

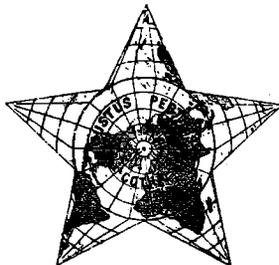
D<sup>r</sup>. A. PETERMANN'S

# MITTHEILUNGEN

AUS

JUSTUS PERTHES' GEOGRAPHISCHER ANSTALT.

HERAUSGEGEBEN VON



PROF. D<sup>r</sup>. A. SUPAN.

## Ergänzungsheft Nr. 81:

Franz Bayberger, Geographisch-geologische Studien aus dem  
Böhmerwalde.

---

GOTHA: JUSTUS PERTHES.

Preis 4 Mark.

## Als Beiträge für diese Zeitschrift

werden *Abhandlungen, Aufsätze, Notizen, Litteraturberichte* und *Karten* in ausgeführter Zeichnung oder skizziert, welche sich auf die Gebiete der Geophysik, Anthropogeographie, speziellen Landeskunde, astronomischen Geographie, Meteorologie, Nautik, Geologie, Anthropologie, Ethnographie, Staatenkunde und Statistik beziehen, erbeten. Ganz besonders sind verlässliche Notizen oder briefliche Berichte aus den *aufereuropäischen* Ländern, wenn auch noch so kurz, nicht nur von Geographen von Fach, sondern auch von offiziellen Personen, Konsuln, Kapitänen, Marine-Offizieren und Missionaren, durch welche uns bereits so wertvolle und mannigfaltige Berichte zugegangen sind, stets willkommen.

*Reisejournale* zur Einsicht und Benutzung, sowie die bloßen *unberechneten Elemente astronomischer, hypsometrischer und anderer Beobachtungen* und *Nachrichten über momentane Ereignisse* (z. B. Erdbeben, Orkane), sowie über *politische Territorialveränderungen* etc. werden stets dankbar entgegengenommen. Ferner ist die Mitteilung *gedruckter*, aber seltener oder schwer zugänglicher *Karten*, sowie *aufereuropäischer*, geographische Berichte enthaltender *Zeitungen* oder anderer mehr ephemerer *Flugschriften* sehr erwünscht.

Die Beiträge sollen womöglich in deutscher Sprache geschrieben sein, doch steht auch die Abfassung in einer andern Kultursprache ihrer Benutzung nicht im Wege.

**Originalbeiträge** werden pro Druckbogen in Bourgeois-Schrift mit *68 Mark*, **Übersetzungen** oder **Auszüge** mit der  *Hälfte dieses Betrages*, **Litteraturberichte** mit *10 Pf.* pro Zeile in Kolonel-Schrift, jede für die „Mitteilungen“ geeignete **Originalkarte** gleich einem Druckbogen mit *68 Mark*, **Kartenmaterial** und **Kompilationen** mit der  *Hälfte dieses Betrages* honoriert. In außergewöhnlichen Fällen behält sich die Redaktion die Bestimmung des Honorars für Originalkarten vor.

An *Verlagsbuchhandlungen* und *Autoren* richten wir die Bitte um Mitteilung ihrer Verlagsartikel bez. Werke, Karten oder Separatabdrücke von Aufsätzen mit Ausschluss derjenigen lediglich schulgeographischen Inhalts behufs Aufnahme in den Litteratur- oder Monatsbericht, wobei wir jedoch im vorhinein bemerken, daß über Lieferungswerke erst nach Abschluss derselben referiert werden kann.

FÜR DIE REDAKTION: PROF. DR. A. SUPAN.

JUSTUS PERTHES' GEOGRAPHISCHE ANSTALT.

# Geographisch-geologische Studien

aus dem

## Böhmerwalde.

Die Spuren alter Gletscher, die Seen und Thäler des Böhmerwaldes.

Von

**Franz Bayberger.**

---

Mit zwei Karten und zwei Skizzen im Text.

---

(ERGÄNZUNGSHFT No. 81 ZU „PETERMANN'S MITTHEILUNGEN“.)

---

GOTHA: JUSTUS PERTHES.

1886.

# INHALT.

	Seite		Seite
<b>Vorrede.</b>			
<b>A. Glazialsuren aus dem Böhmerwalde</b>	1		
I. <i>Litteratur gegen die Vergletscherung des Böhmerwaldes.</i>	1		
II. <i>Litteratur für die Vergletscherung des Böhmerwaldes.</i>	2		
III. <i>Wie äußern sich im Böhmerwalde die Glazialspuren?</i>	3		
a) Rundhöcker	4		
b) Erratisches Gerölle.	4		
c) Schliife.	6		
d) Moränenschlamm	9		
e) Blöcke	9		
f) Blockmeere	13		
IV. <i>Innere Glazialsuren</i>	13		
a) Regengletscher	13		
b) Moldaugletscher	13		
c) Wotawagletscher	14		
d) Wollinkagletscher	17		
e) Angelbachgletscher	18		
V. <i>Äußere Glazialsuren</i>	19		
a) Ilzgletscher	19		
b) Moldaugletscher, äußere Spuren	20		
VI. <i>Zweifelhafte Gletschersuren</i>	22		
Regengletscher	22		
VII. <i>Allgemeine Bemerkungen über die Gletscher des Böhmerwaldes</i>	25		
a) Meteorologisches	25		
		b) Einfluß der Thalbildung auf die Entwicklung der Gletscher des Böhmerwaldes	27
		c) Mehrere Eiszeiten	30
		<b>B. Die Seen des Böhmerwaldes</b>	30
		I. <i>Detaildarstellung.</i>	30
		a) Der Große Arbersee	30
		b) Kleiner Arbersee	31
		c) Rachelsee	32
		d) Schwarzer See	33
		e) Teufelssee	34
		f) Plöckensteinsee	34
		g) Stubenbachersee	35
		h) Der Lakasee	36
		II. <i>Allgemeine Bemerkungen über die Seen</i>	37
		Die Seen des Wasgenwaldes	39
		Die Seen des Schwarzwaldes	40
		III. <i>Entstehung der Seen</i>	44
		<b>C. Einige Thäler des Böhmerwaldes</b>	47
		I. <i>Detaildarstellung.</i>	47
		a) Ilzthal	47
		b) Regenthal	48
		c) Moldauthal	51
		d) Wotawathal	53
		e) Wollinkathal	54
		f) Angelbachthal	55
		II. <i>Allgemeine geographische Bemerkungen über die Thäler des Böhmerwaldes</i>	55
		Der Verlauf der Wasserscheiden	57
		Mittellauf	59
		Terrassen	61

## KARTEN:

Tafel 1. Die Verbreitung der Glazialsuren im Böhmerwalde von F. Bayberger. Maßstab 1:600 000.

Tafel 2. Profile der Seen im Böhmerwalde von F. Bayberger. Maßstab 1:6000.

Seite 23. 1. Profil bei Hagenau, Bonholz, Birkensee. — 2. Profil von Zeitlarn, Gallingshofen, Wuzelhofen, Salern.

Herrn

Dr. Friedrich Ratzel,

Professor an der Technischen Hochschule, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in München,

seinem hochverehrten Lehrer,

der dankbare

**Verfasser.**

## Vorrede.

---

Seit langem ist man über die einstige Vergletscherung des Wasgenwaldes und Schwarzwaldes vortrefflich unterrichtet, in jüngster Zeit sind die eingehendsten Untersuchungen über die Glazialepoche des Riesengebirges, des Harzes und der Karpathen geführt worden, so daß nahezu alle deutschen Mittelgebirge in ihrer Anteilnahme an der großen Eiszeit bekannt sind, ausgenommen der Böhmerwald.

Es ist diese Vernachlässigung um so unerklärlicher, als dies Gebirge durch seine beträchtliche Höhe und Massenhaftigkeit, namentlich durch seine günstigen klimatischen Verhältnisse unmittelbar hinter Wasgau und Schwarzwald und weit vor dem Harze und Riesengebirge rangiert. In bezug auf Gletscherforschung blieb es bis heute eine terra incognita.

Seit mehreren Jahren bemühte ich mich nun, auch den Böhmerwald in die Serie der einstens mit Firn und Gletscher bedachten Gebirge einzureihen, und wage es hiermit, meine Beobachtungen und Studien vorzulegen.

Der allgemeine Titel, der diesem Ergänzungshefte vorangestellt ist, möge die angefügten geographischen Beobachtungen über die gleichfalls bisher ignorierten Thäler des Böhmerwaldes, wenn sie auch nicht entfernt in dem Maße wie die alpinen mit der einstigen Vergletscherung verflochten sind, entschuldigen.

Die erste Anregung zu diesen Böhmerwaldstudien erhielt ich durch Herrn Oberbergdirektor Dr. W. v. Gümbel in München; möge es mir gestattet sein, hier ehrfurchtsvollst Dank zu sagen.

Ebenso fühle ich mich verpflichtet, den Herren Universitätsprofessoren, Dr. G. Gerland in Straßburg, Dr. A. Penck in Wien, Dr. E. Richter in Graz für gütige schriftliche und mündliche Mitteilungen ergebenst Dank zu sagen.

Der innigste Dank sei meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Dr. Friedrich Ratzel, Professor an der Technischen Hochschule in München, für die lebhaften Anregungen in seinem Unterrichte, die in mir das wissenschaftliche Streben vor allem erweckten und förderten, dargebracht.

Möge die Widmung dieser Studie ein kleines Zeichen meines Dankes sein!

Kempten, am 15. Februar 1886.

**Der Verfasser.**

# A. Glazialspuren aus dem Böhmerwalde.

## I. Litteratur gegen die Vergletscherung des Böhmerwaldes.

Die Ausbeute der über diesen Gegenstand vorhandenen, mir zugänglichen Litteratur ist eine nicht besonders große. Jene Schriften in den fünfziger und sechziger Jahren, die geologische Studien über den Bayrischen und Böhmisches Wald zum Vorwurfe haben, verneinen übereinstimmend und wiederholt alle Glazialspuren; erst die jüngst erschienenen neigten sich aus theoretischen Gründen der Annahme einer Glazialzeit zu, oder suchten sie direkt zu beweisen.

Vor etwa 17 Jahren wurde der bayrische Anteil des ganzen Gebirges durch den Oberbergdirektor Dr. v. Gümbel der eingehendsten Untersuchung unterworfen, und das gewonnene Resultat in einem großartig angelegten Werke veröffentlicht<sup>1)</sup>. Im Abschnitte „Quartäre oder diluviale Bildungen“ wird Erwähnung gethan, daß dieselben hauptsächlich in der zweifachen Form von Geröll und Lehm auftreten, die erratiche Blöcke fehlen, eine Behauptung, die sich wiederholt.

„Unser Waldgebiet läßt weder die Spuren einstiger Vergletscherung mit Sicherheit erkennen, noch die Beweise für die Thätigkeit früher vorhandener Gletscher finden. Man begegnet hier weder erratiche Blöcken, noch Moränen, noch Glazialschuttmassen oder Gletscherschliffen. Dagegen tragen die Schutt- und Lehmablagerungen ganz den Charakter fluviatiler Gebilde an sich. Nur an einer Stelle, nämlich am östlichen Gehänge des Ossergebirges, zunächst nördlich vom Bistritzer See, wurde die Beobachtung gemacht, daß über mächtige Glimmerschieferblöcke platte und parallel gestreifte Flächen sich hinziehen, welche als Gletscherschliff gedeutet werden könnten. Indes sind Rutschflächen oder sogenannte Harnische, welche in diesem alten und stark dislozierten Gebirge nicht befremden können und öfters beobachtet worden sind, 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 wurden.

Auch das gegenüberstehende Juragebirge zeigt nirgendwo Erscheinungen, welche auf eine Vergletscherung des benachbarten Urgebirges hinweisen.“<sup>1)</sup>

Ebenso behauptet Sendtner, daß erratiche Blöcke im Walde nicht vorkommen<sup>2)</sup>. Stark kommt durch das Studium der alpinen Firnlinie zur Diluvialzeit zur entschiedenen Annahme, daß der Böhmerwald keine Gletscher in seine Thäler sandte<sup>3)</sup>.

Anfangs der fünfziger Jahre haben sich die österreichischen Geologen: Hochstetter, Jokely, Zevarovich eingehend mit dem österreichischen Anteil des Böhmerwaldes beschäftigt und ihre geognostischen und geologischen Untersuchungen in der Geologischen Reichsanstalt voröfentlich. Alle bezeugen übereinstimmend, daß der Wald keine Gletscherspuren aufweise.

Die ganze Glazialerscheinung der Vorzeit knüpft sich durchweg an Gebirge an, und so kann es nicht überraschen, wenn der große Alpenkomplex eine bedeutende Gletscherentwicklung aufweist, aber es ist befremdend, daß der Wald unfähig gewesen sein soll, Firn und Gletscher zu produzieren, da doch die Karpathen, Sudeten, Vogesen, der Schwarzwald vollkommen entwickelte Gletscher nachweisen lassen; es sind selbst für eine Vergletscherung des Harzes und des Fichtelgebirges Vermutungen laut geworden, die allerdings, namentlich für letzteres, noch sehr der Bestätigung bedürfen. Kurz aus theoretischen Gründen muß für eine Vergletscherung des Böhmerwaldes eingetreten werden. Für den Wasgenwald gibt Partsch<sup>4)</sup> eine Höhenlage der alten Schneegrenze zu 800 m an, für den Schwarzwald 950 bis 1000 m, für den Harz 700 m, für das Riesengebirge 1150 m, für die Höhe Tatra ca 1500 m. Mit großer Klarheit geht aus diesen wenigen Zahlen hervor, daß das Gletscherphänomen von West nach Ost eine Abnahme erfährt, d. h.

<sup>1)</sup> Gümbel a. a. O., S. 816.

<sup>2)</sup> Die Vegetationsverhältnisse des Bayrischen Waldes von Otto Sendtner. Nach dem Manuskripte des Verfassers vollendet von W. Gümbel und Radlkofer, München 1860.

<sup>3)</sup> Zeitschrift des deutsch-österreichischen Alpenvereins, 1873, S. 70.

<sup>4)</sup> Die Gletscher der Vorzeit in den Karpathen und den Mittelgebirgen Deutschlands, Breslau, Wilh. Köbner, S. 166.

<sup>1)</sup> Geognostische Beschreibung des ostbayrischen Grenzgebirges, Gotha, Justus Perthes.

Firmlinie und Abschmelzungszone rücken immer höher hinauf, und die territoriale Ausbreitung wird in engere Grenzen gezogen; dem entsprechend wäre der Böhmerwald mit einer Firmlinie von 900—1000 m einzureihen. Mit vielen Gipfeln und Plateaus ragt der Böhmerwald über diese Linie hinaus,

und es ist gewiß, daß das Gebirge in jene Höhen tauchte, die in diluvialer Zeit mit ewigem Schnee bedacht wurden<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Vgl. Penck, Geographische Wirkungen der Eiszeit. Vortrag, gehalten am Geographentag zu München, 1884, abgedruckt in den Verhandlungen, S. 66.

## II. Litteratur für die Vergletscherung des Böhmerwaldes.

Bis auf Partsch hat eine sehr spärliche Litteratur speziell die Glazialverhältnisse des Waldes betont, teils eine Eiszeit verneint, teils eine solche nachzuweisen versucht.

Dr. Egger beschreibt im 3. Jahresbericht des naturhistorischen Vereins in Passau, 1859, 2 Granitfindlinge von 0,80—1,50 m im Durchmesser, die auf dem Jura gelegen, ohne Ecken und Kanten, ringsum von lehmreichem Quarzschotter, wie er dort ansteht, umschlossen waren; sie lagen nahe der Wolfsache am sogenannten Hammerberge, unweit der Donau, in Niederbayern. „Sicherlich werden noch mehr in den Feldern zwischen Hammerberg und Wolfsachemündung in dem Erdreiche verborgen liegen. Wahrscheinlich sind sie Zeugen großer diluvialer Fluten.“

Staudigl<sup>1)</sup> gibt eine Notiz über erratische Blöcke, die er bei Prag gefunden.

Es fehlt jede Bemerkung über ihren etwaigen Ursprungsort, ihre Dislozierung wird einem Gletscher zugeschrieben, über dessen Namen und Herkommen nichts verlautet. Partsch erwähnt diese Bemerkung gleichfalls und sagt, daß seines Wissens diese Blöcke keine entscheidende Bestätigung durch genauere Untersuchung gefunden, ebenso äußert sich v. Hauer in seiner litterarischen Beigabe zu den österreichischen geologischen Karten.

Prof. Dr. Penck in seinem Buche „Die Vergletscherung der deutschen Alpen“ vermutet Böhmerwald-Gletscher, und bringt die vorhandenen Seen des Waldes in Kausalität mit Gletschern<sup>2)</sup>.

In den Sitzungsberichten der K. Akademie der Wissenschaften, 1880, I, und 1881, I, veröffentlicht Professor Dr. Woldrich eine eingehende Darstellung der reichen Fundstelle diluvialer Fauna in einer Höhle im Urkalke unweit Winterberg im Wollinkathale. In der Schlussbemerkung werden die beschriebenen Tierarten eingeteilt, wobei ausdrücklich von einer Glazialfauna gesprochen wird, die durch hervorragende Genera vertreten ist; sie bilden die Hauptmasse der vorgefundenen Tierarten.

Partsch endlich rückt nun persönlich den Böhmerwald-Gletschern etwas mehr zu Leibe, indem er direkte Beobachtungen aus dem Böhmerwalde mitteilt.

Das Landschaftsbild des Gebirges eröffnet ihm Aussicht, alten Glazialspuren zu begegnen.

„Wenn man beachtet, wie genau in den Karpathen, den Sudeten, dem Schwarzwalde, den Vogesen die Verbreitung der kleinen Bergseen mit der Ausdehnung der alten Vergletscherung zusammenfällt, empfindet man unwillkürlich die Neigung, auch beim Böhmerwalde die so merkwürdig auf eine ziemlich schmale Höhenstufe (920 bis 1080 m) verteilte Reihe kleiner Hochseen in der Nachbarschaft der dominierenden Gipfel mit Glazialerscheinungen der Vorzeit in Beziehung zu bringen“. So ist nach Partsch der kleine Arbersee ein Moränensee. „Bestätigt es sich, daß hier wirklich der mächtige Damm von Gesteinstrümmern, welcher in weitem Halbkreis, nach außen steil abfallend, das untere Ende des Sees umfängt, nur große Gneißblöcke mit einem Mantel von lehmigem Sand zu einem Wall gehäuft sind, dann kann über die Natur dieses Sees kein Zweifel weiter herrschen. Er wäre ein echter Moränensee.“ (S. 109.) „Die Thalstrecke unmittelbar unterhalb des kleinen Arbersees trägt den Typus einer Moränenlandschaft, und zwar so deutlich, daß 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 bezeichnet, welche dem Bette des Seebaches derartig sich nähern, als wollten sie zur Bildung einer Stirnmoräne zusammentreten. Auf dem linken Ufer ist das Terrain wegen dichter Bewaldung unübersichtlicher, auf dem rechten aber tritt der lang fortstreichende Moränenzug, ein scharf begrenzter, über 10 m hoher Blockwall, deutlich von der sanft ansteigenden Thallwand sich abhebend, sehr bestimmt hervor. Innerhalb des Raumes, welchen diese großen, landschaftlich höchst auffallend bemerkbaren Moränenpaare umhegen, liegen nahe dem Bachbett noch ein Paar kleinere Gandecken. Dort, wo diese typische Moränenlandschaft, die wegen der Ver-

<sup>1)</sup> Verhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt, 1869, S. 2.

<sup>2)</sup> Die Vergletscherung der deutschen Alpen, Leipzig 1882, S. 434.

sumpfung des Gletscherbodens von den Wegen gemieden wird, endet, schäumt der Seebach mit jähem Gefälle über eine Thalstufe abwärts. Diese Thalstufe besteht nicht aus festem Fels, sondern aus einer mächtigen Ablagerung von Blöcken, die in sandigem Lehm eingelagert sind. Ich halte diese Ablagerung für eine Grundmoräne, vermochte aber der ungünstigen Witterung halber keine geschrammten und polierten Geschiebe zu finden. Indes hege ich an dem glazialen Charakter der hiesigen Ablagerung, namentlich

an der Moränennatur der großen Wälle mit zum Teil gigantischen Blöcken, nicht den mindesten Zweifel. Am untern Ende des jähen Flußgefälles scheint das Moränenterrain nicht weiter fortzusetzen. Sein Endpunkt liegt nach meiner barometrischen Messung 91,5 m unter dem kleinen Arbersee, also etwa 830 m über dem Meerespiegel. Im ganzen steht demnach im Böhmerwalde die Glazialforschung erst am Anfange ihrer Arbeit.“

### III. Wie äußern sich im Böhmerwalde die Glazialspuren?

Da gerade jene hervorragenden Kenner des Gebirges, die dasselbe allseitig und eifrigst durchforschten, mit Entschiedenheit die einstige Anwesenheit von Gletschern verneinten, so konnte ich mit wenig Hoffnung auf glücklichen Erfolg meine Beobachtungen im Böhmerwalde beginnen. Das eine machte mir Mut, daß seit den letzten 16, beziehungsweise 30 Jahren, seitdem der Böhmerwald eingehendst untersucht wurde, die Kenntnisse der Wirkungen hochalpiner und polarer Gletscher außerordentlich erweitert wurden, und so die Hoffnung genährt werden konnte, mit diesen neuesten Wahrnehmungen das frühere Dasein von Gletschern, das sich fast niemand überzeugend ankündigen wollte, zu konstatieren. Aber es war mir vom ersten Augenblick an klar, daß die Nachweise für einstige Gletscher des Waldes mit den größten Schwierigkeiten verbunden sein werden; denn läge alles offen und in tausendfachen Beweisen wie in den Alpen und andern Gletschergebieten vor Augen, so möchten lange, bevor ich den Fuß ins Gebirge setzte, die Glazialspuren aufgefunden und eingehendst dargelegt worden sein. In den Alpen ist die Dislokation auch des kleinsten kristallinen Gesteins auf sedimentärer Formation augenblicklich zu erkennen: „Jedem Touristen heben sich die kristallinen Gesteinsarten vom mesozoischen Boden ab, auf den sie geschleppt wurden“<sup>1)</sup>. Im Böhmerwalde kann von Dislokation nur mit größter Vorsicht gesprochen werden; stets ruht wieder Gneiß auf Gneiß, Granit auf Granit, und wenn auch der Beobachter aus dem ganzen Dasein eines Blockes sicher ist, daß er disloziert wurde, so wird schwer jemand, da der Block sich wieder auf gleichem Gesteine befindet, ganz und voll von dem Charakter eines Findlings überzeugt werden können; daher wollten sich auch niemand die Glazialspuren in sprechendster Weise offenbaren, und doch ist alles nunmehr

darüber einig, daß der Wald einstens Gletscher auf sich geladen hatte.

Der Umstand, daß die Böhmerwald-Gletscher fast nirgends das Gneißterrain verließen und sich auf die angrenzenden Jura- und andern Sedimentär-Formationen plazierten, erschwerte den Nachweis einstiger Gletscherbedeckung bedeutend. Der ganze West- und Ostrand, nach welcher Richtung die Thäler des Gebirges sich öffnen, sind nahezu vollständig von jeder Glazialspur befreit. Ich setzte in Regensburg ein, durchwanderte und durchsuchte das unmittelbar angrenzende Juraterrain bis Pressat nahe gegen das Fichtelgebirge hin, ebenso die sedimentären Becken von Taufsklattau an abwärts über Horazdiowitz, Strakonitz bis Budweis, ohne sichern Anhaltspunkt zu gewinnen, um sagen zu können, die Waldgletscher haben das Gebirge verlassen und auf den Ebenen sich ausgebreitet. Spuren wirklich großer Wasserwirkungen sind überall sichtbar, aber direkte Gletscherbeweise fehlen vollständig.

Die Nachweise der Vergletscherung eines Gebirges sind in dem Maße erleichtert, als es ein starkes Gemisch gut unterscheidbarer Formationen, insbesondere Sedimentär- und Urgesteinsformationen darbietet. Findet man auf Kalkabhängen Kristallgerölle oder gar einen mächtigen, kantigen Block, so kann es, wenn selbstverständlich aus mechanischen Gründen Wassertransport ausgeschlossen ist, keinem Zweifel unterliegen, daß man es nur mit einer Glazialerscheinung zu thun hat. Demnach wäre der Beweis für die Waldgletscher leicht zu erbringen gewesen, wenn sie aus ihren tiefen Gründen hervorgegangen wären. Das geschah nicht; sie blieben vielfach auf mehr als halbem Wege im Gebirge stecken.

Ich sehe mich genötigt, um nicht bei jeder Moränenspur in steter Wiederholung die Beweise ihrer glazialen Natur anzutreten, eingangs all' die Verhältnisse, die die Gletscher in diesem Urgebirge schufen, vorzuführen und zu-

<sup>1)</sup> Penck a. a. O., S. 138.

gleich darauf hinzuweisen, daß das unten angeführte Detail stets mit den Verhältnissen übereinstimmt, die als Spuren und Zeichen einstiger Gletscheranwesenheit gedeutet werden müssen, soll überhaupt der Beweis der einstigen Vergletscherung gebracht werden.

Ich prüfe nun so kurz als möglich die eigentümliche Erscheinung und Darstellung der Glazialspuren des Böhmerwaldes.

#### a) Rundhöcker.

Wer die Thäler des Gebirges durchwandert, fühlt sich, namentlich wenn alpine Anschauungen vorausgegangen sind, nicht besonders angeregt durch die ewig wiederkehrenden monotonen Formen, Hügel und Buckel, die nicht bloß in den Thälerdistrikten, sondern in der ganzen Waldlandschaft typisch sind. Die Landschaften der Seen mögen ihrer eigentümlichen Reize wegen hiervon ausgenommen sein. Gegensätze der scharfen Grate zu den durch Gletscher abgerundeten Hügeln, wie sie so beweiskräftig in den Alpen, ja selbst im Schwarzwald auftreten, fehlen gänzlich. Grate sind nur in einzelnen Zacken des Oasser angedeutet, sonst aber nahezu im ganzen Walde nicht wieder zu treffen. Das ganze Gebirge ist gleichsam ein einziger großer Rundbuckel, zu dessen Formierung aber die Gletscher außerordentlich wenig oder nichts beigetragen haben.

In der Abwesenheit der roches moutonnées fehlt nicht nur ein mächtiges Zeugnis für die einstige Vergletscherung überhaupt, sondern auch für die Bestimmung der Eismächtigkeit der einstigen Waldvergletscherung. In den Alpen sind die kristallinen Spuren auf dem Kalkgebirge stets ein hervorragendes Beweismittel für die einstige Höhe des Eises, doch sind eine Reihe von Zufälligkeiten erforderlich, um erratische Spuren an den steilen Gehängen zuerst abladen zu lassen und dann zu konservieren. Die Rundhöcker aber müssen unter allen Umständen, da sie sich im großen und ganzen gut erhalten, als besondere Beweismittel einstiger Eismächtigkeit betrachtet werden. Davon kann im Walde nie gesprochen werden.

#### b) Erratisches Gerölle.

Wie die Rundhöcker glazialen Ursprungs im Walde fehlen, so ist wohl nicht minder großer Mangel an erratischem Gerölle. Mit dem Gletscher wird zweifellos eine Masse Rollmaterial aus dem Thale befördert. Daß solches Gerölle in an betracht der Rundung des Steines, der Lage auf der Sohle oder den tiefen Teilen des Gletscherbettes vor allem als Grundmoräne zu erkennen ist, ist ohne Zweifel. Doch kommt bekanntlich auch an den höchstgelegenen alpinen Gehängen glaziales Kleingerölle vor, und diese letztere Erscheinung im Waldgebirge ist es namentlich, welche den sichern Nachweis eines Gletschers und

seiner Eismächtigkeit gestattet. Der weitaus größte Teil der Rollsteinmassen ist im tiefsten Thalniveau gelegen, so daß eine Abtrennung des erratischen Gerölles vom fluviatilen selten möglich, eine Einzelausscheidung in den weitaus meisten Fällen einfach unmöglich ist; denn eines fehlt dem Walde ganz und gar, das geschrammte Geschiebe. Es ist stets als ein Hauptbeweismittel für die einstige Vergletscherung eines Thales zu betrachten, aber ich sehe mich genötigt, ausdrücklich hervorzuheben, daß im ganzen Böhmerwalde, in keinem Thale, nicht ein Stein zu finden war, der so ausgezeichnet geritzt ist, wie die zahlreich in alpinen Moränen eingebetteten. Daß der Hauptzeuge fehlt, ist schlimm, aber auch Partsch spricht selten vom geritzten Gerölle, da gleich dem Böhmerwald auch die Tatra vorzugsweise kristallinisches Gerölle abgibt. In dem Wenigen, was von den Gletscherspuren im Harz, in den Sudeten mitgeteilt wird, wird gleichfalls die Seltenheit oder das gänzliche Fehlen der geritzten Geschiebe hervorgehoben. Ebenso findet man in den geröllreichen Moränen der alpinen Gletscher tausend Scheuersteine aus Kalkmaterial bis man eine Ritzung im Gneisse oder Granite erkennen kann. Und doch war diesen Gletschern die Möglichkeit, hartes Gestein zu furchen, in besonderm Maße gegeben, da eine enorme Eismasse räumlich größere Gelegenheit hierzu bot und zugleich eine großartige erosive, eine zermalmende und aufreibende Kraft entfaltete, während die bescheidenen Waldgletscher weder durch ihre Ausdehnung reiches Geröllmaterial zu schaffen, noch durch ihre geringe Mächtigkeit einen starken, erodierenden Druck auf ihr Grundmoränenmaterial auszuüben vermochten. Es soll keineswegs angenommen werden, daß in dem Moment, da der Gletscher sich von seiner niedergelegten Grundmoräne zurückzog, geschrammte Rollsteine nicht vorhanden gewesen wären, aber zur Konservierung derselben war das Lokal ihrer Ablagerung das denkbar ungünstigste. Mitten im Bette des nachfolgenden Flusses gelegen, mußten die Scheuersteine der Spielball der abfließenden Wasser werden, welche die polierten Flächen und Schrammen des erratischen Gerölles sehr bald und gründlich zerstörten, wie das in jedem Buche über gegenwärtige oder einstige Gletscher in zahlreichen Beispielen bezeugt wird. Es kommen Spuren von Schrammen an Blöcken vor, doch in ganz außerordentlicher Seltenheit. Wenn man sich darauf stützt, daß eine Moräne nur dann Moräne ist, wenn sie durch Anwesenheit von geschrammten Geschieben dazu gestempelt wird, dann wird man nach solch strengen Voraussetzungen im Böhmerwalde nie Moränen nachweisen, und doch sind solche vorhanden. Es ist aber zu beachten, daß der in größter Mächtigkeit anstehende Gneiß die Ritze von vornherein schwer annimmt, die etwa angenommenen aber ebenso leicht wieder ver-

liert. Vom Schwarzwalde wird wiederholt erwähnt, daß er viel ausgezeichnet geschrammtes Geschiebe aufweise; es ist dem nicht genau so. Es gehört ein aufmerksames und gutes Auge dazu, die Scheuersteine zu finden, ganz deutlich fand ich sie überhaupt nur an den Porphyren, und dabei ist die Bemerkung zu machen, daß gegen die Wurzel des Thales hinauf die geritzten Steine vollkommen aufhören, ganz so im Wasgau; am Gletscherende vermag man sie noch am leichtesten aufzufinden.

Die Länge und Mächtigkeit eines Gletschers produziert eine entsprechende Anzahl von Scheuersteinen, die Waldgletscher aber hatten keine große Ausdehnung, keine Mächtigkeit, das Gestein ist ganz schlecht geeignet, es fehlen die Porphyre, das Lokal der abgelagerten Grundmoränen wurde nachträglich das Lokal der fluviatilen Erosion, die rasch die schwachen Ritze der Rollsteine zerstören mußte. Dies die Hauptursachen, daß geritztes Gerölle fehlt. Diese negative Bedeutung, die das Lokal hat, verliert etwas an Wichtigkeit, wenn ich sofort anfüge, daß auch die in Lehm eingebetteten, vom Wasser unerreichten Rollsteine der Grundmoräne keine deutlichen Schrammen haben. So ist also zu sagen, daß die Böhmerwald-Gletscher schon anfänglich wenig geschrammtes Geschiebe produzierten.

Statt sichere Ritzung nachzuweisen, statt also mit vollkommenen Beweisen zu operieren, muß man sich begnügen, am Rollsteine Merkmale, wenn auch unvollkommen glaziale zu entdecken, die nie einer Fluswirkung gleich erachtet werden können.

Fluviatile Rollsteine haben ein trübes, in den Waldflüssen oft schwärzliches Äußere, man bemerkt die Spuren, die an dem Steine vom Zusammenschlagen mit den Nachbarsteinen hervorgerufen wurden, und die den Gletschersteinen fehlen. Es ist aber immerhin schwer zu erkennen, daß der durch den Fluß gerollte Stein eine gekörnelte, matte Oberfläche erhält, was bei Gneiß mehr durch Befühlen als durch Sehen beobachtet werden kann. Der glaziale Rollstein ist stets ganz glatt anzufühlen und blank, im nassen Lehm bewahrt er reine Flächen. Statt der fehlenden Ritzen kann aber folgendes als entscheidend angesehen werden. Der Stein ist nur zur Hälfte gerollt, an den übrigen Kanten sehr scharf; er ist vertikal, bzw. in den verschiedensten Stellungen eingebettet, ruht auf einer Höhenlage über dem Thale, die das Wasser nie erreichen kann, und steckt zuletzt als ortsfremdes Gestein im Lehme, dessen Fehlen für die Waldflüsse charakteristisch ist. Wenn diese Erscheinungen sich vereinten, so war es für mich stets bestimmend, hier eine Gletscherspur zu erkennen. Schon äußerlich erhält man durch den grundverschiedenen Typus der Moränenablagerung, die sich von den dünnen, nackten Wänden abhebt, die Anschauung, daß man es nie mit der

Ablagerung von Terrassengeröll zu thun hat. Um auf Späteres hier schon hinzuweisen, muß bemerkt werden, daß die Thalbidung im Böhmerwalde in die allerältesten Zeiten zurückreicht, daß die Erosion der Thäler heute eine gewisse Grenze, Abgeschlossenheit erreichte, und fluviatiler Terrassenschutt nur auf der Thalsohle allein zu finden ist. Studiert man die reiche Litteratur über Thalbildung, so wird nur dann von Rollsteinablagerungen zu lesen sein, wenn eine horizontale oder schwach geneigte Basis entsprechende Unterlage zu bieten vermag; nie wird man finden, daß an steile Gehänge hinauf fluviale Ablagerungen stattgefunden haben. Es ist gegen jedes Gesetz der Anordnung des Terrassenschuttes, daß er sich in den Böhmerwald-Thälern an Gehängen mit einer Neigung von 60—70° förmlich anklebt und anhaftet. Die Art der Anlage ist für den Gletscher wie für den Fluß grundverschieden. Ersterer schlägt oft eine Art Decke von Lehm und Rollgestein über die Thalgehänge und ordnet somit vertikal an, der Fluß lagert stets horizontal ab. Über den Thälern findet sich überhaupt kein Schutt. Ein Fluß vermag auch nur vorübergehend einen Streifen Sand und Gerölle über seinen Spiegel, wenn auch stets in sehr märsiger Höhe über sich abzulagern, schon das nächste Hochwasser vertilgt wieder jede Spur. Aus alledem darf mit nicht allzu großer Kühnheit geschlossen werden, daß alle 10—15 m über der Thalsohle an steilen Gehängen angelehnten Geröllmassen, wenn sie in Lehm gebettet sind, für glaziale Spuren gedeutet werden möchten. Noch charakteristischer sind diese Geröllablagerungen und lauter sprechen sie für ihre Moränenatur dann, wenn sie höher zu liegen kommen, als ein im Thale angebrachter Schriff ist, wie dies im Moldau- und Ilzthale vorkommt, denn dann kann der Fluß, ohne den Schriff zu zerstören, keinen Schutt dorthin gebracht haben, und der Schriff nicht nachträglich dort angebracht worden sein, ohne daß irgendwie der vorrückende, schleifende Gletscher die schwach angeklebten Geröllablagerungen zerstörte. Überhaupt gewinnen diese Ablagerungen an Wahrscheinlichkeit dadurch, daß, merkwürdig genug, häufig in nächster Nähe auch noch andre Zeugen, ein Schriff, eine große Blockablagerung, ihren glazialen Ursprung verraten und unterstützen. Wir haben im Schwarzwalde und Wasgau keine an steile Thalgehänge angehaftete Geröllablagerung beobachtet, die nicht entschieden als Moräne gedeutet werden mußte. Die Verhältnisse sind dort dieselben, nur großartiger, deutlicher entwickelt.

Was ich im Böhmerwalde als Moräne, bzw. als Moränenspur ansprechen will, hat ferner ganz verschiedenes Korn und ist insbesondere mit kantigen Blöcken ausgestattet, deren Dislokation und Einbettung in Lehm nie mit den Flüssen des Böhmerwaldes in Beziehung gebracht werden

kann, um so weniger, da sie 10—15 m und mehr über der Flußsohle abgelagert sind.

Alles vereinigt sich somit, um die Ablagerung als Moräne zu definieren, doch fehlt ein wesentliches Merkmal, der Scheuerstein mit Schrammen. So läßt sich also sagen, daß letzterer wohl ein wesentlicher, aber nicht der wesentlichste Zeuge für die glaziale Abstammung einer Geröllablagerung ist, ebenso wie ein einziger Block ein echter erratischer Block sein kann, ohne daß er Schrammen an sich trägt.

