen Arbersees.



Abb. 12: Rundhöcker auf Karboden, ca. 1050 m,
S des Kleinen Arbersees.



Abb. 13: Rechter Seitenmoränenwall
des Plöckensteingletschers, ca. 1030 m.



Abb. 14: Südliche Seitenwand
des nördlichen Rachelkars, Boden ca. 1120 m.



Abb. 15: Bisher unbekanntes Kar (Rundhöckerwiese),
ca. 1050 m, gegen die Große Arberwand,
rechts oben Arbersattel, unten Rundhöcker.