Noch ein Punkt soll in Erwägung gezogen werden. Zur tertiären Zeit, wie die Böhmerwald-Forscher in Bayern und Österreich sagen, wurde vielleicht durch angrenzende Meere an den Flanken des Gebirges Gerölle niedergelegt. Solche sind in großen Bänken nördlich von Passau angehäuft, bei Ries, Hals, Straßkirchen, Dietting, auch im Moldaugebiet begegnete ich jenen von Hochstetter erwähnten Geröllen. Es ist nicht schwer, sie vom Gletscherschutt, wie er sich im Böhmerwald darstellt, zu unterscheiden. Gewöhnlich bestehen sie ausschließlich aus Quarzen, während im Fluß- und Gletscherschutt reine Quarze selten sind, sie haben nicht einen Block in sich und sind unregelmäßig über die Abhänge des Gebirges ausgestreut, sie binden sich an keinen Thallauf, während Gletscher- und Flußschutt ausschließlich daran geknüpft sind. Ihre Schichtung ist größtenteils sehr regelmäßig, entgegen den gar nicht oder nur ganz schlecht geschichteten Moränen. Ihre Lokation weist im Ilzthale auf eine von Ost nach West wirkende Transportation des Glazialschuttes, entgegen der nordsüdlichen; von Scheuersteinen ist natürlich keine Spur.

#### e) Schliche.

Nach solchen Wahrnehmungen kann man sich wenig Hoffnung machen, im Böhmerwalde Gletscherschliche in genügender Zahl zu entdecken; immerhin hat fast jedes Thal einen oder zwei. In andern Gletschergebieten ist der Schriff gewöhnlich durch auflagernden Lehm oder sonstigen Gletscherschutt gut bewahrt, aber viele, vor allem solche an steilen Wänden, haben sich auch unbedeckt erhalten. Diese Hülle ist mit Ausnahme eines einzigen Schliffes im Angelbachthale allen mir bekannt gewordenen Schliffen versagt gewesen, und es ist daher zu betonen, daß, merkwürdig genug trotzdem mehrere Schliche sich gut bis heute bewahrten. Aber nur die Glätte ist geblieben, die Schrammen an den meisten verloren; so treten auch hier Verhältnisse zu Tage, die an jene der schwachgeschrammten Geschiebe erinnern, und es muß ausdrücklich bemerkt werden, daß die Entdeckung und der Nachweis eines Gletscherschliffes wie der der Scheuersteine ein schwieriger ist. Zwei Erscheinungen werden gewöhnlich mit einem echten Gletscherschliff konkurrierend

genannt: die Wasserglättungen und die Harnische, und es ist keineswegs ausgeschlossen, daß auch dem behutsamsten Beobachter eine Verwechslung mit unterläuft.

Im untersuchten Gebiete habe ich Stunden, halbe Tage für einen einzigen Schriff verwendet, machte bei wiederholten Reisen wiederholte Besuche; denn abgesehen von der Umgebung, zu der ein Schriff wenig in Gegensatz tritt, fehlt ihnen häufig das erste Merkmal, die stark hervortretenden deutlichen Schrammen und Furchen, während gerade die Harnische reichlichst damit versehen sind. Doch hat das Gebirge einige wenige Schliffflächen, die vortrefflich geschrammt sind, aber nicht von diesen, sondern von den zweifelhaften Schliffen soll die Rede sein. Daß diese nicht auch einstens mehr Schrammen, oder überhaupt solche besaßen, ist natürlich nicht ausgeschlossen. Wie rasch vergänglich diese Merkmale sind, ist bekannt; Penck bringt hierfür eines der interessantesten Beispiele<sup>1)</sup>. Vor 10 Jahren wurde im Bette des alten Lechglätschers bei Hohenschwangau durch Hinwegräumen von Gletscherschutt ein schöner Schriff entblößt, und heute zeigt er keine Spur einer Krizung und Schrammung mehr. „Binnen 10 Jahren also“, fährt Penck fort, „können die charakteristischen Gletscherspuren allein durch die Wirkung der Verwitterung vernichtet werden. Es ist daher immer ein glücklicher Zufall, einen Gletscherschliff aufzufinden. Nur da, wo ganz kürzlich Moränen weggeräumt sind, sind sie zu erkennen.“

Wer möchte nun behaupten, daß die erwähnte Schlifffläche nicht auch ohne Schrammen als eine glaziale Wirkung erklärt werden könne? Doch erwähnt auch Penck, daß Schliche mit Schrammen auch ohne Schutz erhalten bleiben.

Für die Schliche der böhmischen Gletscher gilt dasselbe, was oben für die geschrammten Geschiebe gesagt wurde, daß die wenig intensive Vergletscherung schon räumlich wenig Gelegenheit bot, da der Gletscher ja mit der größern Verbreitung in dem Malse mehr Gelegenheit zum Schrammen seines Bettes hat, als mehr Unterlage zum Schleifen okkupiert wird. Das Waldgebirge ist oberflächlich stark gelockert, so zerblockt und aufgelöst, daß diese erstaunliche Erscheinung jedem auffällt, der einmal das Gebirge betritt. Alles das ist ein Werk der Verwitterung, die sich einesteils in einer tiefgehenden Auflösung des Gesteins in Millionen Teilchen darstellt, andernteils wieder in einem förmlichen Zerblocken der Berge und deren Gehänge zu großen Trümmerhaufen. Dieser Vorgang kann nicht erst seit gestern datierend betrachtet werden; da das Gebirge unendlich lange vor der Zeit der Gletscherentwicklung ein günstiges Erosionsterrain war, so muß man annehmen, daß die schwachen Gletscher,

<sup>1)</sup> A. a. O., S. 92.

die die Thäler herunterstiegen, lauter zerbröckelte, zerriebene Thalgehänge vorfanden, die zum Abschleifen schlecht tauglich sein konnten; daß dennoch Schriffe erzeugt wurden, kann man sich billig verwundern und noch mehr darüber, daß sich einige gut erkenntlich erhielten.

Anknüpfend an die obige Bemerkung, daß die wenigsten Schriffe sehr deutliche Schrammen haben und doch als Gletscherschriffe gedeutet werden müssen, veranlaßt uns, aufs eingehendste darzulegen, wie ein Schliff im Böhmerwalde aussieht und welche Verhältnisse ihn zu einem Gletscherschiffe machen. Dies geschieht vor allem dadurch, daß ich die bereits erwähnten konkurrierenden Flächen und Glätten der Betrachtung unterziehe. Es muß bemerkt werden, daß trotz der zahllosen Rundhöcker, natürlich gewordene, d. h. durch Verwitterung &c. entstandene, wirklich glatte Flächen im Böhmerwalde zu ebenso großen Seltenheiten gehören als steile Wände. Jede dieser Glätten ruft sofort die genaueste Untersuchung des Beobachters hervor.

Vor allem ist die Örtlichkeit des Vorkommens maßgebend. Gut geglättete Flächen, die im Thale bis zum Flußspiegel reichen, haben schon sehr viel Glazialverdächtiges für sich. Wenn ich sicher bin, daß ich in einem Erosionsthale mich befinde, so geben mir alle Gehänge der Thalengen und Windungen durch ihre Zerklüftung und Zerrissenheit als ausschließliche Wasserwirkung den Gegensatz zur beobachteten Schrifffläche und zugleich eine Andeutung, daß die Erosion, wo sie im ganzen Thale entweder durch sanfte Gehänge oder durch raue Wände dargethan ist, mit einer solchen Glätte nichts zu thun hat.

Wasserglättungen zeigen sich im Böhmerwalde wesentlich anders als solche von Gletschern. Die Felsenbetten der böhmischen Flüsse, namentlich das der Wotawa, dann das der Donau von Pleinting bis Passau und weiter, das des Inn von Schärding bis Passau habe ich zu diesem Zwecke aufs eingehendste studiert. Bei niedrigem Wasserstande treten die Flußsohlen da und dort aus dem Spiegel des Flusses hervor und bieten dann Gelegenheit zur eingehendsten Untersuchung. Es war mir gestattet, die Verhältnisse des Donaubettes überdies noch durch die graphischen Darstellungen desselben im Flußbauamte Deggendorf genauer studieren zu können. Will ich gleich von letzterer Einsicht vor allem Mitteilung machen, so möchte dargethan werden, daß das Donaubett ein unverhältnismäßig unebenes Terrain hat; Löcher, tiefe Rinnen, daneben feste Gesteinskerne als Zacken aus dem Wasser ragend, charakterisieren es; kaum 1 qm Fläche, die wirklich eben und geglättet ist, ist nachweisbar. Nach eigenen Anschauungen fanden wir dies bestätigt.

Noch mehr ist der Inn in seinem Durchbruche durch die Gneißformation von den größten Unebenheiten belästigt.

Maßgebender als das horizontale Bett ist das Gehänge, die Thalwandung des Flusses, denn nur hier vermögen Wasserglättungen in Konkurrenz mit etwaigen Schriffflächen zu treten; aber, wenn man das Auge noch so sehr auf die Wände des Thales heftet, man gewahrt nie Flächen, die das Wasser gebildet. Sie kommen nur an glazialverdächtigen Örtlichkeiten vor. Inn- und Donaudurchbruch waren nie vom Gletschereise besetzt und sind auch von den Glättungen vollkommen befreit. Wenn man die vorkommenden, angeblich sehr glatten Wände in Flußthälern, namentlich sei hier der „Seewände“ der Waldseen bereits gedacht, einer strengen Besichtigung unterwirft, so lösen sich diese in höchst zerrissene und zerschundene Abhänge auf, und es kann von einer Glättung, wie sie einzig der Gletscherarbeit zugeschrieben werden muß, nirgends die Rede sein. In genauer Erwägung aller Verhältnisse ist dies auch nicht möglich. Gesetzt, ein Fluß erodiere wirklich eine Wand, die als gut geglättet nach und nach aus dem infolge von Erosion sinkenden Flußspiegel heraustritt, so ist sie in dem Momente dadurch einer sehr starken Zerstörung preisgegeben, daß eine unausgesetzte ergebige Benetzung durch den Fluß selbst stattfindet, der durch seine Verdunstung sowohl als durch seine Hochwasserstände sein eigenes Werk wieder verwischt. Beachtenswert ist, daß die Zeit, die über etwaige Wasserglättungen an den Thalwänden und über Gletscherschiffe hinwegging, eine höchst verschiedene ist; die Thäler mit ihren Merkmalen beanspruchen ein ungleich höheres Alter als die glazialen Hinterlassenschaften; und da vorhin dargethan wurde, daß der Zahn der Zeit die Gletscherschiffe rasch zerstört, was natürlich auch für die Wasserglättungen gilt, so kann man keine Veranlassung haben, in Glättungen, die hoch über dem Wasserspiegel an der Thalwand angebracht sind, uralte Zeichen der Wasserthätigkeit zu erkennen.

Das Eis schmiegt sich und paßt sich allen Unebenheiten an, rissige Stellen werden ausgeglättet, hervorstehende Kerne, Quarzadern im Gneisse oder Konchilienschalen<sup>1)</sup> in muschelhaltigem Gestein scharf durchschnitten; man erkennt in der Eiserosion eine ruhige, kontinuierliche Arbeit, die stets in sanfter, konvexer Linienformierung sich äußert; nie noch sah ich an den zahlreichen alpinen Gletscherschliffen, die ich betrachtete, daß das Eis eine hohle, rissige und raue Furche schaffen könnte, und wenn solche Risse ursprünglich vorhanden sind, werden sie nachträglich vom plastischen Gletscher ausgeebnet und geglättet. Die Eiserosion in den Thälern des Waldgebirges beschränkt sich einzig auf die geringe Nivellierung und Glättung der Felsen. Eis verflacht und ebnet Furchen und Risse aus, Wasser wird

<sup>1)</sup> S. unten, Regengletscher, S. 13.

durch ursprüngliche Felsenritzungen noch mehr gereizt, die Stelle, statt zu ebnen, mit Begierde zu vertiefen und rauher zu machen. Wasser- und Eisglättungen unterscheiden sich namentlich durch ihren Farbton. Ein Gletscherschliff auf Gneiß hat immer ein ursprüngliches Aussehen, die Farbe der Fläche ist in Übereinstimmung mit der dem Gesteine eigentümlichen; vom Wasser erodierte Stellen sind in ihrem Farbton anders gehalten als das Gestein selbst; die Oberfläche ist matt, sieht stark abgenutzt und durch die unzähligen, darüber gegangenen Rollsteine gekörnelt aus; zwischen Wasserglättungen und Gletscherschliffen walten dieselben Differenzen ob, wie zwischen Flußrollstein und geschrammtem Geschiebe, und die sind bedeutend. Wie es hier möglich ist, den charakteristischen Rollstein einer echten Moräne von dem des Flußbettes auseinanderzuhalten, so kann auch dafür das Auge nicht unschwer geschärft werden, allenfallsige Wasserglättungen von einem echten Gletscherschliffe des Böhmerwaldes zu trennen. Mit Wasserglättungen haben unsere Schliffe absolut nichts zu thun<sup>1)</sup>.

Eine zweite Möglichkeit, ihren glazialen Ursprung in Zweifel zu setzen, bieten die Harnische oder Harnischflächen.

Schon eingangs wurde dargethan, daß v. Gümbel, als von geschliffenen Blöcken am östlichen Osserabhange die Rede war, erwähnte, daß möglicherweise statt Gletscherschliffe Harnische darin zu sehen seien.

Bekanntlich nennt man Harnische Flächen, welche durch ganz besondere Politur, durch ganz besondern Glanz sich auszeichnen, und die in der Regel dadurch entstehen, daß durch Dislokationen des Gebirges die einzelnen Schichten mit großem Drucke sich aneinander reiben und auf diese Weise glätten; oder sie entstehen auch, wenn Rutschungen vor sich gehen, dadurch, daß von der Höhe über Abhänge hinweg zur Tiefe Blöcke befördert werden; im letztern Fall ist die Politur seltener, da die Reibung gering ist; aber bei Dislokationen ist sie so intensiv, daß eine Art Glaschichte, ein Spiegel an der Reibungsfläche entsteht, und das sonst zerbröckelnde und abfallende Gestein an der Rutschfläche schieferartig sich ablöst. So außerordentlich glatt sind einzelne Partien der Fläche, daß man, wenn man mit den Fingerspitzen darüber fährt, nicht die mindeste Unebenheit fühlt, man gleitet wie über geschliffenes Glas. Doch sind unmittelbar daneben oder in der Glasfläche selbst Vertiefungen, die, von der Reibungsfläche nicht erreichbar, ursprünglich und unberührt, rauh geblieben sind.

Die größte Differenz zwischen beiden Schliffen erweist sich darin, daß die Harnische sich noch in die Schichten hinein und, wie man gut beobachten kann, mit derselben Glätte fortsetzen, wie zu Tage. Im Böhmerwalde ist ein

nicht minder bedeutender Unterschied in der Örtlichkeit des Vorkommens beider Schliffflächen zu sehen. Die sehr beschränkte Ausdehnung der Gletscher verführt wahrlich nicht dazu, in einer Harnischfläche, die weitab von einem Gletscherthale ist, einen echten Gletscherschliff zu sehen. Verschieden ist auch die Art der Schrammen. In den Harnischen ist die starke Pression unverkennbar, hier kann man von echter Politur sprechen; bei den Gletscherschliffen ist die Oberfläche mit mattem Glase vergleichbar, und die Furchen sind nicht glänzend, sondern geschürft, daher matten Scheines.

Außerordentlich differierend sind die Richtungen, in denen die Furchen verlaufen. Bei echten Gletscherschliffen sind alle Linien ohne Ausnahmen den Thälern des Waldes parallel; die Schrammen der Harnische vermögen alle Richtungen einzuschlagen, wie auch die Dislokation der einzelnen Schichten vertikal und horizontal sich verschieden vollziehen kann. Wenn man im Walde einer Fläche, blank wie ein Spiegel, begegnet, wenn man sie gleichsam aus dem Felsen, aus dem Boden herauswachsen sieht, mit senkrechten Furchen versehen, so wird niemand darin einen Gletscherschliff erkennen können. Anscheinend schwieriger ist die Sache, wenn Stücke von Harnischen sich ablösen und weitab von ihrem Ursprungsorte, aus einem Gletscher hervorkommend und von demselben produzierend gedeutet werden können. Es ist mir ein solcher Fall im Böhmerwalde nicht bekannt geworden, und ich bedaure lebhaft, weder im Sommer 1882 die von Dr. v. Gümbel angegebenen Glimmerschieferblöcke am Osser, wobei allerdings ein fürchterliches Gewitter fast jede Untersuchung hinderte, noch im Sommer 1883 aufgefunden zu haben. Ich bin überzeugt, daß sie, vom Flusse einmal erfasst, gleich den Scheuersteinen dem Schicksale der Nivellierung nicht entgehen.

In dem Augenblicke, da diese Harnische nicht am Felsengehänge mehr haften, sondern unter den Schutt geraten sind, können sie nicht mehr als Gletscherschliffe im eigentlichen Sinne behandelt werden und tragen dann zur Verwechslung der geschrammten Geschiebe bei; da ich sie nie in Moränen fand, so war oben nicht davon die Rede. Doch kann konstatiert werden, daß ihre Ausscheidung von echten Scheuersteinen nach Beobachtungen, die ich in den Alpen machte, nicht immer schwer fällt.

In neuester Zeit ist den Gletscherschliffen eine neue Konkurrenz in Schafschliffen geworden<sup>1)</sup>. Dr. Aug. Böhm, der sie in Gesellschaft von Dr. Penck und Dr. Brückner studierte, beschreibt sie als den echten Gletscherschliffen sehr ähnlich. Sie entstehen durch Reiben der Schafe an vor-

<sup>1)</sup> Vgl. Heim, Gletscherkunde, Stuttgart 1885, S. 404.

<sup>1)</sup> Mitteilungen des deutsch-österreichischen Alpenvereins, Jahrg. 1884, Nr. 3, S. 92.

springenden Felsen, sind gut geglättet, anscheinend mit einer Art Glasur überzogen, die aber nur durch Imprägnation der Fläche mit Fett entsteht, ja sie sind sogar mit leichten Kritzen versehen. Gerade der Umstand verrät sie als pseudoglaziale Erscheinung, die unserm Böhmerwalde glücklicherweise fehlt, denn es fehlen dort die Schafherden, und die kristallinen Gesteine des Urgebirges setzen der Politur durch den Schafpelz zu grossem Widerstand entgegen, wie Böhm selbst bemerkt. Ähnliche Schriffe bei Heim <sup>1)</sup>.

Nachdem nun des längern darzuthun versucht wurde, daß die Gletscherschliffe des Böhmerwaldes nichts mit Wasserglättungen und Harnischen zu thun haben, soll nun kurz dargelegt werden, wie sie eigentlich aussehen; nicht anders als wie alle Gletscherschliffe, wie die in den Alpen und anderswo, nur fehlen häufig leicht erkennbare Ritzten. Sie treten nur an Punkten auf, wo der Gletscher in den schärfsten Kontakt mit dem einengenden Thale trat, bei plötzlichen Biegungen oder bei vorspringenden Felsen, die Flächen sind matt gehalten, die ursprünglichen Risse und Furchen ausgeebnet, da und dort zeigt sich ein Ansatz zum Ritzten, das Ganze erhält eine gute konvexe Form; die Glättung geschah häufig, namentlich im Glimmerschiefer-Gebiete gegen die anstehenden Felsköpfe, so ganz vorzüglich im Moldauthale; in solchen Fällen kann nur das Eis allein wirken; wenn auch noch Kleingerölle auflagerten und Lehmspuren sich erhielten, so konnte nie ein Zweifel sein, daß ein echter Gletscherschliff vor uns ist. Ganz entsprechend der Verteilung und Konservierung des spärlichen erratischen Materials beschränken sie sich nur auf die Wände und unmittelbaren Abhänge des Thales; wo nicht das Thal auch durch andre Glazialspuren die einstigen Gletscher verrät, fehlen auch die glatten Flächen, die als Schliffe angesprochen werden müssen, und gleichwie nach obigen Ausführungen die Moränen ohne geritztes Material doch Moränen sein können, so haben wir hier echte Gletscherschliffe ohne reiche Fülle von Schrammen, ja häufig ganz ohne Ritzung. Im Schwarzwalde kann man in den Thälern der Alb und der Wiese ausgezeichneten Rundhöckern begegnen, aber in den seltensten Fällen sind sie geschrammt.

#### d) Moränenschlamm.

Ein besonderes Merkmal einer echten Moräne ist der reiche Schlammabsatz, der größtenteils den Inhalt derselben ausmacht, und in welchen die kleinen und großen Gesteinsfragmente eingebettet liegen.

Auch hierin zeichnen sich die Waldgletscher vielleicht vor allen übrigen durch großen Mangel aus. Doch fehlen Lehmspuren in echten, nachträglich vom Wasser nicht mehr erreichten Moränenablagerungen nie. Aller auf der

Thalsole vorhandene Schutt, sei er einst glazialen oder fluviatilen Ursprungs gewesen, ist ohne Lehm. Die Waldflüsse haben wenig Befähigung, aus dem außerordentlich quarzreichen Gesteine Lehm zu bilden. Alle Flussterrassen haben ausschließlich Sandmaterial, es fehlt ihnen der Schlick. Damit würde allerdings der Lehmgehalt als spezifisch glazial angesehen werden, wenn er nicht auch an Lokalitäten vorkäme, wo der Gletscher nicht als alleinige Ursache anzusprechen ist, oder wo überhaupt kein Gletscher war. Durch Verwitterung, namentlich des Glimmerschiefers, entsteht viel Lehm; so ist der Osse mit einer einige Meter tiefen Lehmschicht überkleidet. Weit entfernt, eine ähnlich große praktische Bedeutung wie der Blocklehm in Südbayern zu haben, ist sein spärliches Vorkommen an den Thalgehängen als glazialer Überrest höchst beachtenswert. Die Farbe spielt etwas ins Graue. Ähnlich wie im Schwarzwalde fehlt er in den höchsten Moränenablagerungen, an den Wurzeln der Thäler vollkommen, gegen die Tiefe nahm die Reibungsmöglichkeit des Gletschers zu, damit erscheint mehr Lehmgehalt.

Für die Beweisführung einstiger Vergletscherung des Waldgebirges sind die großen Blöcke in den Thälern von Bedeutung und von ihrem Zeugnisse für die alten Gletscher sei nun die Rede.

#### e) Blöcke.

Wie eingangs dargethan, behaupten die ersten und berühmtesten Autoren der Geologie des Waldes übereinstimmend, daß dem Gebirge alle erratischen Blöcke fehlen.

Die „Findlinge“ ohne irgend eine Beziehung auf die Glazialzeit, waren in Nord- und Süddeutschland eine allgemein bekannte und populäre Erscheinung, lange ehe man Moränen und Gletscherschliffe nachwies und kannte. Nunmehr werden sie als ein vorzügliches Beweismittel einstiger Vergletscherung betrachtet, und das Studium der diluvialen Zeit knüpft sich in erster Linie an ihr Dasein, ihr Fehlen im Walde war gleichbedeutend mit dem Nichtvorhandensein einstiger Gletscher.

Ausdrücklich muß hier bemerkt werden, daß auch im Böhmerwalde Blöcke vorkommen, die so selbstverständlich als Findlinge zu betrachten sind, wie ein Gneiß- oder Glimmerschieferblock an den Abhängen der Kalkalpen; es soll nur von jenen Blöcken die Rede sein, die der unterstützenden Beweise für ihre erratische Natur bedürfen.

Es sind viele tausend erratische Blöcke im Walde, aber wie bei allen Erscheinungen ist auch ihre richtige Würdigung weniger leicht als in andern Gletscherterritorien.

Alle großen Flüsse des Böhmerwaldes haben bis zu einer bestimmten Linie abwärts eine überaus reiche Zahl großer Blöcke auf ihrer Sohle liegen, die meines Wissens

<sup>1)</sup> Heim, Gletscherkunde, S. 404.  
Bayberger, Böhmerwald.

bis jetzt noch nie einer besondern Beobachtung unterworfen und bisher ganz selbstverständlich als Transportationswirkung des Flusses betrachtet wurden, der sie vom Berge bis tief herab gerollt und gewälzt habe. Das ist nun keineswegs der Fall. Als ich zum erstenmale den Wald betrat, konnte ich die mächtigen Blöcke in den Flufsthälern und an deren Gehängen mit der Wasserkraft des Flusses, auch des größten, nicht in Einklang bringen. Ich sah mich nun in erster Linie nach den südbayrischen Flüssen um, die allen Waldströmen an Fülle des Wassers, an Erosionskraft überlegen sind.

Der Inn hat in seinem Querthale von Kufstein bis Neubeuern trotz der anstehenden Wände keinen Block in seinem Bette. Alle Terrassen, die er hinterließ, haben ausschließlich Sand und faustgroßes Gerölle. Die Findlinge liegen erst von Attel an abwärts im Innbette, wenn der Fluß die Moräne kreuzt, die er durch Annagen zum Blockfalle zwingt. Man möchte nun glauben, diese Blöcke würden vom starken Inn bis zur Donau getragen. Keineswegs, nicht ein Block erreicht Schärding, ja nicht einmal Mühldorf. Im Flußbauamte Simbach wurde mir diese Thatsache bestätigt; der dort schon seit Jahren angestellte Bauamtmann, Herr Michel, teilte mir mit, er habe nie beobachtet, daß auch das größte Hochwasser im Stande wäre, einen Findling bis Simbach-Schärding zu schleppen. Gewöhnlich legt man dar, daß sie versanden; auch das ist nicht richtig. Findlinge, die im Sande eingehüllt werden, konservieren sich auf lange Zeit und treten später, wenn der Fluß serpentiniert, wieder zu Tage oder sie finden sich im Terrassenschutt. Herr Michel weiß, daß nie ein Block im Sande sich vorfand, und ich habe von Wasserburg-Gars an bis Schärding, am rechten und linken Innufer dutzendmale Terrassenanschnitte betrachtet, aber weder die Hochterrasse, noch die zweite und dritte enthält einen erraticen Block. Sie reichen nur bis außerhalb Kraiburg, entfernen sich somit nur wenige Kilometer von ihrem Abfallsort, und sind dann vollständig verschwunden. Es ist das nicht anders zu erklären, als daß sie alle zu Rollsteinen und Sanden aufgelöst werden, und das schon nach so kurzem Wege! Der Strom transportiert also nicht, er zerstört sie.

Dieselbe Erscheinung wiederholt sich im Isarthale. 12 km oberhalb München fallen die erraticen Blöcke noch in die Isar und nicht einer erreicht München. So ist auch die mit starkem Gefälle und reisendem Laufe ausgestattete Isar außer Stande, große Findlinge zu transportieren. Die Verhältnisse am Lech und an der Iller sind ganz dieselben. Die Donau ist ebenfalls blockleer. Ohne Zweifel mögen von den Steilgehängen des Passauer Durchbruches oder von den Jurawänden bei Weltenburg dann und wann Blöcke herabfallen, die sich einige Zeit fortziehen, um dann als-

bald wieder von der Erosionsthätigkeit des Flusses aufgezehrt zu sein.

Von besondrer Wichtigkeit für unsre Ausführungen scheint folgende Beobachtung zu sein.

An einem Septembertage 1882 stieg ich auf der Station Stankau, Bahnlinie Schwandorf—Pilsen, aus, um im Thale der Radbusa nach etwaigen Spuren einstiger Vergletscherung zu suchen. Die Radbusa ist von nicht geringerer Wasserfülle als andre Waldflüsse, die reich mit Blöcken ausgestattet sind, und es war daher erstaunlich, daß auf dem langen Wege von Stankau über Bischofsteinitz nach Taufß und dem Dorfe Babylon im Bette der Radbusa keine Blöcke sich zeigten, trotzdem der Thonschiefer, den die Bystriez-Radbusa auf langem Laufe durchschneidet, mit allen Eigenschaften der Zerblickung, des Abfalles ausgestattet ist. Es fehlen aber auch alle übrigen glazialen Spuren, und meinen Beobachtungen entsprechend hat das Radbusathal keine oder nur im höchstgelegenen am Cherkow entspringenden Quellarm einen schwachen Gletscher besessen, und ich neige mich daher der Anschauung zu, es möchten auch deshalb die Blöcke fehlen.

Es ist also zu sagen, daß die größten Ströme außer Stande sind, Blöcke zu transportieren; das Eis ist ein weit bedeutenderes transportierendes Medium als das rinnende Wasser<sup>1)</sup>; Flufsthäler, die keinen Gletscher hatten, entbehren deshalb auch der Blöcke. Letztere Beobachtung wird in der Detaildarstellung noch mehrmals in überraschender Weise bestätigt werden können, und es ist überaus lehrreich, im Schwarzwalde dieselbe Beobachtung zu machen.

Wenn ich nun zu meinen Blöcken in glazialverdächtigen Thälern zurückkehre, so ist über sie bereits einiges Licht gekommen; vielleicht möchte die Sache noch klarer erscheinen, wenn noch weiteres erwähnt wird.

Jedes Thal, für das ein Gletscher nachzuweisen versucht wird, ist auf das reichlichste mit großen Blöcken oft zu 25 cbm Mächtigkeit angefüllt. Die zahmen Waldwasser, mit Ausnahme der Moldau, können mit ihrer Tiefe von 1,0—1,2 m und oft noch viel weniger fast nie über die Steine hinweglaufen, sie zerteilen sich vor den Blöcken, ohne nur im mindesten einen fortbewegenden Einfluß auf sie ausüben zu können. Schon seit langer Zeit müssen sie allen Wassern getrotzt haben, denn ihre Stofsseite im Verhältnis zur unverletzten Leeseite ist oft stark abgenutzt, gerollt aber werden sie nie. Wenn ein derartig gewaltiger Block mitten im Thale steht, gleich weit von Abhängen entfernt, die sich durch ihre Unfähigkeit, Blöcke über ihr bewaldetes Gehänge ins Thal zu senden, auszeichnen, wenn er scharfeckig oder gar plattenförmig und namentlich ortsfremden

<sup>1)</sup> Penck a. a. O., S. 329.

Ursprungs ist, dann kann man an der Findlingsnatur desselben nicht mehr zweifeln. Sehr hierfür sprechend ist der Umstand, daß sie gern gesellig auftreten, häufig übereinander liegen und gewöhnlich den Fluß durchqueren. Eine solche Anlage ist durch Flusserosion nicht möglich. In den obern Gebirgspartien kommt es vor, daß mächtig große Steine, die ein Nieder- oder Mittelwasser nicht zu bewegen vermag, durch ein rasch entstandenes Hochwasser zusammengeschiebt werden und dann allerdings vereint größeren Widerstand leisten und gar nicht mehr vom Platze gehen. Allein ihre Anordnung ist immer nur nach der Länge, nie nach der Quere; wie der Terrassenschutt eines Flusses einzig nur linear angeordnet werden kann, so vermag ebenso einzig nur der Gletscher beim Zurückweichen quer durch das Thal seine Findlinge zu legen. Diese Anschauung gewinnt an Wahrscheinlichkeit dadurch, daß sehr häufig eine Pause oft von einem bis zwei und mehreren Kilometern eintritt, bis man wieder einer ähnlichen Blockgesellschaft begegnet. Es muß noch weiter hinzugefügt werden, daß gewöhnlich da, wo Moränenspuren und Gletscherschliffe im Thale aufhören, auch die Blöcke entweder sich ganz verlieren oder nur mehr als spärliche Einzelblöcke noch weiter thalabwärts wandern. Bei all diesen Blöcken ist in der Detaildarstellung genauest Bedacht genommen, ob etwa die Möglichkeit eines Abfalles oder der Auswitterung gegeben ist, und es werden nur solche Blöcke als Findlinge bezeichnet, die diese soeben erwähnten Umstände in sich vereinen.

Es kann diesen Darstellungen entgegengehalten werden, daß Eisschollen den Blocktransport besorgten; damit wird aber indirekt (denn es kann nur von abgelösten Gletscherschollen die Rede sein) zugegeben, daß das Gebirge vergletschert war, und es ist nicht mehr die Frage, ob der Wald Gletscher getragen hat, sondern wie tief herab er beeißt war.

Wer aber die schluchtenartigen Täler betritt, vermag sich keine Vorstellung zu machen, daß sie schwimmenden, schwer belasteten Eisstücken Bahn gestattet hätten, abgesehen davon, daß Eisschollen mit einer Belastung von oft mehreren Hundert Zentnern gar nicht einmal ein Thal mit etwa 8—10 m Breite, 1 m Tiefe und den zahllosen Windungen hätte passieren können. Hält man auch noch entgegen, daß die ungleich großartiger entwickelten alpinen diluvialen Gletscher an ihrem nördlichen Ende unter günstigeren Verhältnissen keine Blockzerstreuung durch Eisschollen nachweisen lassen, so kann man zu einer Eisschollentheorie im Böhmerwalde kein Vertrauen haben.

Außer den erratischen Blöcken gibt es noch eine große Zahl, ja sie kann als die entschieden größte bezeichnet werden, die durch Abfall von Steilufern der Flüsse ins Flußbett gelangten; allein der Meinung, daß sie durch

die Schollen des Grundeises in eine Lage gebracht wurden, die sie gern als Findlinge erscheinen lassen will, kann nicht stattgegeben werden.

Über die Flusseisschollen habe ich in Böhmen und Bayern genaue Erkundigungen eingezogen und übereinstimmend äußern hören, daß das Grund- oder Schwammeis wie man es auch nennt, als Transportmittel gänzlich außer Betracht komme und mit der Dislokation der großen Blöcke nie in Beziehung gebracht werden kann.

Wenn selbst das Grundeis des immerhin mächtigen Inns nicht im stande ist, auch nur einige Kilogramm auf kurze Strecken zu verschleppen, so sind die Leistungen der seichten Waldflüsse nicht nennenswert.

In allen Thälern herrscht nur eine Aussage, daß man noch nie beobachtet hat, daß sich ein Block mittels Scholleneis von der Stelle bewegt hätte.

Im Schwarzwalde kehrt dieselbe Erscheinung wieder; die Häufigkeit und Größe der Blöcke endigt mit der untern Gletschergrenze.

Für unsre Anschauung über die erratische Natur vieler dieser Blöcke sprechen, um die letzte Hilfe ins Treffen zu führen, die litterarischen Arbeiten über glaziale Spuren in mitteleutschen und andern Gebirgen.

Dr. Paul Lehmann<sup>1)</sup> beobachtete in dem zum Lacu Builea zwischen Piscu Buteanu und Piscu Builea hinaufführenden Thale einen großen, aus eckigen, mächtigen Blöcken bestehenden Trümmerhaufen, zwischen dem das Knieholz wuchert. „Möglich ist es, daß die Blöcke durch Gletschereis an ihren augenblicklichen, jedenfalls sekundären Platz transportiert sind, wahrscheinlicher jedoch, daß sie von dem steilen Hange des Piscu Builea herabgestürzt sind. Im Quellgebiet des Arpasiu mare liegt 1957 m hoch der Lacu Podragelu. Oberhalb eröffnet sich der Blick in einen wilden, auf drei Seiten von schroffen Felswänden umrahmten Zirkus. Auf der vierten Seite spannt sich von Felswand zu Felswand der Bogen einer aus großen Blöcken bestehenden Stirn- oder Endmoräne, unter welcher ein Bach rieselt. Ein schmaler, weniger ausgebildeter Wall liegt hinter dem ersten; die Neigungswinkel, welche ich von der Mitte der Moräne nach dem zackigen Rande des wilden Amphitheaters maß, schwankten zwischen 18 und 28 Grad, sprachen also durchaus nicht gegen die Möglichkeit einer Gletscherbildung.“ An einem Kamme zwischen Negoii und Mascavo entdeckte Lehmann drei schmale, sichelförmige Steinwälle, von denen nicht bestimmt versichert wird, „daß sie die Etappen eines schwindenden Sekundärgletschers bezeichnen“.

Nach einer brieflichen Mitteilung Bielz' an Lehmann

<sup>1)</sup> Beobachtungen über Tektonik und Gletschersuren im Fogarascher Hochgebirge. Zeitschrift der Geologischen Gesellschaft, 1881, Nr. 33, S. 109.

finden sich im Diluvialschotter der Altebene aus eckigen Blöcken bestehende Trümmernmassen; zugleich wird auf einen Hügel aufmerksam gemacht, der südlich von Breaza, bei der Vereinigung des Posorti- und Bresciara-Baches „quer über die ebene Sohle des Thales gelagert ist und nach Form und Lage wahrscheinlich die Endmoräne eines Gletschers sein dürfte“. Leider beschränkt er sich darauf, zu versichern, „dass die Form des Thales und die Höhen darüber, auf welchen auch kleine Hochplateaus sich befinden, der Voraussetzung viel Wahrscheinlichkeit verleihen“.

Walten im Böhmerwalde nicht dieselben Verhältnisse ob? Dieselbe Wahrscheinlichkeit, in vielen Trümmerhaufen glaziale Reste zu sehen, und dieselbe Unbestimmtheit, sie als glaziale Reste zu deuten?

In neuester Zeit hat man sich viel um die glaziale Vergangenheit des Harzes gekümmert. Die erste Beobachtung bringt Zimmermann<sup>1)</sup>, der im Thale der Holzemme an drei Punkten querziehende Blockwälle als Endmoräne, einen parallel an der steilen Thalwand entlang streichenden Trümmerwall als Seitenmoräne zu deuten versucht; doch wurde diese Beobachtung durch neuere Untersuchungen nicht bestätigt. Torell untersuchte mit Lossen<sup>2)</sup> dasselbe Terrain und ist nicht abgeneigt, zwei Granitblockwerke als Moränen zu deuten; wie im Holzemmenthal werden auch im Ilsethal analoge Gletscherbetten, Krossteingrus als Seitenmoränen betrachtet. „Von gekritzten Blöcken wurde trotz eifrigen Suchens nur ein isolierter, etwas geglätteter und geschrammter Granitblock am Fusse des Dreisageblocksberges beobachtet“.

Lossen aber „bescheidet sich bis auf weiteres in seinem eigenen, in einzelnen Punkten aber unter allen Umständen abweichenden Urteile“.

Für unsre Verhältnisse nicht ohne Wichtigkeit sind die Untersuchungen von Gletscherspuren im Harze durch Kayser<sup>3)</sup>. „Geeigneter, als die meist ziemlich engen, steil abfallenden Thäler im Norden des Harzes, sind für die Auffindung von Gletscherspuren die Thäler im Innern des Gebirges, im Süden des Brockens, namentlich im Oderthal zwischen dem Oderteich und der Forstkolonie Oderhaus. Verfolgt man das Thal vom letztgenannten Punkte aufwärts, so bleibt man bis in die Gegend des Andreasberger Rinderstalles in einem weiten, flachen Thalgrunde. Zwar traten schon unterhalb des genannten Gehöftes hier und da kleine Blockanhäufungen über den Thalboden hervor; dieselben bleiben

aber ganz vereinzelt und niedrig. Erst oberhalb des Rinderstalles beginnen zahlreiche Steinwälle, die dem Thale parallel verlaufend, fast die ganze Breite desselben einnehmen. Zuerst noch niedrig und vielfach unterbrochen, werden diese Wälle thalaufwärts allmählich zusammenhängender und höher. Oberhalb der Einmündung des Dietrichsthalles erreichen sie ihre größte Höhe von 15—20 m über der Oder. Die Wälle stellen in dieser Gegend des Thales lange, hohe, 10 bis mitunter 40 m breite Rücken dar, die hier und da zusammenlaufen oder sich teilen und überhaupt im einzelnen vielerlei Unregelmäßigkeit zeigen, indessen im großen einen deutlichen Parallelismus erkennen lassen. Die innere Struktur der Wälle stellt sie als ein chaotisches Haufwerk von Gesteinsfragmenten dar, die in einem lehmigen, feldspatreichen, hauptsächlich aus zerriebenem Granit gebildeten Sande eingebettet liegen. Von Schichtung oder Struktur überhaupt zeigt sich keine Spur. Gesteinsstücke von Nufs- bis Kopfgröße, ja mitunter meterhohe Blöcke liegen ohne jede Ordnung neben- und übereinander, zum Teil in aufrechter oder schräger Lage, wie sie dieselbe, durch Wasser transportiert, nicht wohl hätten annehmen können. Bemerkenswert ist auch die wenig gerundete, unregelmäßige Form vieler Fragmente, die fast durchgehends scharfkantig und eckig sind. Das Material der Trümmer ist ein sehr buntes und bietet eine Mustersammlung sämtlicher im Bereiche des obern Thales vorkommenden Granit- und Hornfelsabänderungen.“

In den Moränen wurden geglättete und geritzte Gesteine entdeckt, aber keine Gletscherschliffe an den Thalgehängen nachgewiesen. Vom Oderthale, dessen Glazialspuren „der postglazialen Erosion vollständig zum Opfer gefallen sind“, sagt Kayser, „dass die Schliffe am anstehenden Fels jedenfalls infolge der starken Verwitterung der Gesteine im Harze zerstört wurden“.

Wenn Partsch bei dieser Schilderung äußert, dass er dadurch lebhaft an die Moränenlandschaft des Lomnitzer Gebietes erinnert wird, so vermögen wir nicht minder zu behaupten, dass man in den Harzgletschern ein Gegenbild zu denen des Böhmerwaldes zu erblicken hat, nur sind erstere, wenn auch in kleinern Rahmen gefasst, in ihren Zügen deutlicher, markanter gezeichnet; die Wallform insbesondere ist nach unsern Beobachtungen im Böhmerwalde nicht entfernt so deutlich und in ihrem Gletscherursprung so erkennbar. Aber die allgemeinen Züge sind ganz ähnlich denen im Böhmerwalde.

Diese fremden Notizen und meine angeführten Beobachtungen gestatten wohl, auszusprechen, dass die Blockansammlung in den Flusstälern des Böhmerwaldes, wenn nicht als direkte, doch als indirekte, als Glazialbeweise dann angerufen werden dürfen, wenn sie anderweitig noch

<sup>1)</sup> Über Gletscherspuren im Harze. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1868, S. 156.

<sup>2)</sup> Zeitschrift der deutschen Geologischen Gesellschaft, XXXIII, 1881, S. 708.

<sup>3)</sup> Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin 1881, S. 345.

durch unzweifelhafte Gletscherspuren, durch benachbarte Gletscherschliffe &c. gestützt werden.

#### f) Blockmeere.

Hierher gehört noch eine besondere Form der Blockanhäufung, wie sie schon in den soeben erwähnten literarischen Notizen angedeutet werden, die Blockmeere. Sie sind vor allem dem Urgebirge eigen und nehmen heute die Region der Schneelinie in den Alpen ein. Sie sind dasselbe, sagt Heim<sup>1)</sup>, was die Karrenbildung für die Kalk-

<sup>1)</sup> Über Karrenfelder. Jahrbuch des Schweizer Alpenklub, 13. Jahrg., 1878, S. 433.

alpen. Die Karren kommen hart an der Schneegrenze vor, und wenn sie sich in tiefen Thalregionen finden, so beweisen sie eine einstens tiefere Schneelinie. Die Blockmeere des Böhmerwaldes, ganz denen des Schwarzwaldes und Wasgau gleich, finden sich heute in Tiefen, die mit dem üppigsten Pflanzenwuchs ausgezeichnet sind, der gegenwärtig nie eine solche Blockmeerbildung zulassen kann. Ihre tiefe Lage, oft bis zur Thalsohle, bekundet eine tiefe Schneelinie, sie sind Zeugen der Eiszeit.

Von Riesentöpfen erhielt ich nirgends Kunde.

## IV. Innere Glazialspuren.

### a) Regengletscher.

In dem Thale von Regen bis Zwiesel glaubte ich mehrmals eine starke Häufung von wirklich großen Blöcken, ebenso moränenartige Ablagerungen über dem gegenwärtigen Niveau des Regen zu erkennen, doch in höchst unsicherer Art. Ganz anders aber in dem weiten Becken von Zwiesel. Am Eingange, beziehungsweise Ausgange des Beckens ist einer jener dem Böhmerwalde eigentümlichen Gletscherschliffe, eine Fläche mit 20 qm, die auf den ersten Blick als vorzüglich geglättet sich zeigt, aber der entschiedenen Schrammen entbehrt. Über demselben ist Lehm und schlecht gerolltes Gneismaterial gelagert. Wer die wild zerrissenen Felsflächen des Regenthales von Cham aufwärts bis Zwiesel beachtet, den wird diese Fläche als ungemein hervorstechend zur besondern Aufmerksamkeit veranlassen. Ein zweiter Besuch, den ich dem Schlicke machte, konnte meine erste Meinung von ihm nur bestärken. Die Lage ist zur Bildung eines Schlickes ganz vorzüglich; das Zwieselbecken schließt an dieser Stelle ab, und der ehemalige Gletscher hatte, im Falle er sich noch tiefer abwärts bewegte, ein ganz enges Thal zu passieren.

Rings um Zwiesel bis zu einer Höhe, die mit 30 m wohl das Maximum erreicht haben dürfte, sind in reichster Zahl halb, ganz oder gar nicht gerundete Blöcke abgelagert, die unmöglich samt und sonders Auswitterungsprodukte sein können. Oberhalb Zwiesel, im Thale des kleinen Regen, der etwa 1 m Tiefe hat (Sommer 1882) liegt am Rande des Wassers ein Block von etwa 15—20 cbm; er ist offenbar transportiert, denn ringsum ist mehrere Kilometer weit kein Abfall denkbar. Daß der schwache kleine Regen ihn nicht transportierte, ist sicher, und so nehme ich bestimmt an, daß man hierin einen echten Findling zu erkennen hat.

In dem engen Thal von Zwiesel nach dem Stubenbacher See, also im Thale des Baches von Stubenbach (nicht zu verwechseln mit dem Seebache, der der Wotawa angehört), im Gebiete des kleinen und großen Regen, in der Flanz zeigen sich überall die erwähnten Erscheinungen.

Der Moränenablagerung am Ausgange der beiden Arberseen wird noch gedacht; bez. der am Kleinen Arbersee wurde bereits gedacht.

### b) Moldaugletscher.

Der Hauptfluß des Waldgebirges hatte\* auch einen bedeutenden Gletscher einstens in sich gefaßt, reicher als in manch anderm Thale wurden die Glazialspuren bewahrt.

Nicht jeden Quellarm besuchte ich, aber in denen ich war, begegnete ich stets entschiedenen Glazialspuren. Die ersten Anzeichen fand ich im Schweizerbache, auf dem Wege von Firmiansreit nach Kuschwarda. Fehlen auch den Blöcken die Schrammen, so lassen doch mit großer Sicherheit die frischen Flächen, ihre Scharfrandigkeit, ihre merkwürdige Häufung im Thale, das Hinanreichen der Thalsohle bis zu 1100 m auf eine Glazialspur schließen. Das ganze Längenthal ist ausgezeichnet durch eine wahre Fülle von Rücken, die alle im Mittel 1000 m Höhe haben. Gegen den Filz von Kuschwarda hin werden die Spuren seltener, bis sie endlich ganz verschwinden. Östlich von Kuschwarda liegen Blöcke in reicher Zahl, die augenscheinlich dorthin geschleppt wurden.

Die Kalte Moldau, die ein so reich verzweigtes Quellgebiet sich dienstbar gemacht, habe ich nur flüchtig besuchen können, und ich vermag darüber nichts zu berichten. Am großartigsten im ganzen Böhmerwalde sind die Gletscherspuren in der Warmen Moldau. Anfangs befremdet es in der Kleinen oder Warmen Moldau sehr, von einstigem

Gletscherdasein auch nicht eine Spur zu finden, besonders deshalb, weil alle Verhältnisse hierzu gegeben sind. Doch möchte derselbe Umstand schuld sein, den ich auch anderwärts hierfür ansprechen muß; die Kleine Moldau hat von der Tafelbergerschwelle an ein nahezu 1 km breites Becken, das, einstens mit Wasser ausgefüllt, nunmehr ganz verfilzt ist und den Schutt verschlang. Sobald aber die Enge beginnt, begegnet man einer geradezu typischen Moränenform des Waldes. Eine Unmasse von Blöcken sind an den Abhang hingestreut. Anfangs beachtete ich sie wenig, aber es wurden diese förmlichen Blockwälle bald so auffallend, daß sie alle Aufmerksamkeit beanspruchten. Sie reichen nach aufwärts etwa 50—60 m und liegen derart über- und aufeinander, daß an ein Auswittern absolut nicht zu denken ist. Mit solcher Annahme würde es unerklärlich sein, daß sich feine und rauhe Gneise, gewunden-schieferige und wagrecht-schieferige in so bunter Menge viel Tausend an der Zahl beisammen finden könnten. Kleingerölle entdeckte ich nicht; die ganze Blockmoräne ist derart mit Unkraut bewachsen, daß ein Studium des Untergrundes nicht möglich war. Plötzlich gegen den Mittagsberg hört sie auf. Der Gletscher wurde wahrscheinlich gezwungen, bei der rasch eintretenden starken Verengung und Biegung des Thales sich anzustauen und seiner Last zu entledigen. An selber Stelle trat auch der größere Gletscher des großen Moldaumes heraus und mußte den Austritt des eben besprochenen Gletschers hemmen.

Die Moräne ist am rechten Thalufer abgelagert worden; das linke zu begehen, verwehrt mir die Moldau und das dichte Gehölz. Nun aber häufen sich die Spuren in hervorragender Art. Von Ferchenhaid an (weiter hinauf drang ich nicht) sind beide Uferflanken der Warmen Moldau übersät von häufig ortsfremden Blöcken. Zu meiner größten Freude fand ich einen Block, der vortrefflich geritzt war. Neben ihm lag ein zweiter. Beide sind so auffallend, daß ein bloßes Vorbeigehen genügt, um augenblicklich die interessanten Furchen zu sehen und bei längerem Betrachten von ihrem glazialen Ursprung überzeugt zu werden. Es ist sicher nicht unerlaubt, dieser gewichtigen Zeugen eines alten Gletschers wegen, auch die ganze Nachbarschaft von Blöcken, gleich ihnen, als erratisch anzusprechen. Außerhalb Ferchenhaid begegnete ich einer Blockablagerung in Lehm eingehüllt, die ohne viel Zwang als Moräne gedeutet werden kann. Gletscherschliffe konnte ich nirgends entdecken.

Die großartige Blockzerstreuung, die Hochstetter im Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt ausführlich beschreibt, wobei er die Blöcke weniger ausgewittert als disloziert sein läßt, reicht bis gegen Schattawa hinunter. Unausgesetzt kann man grobkörnige, feinkörnige, glimmerreiche Gneise

in buntem Gemenge verfolgen; was man anstehend findet, ist gewundener Schiefergneis. Selten ist ein Thal so überreich von Blöcken besetzt, wie die Moldaupartie von Ferchenhaid bis Mehregarten.

Über die Dicke des Gletschers ist etwas Bestimmtes sehr schwer zu sagen; 50—60 m dürften eher zu niedrig, als zu hoch gegriffen sein.

#### c) Wotawagletscher.

Nächst Regen und Moldau berechtigt kein andres Thal zur Annahme eines nicht unbedeutenden Gletschers so sehr, als das der Wotawa. Das zahlreiche Quellengeäste greift in die höchsten Regionen hinauf, umklammert ein umfangreiches Plateau und somit ein einstig beträchtliches Firnterritorium. Dafür sind aber auch in keinem Thale die Gletscherrücklässe so deutlich als in dem der Wotawa.

Sehr gespannt betrat ich den Flußabschnitt von Raby, der eine Kalkformation in sich birgt, auf der die erratischen Spuren sehr kenntlich sich abheben würden; aber nicht die allergeringste Spur fand ich. Auch die Wotawa ist an dieser Stelle vollkommen blockleer. Bis in die Ebene von Schüttenhofen hinein ist das Thal wie ausgekehrt, dann aber hebt an den flachen Ufern das einstens goldbergende Gerölle an, von dem ich überzeugt bin, daß man es in Konnex mit den Glazialerscheinungen zu bringen vermag.

Unmittelbar ober- und unterhalb Schüttenhofen ist diese große Geröllmasse abgelagert und reicht aufwärts bis Annathal. Das Korn ist von verschiedener Größe, eigentliche Blockbildungen treten nicht auf, doch sind Großsteine von nahe einem halben Meter Durchmesser nicht selten.

Über die Thalsohle erhoben sich die Schuttmassen nicht viel, wenigstens vermochte ich solches nicht zu beobachten. Ich brauche kaum zu bemerken, daß geritzte Gerölle vergebens darin gesucht wurden. Da ihnen jede Lehmspur fehlt, so entbehren sie auch jeder Verkittung, der massenhafte Quarzsand ist von Auflösung noch unendlich weit entfernt. Das Geröll möchte ich in erster Linie auf das Wasser hinweisen, das zu seiner Bildung thätig war; aber die starke Anhäufung, die ziemlich abgeschlossene Lozierung, die unverhältnismäßig großen Formen des Gerölles sind ohne Zweifel in Zusammenhang mit dem einstigen Wotawagletscher zu bringen, der höchst wahrscheinlich oberhalb Schüttenhofen stehen blieb. Wir dürfen annehmen, daß der Wotawagletscher ein nicht unbedeutender war und mehr als ein anderer sich befähigt zeigen mußte, ein reiches Grundmoränenmaterial zu liefern. Einige Kilometer oberhalb Schüttenhofen treten diese Erscheinungen klarer zu Tage. Bald außerhalb Annathal stößt man auf höchst merkwürdige Thatfachen. Etwa 3 m über dem gegenwärtigen Wasserspiegel ist am linken Ufer ein wahrhaft großartiges Geröllfeld gelagert. In

ganz allmählicher Steigung lehnt es sich an das linke Hochufer an. Die starke Bewaldung verhindert die genaue Darlegung des Feldes. Seine Breite maß ich zu 130 m. Als ich auf beschwerlichen Wegen das Gebiet betrat, erkannte ich an den zahllosen aufgeworfenen Hügeln, daß ich wieder in ein früheres Feld für Goldwäschereien geraten war. Seitdem es verlassen ist, haben einzelne seitlich einmündende Bäche die Verwirrung noch vermehrt. Die Länge ist eine ziemlich beträchtliche und füllt einen großen Raum zwischen Schräbersdorf und Boysko aus. Der Schutt nähert sich entschieden mehr einer glazialen Ablagerung als einer solchen der Wotawa. Die Tiefe der Gruben mag oft 5—6 m betragen, doch bezweifle ich, ob damit schon Felsen Grund erreicht ist. Die ursprüngliche Struktur kann nicht mehr nachgewiesen werden, da das Terrain zu stark durchwühlt wurde. Sah ich doch mehrere Haufen, ausschließlich Blöcke, von vielleicht 8 m Höhe und 15 m Länge, die weiter nichts sind, als das gröbste Material, das die Goldwäscher zur Seite warfen. Ohne Zweifel muß man sich die ursprüngliche Struktur dieses großen Feldes als schlecht geschichtet und bezüglich des Kornes höchst ungleich denken; es kommt das kleinste Gerölle neben den größten Blöcken vor. Von Wichtigkeit ist aber der Ort dieser Ablagerung. Während im ebenen Terrain von Schüttenhofen die Möglichkeit einer Flußanschüttung höchst wahrscheinlich ist, da ja jeder Fluß stets da Geröllbildungen veranlaßt, wo plötzlich sein Gefälle sich vermindert — und an den müden Flanken sein Material sich absetzt —, so ist hier davon keine Rede. Das ganze große Gerölllager ist in eine Enge geklemmt unmittelbar am Anfange einer Erweiterung des Thales, und der Fluß konnte nie genötigt sein, eine solche Ablagerung am Orte seiner stärksten Erosion zu veranlassen oder gar auch noch zu fördern. Das Ganze trägt den unverkennbaren Typus einer Moräne, die namentlich dem Grunde des Gletschers entstammen möchte. In Thälern, wo der Gletscher keine große Mächtigkeit entwickelte, fehlen diese erstaunlichen Anhäufungen vollständig, und doch hat man ein stark erodiertes, mit ähnlicher Wasserfülle ausgestattetes Thal vor sich. Wenn also diese Geröllmassen einzig an Flußerosion zu knüpfen wären, so müßten sie ganz besonders an den bayrischen Flüssen auftreten; aber sie fehlen. Es möge nochmals betont werden, daß die Flußgerölle, die ausschließlich der Erosion des Wassers zuzuschreiben sind, sich einzig nur auf das unmittelbare Flußbett beschränken, nie, weder vereinzelt noch in Massen, meterhoch über der gegenwärtigen Sohle getroffen werden. Aber hier fand ich in unmittelbarer Nähe, etwa 9 m über der Wotawa, auf einem offenbar abgerundeten Gneißrücken ein einzelnes Rollsteinchen in den Gneiß hineingedrückt. Dieser scheinbar so kleine, unbedeutende Umstand möchte

doch ein recht redendes Zeugnis dafür abgeben, daß über den Rundbuckel einstens ein Gletscher ging, der durch seinen Druck den Rollstein in den Gneiß förmlich hineinprefste, eine Leistung, die natürlich das Wasser nie zu stande bringen kann. Unterhalb der besprochenen Geröllansammlung ist ein noch sprechenderer Beweis einstiger Gletscheranwesenheit durch einen Gletscherschliff gegeben. Eine schönere Erscheinung kann man sich nicht wünschen, als sie für ehemalige Glazialthätigkeit bei Neustadl ein Seitenthälchen bietet, dessen Wurzeln zum Komplex des St. Gunthers- und des Kiesleitenbergs, somit auf über 1000 m Höhe zurückgreifen. Ich zählte auf einer Anhöhe von etwa 30 m über dem Wotawathale 12 Blöcke sehr feinkörniger Granite (sie werden als Steinmetzmaterial verarbeitet), die auf den auslaufenden Schichtenköpfen eines von den Findlingen durch seine sehr schiefrige Struktur abstechenden glimmerreichen Gneißes ruhen. Zum Überflus fehlen Lehm bildungen und Kleingerölle nicht. Wessen Auge einigermaßen geübt ist für Glazialerscheinungen des Böhmerwaldes, erkennt in diesen Blöcken seltene, aber ebenso entschieden sprechende Beweise für eine einstige Vergletscherung der Gegend. Gleich daneben aber, genau an der Stelle, wo das Thal des Wiesenbaches in das Wotawathal einmündet, sind die Schieferschichten auffallend geglättet und abgerundet. Nur bis zu einer gewissen Höhe oberhalb ist das Gestein, seiner Natur entsprechend, schiefrig, zerbröckelt und zerrissen, was die Glätte nur noch stärker hervorhebt. Die starke Rundung der Schichtenköpfe (gegen alle Natur ihrer Verwitterung) läßt an dieser Stelle einen der schönsten Gletscherschliffe erkennen, die der Wald hat. Der Schliff muß bis vor verhältnismäßig kurzer Zeit noch mit Schutt bedeckt gewesen sein, denn anders wäre diese Frische kaum zu denken. Aber deutliche Kritze konnte ich trotz alles Suchens nicht entdecken. Da und dort glaubte ich einen Ansatz hierzu zu erkennen, doch stehe ich hierfür nicht ein. An den Wänden von Neustadl abwärts sind noch manche Gneißflächen vortrefflich abgeschliffen, und ich säume nicht, sie auch ohne Schrammen einzig als Gletscherwirkung zu deuten.

Wenn nun ringsum um unser besprochenes Gerölllager die unzweifelhaftesten Beweise dafür sprechen, daß ein Wotawagletscher noch weit über dasselbe hinausging, und da in der Ablagerung selbst, die nur einer gewaltsamen, daher nicht gut denkbaren Flußerosion zugeschrieben werden könnte, viele Andeutungen hierfür sprechen, so drängt sich mir die Überzeugung auf, daß dieser massenhafte Block- und Geröllschutt in erster Linie dem Wotawagletscher zugeschrieben werden muß, der ihm, wie die Form des ganzen Gerölles darlegt, als Grundmoräne hier liegen ließ. Es ist nicht abzuweisen, daß nachträglich, nament-

lich nachdem der zurückweichende Gletscher auch hier einmal sein Gletscherthor mit den reichlich schmelzenden Wassern haben mußte — eine teilweise Umbildung durch Wasser keineswegs ausgeschlossen ist; namentlich gilt dies von der Schuttmasse ober- und unterhalb Schüttenhofen. Dort sind unverkennbar Gewässer thätig gewesen, welche die Grundmoräne des Wotawagletschers umformten und zerstörten. Die Gerölle aber gehören ursprünglich der glazialen Epoche der Thalaufschüttung an. Demnach mußte die populäre Anschauung und Meinung, als seien die „Seifenhügel“ ausschließlich durch Flußerosion entstanden, verneint werden. Für das Wotawathal habe ich die Überzeugung, daß das Wasser weniger als das Eis den Goldreichtum des einst so berühmten Thales herbeischleppen half. Ja gerade den Umstand, daß das in ungemein kleinen Blättchen und Körnchen im Schutt enthaltene Gold so hoch oben im Wotawathal gefunden wurde, benutze ich als einen Beweis dafür, daß diese großen Schuttniederlagen anfänglich mit der Flußerosion nichts zu thun haben konnten. Der Schutt liegt einige Meter über der gegenwärtigen Thalsohle, seit der Eiszeit hat sich unter keinen Verhältnissen das Bett so bedeutend vertieft, es ist zweifellos präglazial, ganz so, wie auch alle größern Alpenthäler bis zur heutigen Sohle bereits eingetieft waren; es kann also die Wotawa den Schutt auf eine solche Höhe gar nicht gebracht haben, es muß hierbei ein Gletscher zuhilfe gerufen werden.

Wer einem Gebirgsfluß, der Schluchten zu passieren, über steiles Gefälle zu stürzen hat, Aufmerksamkeit schenkt, dem wird nicht verborgen bleiben, daß er in seinen höhern Partien zur Bildung von Sandbänken nicht im geringsten geeignet ist; er wird nicht im stande sein, an den Seiten oder inselartig in der Mitte Sandbänke zurückzulassen, und an diese knüpft sich ja fast ausschließlich das Waschgold. Dieser Fall ist aber im engen, oft schluchtenartigen Wotawathal mehrmals vorhanden. Enorme Mengen Sandes legen sich mitten ins Thal und veranlassen die Wotawa zu Ausbiegungen.

Auch Südbayern hatte Goldwäschereien, gewöhnlich in sehr mäßiger Entfernung vom Gebirge. Dem entsprechend könnte man im Thale der Wotawa erst tief unten im niedergelegten Sande Gold entdecken, und es ist deshalb auch nichts Auffälliges, wenn Goldwäschereien weit hinunter angetroffen werden; auffallend ist nur, daß sie so hoch oben im Gebirge im schluchtenartigen Thale sich ansiedeln konnten, wo der Fluß brausend und schäumend die Engen passiert. Es liegt näher, für diese Ablagerungen eine Kraft eintreten zu lassen, die ruhiger diese Arbeit vollzieht und das Material an Lokalitäten absetzt, die vom Wasser nachträglich nicht mehr erreicht wurden. Das langsam sich bewegende, alle Thalnischen und -vorsprünge berührende

Eis zerrieb ein bedeutendes Gneißmaterial und legte es als eckige Sande ruhig nieder, und so vermochte das kleinste Sandkorn und Goldblättchen neben dem mächtigsten Findling sich zu lagern. Diese große Verschiedenheit des Kornes, die erstaunliche Mächtigkeit und die ungewöhnliche Lage des Geröllmaterials, die schlechten Beziehungen, die zwischen den allerorts bekannten Flusanhäufungen und diesen Vorkommnissen sich ergeben, sprechen mit aller Bestimmtheit für eine glaziale Geröllanhäufung.

Fast in jedem Werke, das sich mit den böhmischen Goldwäschereien beschäftigt, wird dem Gedanken Ausdruck verliehen, daß für Böhmen das goldene Zeitalter wiederkomme, wenn den Flüssen eine, natürlich enorme Frist zur Goldansammlung gewährt wird. Vielleicht vermöchte das nur eine wiederkehrende Eiszeit zu leisten. Das Sandmaterial, das gegenwärtig die Flüsse herunterschleppen, ist unendlich gering und gewährt innerhalb des Gebirges absolut keine Aussicht, eine solche Fülle von Material anzuhäufen. Dabei ist zu erwägen, daß das ganze Quellgebiet mit dichtem Walde und meterhohem Humus bedeckt ist, so daß eine Abfuhr des etwa ausgewitterten Goldes nicht einmal stattfinden kann. Wie ganz anders beim Gletscher, der Gelegenheit hatte, ein Gebiet von über 200 qkm abzuschürfen, von den oberflächlich verwitterten Splintern zu reinigen und die Goldsande in der angehäuften Grundmoräne abzulagern.

Doch muß ich der etwa entstehenden Meinung entgegen treten, als sei das böhmische Gold hervorragend an die Grundmoränen geknüpft. Wenn auch das Wotawathal ganz besonders reich an Goldmühlen war — standen doch in der Umgebung von Reichenstein allein unter König Johann von Luxemburg an 300 Goldmühlen in Betrieb<sup>1)</sup> —, so finden sich doch viele weit außerhalb des glazialen Gebietes; die hervorragendsten Städte des Prachiner Kreises verdanken zumeist den reichen Goldwäschen ihre Entstehung, so Pisek, Schüttenhofen, Horazdiowitz, Strakonitz und Wodnian<sup>2)</sup>.

Im südbayrischen Territorium einstiger Gletscher waren die Goldwäschereien vorzugsweise außerhalb und weitab von der Moränegrenze an der untern Isar und dem untern Inn im Gange. Aber gerade das Isargold ist der sprechendste Beweis, wie Glazialablagerung, Diluvium und goldführende Sande im Zusammenhang stehen. Die Isar hat in dem Maße mehr Goldgehalt, als sie von den Zentralalpen während der Glazialzeit mit kristallinischem, insbesondere quarzhaltigem Gesteine bedacht wurde. Wenn daher Dr. Geist-

<sup>1)</sup> Albinus. Meißnische Bergechronica, 1590, S. 63.

<sup>2)</sup> Pleithner, Geschichte der böhmischen und mährischen Bergwerke, 1780, SS. 130. 241. 249 ff.

beck<sup>1)</sup> es sehr bemerklich findet, daß der Lech fast gar kein Gold liefert, der Inn die Isar in den letzten Jahren weit übertraf, so hängt das aufs innigste mit gegebenen Verhältnissen zusammen. Der Lechgletscher erhielt das allergeringste Material aus den Zentralalpen, mehr die Isar, die aber bald mit dem Goldvorrat zu Ende war, und noch mehr der Inn, der heute noch eine stete Zufuhr aus den Zentralalpen erhält und heute noch Gold enthält. Daß die Goldwäschereien recht innig mit den Moränen in Verbindung stehen, erhellt am besten daraus, daß aus dem Moränenflüßchen, der Windach, einem Zuflusse der Amper, nach ihrem Austritte aus dem Ammersee Gold gewaschen wurde<sup>2)</sup>.

Wir dürfen sicher annehmen, daß außer Salzach und Inn kein südbayrischer Fluß ohne vorhergegangene Eiszeit Gold in sich hätte aufnehmen können<sup>3)</sup>. Im reichern Böhmerwalde wäre allerdings auch ohne Gletscher goldführender Sand in den Flußthälern; aber sehr fraglich ist es, ob er sich so hoch im Gebirge abgelagert hätte, wie es thatsächlich geschah. Da ferner die Menge des Goldes mit der Menge des Gerölles zunehmen muß, so kann man von der Wotawa sagen, daß ihr Geröll- und damit ihr Goldreichtum weniger ihr, als dem Gletscher zuzuschreiben ist, der überall den Fluß an Geröllproduktion übertrifft, und namentlich durch Abschürfen eines großen Terrains besonders geeigenschaftet war, ungleich mehr als die Flüsse Gold zu führen.

Es erübrigt noch, die unzweifelhaften Gletscherspuren, die mir der Wotawa aufwärts begegneten, zu notieren. Im Thale des Weisenbach, dessen Wurzel etwa auf 1000 m hinauf sich erstreckt, erkannte ich Gletscherspuren, so daß neuerdings auf eine Firnlinie von 1000 m Höhe hingewiesen ist.

Eine der schönsten Moränen ist aber jene oberhalb Unterreichenstein. Sie enthält Tausende größtenteils gerundete, transportierte Blöcke, die in massenhaften Lehm eingebettet in ihrer Lage von 8 m über der Wotawa nie von deren Wasser erreicht wurden. Sie ist die größte Moräne, die ich im ganzen Walde sah, und von ihr allein kann man sagen, daß auch ihr Wallcharakter als ein Zeichen glazialen Ursprungs angezogen werden kann. Der ganzen Anlage nach kann sie als Seitenmoräne betrachtet werden. Von Auswitterung ist keine Spur zu erkennen, die körnigen Gneisse heben sich von ihrer Unterlage, die mehr Glimmerschiefer als Gneiß ist, wesentlich ab. Die

<sup>1)</sup> Geistbeck, Alois. Die Goldwäschereien an den südbayrischen Flüssen. Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft in München, 1880.

<sup>2)</sup> Oberbayrisches Archiv für vaterländische Geschichte, VII, 358.

<sup>3)</sup> Man liest da und dort, daß das Gold der Molasse entstamme, in die die Flüsse einschneiden. Da eine große Zahl Flüsse, die in der Molasse fließen, kein Gold führen, sondern nur jene, die in Molasse gebettet sind und zugleich Urgestein haben, so ist das Gold wohl nur im Urgestein zu suchen.

Bayberger, Böhmerwald.

Höhe der Moräne maß ich zu etwa 6 m, ihre Länge zu 130 m; da an gleicher Stelle auch das Flußbett der Wotawa stark mit Blöcken besetzt ist, so bin ich überzeugt, daß die Seitenmoräne ursprünglich tiefer ins Thal hinabreichte, aber in Berührung mit der Wotawa teilweise zerstört wurde. Daneben ist ein Felssturz, der recht deutlich sagt, daß im Walde Moräne und Felsrutschungen nie verwechselt werden können.

Die Quellbäche verfolgte ich nicht mehr. Im Wotawathale ist mir nirgends aufgefallen, daß ein starker Zwischenraum in den Glazialablagerungen vorhanden wäre.

#### d) Wollinkagletscher.

Kein Thal betrat ich mit größerer Spannung als das der Wollinka, denn durch die geringe Anteilnahme der Quellen an den Hochplateaus kann man auf geringe Firnentwicklung für einen Wollinkagletscher schließen. Wenn sich ein solcher derart ausbilden konnte, daß seine einstige Anwesenheit heute noch bemerkbar ist, so mußte vor allem vom Terrain des Kubany die Entwicklung ausgehen.

Ich wanderte von Strakonitz bis zu den Quellen der Wollinka hinauf.

Bei Nischowitz treten die ersten größern Moränen auf. Schon ihr Äußeres macht sich im veränderten Thale erkenntlich. Das Wollinkathal ist bis dorthin auffallend kahl und trocken; bei Nischowitz sind die Abhänge bekleidet mit reichlichem Schutte, der 20—25 m über dem Spiegel des Flusses sein oberes Ende erreicht. Am rechten Thalgehänge begegneten mir wiederholt verhältnismäßig stark entwickelte Seitenmoränen mit dem charakteristischen Inhalte. Etwa 1—2 km dauern diese Spuren, dann hören sie wieder auf, wenigstens konnte ich viele Kilometer aufwärts nichts mehr entdecken. Möglich, daß in der moorigen Ebene von Ckin die Reste verloren gingen. Eine kleine tiefschluchtige Strecke zwischen Molenitz und Elowitz habe ich nicht passiert. Wenn auch hier nichts vorhanden ist, was in so enger Schlucht nicht unmöglich, so kann man eine Unterbrechung von etwa 12 km annehmen, bis wieder deutliche Moränen im Wollinkathal erscheinen. Von Ckin aufwärts bis Winterberg habe ich Beobachtungen, wie unweit Nischowitz, nicht wieder machen können. Aber in der unmittelbaren Umgebung von Winterberg, hoch hinauf an den Flanken der Wollinka sind reichliche Spuren eines einstigen Gletschers zu entdecken, und zwar zu einer ganz bedeutenden Höhe, vielleicht an 80 m. Das Kleingeröll ist sehr spärlich, überreich aber lagern die Blöcke an den Gehängen. Schwierig wird die Sache dadurch, daß man bereits wieder in jenem Reviere ist, wo das Kleingerölle gänzlich aufhört, und die vorhandenen Blöcke nicht un schwer auch als ausgewittert betrachtet werden können.

Aber nicht alle; auch hier kann ich nur sagen, daß die Art der Lage eines Blockes, seine äußere Erscheinung, ob mit frischen Flächen oder nicht ausgestattet, seine Größe und etwaige Rundung einzig und allein einen vorsichtigen Schluß auf seinen glazialen Ursprung gestattet. Das immer von jedem einzelnen Block anzugeben, kann nicht wohl geschehen.

Neben dem Ilzthale hat das Wollinkathal wohl die spärlichsten Reste, die als unbestritten glazial gedeutet werden müßten; nicht ein einziger Gletscherschliff ist mir trotz der vielen Steilwände des Thales zu Gesicht gekommen.

#### e) Angelbachgletscher.

Unter allen böhmischen Thälern sind die Gletschererscheinungen im Angelbachthale am schwierigsten zu studieren.

Auf einer Höhe von 1300 m entspringend, erreicht es nach verhältnismäßig kurzem Laufe die Tiefe von 350 m, das Quellgebiet ist das abschüssigste von allen; es steht zur Größe des Thales in gar keinem Verhältnisse. Die geringe Quellbildung läßt auch auf eine nicht allzu mächtige Firnentwicklung schließen, und so überrascht es, dennoch Spuren einer Gletscherentwicklung von erstaunlicher Entfaltung verfolgen zu können.

Gern nehme ich hier die Gelegenheit wahr, Herrn Pascher, Oberingenieur der Pilsen—Priesener Bahn, meinen freundlichsten Dank dafür auszusprechen, daß ich durch sein bereitetes Entgegenkommen auf eine Anzahl Spuren einstiger Gletscheranwesenheit, die ihm bei seinen Studien über die Bahnlinie Pilsen—Eisenstein auffielen, aufmerksam gemacht wurde. Wir besuchten eine Anzahl Stellen, die durch reiche Blockablagerungen ausgezeichnet waren. Eine solche Halde sahen wir zwischen Eisenstraße und Grün, und sie verdient deshalb unsere Aufmerksamkeit, weil sie aus sehr mächtigen, ganz eckigen Blöcken, tief im Lehme steckend, oberflächlich zersplittert und öfters an den Seiten abgewetzt, besteht. Sie sind gerollt, ein mittelmäßig großer Stein ist abgerundet, doch liegt Kleingerölle darunter.

Der Ursprung dieses Gesteins (Granitporphyr) ist eine Spitze in der Gegend des Buckelberges und mehrere Kilometer von unserer Halde entfernt. Die Höhe über dem Angelthale mag an 60—70 m betragen. Wassertransport ist völlig ausgeschlossen. Dem Thal entlang begegneten uns diese Blöcke immer wieder.

Die zweite Halde bei Grün zeigt dieselben Verhältnisse. Wie der Anschnitt durch die Bahn so schön darlegt, findet man diese Blöcke tief in Lehm eingebettet, sie sind seitlich angereicht und in sehr mannigfaltiger Lagerung.

In diesem Thale erhielt sich ein ausgezeichneter Glet-

cherschliff. Durch den Bahnbau wurde ein Rücken seines Schuttes entledigt, und es zeigte sich unverkennbar die Form eines Rundhöckers mit ausgesprochener Stofs- und Leeseite. In dem leicht zerbrechlichen und leicht verwitterbaren Glimmerschiefer ist eine solch ebene Fläche gegen die Schichtenköpfe eine seltene Erscheinung.

Sie ist vollständig geglättet; einige Quarzadern von unbedeutender Mächtigkeit treten etwas erhaben, aber ganz abgerundet hervor, während der weichere Schiefer mit erkenntlichen Kritzen versehen ist.

Von Grün an erweitert sich das Thal, um bei Neuern ein ebenes Becken zu bilden. Ich machte hier, wie im Regen- und Ilzthale dieselben Erfahrungen: auf den Terrassen des Baches und im Bette reihen sich unausgesetzt die größten Blöcke, ebenso stecken sie im Sumpfe und in den Wiesen. Der Gletscher blieb vor Neuern keineswegs stehen, er ging darüber hinaus und hat zu neuem Vorstöße höchst wahrscheinlich neue Nahrung aus dem Thale des Dornstadtbaches, dessen Anteilnahme seiner 1200 m hoch liegenden Quellen am Firngebiet sehr möglich ist, erhalten.

Trotzdem die Gehänge des Thals der Angel rechts und links zurückweichen, hören die Blöcke nicht auf; damit erweisen sie sich immer klarer als Findlinge, und da mir außerhalb Neuern noch Hunderte von Glimmerschiefern, dem Osser entstammend, begegneten, so kann nur von erratischen Blöcken die Rede sein. Hornblende und Schieferplatten sind zahlreich vertreten. Kleingerölle mit Scheuersteinen sah ich nicht. Das überrascht aber keineswegs, denn das ganze Terrain ist vielfach vermoort und hat das etwaige Material nicht bewahrt. Von einer starken Entwicklung einer Grundmoräne möchte ich gerade in diesem Thale Abstand nehmen; einmal ist das Glimmerschiefermaterial das denkbar wenigst geeignete zur Bildung von Rollsteinen; dann erachte ich das stark erweiterte Terrain nur dazu angethan, den Gletscher zur Verbreiterung seiner Eismassen zu veranlassen, was gleichbedeutend einer Verminderung seiner Pressionskraft ist. Heute noch hat die Angel unter allen Böhmerwald-Flüssen das wenigste Gerölle. Aber ein Reichtum an Blöcken entwickelt sich in diesem Bache, der enorm genannt zu werden verdient. Da sie kilometerweit vom Ursprungsorte im Bache liegen, drängt sich die Wahrscheinlichkeit ihrer erratischen Natur von selbst auf; sie liegen in der weiten Ebene verborgen, werden von der Angel bloßgelegt und hören in dem Momente auf, auch im Angelbette zu fehlen, als man im ganzen Thale überhaupt Gletscherspuren vermuten kann.

Nur allgemein vermag ich zu sagen, daß in der Gegend von Neuern der Gletscher sein Ende erreicht haben wird.

## V. Äußere Glazialspuren.

## a) Ilzgletscher.

Trotzdem die Ilz mit ihren Quellarmen den Rachel und Lusen hinanreicht, vermochte ich außer den sehr schwachen Resten am Rachelsee, im obern Thale nichts aufzufinden, was als eine Moräne oder ein Schlift gedeutet werden dürfte. Dafs die Ilz in demselben Mafse in ihren obern Partien ebenfalls gleich den übrigen Quellen des hohen Gebirges vergletschert war, ist ohne jeden Zweifel. Der Rachelsee bürgt für diese Thatsache. Sehr merkwürdig ist es nun, dafs tief unten im Thale, sicherlich ohne jede Beziehung zu einer Firnlinie von 1000 oder 1100 m ganz entschiedene Anzeichen einstiger Vergletscherung erhalten sind. So ist bei Hals eine Fläche höchst auffallend geglättet, besonders herausgehoben durch die wild zerrissenen Steilgehänge der unmittelbarsten Nachbarschaft. Ich besuchte diese Fläche dreimal und ich kann nicht anders, als die etwas schräg aufwärts an einer Thalbiegung lozierte glatte Fläche als Gletscherarbeit zu deuten. Sie findet sich etwa 200 Schritte vom Triftdurchlafs abwärts, der Weg dazu ist ein aus den grössten Blöcken gebildeter Wall.

Es ist sicher, dafs man diesem „Gletscherschliffe“ in dieser Gegend die grössten Zweifel entgegensetzen wird, und man möchte in der That an irgend einen Zufall denken, dem diese etwa 4 qm grofse Fläche ihr Dasein verdankt, wenn nicht grofse Blockwälle in der Nähe und unzweifelhafte Moränenreste vom einstigen Dasein eines Gletschers sprechen würden.

Bei Watzmannsdorf ragt ein gewaltiger Stein über den Ilzspiegel, ohne irgend welche Anlehnung an eine Steilwand. Die Basis ist sehr breit, der über Wasser ragende Teil, der Kopf des Blockes und die Stofsseite sind stark erodiert und abgewaschen.

Es ist einer von den vielen tausend Blöcken, die natürlich nicht alle bezeichnet werden können. Nicht weit davon sind gut erhaltene Moränenreste, 15 m über der Ilz ist an einem Abhang von etwa 70 Grad reichlich Schutt angeheftet. Dafs man es hier mit echtem Glazialschutt zu thun hat, bezeugen geglättete Steine, Blöcke verschiedenen Kalibers und verschiedener Formation, einzelne tragen Spuren von Kritzen, das ganze ist eingehüllt in einen zähen lehmigen Schlamm. Wahrscheinlich hat man, wie die Anlage bezeugt, den Rest einer Moräne vor sich, die von einem Ende des Thales zum andern reichte; wenige Schritte aufwärts ist die Spur wieder verloren.

Hoch hinauf über das Thal konnte der Gletscher unmöglich gereicht haben, denn gleich über dem Thalhang verlieren sich die Spuren. Da ich im Ilzthale nirgends

einen Terrassenschutt nachzuweisen vermag — die steilen Wandungen können keinen bewahren —, so kann man mit voller Sicherheit bei solchen Ablagerungen auf Überreste von Moränen schliessen.

Ehe man nach Fürsteneck kommt, gerät man an eine grofse Gesellschaft von Blöcken in den verschiedensten Gröfsen, bezeichnend genug sind plattenförmige Gneifse aneinander gelehnt, ja teilweise aufeinander gelagert, ein Vorkommnis, das mit Wassertransport nichts zu thun hat. Die Blockgesellschaft liegt in einem Becken<sup>1)</sup>.

Bald oberhalb Fürsteneck, im Thal der grofsen Ohe, begegnete ich unweit der Schrottenbaumühle ebenfalls einem Rest ausgesprochener Moränen. Wenn auch spärlich, aber immerhin erkennbares geritztes Geröll war im Gemenge mit grofsen Blöcken im Lehme steckend zu beobachten; auch hier kann höchstens 15 m Mächtigkeit des Gletschers angenommen werden. Ich zählte etwa 8 Variationen von Gesteinen, soweit eine äufsere Beobachtung im Vorübergehen mafsgebend sein kann, Gneifse in mehreren Arten, Lagersyenit, Quarze; alles im Gemenge; die Blöcke sind halb oder gar nicht gerollt.

Oberhalb dieser Moräne auf dem Höhenrücken gegen Dittling hin konnte ich nichts Glaziales mehr beobachten.

Nur einmal noch begegnete ich der gleichen Erscheinung unweit einer Mühle im Reschwasserthale auf dem Wege von Grafenau nach Mauth. Es zeigten sich nur 10 m über dem Wasserspiegel echte Moränenspurten. Scheuersteine bekam ich keine zu Gesicht. Klein- und Grofsgerölle,

<sup>1)</sup> Ich hatte Gelegenheit in Fürsteneck in dieser Angelegenheit Erkundigungen einzuziehen. Es traf sich, dafs die beiden Herren Forstmeister von Passau und Freyung, die seit vielen Jahren in Triftanglegenheit ilzauf und -ab kamen und das Flüschen studieren konnten, meinerseits interpelliert wurden über Erosionskraft und Transportfähigkeit der Ilz. Übereinstimmend mit meinen Anschauungen wurde sie als ganz unbedeutend erklärt. Noch gab ich meiner Meinung über die Herkunft der Blöcke mit keinem Worte Ausdruck, als auf meine Frage wie die Anwesenheit von so viel tausend mächtigen Blöcken zu denken ist, zu meiner Überraschung kurz und bündig erklärt wurde: „diese kann nur ein Gletscher transportiert haben“. Hier wurde so leicht und mit voller Überzeugung ausgesprochen, was mir so schwer zu beweisen dünkt. Keineswegs möchte ich diese geäufserte Meinung als die kräftigste, oder als eine kräftige Stütze meiner Beweisführung betrachten, möchte sie aber dahin registrieren, dafs jeder aufmerksame Beobachter zwischen diesen Blockniederlagen und der Ilz keinen innern Zusammenhang erkennen kann, dafs sie eine abnorme Erscheinung sind, und mit den gewöhnlichen Verhältnissen unvereinbar, eine aufsergewöhnliche Transportkraft beanspruchen. Gleichviel ob es ein Gletscher, ob es Eisschollen waren, es genügt anzuerkennen, dafs sie durch die Ilz nie disloziert wurden. Die beiden Herren teilten mir mit, dafs sich nie beobachten läfst, dafs auch nur ein mäfsig grofser Block von Ort und Stelle verschoben worden wäre, ebenso ist ihnen kein einziger Fall bekannt, dafs die anstehenden Wände auch nur einen Block, geschweige diese Fülle geliefert hätten. Ein Abfall von den Wänden soll überhaupt sehr selten geschehen, die meisten Thalgehänge sind trotz ihrer Steilheit durch Vegetation gut geschützt, und wenn ein Abfall vor sich geht, vollzieht er sich nie in grofsen Blöcken, sondern die Wände bröckeln nur ab.

eckige Blöcke mit 6—8 cbm, alles im Lehme steckend, lassen mich annehmen, daß hier Wassertransport ausgeschlossen ist, von Terrassenbildung kann um so weniger die Rede sein, als eine unverkennbare Wallanlage der ganzen Ablagerung eigen ist.

Es sei an dieser Stelle bemerkt, daß eine derartige Wallanlage öfters an mälsigen Abhängen, oder, wo es der höchst beschränkte Raum gestattet, auf Uferkonkaven zu beobachten ist; die äußere Form hat mit Terrassenschutt nichts gemein. Ob man Moränen in kleiner und kleinster Ausgabe vor sich hat, vermag ich nicht anzugeben, da ihr Inhalt nie geöffnet wurde.

Trotz des eifrigsten Suchens kann ich nicht mehr als Moränen ansprechen, als soeben dargethan wurden. Auf den einzelnen Rücken zwischen den Ilzquellen habe ich nichts mehr entdecken können. Alle Gletschererscheinungen dürften somit an das eigentliche Ilzthal geknüpft werden. Daß innerhalb des Thales einstens verhältnismäßig große Moränen niedergelegt wurden, darf als wahrscheinlich angenommen werden, und die Unzahl Blöcke spricht auch hierfür, doch ist das leichte Material längst entführt. In einer Thalenge, wo oft nicht einmal des Menschen Fuß haften kann, ist kein Platz zur Bewahrung des glazialen Lehms und der schwach geritzten Steine.

Merkwürdig aber ist es, daß über dem Thale sich nichts erhielt. Hatte der Gletscher wirklich nur eine Mächtigkeit von durchschnittlich 20 m erreicht und war damit nicht befähigt hoch über die Thalsohle hinweg die Zeugen seiner einstigen Anwesenheit abzulagern? Man kann nur mit nein antworten, und ich will bemerken, daß ich das ganze Ilzthal kreuz und quer durchstreifte, aber ohne allen Erfolg, so daß ich immer wieder genötigt war, ins eigentliche Thal zurückzukehren. Die Möglichkeit, daß andre Besucher zu anderm Resultat als ich gelangen, ist keineswegs ausgeschlossen, denn man ist bekanntlich bei allen diesen Wanderungen, trotz einer gewissen Systematik, mit der man zu Werke zu gehen hat, doch auch auf glückliche Begegnungen, Zufälle und Umstände angewiesen. Die auf dem Ilzplateau zahlreich verstreuten Blöcke vermochte ich nie als disloziert anzusprechen. Auch die Verwitterung, die so außerordentlich einflußreich im Walde ist, mag genügend das Ihrige zur Zerstörung der spärlichen Glazialspuren beigetragen haben. Für die verlorenen Gletscherschliffe ist sie ausschließlich verantwortlich; denn, trotz der zahllosen Biegungen des Thales, wodurch das Eis unausgesetzt in den schärfsten Kontakt mit den steilen Wandungen treten mußte, sind alle Schliffe mit Ausnahme des oben beschriebenen zerstört und keine Spur deutet an den rauhen Wänden den einstens stattgehabten Schleifprozefs an.

Mehr Beweise für einen ehemaligen Ilzgletscher vermochte ich nicht aufzufinden.

#### b) Moldaugletscher, äußere Spuren.

Wie in andern Thälern, kann man auch im Moldaithale außerhalb Eleonorenbain die Bemerkung machen, daß in dem Augenblicke alle erratischen Spuren aufhören, sobald das Thal eine bedeutende Breite, namentlich eine starke Vermoorung aufweist. Nicht minder kann man erfahren, wenn man 80—100 m die Anhöhen hinanklimmt, daß die Verschiedenheit des Gesteins, die sich an dem untern Thalrand so bemerkbar macht, aufhört, und stets dieselbe Gesteinsart auswittert; es möchte dies ein Beweis sein, daß es selten, zum mindesten nicht so häufig als die österreichischen Geologen annehmen, vorkommt, daß auf einem und demselben Rücken mehrere Gesteinsarten auswittern können. Beispielsweise ist das Thal von Hirschbergen bis zum Plöckenstein hinan mit ungezählten Blöcken bedeckt, und ich vermag nicht *einen* Fall anzugeben, daß mir ein andres Gestein als grobkörniger Granit begegnet wäre, die Neigung zur Gneisbildung ausgenommen. Es ist ein für sich abgeschlossenes Thal, das kein ortsfremdes Gestein hat, weil es an dem Transport von andern Thälern her keinen Anteil hatte. Es ist auffallend, daß die Auswitterungstheorie der österreichischen Geologen in erster Linie sich auf ein Thal bezieht, das, wie die Moldau in den obern Partien, einstens reichlichst mit Eis bedacht war.

Wie unmöglich es manchmal ist, die Glazialverhältnisse im Walde zu eruieren, erhellt wiederholt aus den Umständen, wie sie im Thale von Hirschbergen obwalten.

Es ist gar kein Zweifel, daß das große Plateau des Plöckenstein mit dem hierfür so günstig placierten See einstens eine beträchtliche Firnbedeckung hatte und einen Gletscher daraus entwickeln konnte; und doch ist fast keine entscheidende Spur hierfür als Beweis zu erbringen. Wohl liegen die größten Kolosse an den Gehängen und im Thal des Seebaches bis außerhalb Hirschbergen, aber keine Spur von Rollsteinen oder gar geschrammten Geröllen. Eine einzig auffallende Erscheinung will ich notieren: am rechten Thalgehänge des Seebaches lag ein etwas länglicher Block, ähnlich einer Ruhebänk, über zwei augenscheinlich zu- und abgewälzten Blöcken. Wohl kann die Verwitterung mancherlei wunderliche Formen hervorrufen, doch möchte ich im gegebenen Fall, da diese Anordnung durch Sturz völlig ausgeschlossen ist, an eine glaziale Dislozierung denken.

Gegen Oberplan und von dort abwärts bis nach Friedberg, im Gebiete der großen Vermoorung der Moldau, konnte ich nicht das Geringste beobachten. Allerdings genügt es nicht, da und dort im Thale Untersuchungen anzustellen.

In Verhältnissen, wie hier, sind Monate nötig, um jeden Winkel des Thales aufzusuchen und die vielleicht im Schutt und Humus versteckten Glazialspuren ans Tageslicht zu fördern.

Mit dem Aufhören der Moore, nach etwa 30 km Unterbrechung, begegnet man neuerdings ganz unzweifelhaften Moränenresten, so vor Friedberg, und namentlich ist hervorzuheben ein Rundhöcker, dessen Glättung und Schrammen vortrefflich erhalten sind. Am rechten Moldauufer ist etwa 20—25 m über der Thalsohle ein roche moutonnée zu sehen mit ganz klar ausgesprochener Stofs- und Leeseite; die ziemlich aufrecht stehenden Schichtenköpfe sind deutlich abgeschliffen und abgerundet. Die Furchungslinien sind selbstverständlich dem Thale gleichlaufend und an der dem Thale zugeneigten Fläche besser erkennbar, als an der Oberfläche. Es war ein günstiger Zufall, daß unmittelbar neben dem echten Gletscherschliff eine Harnischfläche, in die Spalte eines Gesteines verlaufend, zum Vergleiche diente, dessen Resultat das war, daß der Gletscherschliff in seiner Eigenart recht hervortrat. Es fehlen nicht Spuren von Kleingeröll, und etwas tiefer zählte ich mehrere Dutzend ganz eckiger, also vom Wasser nicht transportierter Blöcke verschiedener Gesteinsart und verschiedenen Kalibers. In der Nähe von Friedberg steht eine Gneisvarietät an, die eher Glimmerschiefer genannt werden sollte; die erwähnten Blöcke sind helle Gneisse und Stockgranite.

Viele Kilometer lang hört neuerdings jedwede Glazialspur auf. Der ganze Moldaudurchbruch bietet nichts Entsprechendes.

Wenn nicht ganz sichere Spuren einstiger Gletscheranwesenheit weit unter dem Durchbruch nachzuweisen wären, so möchte man unbedingt den Schluß ziehen, daß der Gletscher bei Friedberg sein Ende, wenigstens sein nachweisbares, gefunden habe. Der ganze Durchbruch hat nicht einen fremden Block, ich habe mich allseits darum umgesehen und keinen entdecken können. Doch pflanzen sich die Blöcke der Teufelsmauer bis Rosenberg fort. Als solche möchte ich jene ansehen, die in erstaunlicher Mächtigkeit im Moldaubette ruhen; man kann ihnen schwer beikommen, doch weist ihr bleiches Aussehen im dunkeln Moldawasser, insbesondere in der ausgezeichnet aufgeschlossenen Glimmerschiefer-Formation, auf die weißen, feinkörnigen, granitartigen Gneisse der Teufelsmauer hin. Sie vergesellschaften sich gerne vor großen Krümmungen und hören dann plötzlich und auf lange Zeit auf. Mit Spannung betrat ich die Glimmerschieferformation, deren Grenzen sich scharf abhoben. Jeder granitartige Gneißblock der Teufelsmauer, der auf dem fast schwarzen Schiefer ohne Verirrung nicht vorkommen kann, darf ohne Bedenken als erratisch angesehen werden. Dieser Umstand und die gut terrassierte

Thalenge erweckten in mir gute Hoffnungen auf glückliche, ganz unzweideutige Funde, falls der Gletscher überhaupt noch so weit sich erstreckte, und ich wurde wahrlich nicht getäuscht.

Die Schiefer strecken linksuferig ihre Köpfe dem nunmehr in seine große Biegung eingelenkten Fluß entgegen und sind in einzelnen Partien stark verwittert. Dabei kann man die große Glätte der einzelnen Schichten, die sich ins Gestein hinein fortsetzt, genau verfolgen, daneben die da und dort nur im Ansätze vorhandenen, äußern oberflächlichen Schliffflächen. Ich will absehen davon, daß diese letztern als Gletscherspuren gedeutet werden könnten, da auch ihre oberste Grenze mit der Mächtigkeit eines Moldaugletschers in Übereinstimmung gebracht werden kann, und übergehe sie, indem ich mich zum Gletscherschliffe wende, der am linken Moldauufer auf dem halben Wege zwischen Rosenberg und Krummau mir zu Gesichte kam. Es ist einer der schönsten Schliffe des ganzen Böhmerwaldes. Etwa 3 qm sind vorzüglich geglättet und mit den deutlichsten Schrammen versehen, die unter sich völlig parallel und ebenso dem Thale gleichlaufend sind. Es ist eine Erscheinung, deren Wert mir bedeutend dünkt, da kaum wieder ein Gletscherschliff so schön gebildet und erhalten ist, wie dieser, und dieser einzige Schliff ist der unumstößlichste Beweis, daß die Moldau bis Krummau hinunter vergletschert war. Einen halben Kilometer entfernt ist ein nicht minder wichtiger Zeuge an einem Abhange durch eine gut erhaltene Moränenspur gegeben. Ein Gneißblock, von 0,5 bis 0,6 m Durchmesser neben ausgezeichnetem Kleingerölle, ohne deutliche Schrammen, war, in sehr wasserhaltigem Lehm eingebettet, etwa 20 m über der Thalsohle zu entdecken. Die so frisch erhaltenen Steinflächen, der ausgezeichnete Lehm, der eckige Gneißblock auf schwarzem Glimmerschiefer, dies Lokal der Ablagerung — die Moränenspur ist an einem Steilhang förmlich angeklebt und kann jetzt besichtigt werden, da sie vom erhaltenden Wurzelgeflechte befreit und geöffnet ist — schließen jeden Wassertransport aus, wonach man Terrassengerölle vor sich hätte, und es kann ein Gletschertransport allein hier angenommen werden. Gletscherschliff und Moräne sind, wenn auch ziemlich entfernt, auf völlig gleicher Thalhöhe. Von da an konnte ich keine Spur mehr entdecken.

Ich hatte den Weg von Rosenberg bis Krummau bei sehr naschkalter Witterung zu machen; dies hatte für mich den Nachteil, daß ich die Strecke von Krummau nach Budweis nicht mehr durchwandern konnte, da eine heftige Erkältung mich veranlaßte, mittels Eisenbahn rasch Budweis zu erreichen. Wenn ich mich auch dort alsbald erholte, so war es mir doch nicht mehr möglich, diese Thalstrecke aufwärts zu passieren.

Das Thalstück zwischen Budweis und dem letzten Hügel des Böhmerwaldes ist übersät von Blöcken, die teilweise im jungen Terrassenschotter, teilweise auf tertiärer Ebene liegen. In ihrer eckigen Form und Gröfse wetteifern sie mit den großen Blöcken der obern und obersten Moldau, und übertreffen natürlich die Blockwälle der Warmen und Kalten Moldau weit in bezug auf die Verschiedenheit des Gesteins.

Die Blöcke hören auch in der Moldau in dem Augenblicke auf, da sie auf den Feldern ringsum ihr Ende erreichen, etwa halben Weges nach Budweis. Massenhafte Blöcke sind bei Paireschau, Strodenitz und Plan aufgeschichtet, und es wäre wunderbar, wenn diese durch Wasser aus dem vielgewundenen Thale so unversehrt gekommen wären. Typische Moränenablagerungen oder Schiffe sah ich nirgends.

## VI. Zweifelhafte Gletscherspuren.

### Regengletscher<sup>1)</sup>.

Das Regenthal in seiner ungewöhnlichen Längenenwicklung liefs wenig hoffen, dafs ein Gletscher die Thalmündung erreichte; doch gab die Meereshöhe, die der Regen beim Austritt aus dem Gebirge hat, einige Aussicht, seine Anwesenheit konstatieren zu können.

Die alpinen Gletscher haben in ihrer Entwicklung eine Höhe von etwa 550, in früherer Epoche 500 m und noch darunter erlangt, als sie an die Abschmelzungszone kamen.

Die Höhen am Westrand des Waldes wechseln von 450 auf 430 m und tiefer. Die Differenz ist keineswegs eine besonders bedeutende, und wenn in Norddeutschland die Gletscher eine Tiefebene passieren konnten, so steht der Waldrand, allgemein angedeutet räumlich und vertikal zwischen den Abschmelzungszone der alpinen Eismassen und des großen skandinavischen Gletschers.

Ich versuchte nun vorerst im weiten Bogen den Regen zu umkreisen und lenkte meine Schritte nach verschiedenen Punkten westlich von Regensburg—Stadtamhof, durchstriefte die Umgebung von Etterzhausen, Adlérberg, Pettendorf, aber ich vermochte kein einziges kristallinisches Steinchen aufzufinden, nichts als zerbröckeltes Juragestein, das der Pflug, gewöhnlich sehr scharfkantig, aufgräbt.

Die Gegend von Schwandorf, an der Mündung der alten großen Regenthalung, bot mir ebenfalls nichts, und so

<sup>1)</sup> Wenn ich folgende Beobachtungen wage mitzuteilen, so bin ich mir wohl bewufst, welche verschiedenartige Beurteilung Rothpletz („Das Diluvium um Paris und seine Stellung im Pleistocän“) Denkschriften der schweiz. Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften XXVIII, Abt. II. Zürich 1881 — dann „Die Gletscherspuren im Harz“, — „Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie“ 1868, S. 156, — ferner „Der Riesgletscher“ von Deffner — „Der Buchberg bei Bopfinger“, Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg XXVI, 1870, S. 95—144 — erfahren mußten. Durch Mitteilung obiger Beobachtungen soll vor allem die Aufmerksamkeit der Glazialgeologen darauf gelenkt werden, denen ich die Beobachtungen unter der Bedingung zur Untersuchung und Beurteilung unterbreite, dafs dieser Fall nicht für sich allein, sondern im Hinblick auf die Art des Glazialphänomens im ganzen Gebirge seine Bejahung oder Verneinung erfahre. Die Isoliertheit und die tiefe Lage ist das größte Bedenken dagegen.

wandte ich mich nach Pressat hinauf, wo mir das von Gumbel bereits eingehend geschilderte Gerölle entgegenkam; man sieht wohl überall die Spuren großer Flutungen (unweit Pressat fand ich einen gutgerundeten Konglomeratblock von 0,8 m Durchmesser), aber keine direkten Beweise einer einstigen Vergletscherung.

Diese Wanderung war für Glazialstudien ergebnislos: der Westrand des Waldes ist von jeder Gletscherspur vollständig befreit. Nun schickte ich mich an, im Regenthal selbst von der Mündung an nach Glazialspuren zu suchen.

Bei Salern und Galinghofen fand ich bedeutende, scharfkantige Blöcke im alluvialen Sande steckend. Ehe man nach Zeitlarn hinkommt, liegen am und im linken Ufer des Regen und ebenso in seinem Flußbette mehr als 120 Blöcke, die meistens über 1 m Durchmesser haben und mit Ausnahme eines einzigen dem Regenthal des Waldes angehören. Diese Ausnahme ist ein Kalkblock, der dem links anstehenden vom Ufer  $\frac{1}{2}$  km entfernten Kalkrücken angehört, welcher den Regen von Donaustauf bis zur Donau begleitet. Zwischen dem Lokale dieses eckigen Blockes von  $\frac{1}{2}$  cbm bis zur Mutterstelle breitet sich eine vollständige Ebene aus.

Diese Blockablagerung liegt ganz quer über den Fluß und mißt nur eine Dicke von vielleicht 5 m. Die Blöcke liegen, völlig von Sand und Schlamm entblöft, eng beisammen und sind sicherlich einstens in einer vom Regen fortgeschwemmten Sand- und Geröllschichte eingebettet gewesen. Ein lineares, dem Fluß entlang fortziehendes Erscheinen derselben beobachtete ich nicht. Über und unmittelbar unter dieser Ablagerung fehlen sie.

Diese Erscheinung war mir so auffallend, dafs ich die wahrhaft großen Gneifs- und Granitblöcke, die vereinzelt bald nördlich von Stadtamhof sich bemerkbar machen, derselben Ursache zuzuschreiben geneigt wurde.

Unweit Zeitlarn, nach längerer Unterbrechung von etwa  $\frac{1}{2}$  km, tritt zum drittenmal diese Erscheinung auf.

Unverkennbar zieht sich hier ein Bogen, aus Blöcken gebildet, quer durchs Thal und setzt sich am linken Ufer unter der Oberfläche weit fort. Schwach ist dieses selbst topisch zu erkennen; doch muß man die untere Blockschichte wissen, oder besonders darauf aufmerksam gemacht werden. Erst nachdem ich den Inhalt kennen gelernt hatte, trat aus der flachen Gegend der Wallcharakter ganz leise hervor.

An dieser Stelle macht der Regen eine auffallend starke Windung, sicherlich von dieser ganz beträchtlichen Blockablagerung hierzu gezwungen.

Der Regen frisst diese Schichte als Terrasse geradezu senkrecht an; man kann ausgezeichnet beobachten, wie er sie unterspült, und die sehr lose in Sand gehüllten Blöcke zu ihm hinabfallen.

Dafs der Regen gerade hier eine sehr bedeutende Biegung macht, darf nicht unbemerkt bleiben; denn, dafs Moränen Flüsse und Ströme abzulenken verstehen, ist eine bekannte Thatsache<sup>1)</sup>.

Gegenwärtig ist die Richtung gegen die Terrasse gerichtet und nicht allzulange wird es dauern, so sind sämtliche Blöcke herausgespült und ihre Durchquerung des Flusses auch hier ebenso deutlich, wie etwas unterhalb zu erkennen.

An der entblößten Blockablagerung zählte ich gegen 90 Blöcke, darunter welche von bedeutender Mächtigkeit, bald scharf eckig, auch wieder etwas gerundet; kein Kalkblock, nur eine mäfsig grofse Sandsteinplatte findet sich. Das Kleinmaterial ist Sand und faustgrofse Gerölle, Lehm fehlt. Mit größter Aufmerksamkeit suchte ich geritztes Material; eine kleine Steinplatte von 2—3 qdm war schön geglättet, und nur eine geringe Spur von Ritzung beobachtete ich. An Gesteinsvarietäten der grofsen Blöcke zählte ich etwa 25. Nachdem ich sie Herrn v. Gümbel vorgelegt, wurde mir der Bescheid, dafs sie nicht der Wurzel des Regenthales entstammen, sondern seinen äußern Ufern. Diese Aufklärung überraschte mich außerordentlich, da sie mich sofort an eine auffallende Erscheinung, die den Moränen des Schwarzwaldes anhaftet, erinnert. Hogard<sup>2)</sup> knüpft daran die Bemerkung, die vielleicht auch hier angewandt werden kann, es sei nicht undenkbar, dafs der größte, namentlich der höchste Teil des Gebirges von Schnee, Firn und Eis derart überlagert war, dafs ein Blockfall verhindert wurde, der erst tief unten im Thale stattfinden konnte. Außerdem waren die Windungen des Thales, die namentlich in dem des Regen keine geringen sind, nicht ohne Einfluß auf diese Thatsache. Dreimal

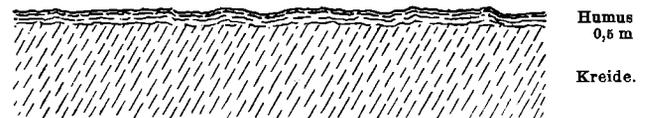
muß der Regen nahezu im rechten Winkel abbiegen, dasselbe zu thun war auch der Gletscher genötigt. Ohne Zweifel behielt er das Bestreben, in gewohnter Richtung fortzuwandern, und an dem Punkte, wo er kehrt zu machen hatte, staute sich sein etwaiges Material an und blieb an dem Punkte liegen, wo die Eisbewegung gleich Null ward. Bis er das Thal verließ, vermochte er neues Moränenmaterial aufzuladen, oder seitlich und am Grunde abzulösen.

Die Blöcke liegen sämtlich höchst unregelmäßig und ohne alle Schichtung in einer Mächtigkeit von 4—5 m aufeinander. Das Profil ist bezüglich der Schichtung das der alpinen Moränen.

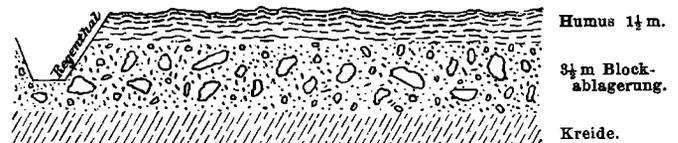
Selbstverständlich ist nach frühern Ausführungen Wassertransport ausgeschlossen<sup>1)</sup>. Hier aber liegt ein ganz treffender Beweis in dem Umstande, dafs diese Blockgesellschaften an Lokalitäten vorkommen, die gänzlich außer dem Bereiche des Regen liegen. 250—300 m von der obersten Regenterrasse gegen Osten sind zwei Gruben geöffnet, die eine Zahl kantiger Urgebirgsblöcke zu Tage lieferten; ebenso entblößt ein Bahndurchschnitt mehrere Blöcke. Der leise angedeutete Wallcharakter der Landschaft ermuntert mich, eine etwa 1 km messende Blocklinie quer durch das Thal zu legen. Das Dorf Zeitlarn, das eine reiche Zahl von Findlingen, ähnlich wie in den Dörfern des alpinen Vorlandes, zu Haufen vereinigte, ruht auf dieser wahrscheinlichen Moräne.

Trotz aller Mühe, die ich mir gab, vermochte ich in den Feldern von Diefenbach und Eitelbrunn keine Spur einer Ablagerung aus dem Walde zu entdecken. Unter dem Humus tritt sofort Sedimentärgestein auf. Dieselben Verhältnisse walten ob in dem Winkel zwischen Regenstau und dem Pfarrkobel.

1. Profil bei Hagenau, Bonholz, Birkensee.



2. Profil von Zeitlarn, Gallinghofen, Wuzelhofen, Salern.



<sup>1)</sup> Vgl. Bayberger, Der Inngletscher. Ergänzungsheft Nr. 70 zu Petermanns Geogr. Mitteilungen. Gotha, Justus Perthes.

<sup>2)</sup> Bibliothèque universelle de Genève. IV. Série II. 6. 1847.

<sup>1)</sup> Der Regen steht nahezu still, da er durch die Donau rückgestaut wird.

Bei Profil 1 ist die Humusschicht eine verhältnismäßig seichte, und zerbröckeltes Sedimentärgestein wird überall herausgegraben. Profil 2 hat auffallend viel Humus.

Schon bei meiner ersten Durchsuchung des Terrains begegnete ich 2 Kreideplatten, die genau an der Grenze des Regenthalles lagen. Auf einem Haufen beisammen fanden sich etwa 10—12 Platten, die, wie mir der Besitzer des Ackers versicherte, aus dem Felde gehoben wurden, um ein tieferes Pflügen zu ermöglichen. Zwei hiervon, die zusammen über 1 qm maßen, waren derart schön geschliffen, daß ein ähnlicher Schliff im ganzen Böhmerwald zu den größten Seltenheiten zu zählen ist. Die Steine waren, ehe sie geschliffen wurden, rauh, von Rissen durchzogen, kleine Höhlungen waren noch da und dort angedeutet, doch sah man sie ziemlich ausgeglichen. Durch Betasten fühlte man die Glätte gut. Beide Platten zählen nahe an 100 pfeilgerade, unter sich völlig parallele Streifen, die, wie das bei Sandsteinen häufig vorkommt, oft rauh gefurcht erscheinen. Doch sind scharfe Ritze ebenfalls reichlich vorhanden. Die enthaltenen Konchylienschalen sind mitten durchschnitten, nicht abgerissen oder abgebrochen, sondern allmählich wegpoliert.

Mehrere Stücke brach ich ab, aber keines vereinigte die Eigenschaften der beiden Platten so in sich, daß es mir gelungen wäre, beim Vorzeigen die ersten Münchener Autoritäten für Gletschererscheinungen von der Richtigkeit eines Gletscherschliffes zu überzeugen. Das kleine, Herrn Oberbergdirektor v. Gümbel vorgelegte Stück hatte außer der Glätte nur noch zwei scharfe Ritze. Die übrigen Platten, die noch im Haufen lagen, trugen keine Spur einer Schleifgewalt.

Ich verhehle nicht, daß sich in mir Bedenken erhoben, ob nicht irgend eine andre Ursache diese geschliffenen Flächen hervorrief, namentlich hatte ich starke Zweifel, als ich das erste Mal sie sah und die Blockablagerung von Zeitlarn und andres mir noch nicht bekannt war. Ich kenne nur eine Kraft, die verdächtig erscheint, die Platten geglättet und gekritzelt zu haben: den Pflug. Schleifung durch Radschuhe und Räder, wie sie Whitney<sup>1)</sup> in seinem großen Werke für vermeintliche Gletscherschliffe zuhülfe ruft, können nicht in Betracht gezogen werden, da sie nicht aus Straßens-, sondern aus Ackergrund hervorgeholt wurden. Doch was ich an Ort und Stelle beim Pflügen, und was ich sonst noch in Böhmen Diesbezügliches beobachtete, verneinte entschieden, daß die Pflugschar, die 8—10 cm breit ausläuft, die mehr oder weniger feinen Ritze einzugraben vermag. Die merkwürdige Glätte ist vollends damit nicht

zu erzeugen, die so eng gedrängte Parallelität der Streifen noch weniger, und die haarscharfen Schnitte der Muscheln gar nicht. Als ich in der Gegend von Friedberg im Moldauthale umherstreifte, sah ich eine sehr schieferige Gneistafel mit parallelen Streifen. Aber nicht einen Moment konnte ich der Meinung sein, darin eine Gletscherfurchung zu erkennen, so grundverschieden sind diese Art Furchen von echten Gletscherritzen. Ich maß sie bis zu 8 cm Tiefe, und je weiter der Pflug darüber kam, desto tiefer grub er ein, und plötzlich bricht die Furche ab; der Pflug vergrub sich, und die Platte wurde herausgehoben. Parallel sind sie ebenfalls nicht. Der Besitzer des Hauses, woran die Platten gelehnt waren, bezeugte mir, daß diese Furchen vom Pfluge verursacht seien, und er muß es wissen, da er selbst den Pflug darüber geführt und die großen Platten aus dem Acker gehoben. Hinsichtlich der Kreideplatten ist noch zu erwähnen, daß der Pflug schon deshalb nicht über sie gehen konnte, weil er erst im Frühlinge 1882 in diese Tiefe kam, denn sonst wäre dieser Widerstand längst beseitigt worden, da alle Felsenunterlagen oder großen Steine dem Landmann beim Pflügen den Pflug zerreißen und sorgfältigst entfernt werden müssen.

Ich vermag keine andre Ursache als den Regengletscher anzugeben, der in nächster Nähe die Blockwälle von Zeitlarn hinterließ. Diese Notwendigkeit drängte sich mir auf bei der ersten Reise, und ebenso, als ich zum sechstenmal daran vorbeikam. In einem alpinen Thale würde dieses Vorkommnis mit solcher Ausprägung auf den ersten Blick auf Gletscherschliff gedeutet werden.

In der Thalenge von Nittenau vermochte ich nichts Glazialverdächtiges zu notieren. Am Eingang des engen Thales, etwas unterhalb Roding, erwartete ich mit Bestimmtheit eine Anhäufung von Blöcken, aber kein Rollstein, kein Block wurde am Keupergehänge sichtbar; es fehlt jeder weitere Anhaltspunkt, der für eine einstige Regenvergletscherung sprechen könnte.

Die einzige, aber sehr entscheidende Glazialspur, die ich im bayrischen Walde fand, ist unweit Deggendorf. Man hat es hier mit einem phänomenalen Blockwall von etwa 300 m Länge, 20 m Höhe zu thun, der sich vor allem linksseitig an eine Halde hinlehnt. Die Blöcke sind sämtlich disloziert, mit frischen Flächen und Kanten, in buntestem Durcheinander aufeinander gewürfelt. Man machte mich im Bauamte Deggendorf darauf aufmerksam, denn man wußte nicht, welche Erklärung maßgebend sei, da Wassertransportation oder Bergsturz nicht angewendet werden könne. Es ist eine ebensolche Moräne wie im obern Moldauthale und am Spitzberg, im Gebiet des Angelbachthales.

<sup>1)</sup> The Climatic Changes of latter geological Times. Cambridge. T. John Wilson and son. 1882.

## VII. Allgemeine Bemerkungen über die Gletscher des Böhmerwaldes.

### a) Meteorologisches.

Die Entwicklung der Gletscher knüpft sich vor allem an Erhebungen über dem Meere. Die Gebirge in günstiger geographischer Lage tragen heute noch die blendenden Firnmäntel und entsenden Eisströme in die Thäler. Große Kälte allein genügt nicht zur Entfaltung von Gletschern, die Benetzung der Gebirge ist ein unerlässlicher Faktor, und demselben proportional ist die Größe der Gletscher; Gebirge mit starken Niederschlägen sind mit größern Gletschern ausgestattet, als jene mit geringen. So ist es heute, so war es auch einstens.

Partsch greift mit gewohnter Klarheit einen Faktor der Klimatologie, den der winterlichen Niederschläge, heraus und bringt diese in Relation mit der Höhe oder Tiefe der Firnlinie der einstens vergletscherten deutschen Mittelgebirge.

Die Frage, ob man in der Steigerung der Winterniederschläge der deutschen Mittelgebirge eine Übereinstimmung des Klimas der Gletscherzeit mit dem der Gegenwart anzunehmen berechtigt ist, bejaht vor allem Hann, indem er, anknüpfend an eine merkwürdige Erscheinung im Himalaya die Vermutung äußert, daß die Höhenzone des reichlichsten Regensfalls mit den Jahreszeiten bei uns eine erhebliche periodische Senkung und Hebung erfährt, indem im Winter der Taupunkt der feuchten Winde bei deren Aufsteigen in viel geringerer Höhe schon erreicht wird, als im Sommer. Hann meint nun, daß „die Mittelgebirge Deutschlands gerade in jene Höhen reichten, in welchen der Winterniederschlag erheblich gesteigert wird (vielleicht schon bis zu einem Maximum), während im Sommer die Hauptmasse des atmosphärischen Wasserdampfes noch über sie hinwegziehen kann. Daher treffen wir daselbst eine relative Steigerung der Winterniederschläge bis zu deren Vorwiegen mitten im Gebiete der ausgesprochenen Sommerregen“<sup>1)</sup>. „Ist diese Auffassung richtig“, fährt Partsch fort, „so stehen wir hier vor einer Eigentümlichkeit des gegenwärtigen Klimas, die in der Gletscherzeit noch schärfer hervortreten mußte“.

Wie verhält es sich nun mit den winterlichen festen Niederschlägen in den deutschen Mittelgebirgen, und welcher innerer Zusammenhang ist mit denselben und der Ausdehnung der alten Gletscher nachzuweisen? Auch hier möge es gestattet sein, den Ausführungen Partschs zu folgen. In zwei Tabellen werden die Prozente der winterlichen Niederschläge von den einstens beeisten deutschen Mittelgebirgen angeführt, und zugleich die Depression der

Firnlinie und die Abschmelzungszone der Gletscher gegenüber gehalten.

So fallen im Wasgau 39<sup>0</sup>/<sub>10</sub> aller Niederschläge im Winter, das Gletscherende wird am Ostabhang auf 424, am Westabhang aber auf 360 m Meereshöhe festgesetzt, die Firnlinie zu 800 m. Die Beobachtungen an den Schwarzwaldstationen ergaben einmal 32,80 (Höhenschwand), und dann 38,57<sup>0</sup>/<sub>10</sub> (Freudenstadt), die alten Gletscher (Südabhang und Wiesegletscher) stiegen auf 600 m Meereshöhe herab<sup>1)</sup>, die Firnlinie war 950—1000 m hoch.

Der Harz hat 36,73<sup>0</sup>/<sub>10</sub> winterliche Niederschläge, der Odergletscher hat am Südabhang bei 500 m sein Ende erreicht, die Firnlinie wird zu 700 m angegeben. Das Riesengebirge hat einmal 28,11 (Station Schreiberhau), dann 27,20<sup>0</sup>/<sub>10</sub> (Station Wang), das Gletscherende liegt am Südabhang 750, am Nordabhang 930 m hoch, die Firnlinie ca 1150 m. Die Tatrastationen ergaben 19,21 und 18,54<sup>0</sup>/<sub>10</sub>, am Nordabhang stieg der Gletscher auf 950 m, am Südabhang auf 1000 m, die Firnlinie ist ca 1500 m.

Einfach und präzise ergibt sich aus diesen Zahlen, daß mit der Abnahme der winterlichen Niederschläge eine Abnahme der Gletschermächtigkeit Hand in Hand geht, daß das Gletscherende und die Firnlinie höher hinaufrücken.

Es fragt sich nun, wie sich der Böhmerwald in die Serie der deutschen Mittelgebirge einreicht.

Seit sechs Jahren ist über Bayern ein meteorologisches Netz gebreitet, das natürlich auch den Westabhang unsres Gebirges umspannt. Leider, können wir sagen, sind die vorhandenen Stationen für unsre Zwecke nicht am günstigsten placiert, und nicht minder zu beklagen ist, daß die Beobachtungszeit erst wenige Jahre umfaßt.

Ich berechnete folgende Mittel:

Passau <sup>2)</sup>	mit 314 m Meereshöhe, 356 mm Mittel, nach 6 Jahren Beob.-Zeit.
Metten	„ 320 „ „ 919 „ „ „ 6 „ „
Regensburg	„ 359 „ „ 527 „ „ „ 6 „ „
Cham	„ 386 „ „ 635 „ „ „ 6 „ „
Duschberg <sup>3)</sup>	„ 902 „ „ 1213 „ „ „ 10 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> „ „

Stationen der böhmischen Seite (nach Hann):

Eisenstein	mit 790 m Meereshöhe, 1238 mm Mittel, nach 3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> J. Beob.-Zeit.
S. Thoma	„ 960 „ „ 961 „ „ „ 7 „ „
Rehberg	„ 848 „ „ 887 „ „ „ 21 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> „ „
Hirschbergen	„ 1330 „ „ 757 „ „ „ 6 „ „
Schüttenhofen	„ 461 „ „ 765 „ „ „ 10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> „ „
Hohenfurth	„ 577 „ „ 751 „ „ „ 16 „ „
Krumau	„ 507 „ „ 606 „ „ „ 21 „ „
Budweis	„ 425 „ „ 669 „ „ „ 12 „ „

<sup>1)</sup> Nach meinen Beobachtungen erreichte der mächtige Gletscher des Albthales nahezu Albruck, somit 350 m; von Prof. Dr. Penck in einem Vortrag in der Münchener Geogr. Gesellschaft bestätigt: „Waldshut bezeichnet die Stelle, wo zur Zeit der höchsten Eisentwicklung Rhein-, Rhone- und Schwarzwaldgletscher sich begegneten“.

<sup>2)</sup> Beobachtungen der Meteorol. Stationen im Königreich Bayern von Dr. W. v. Bezold und Dr. C. Lang. München 1879—1884, Theod. Ackermann. — <sup>3)</sup> Hann a. a. O., S. 606.

<sup>1)</sup> Sitzungsberichte der Akademie der Wissensch. 80 II. 1879, 624. Bayberger, Böhmerwald.

Gleich Partsch<sup>1)</sup> berechneten wir die Prozente für die Winter-, Sommer- und Übergangsmonate und gelangten bei den Regenmengen bayrischer Stationen zu folgenden Resultaten:

Passau <sup>2)</sup>	29 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	im Winter, 45 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	im Sommer, 26 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	in d. Übergangsmonat.
Metten	30 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ 42,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ 27,7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„
Regensburg	24 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ 48 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ 28 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„
Cham	26 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ 48 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ 26 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„

Partsch berechnet für die höchstgelegenen Stationen des Böhmerwaldes (S. 170), Rehberg und Duschberg, im Winter 36 resp. 37<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, im Sommer 36 resp. 33<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, in den Übergangsmonaten 28 resp. 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Nach den Monatssummen (Hann, Tabelle III) durch Prozente der Jahressumme ausgedrückt, berechnet sich für

Duschberg	37 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	im Winter, 33 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	im Sommer, 30 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	in d. Übergangsmonat.
Rehberg	36 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ 36 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ 28 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„
Schüttenhofen	23 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ 47 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ 30 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„
Hohenfurth	18 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ 53 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ 29 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„
Krumau	20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ 53 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ 27 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„
Budweis <sup>3)</sup>	19 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ 53 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„ 28 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	„

Es ist ein gewagtes Unternehmen, beide Berechnungen vergleichsweise gegenüberzustellen, da die Zeit der Beobachtungen und die Lage der Stationen über dem Meere höchst verschieden sind. Doch ist für unsre Darlegungen die minutiöseste Genauigkeit nicht gerade erforderlich. Möge es gestattet sein, folgende Bemerkungen zu machen.

Die bayrischen Stationen liegen sämtlich zu tief, so daß man aus den oben angegebenen Zahlen, namentlich nach denen von Cham und Regensburg den Schluß ziehen möchte, der Ostabhang sei regenreicher als der Westabhang. Wären sämtliche bayrische Stationen auf ähnlichen Höhen wie die böhmischen, so müßten nicht nur dieselben Mittel, sondern höhere sich ergeben. Metten bietet hierfür den Beweis. Mit nur 320 m Meereshöhe erreicht diese Station

<sup>1)</sup> Um mit den Tabellen Partschs Vergleiche anstellen zu können, wurde das Verfahren Partschs angenommen. Ob diese Dreiteilung des Jahres zur Eiszeit für den Böhmerwald Geltung hat, möge dahingestellt bleiben. Gleich dem Feldberg im Schwarzwald hat der Arber fast jedes Jahr Schnee vom Oktober bis Mitte Juli (v. Gümbel, S. 851); es häufen sich im Walde Schneemassen bis zur Mächtigkeit von über 3 m an, die ganz wesentlich den Frühling verspäten. Dieser Umstand mag zur Eiszeit eine außerordentliche Verschärfung erfahren haben, und jene Monate, die gletscherfördernd wirkten, sind nicht zu 4, sondern zu 8, vielleicht zu 10 anzuschlagen.

<sup>2)</sup> Die Prozente sind aus dem sechsjährigen Mittel berechnet.

<sup>3)</sup> Von den übrigen Stationen liegen keine Berechnungen vor, da Hann nur jene mit mehr als zehnjähriger Beobachtungszeit berücksichtigte.

Frühere Beobachtungen aus bayrischem Gebiete können nicht angeführt werden. Die Zentralstation für Meteorologie hat bisher solche aus dem Bayrisch-Böhmischen Walde nicht gebracht. v. Gümbel (S. 850) erwähnt, daß vom ostbayrischen Grenzgebirge vieljährige Beobachtungen nur von Regensburg vorliegen, dessen Mittel zu 22<sup>0</sup>/<sub>0</sub> 17<sup>0</sup>/<sub>0</sub> angegeben wird.

Es scheint, daß auch seit dem Jahre 1868 (v. Gümbels Werk erschienen) weitere Daten und Aufzeichnungen sich nicht vorfanden oder nicht veröffentlicht wurden, da der Jahresbericht der Geogr. Gesellschaft in München für 1882/83, welcher nahezu sämtliche Werke, Schriften &c., die sich mit der Landeskunde Bayerns befassen, unter der Rubrik „Meteorologisches, Forstwirtschaftliches &c.“ keine Notiz über Regen im Bayrisch-Böhmischen Wald bringt. Partsch und Hann geben gleichfalls keine Mitteilungen.

doch die mittlere Regenmenge von 919 mm, S. Thoma (Moldau) mit einer 640 m höhern Lage überbietet nur wenig das Mittel von Metten. Passau, nicht so günstig in der südwestlichen, regenbringenden Windrichtung gelegen, erreicht mit 314 m Meereshöhe ein Mittel von 856 mm, Hirschbergen, im tiefsten Walde gelegen, mit einer Seehöhe von 1330 m bleibt hinter Passau noch um 100 mm zurück. Sämtliche böhmische Stationen haben höhere Lage als Passau, und bleiben dennoch im Mittel zurück. Es würden sich die Verhältnisse ungleich klarer ergeben, wenn uns vieljährige Beobachtungen aus den um Arber, Rachel, Lusen gelegenen Ortschaften Zwiesel, Grafenau, St. Thomas (an der obern Ilz) vorlägen.

Doch möge es schon auf Grund dieser wenigen Zahlen gestattet sein, zu sagen, daß, wie auch vorausgesetzt werden muß, der westliche Abhang um ein bedeutendes mehr Niederschläge erhält, als der östliche Abhang.

Dieselbe Beobachtung ergibt sich aus den Mitteln der einzelnen Jahreszeiten.

Die von Rehberg und Duschberg angegebenen Zahlen deuten darauf hin, daß diese Stationen Höhen angehören, bei denen Winterniederschläge herrschend sind, nicht weniger deutlich erklären die Mittel der tiefern Stationen diese als zur Zone der vorwiegenden Sommerregen gehörig. Ein gewisses Anrecht zur Vergleichung mit den bayrischen Stationen besitzen nur die böhmischen unter 600 m Meereshöhe. Trotz des Nachteils, den die bayrischen Stationen durch ihre tiefere Lage haben, schlagen die Zahlen dennoch zu gunsten eines Wintermaximums am westlichen Abhang aus. So weist Metten mit 320 m Höhe 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Winterniederschläge auf, während Hohenfurth in höherer Lage, 577 m, mit 18<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, Schüttenhofen, 461 m, mit 23<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, Budweis, 425 m, mit nur 19<sup>0</sup>/<sub>0</sub> weit hinter dem bayrischen Abhang zurückbleibt. Selbst Passau mit noch tieferer Lage übertrifft mit 29<sup>0</sup>/<sub>0</sub> außer Rehberg und Duschberg sämtliche böhmischen Stationen. Also ganz dieselben Verhältnisse. Wie oben zu konstatieren war, so muß auch diesmal geäußert werden, daß dieser Vergleich noch mehr zu gunsten des bayrischen Abhanges sprechen würde, wenn Beobachtungen aus höhern Lagen am Westrande des großen Gebirgsstockes vorlägen.

Gleich der größern Regenmenge war auch das Maximum der Winterniederschläge zur Eiszeit ebenso wie jetzt auf der westlichen Seite.

Die Winterniederschläge des Böhmerwaldes bleiben zurück hinter den Zahlen des Schwarzwaldes, halten aber (mit 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Metten, 29<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Passau, 37<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Duschberg, 36<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Rehberg) die Mitte zwischen den westlichen und östlichen Erhebungen. Dementsprechend ist auch die Mächtigkeit der Gletscherentwicklung in die Mitte beider zu setzen.

Im Hinblick auf die grössere Regentenfaltung und das soeben erwähnte Maximum der Winterniederschläge an der westlichen Seite ist der Schluß gerechtfertigt, die grössere Vergletscherung am westlichen Abhang zu erwarten. Anders aber stellen sich hierzu die Beobachtungen.

Theoretisch ist für den Böhmerwald, wie oben erwähnt, eine Abschmelzungshöhe von 500—600 m festgestellt, das hat aber im allgemeinen Geltung.

Der Regengletscher blieb bei 520 m (Zwiesel) stehen, der Ilzgletscher (vielleicht) bei 580 m, der Moldaugletscher etwa bei 450 m, der Wollinkagletscher bei 520 m(?), der Wotawagletscher bei 460 m, der Angelbachgletscher bei 480 m(?) Seehöhe<sup>1)</sup>.

Im besondern also ist nach diesen Zahlen das Verhältnis umgekehrt: die größte Gletscherentwicklung ist entschieden auf der böhmischen Seite, desgleichen, wie wir daher voraussetzen müssen, auch die grössere Firnentwicklung.

Wir haben also zu gewärtigen, daß Verhältnisse obwalteten, welche die klimatischen Beziehungen zu Firnlinie und Abschmelzungszone keineswegs negierten, aber bedeutend modifizierten. Ich meine die orographischen, die Thalverhältnisse, die überraschende Schwankungen der Firnlinie und der Abschmelzungszone nach sich zogen.

#### b) Einfluss der Thalbildung auf die Entwicklung der Gletscher des Böhmerwaldes.

Uns hat von Anfang an der Gedanke geleitet, daß etwa vorhandene Gletscherspuren im Böhmerwalde nur in jenen Thälern gefunden werden können, welche ihre Wurzeln in den höchsten Erhebungen haben. Es sind dies die oben genannten Thäler.

Das Terrain, welches über 900 und 1000 m aufragt, kann in zwei streng gesonderte Gebiete eingeteilt werden, in den Bayrischen Wald und in den Böhmerwald; die Regenthalung trennt sie. Selbstverständlich haben beide Gebiete eine Verschiedenheit in räumlicher Ausdehnung aufzuweisen, das böhmische Firnterrain war großartiger als jenes des bayrischen Waldes entwickelt.

Eine isolierte Stellung nimmt der Cerkow mit seiner über 1000 m hinaufreichenden Höhe ein. Ich konnte an seinem Fusse und in dem aus ihm hervorsprossenden Bache, der Bistriezeb, nichts entdecken, was als glazial gedeutet werden könnte. Wahrscheinlich war auch der Cerkow in die Firnregion eingetaucht, doch gehörte zur Gletscherentwicklung ein grösseres Territorium. Dieses bot in ausreichendem Mafse der Bayrische Wald dar, der etwa 200 qkm

<sup>1)</sup> Die Zahlen nach v. Gümbel, v. Hochstetter, Hann und nach den Generalstabskarten.

Firngebiet besafs. Der böhmische Anteil ist mindestens auf 1000—1100 qkm zu veranschlagen. Gewiß ein respektables, mehr oder minder unerwartetes Firngebiet, das uns einige Aufklärung über die nicht unbeträchtliche Längenerstreckung der Gletscher zu bringen vermag. Was berechtigt uns, ein so ansehnliches Firngebiet anzunehmen? Nicht die Theorie, nur die Erfahrung allein.

Es soll davon ganz abgesehen sein, daß nach der vortrefflichen Tabelle Partschs und unsern gewonnenen Zahlen unter normalen Verhältnissen der Böhmerwald eine Firnlinie von 1000—1100 m zugewiesen erhält, sondern es soll einzig nur die Beobachtung, die Erfahrung angerufen werden, und der entsprechend steht sicher, daß alle Höhen über 1000 m, die unter sich in plateauartigem Zusammenhange stehen, entschiedene Glazialsuren in ihren Rinnen und Furchen aufweisen, also firntragende Territorien waren. Mafgebend sind namentlich jene Thäler, welche, von einem kleinen Firngebiet gespeist, bis zu 1000—1100 m hinauf ihre Wurzeln verlegen. Solche Thäler sind im Bayrischen Walde, im Wollinka-, und zum Teil im Wotawagebiet; ich darf hier auf die Detaildarstellung verweisen, wo diese Fälle hervorgehoben werden. Wenn nun Thäler mit 800—900 m Höhenlage keine Anzeichen von Vergletscherung aufweisen, so ist das Richtige doch wohl in der Mitte zu suchen, und 1000 m rund als die Firnlinie anzusehen.

Werden nun für jedes einzelne Gletscherthal mittels der Isohypse von 1000 m die Grenzen des Firnschnees gewonnen, so erhält man Zahlen, die einen Augenblick überraschen, aber richtig sind; von einer bescheidenen Vergletscherung kann unter keinem Umstande die Rede sein. Partsch hat ähnliche Linien auf seiner Gletscherkarte gezogen, und mit Hilfe des angegebenen Maßstabes berechnet sich für den Poppergletscher ein Firngebiet von nur 18, für den Sucha-Woda-Gletscher nur 11 qkm. Den Gurglergletscher maß Prof. Richter zu 10 $\frac{2}{3}$  qkm, den Mittelberggletscher im Pitzthale zu 14 $\frac{1}{2}$  qkm.

Unsre Böhmerwald-Gletscher werden erst ins rechte Licht gebracht, wenn wir die Gröfse der Firnfelder der gegenwärtig bedeutendsten Gletscher der Alpen, wie sie Heim<sup>1)</sup> zusammengestellt, vorführen.

Der große Aletschgletscher	hat	99,54 qkm	Sammelgebiet,
der mittlere	„	7,0 „	„
der obere	„	23,89 „	„
Oberaargletscher	„	6,7 „	„
Fieschergletscher	„	33,57 „	„
Unteraargletscher	„	21,0 „	„
Bächligletscher	„	3,0 „	„
Gauligletscher	„	20,22 „	„

<sup>1)</sup> Heim, Gletscherkunde, S. 46.

Rosenlaugletscher	hat 4,63 qkm	Sammelgebiet,
Obergrindelwaldgletscher	„ 12,0 „	„
Untergrindelwaldgletscher	„ 28,0 „	„
Tschingelgletscher	„ 8,3 „	„

sämtlich in der Finsteraarhorngruppe.

Es sei uns erlassen, die noch kleinern Gletscher der Bernina- und anderer Gruppen aufzuzählen; zur Genüge wird der Satz, daß die Böhmerwald-Gletscher einstens von ganz beträchtlicher Entwicklung waren, illustriert; aber unbedeutend waren sie, wenn man ihnen die alpinen Gletscher der Diluvialzeit entgegenhält.

Die Ilz besaß ein Firngebiet von 96,  
 der Regengletscher 200,  
 der Moldaugletscher 3—400,  
 der Wollinkagletscher 90,  
 der Wotawagletscher 240,  
 der Angelgletscher 80 qkm.

Die Firnbedeckung des Bayrischen Waldes berechnet sich auf 200 qkm. Wir haben also trotz geringerer Niederschläge das größere Firngebiet auf der böhmischen Seite (es verhält sich zu dem auf bayrischer Seite wie 7:3), daher auch eine größere Gletscherentwicklung.

Nun kann aber die Möglichkeit angenommen werden, daß die Firnlinie an besonders günstigen Stellen, durch die große Schneeanhäufung gerade an dem östlichen Abhange auf 900 m und noch tiefer deprimiert wurde, dann wird dem ganzen vergletscherten Terrain infolge des Plateaucharakters ein bedeutender Zuwachs verliehen. Es sind demnach die angegebenen Zahlen, die natürlich eine besondere Genauigkeit nicht beanspruchen können, die minimalsten. Forbes macht darauf aufmerksam, daß in Norwegen sehr viele ausgedehnte Gebirgsflächen bis ganz dicht an die Schneelinie hinaufreichen. Schon eine ganz geringe Senkung der Schneelinie Norwegens würde diese Hochflächen mit Firn dauernd bedecken, die Nährgebiete der Gletscher und damit die ganze Vergletscherung in sehr bedeutendem Maße vermehren<sup>1)</sup>. Es ist gewiß, daß wir in der skandinavischen Vergletscherung ein Analogon zu der einstigen des Böhmerwaldes haben. Nicht mit kühnen Gipfeln und Graten, sondern mit weiten welligen Hochflächen ragte das Gebirge in die Firnregion hinein. Es war vielleicht das gesamte Hochterrain, ohne die einzelnen Gebiete abzutrennen, in ewigen Schnee getaucht, und nach allen Seiten strahlten durch die Täler die einzelnen Gletscher aus. Je nach der Thalbildung fiel die Ernährung aus. Wenn wir also Differenzen in der Firnanhäufung und Vergletscherung beider Abhänge und in den einzelnen Tälern begegnen, so müssen wir, absehend von Meteorologie,

die ja das Gegenteil erwarten läßt, die Ursache in der Thalbildung suchen.

Würde die Thalentwicklung, welche böhmischerseits bis zur Vollendung es brachte, am bayrischen Abhang eine intensivere gewesen sein, so wäre auch die Gletscherentfaltung eine andere geworden.

Das Wotawathal war höchst günstig für eine Gletscherentwicklung durch sein ausgezeichnet ausgearbeitetes Quellsystem. Alle Quelladern vereinigten in einem Punkte den Eisabfluß eines über 200 qkm großen Firnfeldes, so daß es dem Gletscher unbedingt möglich sein mußte, bis gegen Schüttenhofen vorzudringen. Mit dem großen Sammelgebiet vereinigt es noch andere günstige Verhältnisse: das enge, schattige Thal hielt das Gletschereis fest zusammen, die geringe Neigung des Thales verhinderte eine Zertrümmerung und Zerteilung des Eisstromes, der zahlreiche Gletscherschutt, der im Thale anwesend ist, läßt vermuten, daß eine starke Bedeckung das Eis schützte; so war es dem Gletscher durch viele Momente ermöglicht, eine so tiefe Abschmelzungszone zu erreichen.

Gegenteilige Umstände versagten dem benachbarten Regengletscher eine solche Entwicklung; auch ihm stand ähnlich dem Gletscher der Wotawa ein Firnfeld von 200 qkm zur Verfügung, allein davon ist nur der kleinste Teil wirklich zur Vereinigung zu einem größeren Gletscher gekommen. Nur die südöstliche Partie der Regenthal-Bildung ist für die Entwicklung eines größeren Gletschers günstig gebaut, und im Becken von Zwiesel allein vermochte ein Gletscher das größte und meiste Firngebiet zu einem Eisstrange zu sammeln, allein alle nordwestlich hiervon in den Arber und dessen hohe Umgebung eingeschnittenen Täler gehen selbstständig von der Firnhöhe herab, ohne gegenseitig sich unterstützend in einen Strang zusammenzufliessen. Sie konnten die Längelinie des Regenthales nicht mehr erreichen, da der Mündungspunkt tief unter der Abschmelzungszone der alten Gletscher liegt, und die zu erreichen die Kraft der einzelnen Firnmulde nicht ausreichte. So kann man also von einem Wotawagletscher im vollsten Sinne des Wortes sprechen, weniger richtig ist die Bezeichnung Regengletscher.

Eindringlicher noch treten diese Verhältnisse bei der Wollinka und der Ilz zu Tage. Beiden stand ein ziemlich gleiches Firngebiet zur Verfügung, das der Ilz ist sogar noch etwas größer; letzteres war sicherlich infolge der westlichen Lage mit größeren Niederschlägen bedacht, als der gegenüberliegende Ostabhang, und doch bildete sich der Wollinkagletscher klarer und deutlicher aus als der Ilzgletscher.

Das Ilzthal hat mir überhaupt die geringste Ausbeute an Glazialspuren gewährt, freilich habe ich auch nicht jeden Quellarm besucht, doch bin ich sicher, daß die Ver-

<sup>1)</sup> Cit. bei Heim, S. 439.

hältnisse, die am Rachelsee als glazial angesehen werden müssen, auch in den übrigen Thälern nicht fehlen werden. Aber im Wollinkathale sind deutliche und ziemlich ausgedehnte Reste einer einstigen Moränenentwicklung gegeben, die sicherlich auf einen gut ausgebildeten Gletscher hinweisen. Die Erklärung hierfür kann nur darin gesucht werden, daß alle vom Firn gespeisten Quellbäche der Wollinka, ähnlich der Wotawa, im Becken von Winterberg alles und jedes Material zu einem kräftigen Eisstrange vereinten. Von den Ilzquellen gehen kaum zwei zusammen, alle verlassen selbständig, mit schwachen Eisarmen ausgestattet, das Firnterritorium, und da die Vereinigung aller Quellen nach langem Laufe auf einer Meereshöhe von 300 m, die in der letzten Eiszeit kein Gletscher im Böhmerwalde erreichte, von statten ging, so kann von einem Hauptgletscher der Ilz in der letzten Eiszeit nicht gesprochen werden.

Gleich der Wollinka ist das Firngebiet der Angel fest zusammengefaßt, so daß es diesem kleinen Sammelbecken möglich wurde, einen Gletscher zu erzeugen von beträchtlicher Mächtigkeit und mit Hinterlassung unverkennbarer Spuren.

Weitere Wahrnehmungen in dieser Hinsicht bietet der Schwarzwald. Ich besuchte vor allem den Schwarzwald deshalb, um zu beobachten, wie sich die Gletschererscheinungen dort äußern, und um Wahrnehmungen an den Seen zu machen. Es lag mir nicht im Sinne, die Verbreitung der Glazialspuren in diesem Gebirge eingehend zu studieren, doch konnte eine Erscheinung nicht unbemerkt bleiben, die auch Penck in einem Vortrage der Geogr. Gesellschaft zu München bestätigte. Ebenso wie im Böhmerwald ist auch im Schwarzwald die östliche Seite mehr als die westliche, aber auch die südliche mehr als die nördliche vergletschert gewesen, sicherlich auch im Gegensatze zur Meteorologie. Südlich rückten die Gletscher nach meinen Beobachtungen im Albthale nahezu bis zum Rheinufer, nördlich kann ich nur die Beobachtungen Agassiz<sup>1)</sup> bestätigen: daß nämlich ein Gletscherarm von der Hornisgrinde herunter im lieblichen Oosthale nahezu bis Geroldsau reichte, also wenige Kilometer vor Baden-Baden stehen blieb. Überaus reiche Moränenablagerungen und zahlreiche Gletscherschliffe, die in ihrer Klarheit und Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig lassen, begegneten mir unausgesetzt in den vom Feldberg, Belchen, von der Hornisgrinde gegen Osten, Nord- und Südosten und Süden geöffneten Thälern. Wie abgeschnitten aber hören sie gegen Westen auf. So wandte ich mich aus dem reichen Gletschergebiet des Belchen über die Wasserscheide im Westen, über Mühlheim zum Rheinthal hinaus. Mit dem Passe hört jedwede Glazialspur auf, ganz so im Renchthale, das ich von der Wurzel bis zur Mün-

dung in den Rhein beging, und vielleicht auch — mein Besuch war zu flüchtig, um es mit Sicherheit behaupten zu können — im herrlichen Thale der Kinzig.

Gleich dem Böhmerwald ist auch der Schwarzwald an seinem Steilgefälle wenig oder nicht mit Gletschern belastet gewesen. So erkennen wir also nicht bloß in der Anlage, in der Ausbildung des Thalnetzes, sondern auch im Bau der Thäler eine Ursache ungleicher Gletscherentwicklung. Die westlichen Firnthäler des Böhmerwaldes sind schluchtenartig, der Schnee mußte als Lauine rasch in eine Tiefe befördert worden sein, welche den Prozeß der Firn- und Gletscherentwicklung infolge thermischer Verhältnisse nicht mehr zuließ.

Es ist von Interesse, durch die Studien Pencks in den Pyrenäen dieselbe Beobachtung wiederholt bestätigt zu finden. Dort steigen die nördlichen Gletscher tiefer herab als ihre südlichen Nachbarn, die bei 900—1000 m stehen blieben, während erstere nicht ganz 500 m erreichten. Die südlichen Gletscher wurden im Mittel 30, die nördlichen 36 km lang. „Es ist die Gletscherentwicklung in den Pyrenäen abhängig von der Größe der einzelnen Thäler, in welchen sie lagen“<sup>1)</sup>.

Aus dem Gegebenen resultiert nun: die Niederschläge lassen im Böhmerwalde eine stärkere Vergletscherung an der Westseite erwarten, thatsächlich aber weist der Ostabhang eine größere Vereisung auf, verursacht durch die Thalbildung, die auf der böhmischen Seite fördernd, auf der bayrischen zerstörend wirkte. Die gleiche Erscheinung ist in den Pyrenäen und im Schwarzwald beobachtet worden.

Eine besondere Stellung nimmt das Moldauthal ein. Wir haben hier zwei Firngebiete zu trennen, eines, das die Quellarme besetzte, und eines, das in ununterbrochener Fortsetzung das ganze Thal beiderseitig bis tief hinunter begleitete. Wir erhalten hier den nicht uninteressanten Fall, daß das Quellgebiet des Firnes, als unzureichend für den großen Moldaugletscher, ergänzt oder wenigstens bedeutend verstärkt wurde. Es hört hier der Hauptgletscher auf, und der Eisstrom wird durch Seitengletscher fortgesetzt. Die tief unten im Moldaugletscher vorkommenden erratischen Spuren scheinen dies zu bestätigen, wenn sie nicht einer frühern Eiszeit angehören. Das Firngebiet der Moldauquellen würde allein für eine solche Eisentwicklung nicht ausgereicht haben. Die das Thal begleitenden Höhen ragen weit über die Firnlinie, der See am Plöckenstein ist ein direkter Zeuge seitlich in das große Thal der Moldau einmündenden Eismaterials. Die Vergletscherung des Adourthales ist nach Penck eine ähnliche gewesen.

<sup>1)</sup> Leonhards Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1841, S. 566.

<sup>1)</sup> Die Eiszeit in den Pyrenäen von Dr. A. Penck. Mitteilungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig. 1883.

## c) Mehrere Eiszeiten.

Das Studium der Glazialepoche hat, abgesehen von dem Nachweise einer Vergletscherung dieses oder jenen Gebirges überhaupt, sehr oft zur überraschenden Thatsache geführt, daß der Gletscher wiederholt sein Thal besetzte, daß wiederholt eine Eiszeit sich einstellte.

Die Beweisführung wird nicht bloß geologisch gegeben, sondern auch durch Orographie und Paläontologie ganz wesentlich gestützt. In den deutschen Mittelgebirgen ist bis heute ein derartiger Nachweis, wie ihn Penck mit so aufserordentlichem Geschick auch für die Pyrenäen erbrachte, meines Wissens nicht versucht worden. Was bisher über die Vergletscherung des Wasgau und Schwarzwaldes<sup>1)</sup> bekannt wurde, deutet nach keiner Seite auf eine Wiederholung der Eiszeit in beiden Gebirgen hin. Partsch geht in seinen Karpathenstudien nur wenig darauf ein, und meine geringen Beobachtungen im Böhmerwalde machen mir keineswegs Mut, von zwei oder drei Eiszeiten zu sprechen. Doppelmoränen mit ganz entschiedenen interglazialen Zwischenschichten habe ich im Böhmerwalde nirgends finden können; dem entsprechend fehlen interglaziale Einschlüsse, wie jene im Höttingergraben bei Innsbruck, wie die berühmten Kohlen von Wetzikon und im Algäu. Nur ein einziger Umstand möchte allenfalls auf eine ehemals größere, dann wieder geringere Eisausdehnung hinweisen: es sind die weit auseinanderliegenden Glazialspuren im untern Moldau- und Ilzthale, von denen im untersten Regenthale, die sich am wenigsten einfügen wollen, ganz abgesehen. Es würden selbstverständlich die tiefer gelegenen äußern Moränen Spuren einer größeren Eisbedeckung, einer tiefern Firnlage entsprechen, als die höhern, vorausgesetzt, daß die innern Moränen wirklich bei einem Vorstöße des Gletschers, bei einer wiederholten Eiszeit und nicht beim Rückzuge des

<sup>1)</sup> Am Eingang des Albthales im südlichen Schwarzwalde beobachtete ich eine ausgesprochene Doppelmoräne, etwa 150 m über der gegenwärtigen Thalsole.

großen, einen Eisstromes abgelagert wurden. Die äußern Moränen sind aber so sporadisch und gering entwickelt, daß ich es nicht wagen konnte, sie in die obige Besprechung, die nur innere Moränen zum Gegenstand hatte, hereinzuziehen. Die äußern und innern Moränen liegen derart räumlich auseinander, haben eine solch große Differenz in der Höhe ihrer Abschmelzungszone, daß man verleitet wird, hierin die Wirkung zweier Eiszeiten zu erkennen. Leider kann diese Mutmaßung weder durch paläontologische und stratigraphische, noch durch orographische Beweise gestützt werden. Die Moränenreste an der untern Ilz und am untern Regen erfordern eine andere Firnlinie, als die für die innern Moränen gefundene, welche sich leicht und ohne Zwang in die Beobachtungen, welche diesbezüglich in andern Gletscherbezirken mitteldeutscher Gebirge gemacht wurden, einreicht. Die Firnlinie für einen Ilzgletscher vor Passau, namentlich aber für einen Regengletscher vor Regensburg würde nicht bloß die Höhen über 900—1000 m, sondern vielleicht schon von 600 m an besetzt haben. Da wäre sofort jedem einzelnen Gletscher ein drei- bis vierfach größeres Firnfeld zugeteilt und die Möglichkeit gegeben, ein so tiefes Niveau zu erreichen.

Was Penck über wiederholte Eiszeiten in den Pyrenäen äußert, findet wenig Anwendung auf unsere Verhältnisse.

Soll die letzte Gletscherentwicklung, die letzte Eiszeit mit der Seenzone zusammenfallen, so finden wir im Böhmerwald ein dieser Auffassung günstiges Moment vielleicht in dem Umstande, daß die Moränenwälle vor einigen Seen eine solch schöne Ausbildung und eine so bedeutende Mächtigkeit erhielten, daß hierin eine gewisse Zeitdauer, die zu solcher Entwicklung erforderlich war, zu erkennen ist; eine Zeitdauer, die in ihrer Unbestimmtheit auch zu einer Epoche gesteigert werden kann. / 2

Wir hätten demnach in den äußern und innern Moränen und in der Seenzone die Repräsentation dreier Eiszeiten im Böhmerwalde.

## B. Die Seen des Böhmerwaldes.

### I. Detaildarstellung.

#### a) Der Große Arbersee

liegt am Südabhänge des Großen Arber in tiefer Mulde, 934 m über dem Meere. Partsch<sup>1)</sup> erwähnt von ihm, daß

<sup>1)</sup> A. a. O., S. 108.

ihm ein stauender Trümmerdamm am untern Ende fehle, „hier ist es vollends deutlich, daß das Seebecken eine im festen Fels ausgehöhlte Schale ist“. Die Sache verhält sich nicht ganz so. Wohl entbehrt der Ausgang der auf-

fallenden und hervorstechenden Formierung eines Trümmerwalles, dennoch steht fest, daß der Seebach durch niedergelegte Blöcke sich Bahn schafft, und, für ein aufmerksames Auge nicht unschwer erkenntlich, hebt sich an der östlichen Seite des nach Süden geöffneten Seebeckens ein wallartiger Trümmerhaufen mit Blöcken verschiedensten Kalibers ab, der sicherlich nur das Rudiment eines einst großen, dem See quer vorgelegten Walles ist. Es ist von Interesse, daß sich gut erkennbare Rollsteine unter Sand und lehmartigem Grus neben eckigen Blöcken vorfinden, so daß der ganze Inhalt des Walles sofort an Moränenablagerung erinnert. Bis zu 10m über dem gegenwärtigen Seespiegel sind diese Spuren zu verfolgen; eine trockene in den Wall gegrabene Zisterne legte die interessante Ablagerung bloß. Ich vermochte diese glaziale Spur nur am linken, südlichen Ufer des Sees zu erkennen, sie ist völlig isoliert, denn nach abwärts beginnt die stets wiederkehrende Zerblockung des Gebirges, aufwärts konnte ich bis 30m die Spuren verfolgen. Das Gegenstück am rechten, nördlichen Ufer scheint zu fehlen. Orographisch machte sich nichts bemerkbar als ein großartiger Blockhaufen ohne ausgesprochene Wallform, die Moosdecke verhinderte weitere Einsicht.

Eingesenkt in den gewaltigsten Berg des Böhmerwaldes, ist man gerne bereit, vom Arbersee, entsprechend seiner imposanten Umgebung, eine bedeutende Tiefe vorauszusetzen, und es überrascht, daß sie nur 15m beträgt.

2m, 3m, 5m, 10m, 11m, 13½m, 13½m, 15m, 15m, 15m, 14m, 14m, 8½m, 5m, 2m betragen die Tiefen im Längendurchmesser und 4m, 10m, 12m, 15m, 15m, 13m, 10m, 5m im Querdurchmesser.

Möchel gibt 34m<sup>1)</sup> an, was sich als völlig unrichtig erweist, von daher stammen wohl auch die 110', die Willkomm angibt<sup>2)</sup>. Von Forstleuten wurde er im September 1870 gemessen und „genau“, wie es hieß, 60' = 17,54m tief gefunden. Ob die Förster eine abgerundete Zahl angaben (damals noch bayrische Fuß), ob ein Fehler in den Messungen vorliegt, oder gar in dieser Differenz der Tiefenangaben eine Andeutung über das thatsächlich rasche Verschwinden des Sees zu erblicken ist, will ich nicht entscheiden, muß aber konstatieren, daß meine Messungen mit einem ausgezeichneten Instrumente und mit der größten Genauigkeit geschahen<sup>3)</sup>. Wer den See nur einmal gesehen, wird sofort an seiner ganzen Uferbildung erkennen, daß eine bedeutende Tiefe ihm nicht zugeschrieben werden kann; an

<sup>1)</sup> Bohemia 1877.

<sup>2)</sup> Dr. M. Willkomm, „Der Böhmerwald und seine Umgebung“, Prag, C. Bellmann, 1878.

<sup>3)</sup> Ich benutzte zu meinen Messungen denselben Apparat, der meinem Freunde Dr. Al. Geistbeck zu seinen zahlreichen Tiefseemessungen in den Seen der deutschen Alpen Dienste leistete.

allen Seiten hat die üppig wuchernde Vegetation derart Terrain erobert, daß man sagen kann, der jetzige Arbersee ist nur mehr ein bescheidener Rest eines frühern viel größern. So erwähnt auch v. Gümbel<sup>1)</sup>, der den See noch zu 48 Tagwerk = 17 ha angibt, daß der Kleine und Große Arbersee nur als Überreste größerer Wasserstauungen zu betrachten sind, die durch die jetzt versumpfte und vertorfte Umgebung in ihrer frühern größern Ausdehnung angedeutet werden.

Wie bei andern Waldseen, so ist auch hier ein einmündender Quellbach, der vom Großen Arber herunterkommende Geigenbach, eine der Hauptursachen des Verfalls. Der Seerand ist förmlich bedeckt mit faulenden Baumleichen, die mit ihrem Geäste auf dem seichten Grunde aufruhend und nur zu leicht mit dem Senkblei in Kollision kommen; das Lot brachte jedesmal eine Menge feinen Moderschlammes herauf, und übereinstimmend damit wurde mir mitgeteilt, daß man mittels Stangen erst nach 2m Schlamm auf festen Grund komme; somit hat der See nicht bloß an horizontaler, sondern auch an vertikaler Ausdehnung bedeutend verloren, und wenn die Abnahme gleich rapid fortschreitet, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß in 50—60 Jahren der ganze See vertorft ist. Dem entsprechend hat das Seewasser kaum 0,4m Durchsichtigkeit, selbst der Seebach ist weit abwärts noch dunkel gefärbt.

Die Längensaxe des Arbersee-Beckens paßt sich der Längensaxe der Anlage des ganzen Arber ziemlich an; da die Länge des Sees die Breite weit übertrifft, so kann weniger von einem Kessel als von einem Zirkus gesprochen werden. Wenn man vom See aus den Arber besteigt, repräsentiert sich der Zirkus als eine außerordentliche Ausbuchtung der Ostflanke des Großen Arber, als eine tiefe Wunde, die der alte Riese im Laufe ungemessener Zeit erhielt.

Der Große Arbersee liegt weniger düster und melancholisch im tiefen Waldesgrunde als andre, die östliche Lage läßt ihn an einem lichten Sommermorgen außerordentlich schön erscheinen. Der schwarze Seespiegel ist mit goldgelben Seelilien (*Nuphar luteum*) geschmückt.

#### b) Kleiner Arbersee.

Der Kleine Arbersee ist bereits von Partsch, S. 109, eingehend beschrieben worden.

Von Wichtigkeit ist zu erwähnen, daß diesen See keine Seewand begrenzt, sein oberstes Ende, das südliche, ist nahezu völlig versumpft, da ein bedeutender Quellbach mit seinem Schuttkegel das Seethal ausfüllt. Allerdings hebt das Gehänge am heutigen Sumpf ziemlich steil an, allein

<sup>1)</sup> A. a. O., S. 552.

es ist mehr für eine steile Thalstufe, denn für eine Seewandbildung, ähnlich den übrigen, zu betrachten. Einstens reichte ohne Zweifel der Kleine Arbersee an dieses Gehänge; er hat den größten Teil seines Terrains bereits verloren und ist unter allen Waldseen der erste, der seinem Ende entgegensteht. Die Ufer des Sees sind ringsum flach, und seine Größe steht in gar keinem Verhältnisse zur bedeutenden Thalmulde, in die er eingebettet ist. Seine äußere Erscheinung, seine Form ist eine andere, als die aller übrigen. Keine Erinnerung an einen Kessel, fast nichts, was Ähnlichkeit mit einem Schwarzen oder Teufels-See besäße. Doch ist das erst jetzt so; zur Zeit, als er noch an das steile Thalgehänge reichte, waren seine äußeren Unterscheidungen von den benachbarten Seen nicht so bedeutend, als nunmehr.

Seine Tiefe scheint sehr gering zu sein; da kein Fahrzeug vorhanden, war es mir nicht gestattet, sie zu messen. Möchel gibt 16 m<sup>1)</sup> an; ich bin überzeugt, daß die Zahl falsch ist, immerhin deutet sie eine geringe Tiefe des Sees an, da Möchel gewöhnt ist, für die übrigen Seen, bei denen einigermassen eine beträchtliche Tiefe vorausgesetzt werden kann, ganz abnorme Zahlen anzuführen. In anbetracht der Versumpfung weit gegen den See hinein und der neuesten Inselbildung in Mitte des Sees vermag ich dem See kaum mehr als 10 m zuzuteilen. Partsch erklärt ihn für einen Moränensee<sup>2)</sup>.

### e) Rachelsee.

Er eröffnet seinen Abfluß gegen Süden, der sich rasch und geradlinig vollzieht. Die Längsaxe des Sees übertrifft die Queraxe und stimmt überein mit der Richtung der von hier ausgehenden Thalung.

Die Seewand, die wahrhaft großartig aus dem See aufsteigt, erreicht nahezu den Gipfel des Rachel 1454 m. Da der See eine Meereshöhe von 1074 m<sup>3)</sup> hat, so kann die Wand auf 300 m geschätzt werden.

Der Rachelabhang ist auf der Südseite in einer Art Auflösung begriffen, die durch die Glazialzeit zweifellos verursacht und stark gefördert wurde. Moränen haben die Blockmengen vermehrt.

Das jetzige Rachelsee-Becken ist der Rest eines einst größern, das durch die ganz enorme Zerblochung der Gehänge viel von seiner frühern Ausdehnung einbüßte. Wenige Meter unterhalb ist ein zweites Seebecken völlig verschüttet. Auf der bayrischen Generalstabkarte ist die Stelle mit der Bezeichnung „Felsensturz“ angegeben, womit aber keines-

wegs eine Andeutung über die Entstehung oder Vernichtung des Seebeckens gemacht sein kann.

Etwa 4 km abwärts füllte der Rachelbach ein großes Seebecken aus. In dem ausgedehnten Moore nördlich von St. Ofswald ist dieser einstige See noch zu erkennen.

Diese beiden verlorenen Seen, der soeben genannte und der unmittelbar unter dem Rachelsee gelegene, haben eine völlig andere Physiognomie als der Rachelsee, der dadurch in seiner Eigenart erst recht hervortritt. Beiden fehlt die Seewand, es ist aber nicht unwahrscheinlich, daß sie eine hatten; da beide Becken in der Erosionsfurche des Rachelsee-Baches liegen, so konnten ihre Wände der Zerstörung wohl nicht entgehen.

Die Seewand des Rachelsees richtet sich steil empor, sie ist mehr als 70° geneigt, gut bewaldet, nur hier und da unterbricht eine nackte Wand den Baumwuchs.

Gegen Nordosten tritt ein Ausläufer des Rachel steil an das Seeufer, gegen Südwesten öffnet sich ein freier Blick. Das ganze Bild darf großartig, hochgebirgsähnlich genannt werden. Das Gefühl der Einsamkeit beschleicht jeden, der einen See des Böhmerwaldes besucht, hier aber ist es das Gefühl gänzlicher Verlassenheit, das den Beschauer ergreift. Der herrliche Augustmorgen, den ich am See zubrachte, vermochte das Düstere, fast Schauerliche des Sees nicht zu verscheuchen. Willkommen nennt ihn die Perle des Böhmerwaldes, den romantischsten und schönsten des ganzen Gebirges. Besonders von dem Abflusse aus, wo die hier in ihrer Form an die Schneekoppe erinnernde Pyramide des Rachel hoch über der steilen, felsigen, malerisch bewaldeten Seewand thront, bietet dieser rings vom Hochwald umgebene See mit seinem dunklen, regungslosen Wasserspiegel einen wahrhaft großartigen Anblick dar, der sich wegen der zahlreichen in den See hinabgestürzten, teils schwimmenden, teils noch am Ufer hängenden Baumleichen zu einem echten Urwaldsbilde gestaltet.

Eine beschwerliche Floßfahrt gestattete mir, die Tiefen des Sees zu messen. Von Südost nach Nordwest ergaben die Peilungen: 2 m, 3 m, 4 m, 4 m, 3 m, 8½ m, 11½ m, 14 m, 13 m, 13 m, 13 m, 11 m, 9 m, 5 m, 4 m, 3 m, 2 m; von Südwest nach Nordost 4 m, 6 m, 8 m, 12 m, 13 m, 14 m, 13 m, 11 m, 7 m, 5 m, 4 m, 2 m.

Gegen Erwarten ist das Becken verhältnismäßig seicht. Möchel gibt für den Rachelsee eine ganz unbegreifliche Tiefe von 90 m an, auch Willkommen läßt ihn 288' tief sein; unmöglich können diese Angaben auf eignen Messungen basieren. Es ist nicht ausgeschlossen, daß der See einstens tiefer war, denn die Gelegenheit zur Ausfüllung des Seebeckens ist durch die Steilgehänge am besten bedingt; Block und Baum sind für die Böhmerwaldseen das, was das sandige und gerollte Füllmaterial

<sup>1)</sup> Willkommen 51' = 16 m Tiefe und 6,95 Joch = etwas über 4 ha Oberfläche.

<sup>2)</sup> Siehe oben S. 2.

<sup>3)</sup> Bayrische Generalstabskarten.

jenen Seen sind, welche als Passage von Flüssen benutzt werden.

Der dunkle Grund des stillen Sees ist mit einer dicken Schicht Modererde bedeckt, das Senkblei (2kgr) versank gewöhnlich 0,3—0,4 m im Schlamm. Die Verwachsung beginnt von Westen herein, wo der See bis heute bereits die stärkste Einbusse erlitt.

Leider ist es nicht gerade leicht, bei der ganz erstaunlichen Blockbildung zu erkennen, ob der Abfluss des Seebaches in festem Gestein sich vollzieht. Nach meinen Beobachtungen ist der See durch einen Wall gestaut; die geringe Tiefe und die Mächtigkeit der Blockablagerung, die in einem kräftigen Walle den See umrahmt, der die vorgelagerten Blöcke durchschneidende Seebach deuten mit Entschiedenheit für ein Abdämmen des kleinen und seichten Wasserbeckens.

Das Wasser des Sees ist tiefschwarz und, wenn von der Sonne beschienen, öfters ins Rötliche oder Bräunliche übergehend; es enthält Ocker. Das Gewicht war schon nach 0,3—0,4 m tiefem Einsenken in den See unsichtbar geworden.

Die Farbe des alkalihaltigen Wassers rührt nach v. Gümbel, obschon es nur 0,004<sup>0</sup>/<sub>10</sub> organischer Substanzen enthält, gleichwohl von vermoderten Pflanzenresten her. Der Zufluss des Sees ist der etwa 230 m über dem Seespiegel entspringende Rachelbach, dessen Quellen zum Teil aus einem Versuchsstollen kommen und durch Zersetzung des eingesprenkten Schwefelkieses Eisensalze gelöst enthält. Indem sich dieses Eisensalz zum Teil oxydiert und, in ein basisches Salz verwandelt, aus dem Wasser sich ausscheidet und absetzt, entsteht jene ockerige Färbung, welche den Lauf des Rachelbaches bis fast zum See herunter in auffallender Weise kenntlich macht.

#### d) Schwarzer See,

auch Bystritzer-, Deschenitzer- oder Eisenstrafsersee genannt, verrät durch seinen Namen schon seine dunkle Farbe. Wenn ich erwähne, daß auch dieser See als der schönste des Böhmerwaldes gepriesen wird, so ist daraus zu entnehmen, daß entweder fast alle Seen — denn die einen preisen den Plöckenstein-, die andern den Rachelsee, wieder andre den Teufels- oder Großen Arbersee als den hervorragendsten — in ihrer landschaftlichen Pracht sich gleichen, oder die Geschmacksrichtung, wie so häufig, auch hier verschieden ist. Letzteres ist nun weniger der Fall, und es ist in Wahrheit schwer zu entscheiden, wem das höchste Lob zu spenden ist. Gleichwie sie in ihren geographischen und geologischen Verhältnissen eine seltene, auffallende Gleichheit zur Schau tragen, so ist die landschaftliche Schilderung eines dieser einsamen Seen passend für alle.

Bayberger, Böhmerwald.

Die meisten Besuche empfängt allerdings der Schwarze See, angeblich weil er der großartigste ist. Wohl ist er der größte und hat viel Hochgebirgscharakter; seine vielen Besuche aber erhält er kaum deshalb, sondern wohl nur, weil er nahe der Eisenbahn, nahe an einem Passe zwischen Böhmen und Bayern durch vortrefflich gebahnte Straßen am leichtesten erreichbar ist. Wer aber die wunderbare Natur des Böhmerwaldes belauschen will, muß zum Rachel- und Plöckensteinsee hinansteigen, wo der Ur- und Hochwald in seiner Erhabenheit und Majestät durch die schweigsamen, dunklen Wasser erhöhten Zauber empfängt. Der Schwarze See vermochte durch seine an alpine Schönheit erinnernde Natur einstens den ersten Rang einzunehmen, doch ist das wundersame, das tiefe, ernste Schweigen des Urwaldes durch die Lebhaftigkeit des dort herrschenden Verkehrs<sup>1)</sup> vollständig gestört. Durch seine Kähne, durch das zierlich erbaute Sommerhaus an seinem Ufer ist er der einzige See des Böhmerwaldes, der an jene Alpenseen erinnert, deren Rand durch einen Kranz von Dörfern und Villen geschmückt ist; freilich hat er dadurch nicht gewonnen, wohl aber trat er dadurch aus seiner Waldeinsamkeit, seiner heiligen Stille heraus.

Der Name „Schwarzer See“ ist nicht ganz treffend gewählt, denn schwarz sind alle Seen des Gebirges, der Schwarze See zeigt sogar, wie kein anderer wieder, einige Meter vom Ufer weg eine grünliche Färbung, die allerdings bald einem tiefen Schwarz weicht.

Er liegt unter dem Zwergeck, hat eine Meereshöhe von 1024 m<sup>2)</sup>, der ihn senkrecht überragende Gipfel mißt 1323 m. Die Öffnung des großen Kessels ist nach Nordosten gerichtet.

Die Wand dieses Sees kann vor allen übrigen als wirkliche Wand betrachtet werden. Fast vertikal steigt sie unmittelbar aus dem See heraus und erreicht nach v. Gümbel<sup>3)</sup> 1000' = 300 m. Am rechten Seeufer, wo viele Quadratmeter von Vegetation entblößt sind, kann man sich ihr etwas nähern, und eine genaue Beobachtung läßt die merkwürdige Flachheit derselben deutlich erkennen; es ist interessant, daß über eine große Fläche hin jene starke Zerissenheit fehlt, die andern Seewänden eigen ist.

Das Seebecken ist nach Hochstetter in Glimmerschiefer eingetieft, was des leicht zerbröckelnden Gesteins wegen die glatten Partien noch interessanter macht.

<sup>1)</sup> Ich zählte innerhalb weniger Stunden mehr als 50 Besucher.

<sup>2)</sup> Nach v. Gümbels Messungen. Partsch fand 1008 m und Seeförster Fischer 1011 m. Diese nahezu übereinstimmenden Zahlen lassen die Angaben Hochstetters in der K. K. Geolog. Reichsanstalt, VII. Bd. 1856, S. 143, Nr. 342, mit mehr als 1200 m als einen Irrtum erkennen.

<sup>3)</sup> v. Gümbel, a. a. O. S. 612. Nach Krejci 600' (? Wiener Fuß). Wenzig und Krejci, „Der Böhmerwald“, Prag 1860; nach den soeben angeführten Zahlen genau 300 m.

Der Schwarze See ist nicht nur der größte des ganzen Waldes, sondern auch der tiefste.

Dr. Willkomm gibt ihm 33 Joch = 19 ha und 288' Tiefe, die in Metern ausgedrückt, nach Wiener Fulsen berechnet 93, nach alten bayrischen Fulsen aber 84 m sind; eine Angabe, die mit der Möchels (19 ha, 90 m Tiefe) fast übereinstimmt<sup>1)</sup>. Krejci, S. 89, gibt das Areal des Sees zu 64 Joch (!) an und fährt dann fort: „Um die Tiefe des Sees zu ermitteln, zimmerte ich mit Hilfe des Seeförsters aus den am Ufer des Sees herumliegenden Baumstämmen ein Floß und fand den See 46' = 13 m tief<sup>2)</sup>.“ — Ich kann nicht annehmen, daß Krejci mit dem improvisierten Floß wirklich quer über den See fuhr, es wäre dann unmöglich, daß solche beträchtliche Differenzen mit meinen Messungen sich ergeben würden. Diese sind folgende:

6 m, 10 m, 10 m, 12½ m, 18½ m, 21½ m, 28 m, 29 m, 30 m, 29 m, 23 m, 25 m, 21½ m, 14 m (von der Villa in gerader Linie zum andern Ufer gemessen, Längendurchschnitt); 6 m, 8 m, 16 m, 16 m, 16 m, 29 m, 38 m, 33 m, 27 m, 19 m, 10 m (Querdurchschnitt).

Nach 25 Lotungen zeigte der See 38 m als seine größte Tiefe.

Die Farbe des Sees ist, wie schon erwähnt, am Uferande etwas ins Grünliche spielend, auf 8 m Tiefe war das Senkblei noch gut kenntlich, und es schimmerten bleiche Blöcke herauf. Der „Schwarze See“, der eigentlich erst 10 m vom Ufer entfernt beginnt, hat am Grunde Moder und Schlamm.

Der See wird von einem gut formierten Damm umkreist. Wenn dieser eine typische Gestalt auch gerade nicht erhielt, so bietet er durch sein, durch Wegebauten geöffnetes Profil, wertvollen Einblick in die Art seiner Entstehung. Der Wall ist eine echte Moräne mit Blöcken verschiedenster Größe, mit geglättetem und geritztem Gerölle. Er erreicht, soweit das Dickicht Einsicht erlaubt, mindestens 10 m.

Partsch sieht in ihm ein echtes Felsenbecken, da die Schleusenbauten in „gewachsenen Fels“ getieft wurden.

#### e) Teufelssee.

Den Teufelssee beobachtete ich zuerst von der Höhe der Seewand herab, von wo aus sein Anblick wahrhaft prächtig genannt werden kann. Es zieht nämlich am Steilge-

<sup>1)</sup> Alle Zahlen Möchels, mit Ausnahme der richtigen Tiefenangabe des Teufelssees zeichnen sich durch Unrichtigkeit aus; so ist nach ihm der See auch 1184 m hoch gelegen, entgegen den obigen Angaben; da Möchel auch noch einen Dreisesselbergsee, der gar nicht existiert, anführt und von ihm sogar Größe und Tiefe angibt, so muß man seine Zahlen als ganz unzuverlässig zurückweisen.

<sup>2)</sup> Nach Sophus Ruge, „Skizzen aus dem Böhmerwald“, Aus allen Weltteilen IV, S. 244, fand Krejci 34 m Tiefe. Dieser Angabe folgte auch Partsch.

hänge eine treffliche Straße hin, die vom Eisenstein nach dem Osser und dem Schwarzen See führt. Durch Felsprengungen mußte ihr Bahn geschaffen werden, denn der Abhang ist steil, einzelne Stellen sind geradezu senkrecht. Nichtsdestoweniger ist er an günstigen Stellen stark mit Bäumen bewachsen, und die senkrecht aufsteigenden Tannen sind die besten Winkelmesser für die Steilheit oder Geneigtheit der 350 m hohen Wand, deren Abfall auf mindestens 75° bestimmt werden muß. Das Merkwürdigste dieser Wand ist die geologische Thatsache, daß sie sich aus zwei an ihrer Berührungslinie gut unterscheidbaren Formationen zusammensetzt, aus Gneiß und Glimmerschiefer. Höchst wahrscheinlich zieht sich diese Linie, wie aus der Richtung der Gesteinsanlage deutlich erkennbar ist, mitten durch das Seebecken diagonal hindurch, so daß die eine halbe Schale in Glimmer, die andre in Gneiß eingetieft ist. Die Seewand steht dem Ausgange gegenüber, und schwache Ausläufer umklammern seitlich den See.

Es ergaben sich folgende Tiefen: 4 m, 6 m, 17 m, 17 m, 21,5 m, 21 m, 29 m, 30 m, 31 m, 33 m, 31,5 m, 30 m, 24,5 m, 19 m, 15 m, 11 m, 9 m, 5 m, 4,5 m (Längenprofil); 2 m, 15,5 m, 20 m, 27 m, 27 m, 33 m, 27 m, 27 m, 13 m, 9 m, 4 m (Querprofil)<sup>1)</sup>.

Der See bespült heute noch die Seewand, die Messungen verraten nirgends, daß eine starke Abbröckelung dessen Tiefe beeinträchtigte. Rings um den See bis zur Wand sind unzählige Blöcke verstreut, eine Wallanlage wurde aber nirgends sichtbar. Allerdings ist hier der Blick auch durch den dichten Wald und das noch dichtere Gestrüpp gehindert.

Zur Zeit als ich anwesend war, hatte man den See „entleert“, d. h. etwa 1½—2 m Wasserhöhe waren zur Holztrift ausgelaufen, demnach hat der See bei seinem vollen Wasserstande 35 m. Die entblößten Uferkonturen ließen die Zerblockung der Seeufer noch tief hinein erkennen; von festen Felsen, die den See umrahmen, konnte ich nichts entdecken.

#### f) Plöckensteinsee<sup>1)</sup>

ist der gefeiertste unter den Waldseen. Stifters Erzählung „Im Hochwald“ spielt teilweise an den Ufern dieses Sees.

Vom Thale von Hirschbergen aus ist von weitem schon der tiefe Einbruch des Plöckensteinmassivs sichtbar, der

<sup>1)</sup> Möchel gibt 34 m Tiefe an, stimmt also in diesem Falle mit mir überein.

<sup>2)</sup> Ich folge hier der häufigst gebrauchten und namentlich von den österreichischen Geologen angewandten Schreibweise; man liest auch Pleckenstein- und Blöckensteinsee, letztere ist in Hinblick auf die Unzahl der Blöcke zweifellos die richtige und erinnert an den Blocksberg im Harz.

noch weithin gegen die Moldau erkenntlich bleibt, und insbesondere an hellen Tagen durch das blendendweiß herabschimmernde Stifterdenkmal, das hart am Rande der Seewand gesetzt ist, markiert wird.

Der Weg zum See, vor einigen Jahren noch unbequem und mühevoll, ist nunmehr im besten Zustande, und man begegnet hier einer der großartigsten Erscheinungen, die der Böhmerwald an Blockmeeren aufzuweisen hat; die kolossalen Granitblöcke wetteifern in ihren oft wahrhaft gigantischen Formen und in ihrer Massenhaftigkeit mit den Riesenbäumen des Hochwaldes, welcher hier, wie kaum anderswo in seiner Herrlichkeit, den Wanderer empfängt. Bald bleich, bald von dunkler Moosdecke überwachsen, gerundet oder scharfkantig, liegen die zahllosen Blöcke in tiefer, schwarzer Modererde unbeweglich, ewig ruhig; oder sie stauen im brausenden Seebache die Gewässer, die tosend und schäumend und mit weithin hörbarem Geräusch sich Bahn suchen und brechen.

Ein Aufstieg zum See an einem hellen Augustmorgen gehört zu den erhebendsten Wanderungen im Urwalde. Er ist so einsam, so verlassen, wie der Rachelsee. Nicht einmal die Winde haben Zutritt, die feierliche Ruhe zu stören, und wenn nicht ein leises Zittern und Anschlagen der Seewellen gegen das Ufer bemerkbar wäre, man empfinde durchaus den Eindruck von Totenstille ringsumher.

Noch ungleich großartiger ist dieser Eindruck, wenn man diese wunderbare Stätte des Urwaldes abends besucht, und kein Sonnenstrahl mehr über den Gipfel des Plöckensteins herein den Spiegel des Sees erreicht. Dann ist sein Wasser schwarz wie die Nacht, während ringsum noch die Spitzen der Bergeshöhen flammen und leuchten, und der Gipfel des Plöckensteins goldumflossen am dunkeln See Wache hält.

Seine geographische Erscheinung ist vollkommen gleich der der übrigen Seen. Das eine Seeufer bildet die steile, fast senkrechte Seewand, die übrigen Ufer sind verhältnismäßig flach. Er liegt 1079 m über dem Meere, sein Gipfel misst 1378 m, so daß etwa 300 m<sup>1)</sup> für die Seewand verbleiben. Etwas Eigentümliches hat dieser See dadurch, daß der Seebach seinen Weg nicht gegenüber der nach Osten gerichteten Seewand, sondern gegen NNO einschlägt. Die leichte Verwitterung des Plöckensteingranites zusammen mit einer dickplattenförmigen Absonderung und kubischen Zerklüftung mag die hohe Seewand geschaffen haben<sup>2)</sup>.

Leider bin ich außer stande, seine Tiefe anzugeben, da die Gelegenheit zu Messungen fehlte. Trotz der großen Unrichtigkeiten, die in Möchels Tiefenangaben liegen, muß ich doch erwähnen, daß er 58 m angibt; ich bin überzeugt, daß die Differenz zwischen der wirklichen und

dieser wahrscheinlich unrichtig angegebenen Tiefe nicht so bedeutend ist, als beispielsweise, wie erwähnt, beim Rachelsee. Soweit es möglich war, umging ich den See, an seinem Ausflusse, an den seitlichen Rändern konnte ich entweder direkt Grund beobachten, oder durch halb aufrechtstehende Baumleichen wenig tiefen Grund vermuten. Wenn ich auch eine bestimmte Zahl nicht anzugeben vermag, so ist es mir doch ohne allen Zweifel, daß er 58 m Tiefe nicht besitzt, ausgenommen, es walten abnorme Verhältnisse ob, die nicht wahrscheinlich sind. Mit 25 oder 30 m hat er sicher seine größte Tiefe erreicht. Ein 6 m hoher Wall umgürtet ihn, der lose auf- und übereinander liegende Trümmer verschiedensten Kalibers enthält. Die ungeheure Zerblockung in der Umgebung des Sees ist vom dichten Walde bedeckt, und die Blöcke sind weit in den See hinein sichtbar; ein fester Felsriegel läßt sich nicht nachweisen.

Das Blockmeer, das sich bis ins Thal von Hirschbergen hinunterzieht, verleitete Hochstetter zu der Anschauung, daß die Hälfte des Plöckenstein abgestürzt sei und durch eine Blockreihe den See stauet.

Etwa 1½ km unter dem See ist eine Fläche, „im Kessel genannt“, die unzweifelhaft einstens mit Wasser gefüllt war, durch den Seebach aber ausgefüllt wurde.

#### g) Stubenbachersee.

Der Stubenbachersee (nach dem Orte Stubenbach genannt) ist unter dem Mittagsberge eingetieft und öffnet sich nach Norden.

Der schönste Anblick ist, wie bei den übrigen Seen des Waldes, von der Seewand aus zu genießen, die nahezu 300 m tief in den dunkeln Grund sich hinabsenkt, während in der Ferne die hellen Vorberge von Schüttenhofen und Raby herüberleuchten.

Die Axe des Stubenbachersees, soweit von einer solchen gesprochen werden kann, ruht quer auf der Streichungslinie des Gebirges, in welchem der See eingesenkt ist. Die Schichtenstellung ist eine sehr steile.

Unter Seewand hat man sich auch beim Stubenbachersee ein Gehänge vorzustellen, eine steile Lehne von etwa 75°, die mächtig bewaldet ist. Sehr merkwürdig ist der Umstand, daß der westliche Teil der Seewand aus einem grobkörnigen Granit sich aufbaut, der östliche hingegen aus Gneifs oder glimmerreichem Quarzitschiefer besteht<sup>1)</sup>. Es wiederholt sich also hier dieselbe Erscheinung wie am Teufelssee, daß je eine Schalenhälfte des Sees, oder je ein halbes Gehänge des Zirkus in verschiedenem Gesteine eingetieft ist. Angeblich soll der Seebach durch festen

<sup>1)</sup> Hochstetter gibt 900' an.

<sup>2)</sup> Vgl. Hochstetter, Geolog. Reichsanstalt, 1855, S. 14.

<sup>1)</sup> Hochstetter, Geolog. Reichsanstalt, 1855, S. 26.

Fels durchsägen. Ich konnte mich davon durchaus nicht überzeugen. Es war während meiner Anwesenheit der Seespiegel um 2—3 m tiefer gelegt, da man eine neue Schleuse einlegen wollte. Die tiefen Ausgrabungen, die dabei gemacht wurden, geschahen nicht in festem Fels, sondern in losen Blöcken.

Das Becken ist außerordentlich konisch angelegt, was durch die teilweise Entleerung des Sees ganz auffallend hervortritt. Daher vermute ich die größte Tiefe in der Mitte, leider fehlte jede Fahrgelegenheit zu Messungen. Nicht ungläubwürdig sind die Aussagen meines Führers, der selbst, während der See gefroren war, auf dem Eise mithalf, als der Förster von Stubenbach an drei Stellen Messungen vornahm und 30—36 m (18 Klafter) als größte Tiefe fand. Die Zahl verdient Vertrauen, weil sie den gegebenen Verhältnissen und den übrigen bekannten Seetiefen nicht widerspricht.

Da es uns nicht vergönnt ist, einen Blick in die Tiefenformen des Sees zu thun, so soll unsre ganze Aufmerksamkeit dem höchst merkwürdigen Steinwall, der die ebenen Ufer in Halbkreisform umzieht, sich zuwenden.

Krejci<sup>1)</sup> spricht von einem „aufgemauerten“ Wall, den man erklettern muß, um plötzlich die schwarze Fläche des kleinen Sees zu erblicken, eine Beobachtung, die Hochstetter<sup>2)</sup> früher schon gemacht hatte. „An die steile Seewand des Mittagsberges, welche ihn im Süden überragt, schließt sich westlich ein gewaltiger Wall von Granit- und Gneisblöcken, welcher sich wulstartig um die nördliche und östliche Seite des Sees lagert. In der Front ist dieser Wall 10 m hoch“.

Übereinstimmend damit erwähnt Willkomm<sup>3)</sup>, daß das Wasserbecken von einem mächtigen, aus übereinandergestürzten Gesteinsblöcken gebildeten und teilweise mit Krummholzföhren bewachsenen Walle umgeben ist.

Diesen bündigen Bemerkungen habe ich nur noch wenig hinzuzufügen. Der Wall, der sich stückweise als völlig konform mit einem wirklichen, aufgeworfenen Walle präsentiert, ist so ausgesprochen und auffallend, daß er sich jedem Besucher sofort in seiner Eigenart aufdrängt und bei den Anwohnern sogar zu einer sicherlich grundlosen Mei-

nung Veranlassung gab, daß er von alten Völkern gebaut worden sei. Zu welchem Zwecke, vermochte mein Führer freilich nicht anzugeben.

Von einer Arbeit durch Menschenhand kann allerdings nicht die Rede sein. Soweit der Seewall vom wüsten Gesträuch und Gestrüpp befreit war, untersuchte ich ihn aufs genaueste und bin zur vollsten Überzeugung gekommen, daß hier einzig und allein eine geologische Arbeit vorliegt. Die geradezu vollendete Ausbildung eines solchen Walles ist an keinem andern See wieder zu beobachten, auch an keinem des Schwarzwaldes. Zu bemerken ist vor allem, daß die auf- und nebeneinanderliegenden Blöcke nicht völlig identischen Gneis oder Granit, sondern Varietäten derselben erkennen lassen; so wechselt grob- und feinkörniger, glimmerreicher Gneis mit Graniten, die verschieden gestaltig, verschieden groß, gewöhnlich scharfkantig und eckig sind. Nirgends vermochte ich eine Abnutzung zu beobachten. Die Verwitterung der Blöcke ist bis heute gleich Null, das sicherste Zeichen dafür, daß sie durch Verwitterung nicht entstanden sind. Die Bruchflächen sind völlig frisch und unversehrt. Bindemittel entdeckte ich keines. Im Laufe der Zeit hat Humus die Zwischenräume auszufüllen begonnen. So entstand eine derartige Abrundung des Dammes, die wirklich leicht dazu verführt, in solcher Vollendung Menschenarbeit zu vermuten; es ist aber ohne allen Zweifel eine Moräne.

Ganz analog den übrigen Seebächen ist auch der Ausfluß des Stubenbachersees abwärts von enormen Trümmerhaufen begleitet.

#### h) Der Lakasee

ist der einzige See des Böhmerwaldes, den ich nicht zu Gesicht bekam. Es ist nur Weniges über ihn zu sagen. Hochstetter erwähnt von ihm, daß er nichts Interessantes bietet. Partsch zählt ihn zu den charakteristischen, mit einem Steilufer ausgezeichneten Seen des Böhmerwaldes. Ebenso erwähnt Willkomm Berglehnen. Nach eingezogenen Erkundigungen wird er von den Bewohnern von Steindldorf und von den Förstern dieses Reviers nicht gleich den übrigen Seen erachtet: er sei nur eine Lache (sicher ein Hinweis auf seinen Namen), d. h. nur mehr ein kleiner Rest eines einst größern Sees, also sehr seicht und sicher durch einen Blockwall gestaut.

<sup>1)</sup> a. a. O. S. 41.

<sup>2)</sup> a. a. O. S. 14. Augsb. Allg. Ztg. 1855, Beilage 219. 220.

<sup>3)</sup> Willkomm a. a. O., 158.

## II. Allgemeine Bemerkungen über die Seen <sup>1)</sup>.

Einstens war der ganze Wald mit zahllosen stehenden Gewässern bedeckt. Die breiten Rücken des Gebirges, das Wasser nicht durchlassende Gestein veranlaßten in Verbindung mit starken meteorologischen Niederschlägen Wasserstauungen, die jetzt als Filzen die frühern stehenden Wasser nur mehr andeuten. Viele mögen ihre Existenz noch bis in die jüngste Zeit gefristet haben, denn der öfters wiederkehrende Name Seefilz weist auf eine Übergangsstufe hin, die noch bis vor kurzem zwischen See und Filz bestand.

Derartige Wasseransammlungen, womit die höchsten und tiefsten Partien des Gebirges bedeckt waren, erhielten sich nur mehr an den angrenzenden östlichen und westlichen Ebenen, namentlich auf der Ebene Budweis—Wittingau.

Seen und Weiher erfahren im Böhmerwalde eine volkstümliche Scheidung, der man sich auch wissenschaftlich anschließen kann. Weiher sind flache Wasserbecken, wie sie der breite Rücken des Waldes begünstigte; ihre Entstehung knüpft sich einzig nur an ausreichende Niederschläge, und ihre Fortdauer ist einzig ein Beweis dafür, daß die Niederschläge die Verdunstungsmengen überwiegen.

Die Seen des Böhmerwaldes verdanken ihre höhere Rangstufe keineswegs ihrer Größe (die Teiche übertreffen sie hierin weit), sondern einzig ihrer unbekanntem, geheimnisvollen Tiefe, ihrer ausgezeichneten Lage in wildschöner, einsamer Gebirgsnatur. Aus tiefem Gründen hat sie die Wissenschaft von den Weihern abzutrennen, da ihr Dasein, vor allem ihre Entstehung ebenso schwierig zu erklären ist, ja rätselhaft zu sein scheint, als die Existenz der Weiher begreiflich ist.

Fassen wir alles kurz zusammen, was das oroplastische Detail, als für die Entwicklungsgeschichte der Seen wichtig, uns geboten hat.

Aus den Einzeldarstellungen ergibt sich eine auffallende Konformität der Seen. Nahezu alle haben eine Steilwand, wenn auch die des Kleinen Arbersees nicht die Vollendung der andern erhielt. Bei allen treten die umgebenden Berg Rücken hufeisenförmig um das ovale Becken, um das typische Bild eines Zirkus zu vollenden. Der ebene Boden dieser cylinderartigen Vertiefung ist an Flächeninhalt gering und größtenteils vom See besetzt. Einige nähern sich der Kreisform, andre haben mehr Länge als Breite, wobei aber regelmäßig und sehr bezeichnend die Längsaxe des Beckens der Richtung des Thallaufes häufig ent-

spricht, und wobei mit fast gleicher Regelmäßigkeit die Seewand dem Ausgange des Zirkus gegenüber steht <sup>1)</sup>.

Ihre Tiefe, die bei einigen ziemlich gleichmäßig ist, läßt sie einteilen in bayrische Seen mit 14 und 15 m und in böhmische mit nahezu 40 m, was später noch besonders hervorgehoben werden muß. An Größe des Hohlraumes übertreffen die Zirkus des böhmischen Abhanges weit jene des bayrischen. Gewinnt man unten im Thale einen Standpunkt, von dem aus die Seevertiefung im Bergrücken wahrgenommen werden kann — so Hirschbergen für den Plöckensteinsee, Eisenstein für den Teufelssee —, so wird man eine tief in den Kamm gesenkte Nische gewahr.

So ähnlich ihre äußere Gestaltung ist, so zeigen sie auch in ihrer Höhenlage eine überraschende Übereinstimmung. Alle lagern sich unmittelbar unter die höchsten Gipfel, kein einziger steigt unter 900 m hinab, und keiner liegt höher als 1100 m; einstens waren am Plöckenstein und Rachel, tiefer als heute die Seen beider Berge liegen, sicher nachweisbare Seebecken, aber auch diese gehen nicht tiefer als bis 900 m.

1. Der Große Arbersee 934 m, unter der Aberseewand 1345 m.
2. Der Kleine Arbersee 919 m.
3. Der Rachelsee 1074 m, unter dem großen Rachel 1454 m.
4. Der Schwarze See 1024 m, unter der Zwerghecke 1323 m.
5. Der Teufelssee 1030 m, unter dem Seewandberge 1378 m.
6. Der Plöckensteinsee 1079 m, unter dem Plöckenstein 1400 m.
7. Der Stubenbachersee 1080 m, unter dem Mittagsberge 1336 m.
8. Der Lakasee 1082 m, unter dem Lakaberge 1332 m.

Nach allen Erfahrungen, die ich bei den Glazialstudien machte, waren jene Höhen, die über 1000 m aufragten, mit ewigem Schnee bedeckt, und unzweifelhaft dienten diese Zirkus vor allem als Sammelbecken für den Firn unserer Gletscher.

Das Seebachthal ist ausschließlich Erosionsthal, der Schnitt auffallend gerade, bei den bayrischen Seen (Arberseen) der Längsrichtung des Gebirges angepaßt, bei allen böhmischen quer durch den Rücken gelegt. Die Thalung ist nicht tief, entgegen den übrigen Thälern, die nicht in Seebecken entspringen und sich durch ihren Schluchtencharakter auszeichnen.

Nicht bloß die Kesselausgänge, sondern auch die Seebachthäler sind tief hinunter mit einer ungezählten Menge von Blöcken besetzt, die einerseits den See wallartig umranden, andererseits in losen Haufen und Reihen den See-

<sup>1)</sup> Dieser und der folgende Abschnitt bildeten den Inhalt eines Vortrags: „Die Seen des Böhmerwaldes und Schwarzwaldes“, den ich in der geographisch-geologischen Sektion der 58. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Straßburg 1885 hielt.

<sup>1)</sup> Vgl. Helland, Quart. Journ. of the geol. soc. of London. XXXIII. 1877.

bach lateral begleiten. Eine Abnutzung der Blöcke ist fast nie nachweisbar, ihr Bruch ist frisch, ihre Verwitterung unmerklich. Sie zeigen sich wesentlich anders als die tausend und tausend ausgewitterten Blöcke der Gipfel und Rücken. Die Seebecken sind die Wurzeln der Blockmeere.

In der Auswahl der Gesteinsunterlage möchte sich eine bemerkenswerte Differenz ergeben. Von ganz ähnlichen Zirkussees in den schottischen und skandinavischen Gebieten wird erwähnt, daß ihre Verbreitung eine völlige Unabhängigkeit von der Gesteinsbasis dokumentiere, doch sei eine Neigung zu weniger hartem Gestein unverkennbar. Diese spricht sich jedoch im Böhmerwalde, sehr anschaulich namentlich im Schwarzwalde aus. Die meisten, tiefsten und größten Seen sind dort im weichen Glimmerschiefer, bzw. im Buntsandstein, die seichtesten und kleinsten im Gneiß, ein einziger nur im Granit. Das Hornblendegestein, das bekanntlich als sehr dicht und fest geschildert wird, entbehrt der Seen. Die aus Hornblende gebildeten Höhen überragen 300—400 m die Höhenlage der Seen; damit wäre immerhin eine Bedingung zur Entstehung der Seen gegeben, wenn für die Bildung derselben eine bestimmte Höhe erforderlich ist. Vielleicht waren noch andre Ursachen maßgebend. Davon später.

Alle Seen haben ein gut geformtes Becken und angesichts ihrer Profile kann man sie in ihrem Verhältnisse zur Breite und Länge seicht nennen.

Selten können in der Geographie Objekte der Betrachtung unterzogen werden, die eine solch auffallende Gleichheit in ihrer äußern Erscheinung bekunden. In derselben Form treten sie auf im Schwarzwald<sup>1)</sup>, im Wasgau<sup>2)</sup>, in Norwegen, in England<sup>3)</sup>, in den Karpathen<sup>4)</sup> und Pyre-

1) Über diese Botner häufte sich bereits eine ansehnliche Litteratur. Ich nenne hier nur jene, die ich vor allem zum Studium meiner Böhmerwaldseen heranzog, sie ist größtenteils auch bei Partsch namhaft gemacht.

Geognostische Beobachtungen über die Diluvialgebilde des Schwarzwaldes, mit einer Karte der urweltlichen Seen des Schwarzwaldes. Von C. Fromherz, Freiburg 1842.

Arnasperger, Die Gebirgsseen des Schwarzwaldes, in G. Leonhards Beiträgen zur mineralogischen und geognostischen Kenntnis des Großherzogtums Baden. II. Heft. Stuttgart 1853, S. 45.

Vogelsang, Ausland 1870, S. 341.

2) Prof. Dr. Gerland, Die Gletscherspuren in den Vogesen. (Über die Seen S. 108—122.) Verhandlungen des 4. Deutschen Geographentages zu München, 1884.

Charles Grad, Sur la formation et la constitution des lacs des Vosges.

Boll. de la soc. géol. de France (2). XXVI. 1869.

Lacs et réservoirs des Vosges, Annuaire du Club Alpine Français. IV. 1877.

3) Helland über die Botner Norwegens (s. oben S. 37). On the ice-fjords of North-Greenland and on the formation of fjords, lakes and cirques in Norway and Greenland. Quarterly Journal XXXIII. 1877.

Penck, Norwegens Oberfläche, „Ausland“ 1882, Nr. 10.

4) Partsch, Die Gletscher der Vorzeit. Kolbenheyer, K., Die Hohe Tatra, Teschen.

näen<sup>1)</sup>, und sie fehlen auch nicht in den höchsten Regionen der Alpen<sup>2)</sup>.

Abgesehen von einschneidenden, alsbald zu erörternden Differenzen, die meine Beobachtungen, anlehnend an Charles Grad und Hogard, gegenüber Partsch, Holland, Geistbeck &c. ergaben, kann man den europäischen Botnern rückhaltlos eine Konformität ihres geographischen Habitus zuerkennen, die für sich allein schon ein starkes Argument für eine gemeinsame Entstehungsursache ist.

Eine wichtige Frage ist nun: sind diese Seen in echte Felsenbecken eingetieft, oder haben wir nur abgedämmte Seen vor uns?

Um auf diese für die Genesis der Seen bedeutsame Frage eine einigermaßen bestimmte Antwort zu geben, möchte man uns gestatten, den engen Rahmen des Böhmerwaldes zu verlassen, und anderes Terrain zu begehen.

Wie soeben gesagt, gelten die norwegischen und schottischen Botner als echte Felsenbecken, als rocky basins. Nach Partsch sind von 112 Bergseen der Hohen Tatra mindestens die Hälfte in festem Fels ausgehöhlte Becken. Ihre Oberfläche ist selten größer als 30 ha, ihre Tiefe oft recht gering, mitunter aber bedeutender, als man nach ihrem bescheidenen Umfange erwarten sollte. Im Großen See fand Dziewulski<sup>3)</sup> erst bei 78 m, im Meerauge erst bei 77 m Grund. Selbst jene, die nur wenige Meter Wasser haben, verdanken oft ihr Dasein einer Schwelle festen Gesteins. „Aber ich bin fest überzeugt“, fährt Partsch fort, „daß unter den Bergseen der deutschen Mittelgebirge wirkliche Felsbecken existieren. Im Böhmerwald habe ich darüber durch zuverlässige Erkundigungen volle Gewißheit gewonnen, im Schwarzwalde und Wasgenwalde liegt bei den tiefen Seen mindestens eine starke Wahrscheinlichkeit dafür vor.“

Im Wasgau hat Charles Grad anerkannt vorzügliche Beobachtungen über Gletscherrückklasse und Seen gemacht, denen zufolge eine große Zahl von Seen nur durch Trümmerwälle abgedämmt wurden, wie der See von Lispach, der Étang de la Cuve, der See von Blanchemer, der See von Mer Sèche, der Lac des Corbeaux, der Belchensee, der

1) Penck, Vergletscherung der Pyrenäen.

2) Ramsay, On the Glacial Origin of certain Lakes in Switzerland, the Black Forest, Great Britain, Sweden, North-America, and elsewhere. Quart. Journal XVIII. 1862.

On the Conformation of the Alps. Phil. Mag. IV. S. XXIV, 1862; IV. S. XXVII, 1864.

Bonney, On the formation of „cirques“, and their bearing upon theories attributing the excavation of alpine valleys mainly to the action of glaciers. Quart. Journal 1871, XXVII.

Dr. Penck, Vergletscherung der deutschen Alpen, 1882.

Rüttimeyer, Thal- und Seebildung, Basel 1874.

Dr. Geistbeck, Die Seen der deutschen Alpen. Eine geographische Monographie. Mitteilungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig, 1885.

3) Partsch a. a. O., S. 191.

Darensee, der Schwarze See und auch der Neuweiher. Der Lac de Fondromé ist 18m tief, der Belchensee 22, der Darensee 11 m. Sie haben einen flachen, schwach undulierten Boden, ähnlich dem der trockenliegenden Zirkusbildungen, mit denen manche Thäler am Hauptkamme des Gebirges beginnen.

Nur zwei Seen sind nach Grad in festen Fels eingetieft, der Sternsee und der Weiße See (61 m Tiefe). Früher wurde auch der Schwarze See von ihm zu dieser Kategorie gerechnet, seit aber durch den Stauwall ein Durchstich von 12 m gemacht wurde, ohne auf Felsen zu stoßen, wurde auch er in die Reihe der Moränenseen verwiesen.

Herr Prof. Dr. Gerland in seiner inhaltsreichen Darstellung der Gletscherspuren der Vogesen ist in der Auffassung der Lage und Einbettung dieser Seen nicht immer übereinstimmend mit Charles Grad und hält die größte Zahl der Seen des Wasgau für in festen Fels eingetieft. Der Neuweihersee, Sternsee, das Fischbödle, der Darensee, der Fohrenweiher, der Schwarze und Weiße See liegen ganz in den Felsen eingesenkt, oft unmittelbar an fast senkrechten Wänden, wie der Neuweiher-, der Stern- und Weiße See. „Wir schreiben diesen Seen einen durchaus andern als glazialen Ursprung zu, und hierfür sprechen auf das schlagendste zwei Gründe: 1) daß bei denselben jede Spur einer stauenden Moräne fehlt, 2) ihre allzugroße Nähe am Kamme“ (S. 111).

Übereinstimmend mit Gerland will auch Partsch in den meisten Zirkus-Seen des Wasgenwaldes Botner erkennen. „So tief sind die Ausschachtungen in den Stauwällen der Seen nirgends gegangen, daß man die vollständige Zusammensetzung dieser Schwellen aus Gesteinstrümmern sicher behaupten könnte“ (S. 144). Mit Konsequenz registriert Partsch auch alle Schwarzwaldseen, die unter Berglehnen eingetieft sind, unter die echten Felsenbecken, ausgenommen etwa den Blinden See, „bei dem die Aufstauung durch einen Trümmerwall vollkommen deutlich sein mag“.

Meine Beobachtungen sprechen mehr für Charles Grad. Der Schwarzwald beherbergt anscheinend zweierlei Seen: Thalseen und echte Zirkus-Seen. Titi- und Schluchsee sind abgeschnürte Thalzipfel. Der Schluchsee im Ahathale hat 2 km Länge und etwa 180 m Breite. Seine bedeutendste Tiefe, die so ziemlich in der Mitte des Sees liegt, maß ich zu 28 m; da er seit kurzer Zeit um 2 m tiefer gelegt wurde, so kann seine Tiefe unter natürlichen Verhältnissen ungefähr zu 30 m angegeben werden. Sein Querprofil akkomodiert sich vollkommen den ihn einschließenden Thalgehängen an; 100—200 m vor dem Ausgange des Sees macht sich sein Abdämpfungswall bemerklich, der zum See sanft, nach außen steil abfällt. Rings um den See, namentlich an seiner nordöstlichen Flanke, sind die „schönsten

Moränen“ des hohen Schwarzwaldes<sup>1)</sup>, die auch durch Rückstauung den Schluchsee formierten.

Es war ganz unnötig, daß er durch das aus dem Ahathale kommende Gletschereis konserviert wurde, wie Partsch annimmt, sondern der Gletscher hat ihn durch eine Quermoräne erst entstehen lassen.

Ganz dieselben Verhältnisse kehren im Titisee wieder. Seine größte Tiefe fand ich zu 38 m, und seine Querprofile schloßen sich vollkommen den Thalflanken an. Auch der Titisee ist abgedämmt; sein Wall äußert sich nicht ganz entschieden als Moräne, er hat schlecht geschichtetes, verschieden großes Gerölle; da aber von keiner Seite fluviale Geschiebe quer ins Thal gelegt werden können, da die Flanken des Seethales, insbesondere rechterseits mit Erraticum überladen sind, das gegen den Feldberg zu ganz mächtig auftritt, so bin ich außer Zweifel, daß auch dieser Querrücken glazialen Ursprungs ist. So viel ist vollkommen sicher, daß keiner von beiden durch eine feste Felsschwelle gehemmt wurde.

Diese Formen weist der Böhmerwald nicht auf, er hat es nie zu einer Moräne gebracht, die kräftig genug entwickelt gewesen wäre, kilometerlange Thalstrecken zu Seen, wenn auch von unbedeutender Tiefe aufzustauen; im Moldauthale deuten die Versumpfungen ähnliche Verhältnisse an. Entsprechend einer größern Vergletscherung hat der Wasgau solche Seen geschaffen: den von Gérardmer mit 35 m Tiefe, den See Longemer mit 32 m Tiefe; sie liegen hinter großen Stirnmoränen, haben also in Tiefe, Anlage und Lage vollkommene Ähnlichkeit mit dem Titi- und Schluchsee des Schwarzwaldes.

Beide Gebirge aber haben eine Reihe von Seen, die von den eben notierten durch ihre Höhenlage &c., grundverschieden sind, aber ganz den Böhmerwaldseen gleichen.

#### *Seen des Wasgenwaldes.* (Nach Partsch.)

Der See von Lispach, 840 m, im Quellgebiet der Mosellotte.

Der étang de la Cuve in einem kleinen linken Seitenthale der Mosellotte.

Der See von Blanchemer, 1050 m, am Fuße des Rotenbachs, 1150 m.

Der See von Mer Sèche über 1000 m am Fuße des Rundkopfes, 1205 m.

Der lac des Corbeaux, 900 m, an der Tête du Bodret.

Der See von Fondromé, 581 m über dem linken Moselufer westlich von Rupt.

Der Neuweiher, 760 m, am Fuße des Köhlerkopfes, 1105 m.

Der Sternsee, 971 m, am Fuße des Kratzen, 1124 m.

Der Belchensee, 1060 m, am Fuße des Sulzer Belchen, 1426 m.

<sup>1)</sup> Platz, Neues Jahrbuch für Min., Geol. und Pal. 1878.

Der Dareensee am Fusse des Gazon de Fête, 1306 m (Partsch).

*Die Seen des Schwarzwaldes.*

Der Nonnenmattweiher, 913 m, am Fusse des Köhlgartens, 1231 m.

Der Feldsee, 1113 m, am Fusse des Großen Feldbergs, 1495 m.

Der Glaswaldsee, 846 m, am Fusse der Letterstatter Höhe, 1014 m.

Der Wilde See, 913 m, am Fusse einer unbenannten Seewand, 1050 m.

Der Hutzenbacher See, 749 m, am Fusse des Hirschsteins, 917 m.

Der Mummelsee, 1032 m, am Fusse der Hornisgrinde, 1166 m.

Der Blinde See, 878 m, unter einem namenlosen Höhenpunkte, 993 m.

Der Schurmsee, 789 m, am Fusse des Hohen Kopfs, 969 m.

Der Herrenwieser See, 830 m, am Fusse des Seekopfs, 1003 m (Partsch).

Wo Schiffahrtsgelegenheit war, maß ich die Tiefe der Seen des Schwarzwaldes (Feldbergsee 34 m<sup>1)</sup> und der Mummelsee 16 m). Die aus den Messungen sich ergebenden Profile sind vollkommen ähnlich denen der Böhmerwaldseen, aber in einem Punkte übertreffen sie die letztern, in der deutlichen Erkennung ihrer Entstehungsart: sie alle sind nichts anderes als abgedämmte, somit echte Moränenseen<sup>2)</sup>.

Etwa 100 m unter dem Zirkus des Feldberges gelegen, ist ein kleines, nunmehr wasserleeres Seebecken mit der Öffnung nach Osten. Bis zum einstigen Seeboden hinunter ist das stauende Hemmnis durchrissen, das ausschließlich als Moräne zu erklären ist. Es ist im Thale der Gutach, in dem nach Ramsay „eine Menge von Moränenmaterial noch weit abwärts verstreut liegt“. Nach dem gleichen Forscher umgürtet auch den Feldsee „eine vollkommen symmetrische Moräne, im Bogen das Thal durchquerend, zusammengesetzt aus Sand, Kies, Granit und Gneiß, oft in großen Blöcken“. Unter dem Feldbergsee war ein zweiter See durch einen Trümmerwall gestaut.

Als ich des Sees ansichtig ward und die bedeutende Moräne sah, war es mein erster Eindruck, daß er nur gestaut sein kann. Seine Tiefe, seine Profile, namentlich der Durchschnitt des Seebaches, der den Wall so ausgezeichnet

aufschließt, deuten mit aller Entschiedenheit auf einen Moränensee hin, der einstens 50—60 m Tiefe gehabt haben muß. Den Moränenwall verfolgte ich noch bis auf 80 m Höhe über dem gegenwärtigen Seespiegel.

Außerordentlich instruktiv liegen diese Verhältnisse im Nonnenmattweiher vor. Dieses echte Zirkusbecken ist gegenwärtig ohne Wasser. Der Seebach durchriß bis zum gänzlichen Ausflusse des kleinen Wasserbehälters das stauende Hindernis, das nichts anderes als eine 60 m hohe Moräne ist, mit allen Eigenschaften einer solchen ausgestattet. Von einer hemmenden Felsenschwelle keine Spur. Der See mochte also einst eine Tiefe von 50—60 m gehabt haben und war doch nur ein Abdämmungssee.

Ebenso klar und einfach sind in allen übrigen Seen des Schwarzwaldes die Erkennungszeichen für Abdämmungsseen, insbesondere aber im Glaswaldsee und im Mummelsee. Leider ist mir die Tiefe des Glaswaldsees unbekannt, aber aufs bestimmteste vermag ich anzugeben, daß er nur durch eine Moräne gestaut ist. Den Ausgang des Zirkus umschließt ein sehr mächtiger Trümmerwall, ähnlich dem am Nonnenmattweiher. Er ist bis heute nahezu vollkommen durchrissen, und der See ist durch eine Mauer künstlich gestaut, damit, wie ich im Bade Rippoldsau erfuhr, „der See nicht ganz ausläuft“, sondern Wasser für die Trift reserviert bleibt. Er wird alle Jahre einmal entleert. Auch hier ist von einer Felsenschwelle keine Spur erkennbar, und der nunmehr seichte See mag einstens eine Tiefe von gleichfalls 50—60 m besessen haben.

Ganz so ist es beim Mummelsee, den ich 16 m tief fand, und von dem auch Penck im früher erwähnten Vortrage ausdrücklich als von einem von einer Moräne abgedämmten See spricht.

Dieselbe Überzeugung hege ich von den Seen des Böhmerwaldes, zu denen zurückzukehren nun Zeit ist.

Kein einziger der Böhmerwaldseen gewährt so wertvolle Einsicht in sein inneres Wesen, wie nahezu sämtliche Seen des Schwarzwaldes, aber eine große Zahl von Thatsachen weist darauf hin, daß sie keine Felsenbecken sind.

Vor allem muß konstatiert werden, daß es mir an keinem See gelang, die gesuchte und vermutete Felsenschwelle wirklich aufzufinden. Die beiden Arberseen und der Rachelsee sind mir schon beim ersten Besuche als Moränenseen erschienen, und sie sind es ohne allen Zweifel. Am Stubenbachersee war ich anwesend, als man Reparaturen am Stollen des Triftkanals vornahm, und 4—6 m tief sah ich nur Blöcke; und wenn ich an die oben skizzierte außerordentliche Formvollendung des vorgelagerten Walles erinnere, so kann ich mich für die Abdämmung durch einen Felsenriegel nicht entscheiden.

Die Tiefe der Böhmerwaldseen gleicht der der Seen

<sup>1)</sup> Nach andern Messungen nur 60', also nicht 20 m.

<sup>2)</sup> Es war mir erfreulich, daß die Beobachtung von Dr. Penck in einem Vortrage in der Geogr. Gesellschaft in München, Novbr. 1884, bestätigt wurde. „Alle Seen des Schwarzwaldes sind abgedämmt“.

im Schwarzwalde, und die Tiefe des Schwarzen Sees von 38m spricht gar nicht für ein Einsenken in ein Felsbecken, da in den Abdämmungsseen des Schwarzwaldes sogar 50—60m nachzuweisen sind.

Die Wälle treten im Böhmerwalde nicht so instruktiv hervor, wie im Schwarzwald, das hängt mit der Entwicklung des Glazialphänomens zusammen, das im Schwarzwald großartiger war; aber in vollkommener Übereinstimmung mit der Bildung der Gletscher in unserm Gebirge sind die kräftigern Wälle am böhmischen Abhänge.

Schon Hochstetter<sup>1)</sup> spricht vom Plöckensteinsee als einem Abdämmungssee, wenn man sich auch seiner Meinung nicht anschließen kann, daß See und Damm die Folgen eines Bergsturzes seien. Die Abdämmung scheint Hochstetter auch für den Stubenbacher See gelten zu lassen.

Partsch aber ignoriert Hochstetters Anschauung, und mit Ausnahme des Kleinen Arbersees sind nach ihm alle übrigen in echte Felsbecken eingelegt. „Beim Schwarzen See und beim Teufelssee boten die Schleusenbauten, welche angelegt wurden, um das Wasser zur Zeit der Holzflöße höher zu spannen, Gelegenheit, diese Thatsache klar zu beobachten“. Sprengungen im „gewachsenen Fels“ mußten dem Flößkanal die gewünschte Tiefe und Breite geben. (Mündliche Mitteilung des Herrn Seeförsters Fischer.) Beim Großen Arbersee fehlt ein Trümmerdamm am untern Ende ganz; hier ist es vollends deutlich, daß das Seebecken eine im festen Fels ausgehöhlte Schale ist. Vom Rachelsee, den ich selbst nicht sah, scheint dasselbe zu gelten. So wird es wahrscheinlich, daß auch die von großen Blockwällen umhegten Seen, wie der Stubenbacher See und der am Plöckenstein, ihre sicherlich nicht unbedeutende Tiefe der Aushöhlung ihrer Bassins im festen Felsengrunde danken.“<sup>2)</sup>

Die Bemerkung Partschs, der Große Arbersee wie der Rachelsee haben keinen seeumschließenden Damm, erinnert mich an einen starken Gegensatz, den die Wallbildung im Schwarzwald und Böhmerwald darstellt: im erstern treten sie nicht allein durch ihre imponierende Mächtigkeit hervor, sondern insbesondere dadurch, daß sie leicht zu untersuchen, daß sie häufig abgeholt sind und frei über den Seespiegel und das Thal hervorragten, indes die Wälle der Seen des Böhmerwaldes, abgesehen von ihrer geringen Entwicklung, derart bewachsen und mit Niederholz bedeckt sind, daß sie leicht übersehen und nicht begangen werden können. Der Große Arber- und der

Rachelsee haben in der That keine geringe Wallentwicklung<sup>1)</sup>, und bei keinem der andern Seen ist die Absperrung eine so sichere, wie bei diesen beiden. Allerdings kannte Partsch die Tiefe nicht (in beiden Seen ja sehr unbedeutend), und er versichert selbst, daß die vollständige Unkenntnis über die Tiefe und die Beschaffenheit des Grundes in den Seen des Böhmerwaldes ein ernstes Hindernis für das Studium ihrer Entstehung sei. In demselben Sinne äußert sich Heim<sup>2)</sup>, E. v. Mojsisovics<sup>3)</sup> und mein Freund Dr. Geistbeck<sup>4)</sup>, der in seinem jüngst erschienenen ausgezeichneten Werke durch seine Seemessungen viel Licht über die Entstehung der alpinen Seen verbreitet hat. Ich kann nicht umhin, auch in die Mitteilungen des Seeförsters einigen Zweifel zu setzen. Beispielsweise wurde mir das gleiche von Arbeitern über den Stollen im Damme des Stubenbacher Sees mitgeteilt, und doch mußte ich an Ort und Stelle sehen, daß er in den Trümmerdamm eingesenkt war. Es kann vorkommen, daß der eingesenkte Abzugsgraben auf einen Block von besonderer Mächtigkeit stößt, der dann zur irrigen Anschauung Veranlassung gibt, es werde fester Fels durchhauen. Ähnlich wurde mir von Förstern mitgeteilt, daß die Abflüsse des Rachel- und Großen Arbersees über festes Gestein gehen; allerdings, aber dieses feste Gestein ist vollkommenes Trümmerwerk. Es liegen hier häufig Mißverständnisse vor. Was soll man dazu sagen, wenn ich von einem Fürstlich Schwarzenbergischen Forstmeister wiederholt behaupten hörte, daß der Stubenbacher See nicht zufriere; ich konnte mir diese Behauptung für ein so kleines, stilles Wasser in solcher Höhenlage nicht zurechtlegen, und meine gerechten Zweifel wurden durch meinen Führer an den See bestätigt, der ausdrücklich versicherte, daß der See alle Jahre fest zufriere, und sein Offenbleiben zu den Ausnahmen gezählt werden müsse, daß er schon mehrmals mit einem Ochsen gespannt über den See gefahren sei, dessen dicke Eisrinde nicht einmal durch von der Seewand geschleuderte Bäume durchstoßen werden konnte. So widersprechen sich derartige Mitteilungen.

Wiederholt machte ich die Erfahrung, daß mich solche Aussagen oft mehr irre geführt als der Erkenntnis der Thatsachen näher gebracht haben.

Wir dürfen zum Schlusse unsrer Erörterungen nicht

<sup>1)</sup> Nach mündlicher Mitteilung des Herrn Oberbergdirektors v. Gumbel bestätigt.

<sup>2)</sup> Heim, Mechanismus der Gebirgsbildung I, S. 319; II, S. 230 ff.

<sup>3)</sup> Zur Geologie der Karsterscheinungen. Zeitschrift des deutsch-österreich. Alpenvereins, 1880, XI, S. 113.

<sup>4)</sup> Dr. Al. Geistbeck, Die Seen der deutschen Alpen. Eine Monographie. Herausgegeben von dem Verein für Erdkunde zu Leipzig, 1885.

<sup>1)</sup> Jahrbuch der K. K. geolog. Reichsanstalt, VI, 1855; Ausg. Allg. Ztg. 1855, Beil. 219. 220.

<sup>2)</sup> Partsch a. a. O., S. 108.

versäumen, zu bemerken, daß sämtliche Seen sehr seicht sind; ihre Tiefe wird durch die Seewand beim tiefsten See (Schwarzer See) achtmal, bei einem seichten (Großer Arbersee, Rachelsee) sogar zwanzigmal übertroffen.

Die Profile ermöglichen uns, das Gefälle des Thaies ohne vielen Zwang durch den Wall hindurch zum Seeboden zu leiten; wir haben also keineswegs maskierte Felsriegel, wie Löwl<sup>1)</sup> meint, sondern ausschließlich Trümmerhaufen als absperrende Dämme vor uns.

Unsre Erörterungen lassen sich nun kurz zusammenfassen:

1. An keinem See des Böhmerwaldes und Schwarzwaldes ist ein Felsriegel zu konstatieren, da ihn noch niemand sah; soweit Einstufungen gemacht wurden, kam man ausschließlich auf Felsgetrümmer.
2. Die erloschenen Seen sprechen am lautesten für unsre Auffassung.

Im Böhmerwald sind zwei erloschen, im Schwarzwald drei, im Wasgenwald nennt Gerland drei, dazu noch mehrere ungenannte trockene Zirken; wir haben also im ganzen 10—12 typische Zirken, die offenbar Moränenseen waren; denn wir können nicht umhin, in diesen Wällen, entgegen den schweren Bedenken, die Gerland bringt, echte Moränen zu erblicken. Sie stehen somit in dem innigsten Konnex mit der Eiszeit.

Gehören sie dieser Epoche an, so sind sie verhältnismäßig jung, und es lassen sich auch Beobachtungen anführen, die beredt hierfür sprechen. Daß sie überhaupt existieren, ist ein Zeichen ihres jugendlichen Alters. Alle Seen der Erde sind einer raschen Vergänglichkeit unterworfen; die Zeitdauer ihrer Existenz steht in geradem Verhältnisse zu der Größe und Tiefe der Seen, unsre aber gehören zu den kleinsten ihrer Art und befinden sich in einer für ihr Dasein sehr gefährlichen Lage. Die Zerblockung und Auflösung ist im Böhmerwalde eine horrible, und doch stehen gegen alle Erwartung die Steilwände blank und unversehrt da und haben nach Beobachtung bei den Tiefenmessungen noch keinen Beitrag zur Ausfüllung der Seen geleistet. Das Seewasser steht unmittelbar an den Steilwänden an, und es findet sich keine Übergangsstufe von der starken Neigung zur horizontalen Seefläche durch eine Trümmermure, trotzdem diese Wände durch ihre Stellung der kräftigsten Denudation ausgesetzt sind.

Mehrere Seen haben an ihrer linken Flanke eine schuttbringende Quelle, die selbstverständlich erst dann zu arbeiten beginnen konnte, als der Zirkus (See mit Felsenwand) vorhanden war; allein die ausfüllende Thätigkeit

ist bis heute unbedeutend, was um so erstaunlicher ist, als den Quellen und Regengüssen, die zum See hereinströmen, eine ganz enorme Fülle von Sand, Grus und Blöcken, eine nicht minder große an vegetabilischen Stoffen zur Verfügung steht. Nehmen wir das verwendbare Ausfüllungsmaterial nur 1 m mächtig an, so stehen dem Rachelsee 2 Millionen, dem Stubenbacher See 5½ Millionen Kubikmeter zu Gebote. Da nun die Erde alle 10 000 Jahre um 1 m denudiert werden soll, so ist gar nicht abzusehen, warum diese Becken mit wenig tausend Metern Kubikinhalte hätten erhalten bleiben sollen. Und dennoch erfreuen sich diese kleinen Seen heute noch ihres Daseins. Weniger der zugeführte Schutt als die Vegetation erweist sich als ihr schlimmster Feind. Die bayrischen Seen werden zuerst den wuchernden Pflanzen zum Opfer fallen, der Rand ist vermoort, und im Großen Arbersee kann die Moderschicht im tiefen Becken auf mindestens 2 m angegeben werden. Die böhmischen Seen sind bis jetzt noch mehr befreit geblieben, 10—15 m in den See hinein schimmern die bleichen Blöcke aus dem dunklen Wasser heraus, erst gegen die Mitte brachte das Senkblei Moder herauf.

Ihre Abschnürung durch Moränen reiht sie mit aller Entschiedenheit in die Glazialepoche ein. Viele Hinweise machen sich also dafür geltend, daß sie geologisch und geographisch junge Erscheinungen sind. „Sie fallen ihrer Lage nach räumlich, ihrer Entstehung nach zeitlich zusammen mit der Entwicklung der Gletscher“<sup>1)</sup>.

Sie einer frühern, etwa der tertiären Zeit zuzuschreiben, liegt nach den angeführten Beobachtungen im Schwarzwalde und Böhmerwalde keine Veranlassung vor. Es ist unmöglich anzunehmen, daß diese interessanten Objekte etwa mit dem Aufrichten des Gebirges gleichzeitig entstanden seien und seit den ältesten Zeiten der Erde bis heute sich in so guter Verfassung erhalten konnten. Der Böhmerwald war seit den ältesten Zeiten ein Angriffsobjekt der Denudation, und mit Recht läßt sich sagen, daß er heute nur mehr eine Ruine ist; und wenn man auch nicht bemessen kann, wie viel er an Höhe eingebüßt hat, so kann doch mit Bestimmtheit versichert werden, daß seit den Zeiten der Denudation derartige Steilwände längst verfallen wären.

Es ist im Böhmerwalde nicht gestattet, die Steilwände und Tiefen unsrer Seen mit Einstürzen und Einbrüchen beim Aufrichten des ganzen Massivs in Verbindung zu bringen. Der ursprüngliche Kamm des Gebirges muß hoch über dem jetzigen gedacht werden. Die Abhänge wurden zerrissen, durchfurcht, die Gipfel modelliert, das ganze Ge-

<sup>1)</sup> Über Thalbildung von Dr. F. Löwl, Prag 1884.

<sup>1)</sup> Penck, Vergletscherung, S. 354. — Bildung der oberbayrischen Seen.

birge nahm alternde Züge an; und nur die Seen als die einzigen Jugendreize wären geblieben?

Zuletzt will ich noch Heim citieren, der sich äußert, daß in Gebirgen, in welchen die Dislokation längst zum Stillstande gekommen ist, solche Seen mit Geschieben ausgefüllt wären, und neue Seen sich nicht mehr bilden. (Vorträge, Gebirge, 6. Bd., 7. Heft, S. 27.)

Schwarzwald und Wasgau waren einstens vom Jura und den Ablagerungen der Trias überdeckt mit einer Mächtigkeit von mehreren Hundert Metern<sup>1)</sup>. Zur mittelligocänen Zeit war das Grundgebirge der Vogesen und des Schwarzwaldes noch nicht entblößt, denn keine Granit- und Grauwackengerölle, sondern nur Jura- und Triasgerölle bildeten die Konglomerate an der Küste des oligocänen Meeres. Erst zu Anfang der Diluvialzeit ragten die beiden Schwestergebirge mit ihren Granit- und Gneiskämmen und -Gipfeln an der Rheinebene empor, denn in den diluvialen Konglomeraten der Rheinebene finden wir die Granite und Grauwacken der Grundgebirge ebenso wie Triasgerölle. Wenn also die Seen beider Gebirge tertiär wären, so müßten sie in die sedimentären Decken und Tafeln eingetieft gewesen sein, und mit dem Verschwinden derselben hörte auch ihre Existenz auf. Allein sie sind heute noch in ihrer reinen, unversehrten Gestalt sichtbar. Dies gilt für die Zirken im südlichen Schwarzwald und Wasgau. Die Hornisgrinde hat ihre Seebecken in die Buntsandsteinformation eingetieft, aber keins bricht bis zum Urgestein durch. Mit dem künftigen Verluste dieser Formation sind sämtliche Seen verschwunden. Denken wir uns diesen Vorgang auf die südlichen Seen übertragen, so erhellt klar daraus, daß sie erst nach der Denudation der Jura- und Triastafeln entstanden sein können. Sie können also einzig nur in die diluviale Zeit eingereiht werden.

Für den Böhmerwald läßt sich die sonst vollkommen analoge Geschichte der Entstehung der Seen nicht mit solcher Klarheit wiedergeben. Sie würde sich unter gleichen Verhältnissen ganz so gestaltet haben.

Es ist ein oft wiederholter Satz, daß die Verbreitung der Seen mit der Verbreitung des Glazialphänomens innigen Zusammenhang habe; allerdings nicht überall, wo Seen sind, waren einstens Gletscher, aber sicher, wo Gletscher waren, sind Seen.

Letzteres gilt für den Böhmerwald, Schwarzwald und Wasgau. Dieser allgemeine Satz läßt aber eine interessante detaillierte Beweisführung zu, da nämlich die einzelnen Eigentümlichkeiten der Gletscherbedeckung sich in dem Vorkommen und der Lokalisierung der Seen widerspiegeln:

<sup>1)</sup> Die oberrheinische Tiefebene und ihre Randgebirge von Dr. G. R. Lepsius, I. Bd., 2. Heft zu den „Forschungen der deutschen Landeskunde“, S. 89.

- a) Es ist nicht Zufall, daß der bayrische Abhang des Böhmerwaldes nur drei Seen enthält, denn wir wissen, daß auch die Gletscherentwicklung eine geringere war, als auf der böhmischen Seite.
- b) Die bayrischen Seen sind demnach auch am seichtesten,  $2\frac{1}{2}$  mal tiefer sind jene des böhmischen Abhanges, ebensovielmals mächtiger waren die böhmischen Gletscher<sup>1)</sup>. Auch in den Alpen entsprechen die größten Seen den mächtigsten Eisströmen.
- c) Gleichwie die Glazialerscheinung im Böhmerwalde an die Hauptmasse des Gebirges geknüpft war, lehnen sich die Seen an die höchsten Punkte des Gebirges, wie im Wasgau und im Schwarzwalde an.
- d) Diese höchsten Punkte erhalten im hohen Bogen Cerkow eine weitere Fortsetzung des Böhmerwaldes gegen Norden, doch hören die Glazialerscheinungen auf, und damit tritt auch Seenlosigkeit ein<sup>2)</sup>.
- e) Die bedeutendsten Erosionserscheinungen sind im Böhmerwalde naturgemäß auf der südwestlichen Seite entwickelt, und demnach sind die Wasserbehälter an der Leeseite angebracht, ein Zeichen dafür, daß sie nicht mit der Thalbildung allein, sondern mehr mit der stärkern Anhäufung von Firn, Eis und Moränen zu thun haben.
- f) Die separate Stellung des Plöckensteinsees entspricht vollkommen den Glazialverhältnissen des Moldauthales, welches das einzige Thal war, das seinem Hauptgletscher durch seitlichen Zufluß von Firn und Eis neue Nahrung und neuen Impuls zu geben vermochte.
- g) Die auffallende Übereinstimmung der Höhenlage der Seen mit der Firnlinie ist von Partsch des öftern nachdrücklichst hervorgehoben worden, hier ist namentlich zu erwähnen, daß, wie die Firnlinie von West nach Ost ansteigt, auch bei den Seen dasselbe Verhältnis herrscht. Der tiefst gelegene See der Vogesen ist jener von Fondromé mit 581 m, der des Schwarzwaldes der schon erwähnte Hutzenbacher See mit 749 m, und im Böhmerwalde der Kleine Arbersee mit 919 m, eine beachtenswerte Übereinstimmung mit der Lokation der Firnlinie.
- h) Die Wassererosion ist an kein Gestein gebunden, im festen Gestein ist sie sogar ergiebiger und wirkungsvoller; in einer gewissen Auswahl des Gesteins, die die Seen treffen, in ihrer Neigung zu weichern Schichten charakterisieren sie sich als von Wassererosion unabhängige Wirkungen. Im Böhmerwalde tritt dieser Zug nicht kräftig genug hervor, die größere Zahl

<sup>1)</sup> Siehe oben S. 27, 28.

<sup>2)</sup> Vgl. oben S. 27.

liegt im Gneiß, einer nur im Granit, wobei sich natürlich nicht nachweisen läßt, ob der bevorzugte Gneiß leichter erodierbar ist, als der Stockgranit des Plöckenstein. Aber der Schwarzwald bietet hierin überraschende Beobachtungen.

Der südliche Teil, der großartig vergletschert war, produzierte im Granit und Gneiß nur zwei Zirken, der nördliche Teil aber, der aus leicht und rasch zerstörbarem Buntsandstein besteht, weist trotz einer viel geringern Vergletscherung sechs Zirken auf.

Die innigste Beziehung der Seen mit Gletschern, mit ihrer Mächtigkeit, mit ihren lokalen Entwicklungen kann hiermit dargethan gelten.

In der oft citierten Abhandlung Partschs<sup>1)</sup> wird über Lage und Öffnung der Botner (ein Begriff, der sich mit den Böhmerwald- und Schwarzwaldseen nicht mehr vollkommen deckt, da darunter vor allem Felsenbecken verstanden sind) Musterung gehalten und gefunden, daß die nördliche Exposition der südlichen, die östliche der westlichen gegenüber das Übergewicht behauptet.

Alle Seen des Böhmerwaldes, ausgenommen des Rachelsees (nach Südosten) sind nach Nordost oder Nord gerichtet; ebenso sieben Seen des Schwarzwaldes.

Holland schließt aus seinen Beobachtungen an den Botnern des Jotunfelds auf eine genetische Verknüpfung der Zirkusthäler mit kleinen Firnfeldern und Gletschern, die in nördlicher Exposition sich leichter erhalten. „Mir ist“, äußert sich Partsch, „so lange ich auch die Thatsache erwog, keine hier überhaupt in Frage kommende klimatische Eigentümlichkeit östlicher Berggehänge bekannt, außer der erfahrungsgemäß an ihnen besonders starken Schneeansammlungen in Gegenden mit vorwaltenden westlichen Winden“. Allein die Ursache dürfte in erster Linie nicht klimatologisch, sondern orographisch sein, da der sanftere östliche Abfall

<sup>1)</sup> Wenn das Werk Partschs so häufig genannt wird, so liegt das vor allem in dem Umstande, daß Böhmerwald, Schwarzwald, Riesengebirge und Karpathen in ihren Gletschererscheinungen, in der Darstellung ihrer Seen oft identisch sind, aber ebensoviel Grund des häufigen Citierens ist in dem ausgezeichneten, schön geschriebenen Buche selbst gegeben.

der Gebirge, des Schwarzwaldes und des Böhmerwaldes eine stärkere Gletscherentwicklung und damit eine entwickeltere Seebildung zur Folge hatte. Gleich Schrader<sup>1)</sup>, der in den Pyrenäen, wie insbesondere die neuesten Forschungen Pencks darthun, den größern Seenreichtum im östlichen und nordöstlichen Thalgebiet in Verbindung mit der lokal stärkern Vergletscherung bringt, möchte es uns gestattet sein, im Böhmerwalde und Schwarzwalde dasselbe anzunehmen.

Die Zirken haben eine innige Verbindung mit den präglazialen nordöstlichen Thälern, und da die stärkere Vereisung östlich mehr Gletscher und Seen erzeugte, so konnten auch mehr gegen Osten geöffnet sein.

Nicht ein einziger See des Schwarzwaldes liegt am Westabhange, kaum aber ist der Kamm überschritten, erscheinen sofort am östlichen Abhang die Seen.

Wir haben im Schwarzwalde zwei Gletscherzentren, damit auch zwei Seeregionen.

Die eine Seengruppe haftet sich an Belchen und Feldberg, die andre ist um die Hornisgrinde herum gelagert, im Sinne der Vergletscherung gegen Osten und Norden. Die stärkste Vergletscherung an der südlichen Erhebung verursachte auch die tiefsten Seen, die geringere Eisbedeckung im Norden hinterließ auch nur kleinere Seebecken; alles identisch mit den Seen des Böhmerwaldes.

Der Zusammenhang von Vergletscherung und östlicher Lage kann nirgends wieder in so innige Verknüpfung gebracht werden, als im Schwarzwalde.

Es ist also zu sagen: Böhmerwald und Schwarzwald waren vergletschert und haben deshalb Seen; beweiskräftiger ist es, wenn wir nun nachgewiesen haben, daß nur bestimmte Teile beider Gebirge vergletschert waren, nur diese Territorien Seen besitzen und in diesen Einzelgebieten eine eigenartige genetische Verknüpfung (Größe der Wälle, Tiefe &c.) sich kund gibt. Mit der einseitigen östlichen Vergletscherung möge auch die östliche und nordöstliche Exponierung der Zirkuseen ihre Erklärung finden.

<sup>1)</sup> Ann. du Club Alpin Français IV, p. 436.

### III. Entstehung der Seen.

Mit der Einreihung der Seen in die Glazialzeit rücken wir der letzten Frage näher: wie entstanden sie und welchen Anteil nahm hieran der Gletscher?

Da mit zwingender Notwendigkeit die Entstehung, der Werdeprozeß der Seen in die Glazialepoche zu verlegen

ist, so muß den damals wirkenden Kräften die Möglichkeit der Zirkus- und Wallbildung zugesprochen werden. Welche Agentien schufen die ganz beträchtliche Eintiefung in die Flanke eines Berges, unter welchen Umständen entstand der Wall?

Die letzte Frage wollen wir vorerst unsern Erörterungen unterziehen.

Es bedarf keiner Erwähnung, daß der Gletscher seitlich und an seiner Front Wälle bildet, die oft kleine Tümpel, Moränenseen in sich schliessen. Damit erklären sich Titi- und Schluchsee, der Kleine Arbersee als Abdämmungsseen sehr einfach. Aber in den meisten Fällen liegt die Schwierigkeit darin, nachzuweisen, daß an der Wurzel des Gletschers, hart unter und so nahe einer Steilwand Wälle abgelagert werden konnten. Sie werden als Moränen betrachtet von Ramsay, Penck, Charles Grad u. a., und sie sind auch solche. Erst jüngst hat Herr Prof. Dr. Gerland in Straßburg seine gewichtige Stimme erhoben und in der bereits wiederholt erwähnten ausgezeichneten Abhandlung über die Gletscher der Vogesen erklärt, daß es undenkbar sei, daß an solchen Stellen, wegen allzugroßer Nähe am Kamm, Moränen als Stauwälle zu entstehen vermöchten<sup>1)</sup>. Herr Prof. Richter, in seinem Vortrage auf dem 4. deutschen Geographentag zu München, kann sich keine Vorstellung machen, daß „die kleinen Gletscher des Böhmerwaldes in irgend eine Beziehung zur Entstehung der Seen zu setzen wären“. Aber unsere Gletscher waren nicht klein, ihre Firnlager bis 300 und mehr Quadratkilometer, ihre Eislänge bis zu 30 und mehr Kilometer würde sie den größten Gletschern der Gegenwart anreihen. Allerdings liegen die Zirke nahe unterm Kamm eingetieft; wie hoch hinauf dieser überschneit war, läßt sich nicht ermessen, die Mächtigkeit des Firnes über dem Zirkus gestattet keine Berechnung; sie dürfte nicht unbedeutend gewesen sein, und die horizontale Decke darf ebenfalls nicht unterschätzt werden. Nach der heutigen Orographie ist für den Rachelsee bzw. seinen Zirkus ein Firngebiet von 2 qkm zu berechnen, für den Großen Arbersee 3 qkm, für den Kleinen Arbersee nahezu 4 qkm. 5,5 qkm Einzugsgebiet hatte der Stubenbacher See, der Plöckensteinsee nicht ganz 2, der Schwarze See etwa 5, und der Teufelssee etwa 3 qkm<sup>2)</sup>. Für die Seen des Schwarzwaldes ergeben sich dieselben Zahlen. Diese Flächen bedeuten heute ein Regengebiet, das jeden Tropfen in den See abzugeben hat. Die Möglichkeit der Gletscherbildung ist durch die obigen Zahlen unbedingt dargethan, allein einstens müssen die Verhältnisse wesentlich anders gewesen sein. Der breite Kamm konnte für die abgleitenden Firnmassen nicht so trennend auftreten, wie es jetzt für die Gewässer geschieht, sondern die Vorstellung einer allgemeinen Bedeckung des vergletscherten Gebirges durch Firn ist sogar durch den Mangel an Moränen in den tiefern Partien etwas gestützt, denn die nur als Spuren vorhandenen Moränen deuten auf sehr geringen Schuttfall hin, das Gebirge hatte wahrscheinlich wenige

Blößen, es war voll überladen. Daher vermochten die Becken eine Firnmasse zu erhalten, die sicherlich das Zehnfache des heutigen Einzugsgebietes überschreitet, und wir bekommen so sehr respektable Firnmassen. Doch halten wir uns lieber an die ersten, sichern Zahlen, und wir müssen uns wohl auch daran halten, da wir in den Wällen Glazialspuren des letzten Stadiums der Vergletscherung zu erblicken haben, in der eine allgemeine Bedeckung nicht mehr angenommen werden kann. Im Schwarzwald nehmen die Grundmoränen thalaufwärts ab, die Block- und Wallbildung nimmt aber stets zu. Angedeutet ist dies auch im Böhmerwald. Die Blockwälle, die nur selten Grundmoränenmaterial in sich bergen, sind räumlich und zeitlich die Endmoränen und bildeten sich wahrscheinlich beim tiefsten Stande des Gletschers. Die Lokalität muß vor ihnen, der Zirkus samt der Thalbildung vor der Ablagerung und Bildung des Walles, der sich ja erst nachher entwickeln konnte, verlegt werden. Gegen die Auswitterung spricht die vollendete Form der Wälle und namentlich die Anwesenheit von Gerölle. Das frischbrüchige, scharfkantige Material ist nachweisbar der Seeumgebung entnommen, und so lange der ganze Zirkus mehrere Hundert Meter hoch mit Eis und Schnee überladen und erfüllt war, konnte sich ein typischer, unverletzter Moränenwall kaum entwickeln. Erst als ein Tieferlegen des ganzen Gletschers stattfand, vermochte von der steilen Umrandung des Zirkus ein Blockfall zu erfolgen, der sich am Ausgang des Kessels zum Walle und Abdämmungsriegel zusammenschob. Unsere Profile bestätigen diese Anschauung, indem sie zeigen, daß die Wälle regelmäßig 300 m tiefer liegen als die Spitze der Seewand und daß die Dämme in gemessener Entfernung vom Abfallsorte zusammengeschoben sind<sup>1)</sup>. Es dünkt uns nicht schwer fasslich, den Wall durch den Firn oder den Gletscher selbst zusammengetragen zu sehen. Es hat sich sicherlich eine Bewegung im Becken vollzogen. Gleich außerhalb der Wälle, ja mit denselben beginnen die Blockmeere, die ausnahmslos die Seethäler begleiten. Sie sind durch Eis transportiert, welcher Transport im Seebecken seine Bewegung begann.

Ich sehe vor allem in den geneigten Wänden die Ursache dieser Bewegung. Der auf denselben lastende Schnee konnte nicht ruhig liegen bleiben, wälzte sich nach abwärts und drückte auf den im ebenen Becken gelagerten Schnee oder Firn und preßte und drängte ihn nach auswärts. So vermochte sich am Rande auch das Blockmaterial zu häufen.

<sup>1)</sup> Ich bin durchaus nicht willens, diese Verhältnisse, wie sie sich mir in den beiden durchwanderten Gebirgen offenbarten, auch auf alle Seen im Wasgenwalde zu übertragen; was ich z. B. am lac noir sah, kann ich mit obigen Erörterungen nicht verflechten. Der enorme Trümmerhaufen steigt fast zur selben Höhe empor wie sie die Seewand selbst erreicht, ja übertrifft sie fast an Mächtigkeit und Größe.

<sup>1)</sup> Siehe oben S. 39.

<sup>2)</sup> Vgl. Heim, Gletscherkunde, S. 45—49.

Sehr oft begegnet man der Anschauung, daß das Blockmaterial durch schräges Herabgleiten über die Firnfläche zum Walle gestaut werden kann. Diese Möglichkeit wird durch Beobachtung an den gegenwärtigen alpinen Firnlagern gestützt. Daß eine Bewegung im Seebecken zweifellos vor sich ging, bewies namentlich Penck, der im Zirkus lac bleu in den Pyrenäen in den See hineinreichende Schrammen beschreibt. Die Ausbildung eines Walles konnte um so leichter von statten gegangen sein, da sie in die Glazialepoche, eine Zeit der stärksten Zerstörung des Gebirges, fällt.

Älter als der absperrende Damm ist der Zirkus, der Kessel, der den See enthält.

Wir können uns nicht dazu bequemen, die Seen des Gebirges in ihrer Gesamtheit als glaziale Wirkung zu betrachten. Oben vermochten wir nur von Glazialspuren im Böhmerwalde Mitteilung zu machen; sind die Seen ausschließlich glazial, so haben wir keine Spuren, sondern grobsartige Rückklasse der Gletscher. Wir haben gesehen, daß die Mächtigkeit der Gletschererscheinungen im Schwarzwalde in der Häufigkeit und Größe der rückgelassenen Spuren sich widerspiegelt; ganz so im Böhmerwalde. Die Größe der Zirkusbildung ist aber in beiden ungleich stark vergletscherten Gebirgen gleich groß; das erregt gerechte Zweifel. Die Wallentwicklung hingegen ist proportional, in den einzelnen Gebirgen selbst wieder ganz entsprechend der Vereisung eines Thales.

Herr Professor Dr. Gerland betrachtet bei vielen Seen der Vogesen die Steilwand als von Dislokationen der Schichten herrührend, aber auch v. Hochstetter ist geneigt, dieselbe Anschauung auf den Plöckensteinsee anzuwenden, unterläßt es aber, dasselbe beim Stubenbacher See zu äußern. Aber unsere Böhmerwald- und Schwarzwaldzirken sind zweifellos Erosionsschöpfungen; sie gehören der diluvialen Zeit an, wo eine Dislokation des Gebirges nicht mehr stattfand.

Es ist daher ein ursprüngliches Vorhandensein dieser Wände unmöglich anzunehmen; ein zur Bildung derselben anscheinend günstiges Moment liegt in der fast allgemein senkrechten Stellung, welche die Gneiß- und Glimmerschiefer-schichten des Böhmerwaldes haben. Doch ist damit eine innere Verknüpfung keineswegs nachgewiesen, da beispielsweise die eine Wand des Mummelsee-Zirkus in völlig horizontale Schichten eingetieft ist. Es ist uns unzweifelhaft, daß der Anfang dieser Zirken Wasserarbeit ist, da es unfalschbar erscheint, daß ohne äußere Anlaß der über einen stark geneigten Rücken herabgleitende Firn oder das strömende Eis viele Tausend Kubikmeter harten Gesteins auszuhöhlen vermöchte. An der Südflanke des Belchen im Schwarzwalde, am Arber im Rifsloch, Bärenloch und Drosselloch

entwickeln sich heute zirkusähnliche Aushöhlungen. Herr Professor Dr. Gerland berichtet von ähnlichen Entwicklungen im Wasgau (S. 115); in den Alpen, insbesondere im Illergebiet kamen mir sehr oft dieselben Formen zu Gesicht.

Die Zirken verhalten sich im Böhmerwald wie alle übrigen Thalwurzeln. Sie lehnen sich stark an die orographischen Eigentümlichkeiten der Quellfurchen an, am bayrischen Abhange sind die Seen im Sinne eines Längsthalles, auf böhmischer Seite im Sinne eines Quersthalles eingefügt, und ganz so verhalten sich sehr viele Quellursprünge. Wenn der Zirkus unverkennbare Neigung besitzt, die Berührungslinien zweier Formationen zu benutzen, wie der Rachelsee, der Teufelssee, der See von Stubenbach<sup>1)</sup>, so äußert sich damit eine weitere verwandtschaftliche Beziehung mit den Quellthälern, die gern Schichtenflächen, die Trennungslinie zweier Formationen aufsuchen. Wenn man die beiden Arberseen betrachtet, so ist man genötigt, wegen ihrer Muldenform irgend ein verwandtschaftliches Verhältnis mit den Thälern herauszufinden. Auf den Generalstabskarten, die häufig leichter eine generellere Übersicht ermöglichen, als es an Ort und Stelle geschehen kann, hat man in diesen Zirkusthälern bedeutend entwickelte Beckenformen, ähnlich den Thälern der tiefern Region, vor sich. Die flache Mulde, die kleine Ebene, die der Seeboden darstellen soll, ist eine trügerische Erscheinung; wenn ich die Thallinie unter dem Trümmerwall bis zur Tiefe des Sees ziehe, habe ich das der gesamten Thalneigung angepaßte Gefälle, weg sind Ebene und Mulde, und man hat nur den letzten Zipfel der Klamm, unter Wasser gesetzt, vor sich. Es ist für uns keine Voraussetzung, sondern zur Sicherheit geworden, daß die Gletscher halb oder bereits fertige Trichterthäler vorfanden, die sie erweiterten und vergrößerten. Durch unsere obigen Ausführungen, die unsere Seen als Moränenseen erklärten, sind wir in der glücklichen Lage, der viel angefeindeten, viel umstrittenen Eiserosion, die in diesen Verhältnissen eines Beifalls sich am wenigsten erfreut, vollkommen entbehren zu können, nicht weil wir bequem ausweichen, sondern weil die Verhältnisse sie nicht erheischen.

Die Wurzel eines Thales ist die embryonale Anlage des Kessels. Wasser allein hat ihn auch nicht geschaffen. Dies hat die Tendenz, die Hohlformen zu zerstören, statt in die Breite in die Tiefe zu arbeiten, sein letzter Ausdruck ist die Klamm, die Schlucht, das Thal.

Wir stimmen mit diesem Resultate vollkommen mit Löwl<sup>2)</sup> überein.

„Eine Leistung, daß Botner ganz und gar durch das

<sup>1)</sup> Nach den Karten von Gümbel ist auch der Lakasee an der Grenze zwischen Gneiß und Granit eingesenkt.

<sup>2)</sup> Löwl, Über Thalbildung, S. 127.

Gletschereis ausgeschürft wurden, ist uns aus dem Grunde nicht recht denkbar, weil die Kesselthäler die Firnmulden der alten Eisströme bildeten und daher unmöglich der Schauplatz einer besonders kräftigen Erosion sein konnten. Man entgeht dieser Schwierigkeit nur durch die Voraussetzung, daß die Gletscher bereits fertige Trichterthäler vorfanden, deren Kurve sie durch die Ausebnung des Grundes und durch die Erosion von Seebecken zu wahren Zirken ausbildeten. Damit aber schrumpft das Problem der Botnerbildung zu der Frage nach der Entstehung der glazialen Kesselseen zusammen.“

Die durch außerordentliche Regenmengen eingeleitete Eiszeit ist sicher im stande gewesen, durch starke Niederschläge, durch Fröste, Schneestürze und Firnabrutschungen die an günstigen Steilabhängen endenden Thalwurzeln zu erweitern, zu vertiefen, auszuhöhlen und eben zu machen.

Der zurückweichende, verschwindende Gletscher staute mit seiner letzten Moräne den See auf.

Wir kommen nun durch unsre Studien zu folgenden Sätzen:

Wir haben in den Seen des Schwarzwaldes und Böhmerwaldes keine Botner, keine Felsenschalen zu erkennen; es sind Abdämmungs-, es sind echte Moränenseen; es herrscht somit kein Unterschied zwischen Titi- und Schluchsee und allen übrigen Seen beider Mittelgebirge, und ihre Differenz ist nur im äußern geographischen Auftreten zu suchen. Ihre erste Entstehung knüpft sich an den Beginn der jeder obern Thalbildung eigenen Zirkusbildung an; die Eiszeit aber mußte erst eintreten, um die heutige Vollendung der Zirken zu ermöglichen; das letzte Stadium der Vergletscherung erzeugte eine letzte, eine Endmoräne, die den See staute, der als ein unwiderleglicher Zeuge der Glazialepoche zu betrachten ist.

## C. Einige Thäler des Böhmerwaldes.

### I. Detaildarstellung.

#### a) Ilzthal.

Das Ilzthal erinnert durch seine 100 — 150 m tiefe Furche an einen Cañon; es ist weniger ein Quer- als ein Längthal, da nur wenige Rücken schief durchrissen werden, wie der Pfahl und der südlich daran sich anschließende Lagersyenit, doch ohne jede Ablenkung des geraden Flusslaufes.

Trotz der Längsanlage ist die Ilz ein echtes Erosionsthal. Die ganze Ilzlandschaft repräsentiert sich als ein ziemlich ebenes Plateau, als eine große Gneißfläche, in welche mit unverkennbarer Symmetrie die Wasserrinnen eingeschnitten sind. Kaum ist wieder ein Terrain der Erosion so günstig gewesen, wie das Plateau der Ilz: die steile Schichtenstellung, der regenreiche Hochwald im Hintergrunde, das beträchtliche Gefälle, namentlich im Oberlaufe, förderten die Thalbildung.

Diese hat einen gewissen Abschluß erreicht, die Wasserfälle sind längst verschwunden, doch ist das Thal so eng, daß kein Fußweg, geschweige eine Straße in demselben anzulegen ist. Es fehlt auch die Terrassenbildung. Die ganze Breite des Thales wird von der Ilz beansprucht. Immerhin verrät, wo irgend eine Gelegenheit sich bot, auch die Ilz die allen Flüssen eigentümliche Neigung zur Serpentinbildung.

Nördlich vom erwähnten Dichroitgneiß und Pfahl treten

da und dort Zuflüsse auf, die anscheinend in ursprünglichen Thalerweiterungen, in Wahrheit aber in breit ausgehöhlten Thalrinnen laufen. Wir haben hier einen andern Typus von Thälern vor uns, die Muldenform gegenüber der V-Form des Plateaus, südlich vom Pfahl, welcher beide trennt. Der auffallende Parallelismus, der energische, gerade Verlauf der Quellthäler der Ilz stempeln sie zu schönen Beispielen echter Erosionsfurchen, doch sind sie vollendeter, ausgewaschener als die Ilzrinne selbst.

Bei Hals, 1 Stunde vor der Mündung in die Donau macht die Ilz eine ganz auffallende Schlinge, die für Winneberger<sup>1)</sup> den Beweis abgibt, daß das Ilzthal eine geotektonische Spalte und in seiner heutigen Vollendung im Gebirgsbau des Bayrischen Waldes begründet sei. Doch nicht das Ilzthal allein, sondern alle Thäler des Gebirges sind für Winneberger ursprüngliche Spalten. „Jeder, welcher die Hauptthäler des Bayrischen Waldes mit Aufmerksamkeit betrachtet, wird die Überzeugung gewinnen, daß sie nicht durch allmähliche Ausspülung oder durch die Gewalt des Wassers entstanden seien. Sie durchbrechen oft, die von dem Terrain dargebotenen niedrigen Durchgänge plötzlich verlassend, in den verschiedensten Krümmungen die festesten und höchsten

<sup>1)</sup> Winneberger, Versuch der geognostischen Darstellung des Bayrischen Waldes, S. 92. 93.

Felsmassen der Umgegend. Jeder, welcher sich davon überzeugen will, findet hierfür in dem Thale der Ilz einen Beleg.“

Es scheint Winneberger entgangen zu sein, daß die große Krümmung bei Hals einen sekundären Lauf der Ilz darstellt; wie deutlich zu sehen, ging sie ursprünglich den geraden, den kürzesten Weg und schnitt damit die Schlinge ab. Mit der Zeit, vielleicht infolge Abnahme der erosiven Kraft mußte sie der Härte des Gesteins nachgeben und zwangungen diese große Ausbiegung entwickeln.

Wie ursprüngliche Thäler des Böhmerwaldes aussehen, werden wir beim Regen und bei der Moldau erfahren.

#### b) Regenthal.

Die Hauptwasserader des südwestlichen Waldes, jene, welche eine Art Trennung des Bayrischen und Böhmisches Waldes vollzieht, ist der Regen. Sein ganzer Lauf ist eine mannigfaltige Zusammensetzung von Quer- und Längsthälern. Es ergeben sich geographisch etwa folgende Thalstücke:

- vom Arber bis Regen, bzw. vom Arber (Weißer Regen) bis Kötzing;
- von Regen, bzw. Kötzing bis Cham;
- von Cham bis Roding;
- von Roding bis Regenstein und von da bis zur Mündung bei Regensburg.

Die Quellbäche des Regen, zu denen auch die Ausflüsse des Großen und Kleinen Arbersees und Teufelssees gehören, umklammern mit vielen Armen die höchsten Erhebungen des hohen Böhmerwaldes. Interessant dürfte die Thatsache sein, daß das Quellgebiet die orographischen Schranken durchbrach, weit gegen Osten, etwa 10—15 km, Übergriffe sich erlaubte und die Kammlinie, welche in hervorragender Weise durch die Längsrücken der beiden Arber dargestellt wird, vollkommen überschritt. Der Kleine Arber und der Teufelssee liegen auf der Ostseite der hohen Rücken, ihre Thalausgänge richten sich, namentlich beim Kleinen Arbersee mit Entschiedenheit gegen Norden; und dennoch werden sie in völlig entgegengesetzter Richtung auf weiten Umwegen entwässert; alles auf Kosten des Quellgebietes der Angel.

Sichtbarlich hat von jeher der Regen mit ungleich mehr Wassermengen und größerer Beweglichkeit sein Quellgebiet entwickelt und ausgearbeitet, und zwar derart, daß 90% des Gesamtgebietes dem Regen tributär wurde, und nur die kleine Ostseite der Angel zufiel. Die Herausfeilung der höchsten Gipfel, die tiefe Abtrennung der Arberreihen vom ebenbürtigen Rachel-Lusenzuge, das Hinübrücken der Wasserscheide vom orographischen Hauptkamm zum sekundären, östlichen, der gleichfalls schon durchbrochen ist, ist ausschließliche Arbeit der Quellarme des Regen.

Die zweite Wasserscheide liegt um ungefähr 100 m tiefer als die erste und ist demnach Hauptwasserscheide geworden.

Zwischen Kötzing, Viechtach, Regen, Eisenstein und Engelshütte liegt das Terrain, welches hauptsächlich den Regen mit Wasser versorgt. Es ist ein langgezogenes Gebiet von 25 km Breite und 70 km Länge. Die beiden großen Regenquellen nähern sich in ihren Anfangspunkten bis auf wenige Kilometer; ein Querjoch des Großen Scheiben tritt trennend dazwischen, und nach dem Gesetze der Erosion müssen sie sich einst die Hände reichen. Noch stehen sie einander gegenüber wie zwei Stollen beim Bau eines Tunnels. Der Regen klammert sich an die höchsten Erhebungen des Böhmerwaldes an; die Mittelhöhe der Quellen mag etwa zu 1200 m angesetzt werden, rasch fallen sie aber auf 580 m herab. Kein Fluß des Böhmerwaldes legte ein so regelmäßiges Quellgebiet an, wie der Regen. Längs- und Querthal stehen immer nahezu im rechten Winkel zu einander, so daß das große verschobene Rechteck in eine Anzahl proportional kleinerer zerlegt wird. Das obere Regenthal wird der Länge nach von einem wasserlosen Thale, das von Zwiesel über Bodenmais nach Kötzing geraden Wegs führt, durchschnitten. Nur gegen den Ausgang dieser ursprünglichen Thalung, gegen Kötzing und gegen Zwiesel hin benutzen einzelne Bäche die bequeme Linie. Das Studium dieses wasserlosen Thales läßt klar die ausschließlich erosive Arbeit des Regen erkennen. Bodenmais, in diesem tektonischen Thal gelegen, hat eine Meereshöhe von 691 m (bayrische Generalstabkarte). Die Sohle des Thalabschnittes Regen—Cham hat eine solche von 450—500 m, was gegen Bodenmais eine Differenz von etwa 200 m ergibt. Von diesen kommen etwa 100 m auf jenen Teil, den man mit vollem Recht als ausschließlich erosiv betrachten kann. Das deutet darauf hin, daß die Thalanlage Regen—Cham ursprünglich um 100 m tiefer lag als die Parallele von Bodenmais, ein Umstand, der wohl den Regen veranlaßte, jene und nicht diese zu benutzen. Man darf vermuten, daß beide Thäler durch die Gebirgsbildung geschaffen und nachher vertieft wurden; denn das Regenthal von Regen bis Cham ist ein echtes Erosionsthal, es ist ein solches, trotzdem es ein Längsthal ist. Von allen Thälern, die ich im Böhmerwald passierte, hat keines mit Ausnahme mehrerer Ilzabschnitte eine so beschwerliche Passage, wie das Regenthal von Regen bis Chamerau. Es ist so eng, daß nicht einmal ein Steig Platz hat; nur wo Uferkonkaven sind (denn auch im engsten Thale vermag der Fluß noch solche zu bilden) ist eine Annäherung an den Regenspiegel möglich, die Wände sind größtenteils nahezu senkrecht. Da, wo der Regen an die Uferländer anprallt, was wechselnd mit größter Regelmäßigkeit geschieht, bieten förmliche Blockhalden unüber-

steigliche Hindernisse. So oft ich durch Emporklimmen zur Höhe sie umging, um wieder dann zum Regenthal abzusteigen, so war ich alsbald wieder genötigt, das Thal zu verlassen, da zwischen Fluß und Wand nicht ein Fuß breit Landes sich befand. Kein einziges Dorf steht auf der ganzen Länge von Regen bis Miltach-Chamerau unmittelbar am Regen. Es ist ein einsames, ganz menschenleeres Thal, das vermöge seiner Tiefe, seines plötzlichen Abfalls zum Wasser eine sehr hemmende Schranke zwischen den Bewohnern des rechten und linken Ufers bildet.

So oft ein maßgebendes orographisches Hindernis sich in den Weg stellt, wie der Rücken bei Lamerbach oder die Höhe von Altenußberg, weicht der Regen im weiten Bogen aus. Die Anschauung, die ich vom Ursprung und der Entwicklung des Thales erhielt, ist kurz folgende. Die allgemeine, ziemlich gerade von Südost nach Nordwest und also mit dem Gebirge gleich verlaufende Thalung ist im Bau des letztern begründet; das Thal selbst, das von der großen Thalung zwischen dem Bayrisch-Böhmischen Wald nur 100 m Tiefe und 50 m Breite beansprucht, ist ein reines Erosionsthal, mit allen Eigenschaften eines solchen ausgestattet. Die obere Spannweite des Thales differiert wenig mit der Sohlenbreite, und es hat das Thal anscheinend auch früher nicht mehr Wassermenge besessen als heute.

Die Breite des Regenthales ist auf langen Strecken fast immer dieselbe, ausgenommen da, wo kleine Seitenarme Erweiterungen schufen. Die Windungen, welche die orographischen Verhältnisse vom Beginn der Thalbildungen an veranlaßten, bannen den Fluß heute noch in seine tief gegrabene Furche. In den erwähnten schwachen Serpentinien erkennt man die leisen Versuche des Regen, sich der beengenden Fesseln zu entledigen, d. h. die zahlreichen und scharfen Krümmungen zu einer Geraden umzubilden, eine Gasse freierer Bewegung sich zu schaffen; es ist aber bis heute auch nicht andeutungsweise gelungen, und es darf noch mancher Regenschauer über den alten Arber herniedergehen, bis dieses kanonartige Thal einige Erweiterung erfahren wird. Welche Kontraste zwischen dieser überaus engen Rinne, womit der Regen bescheiden sich begnügt, und der großen geotektonischen Thalung zwischen dem Böhmerwald und Bayrischen Wald, in dem es eingegraben ist!

Wenn v. Gümbel S. 45 erwähnt, daß der Lauf des Regen vom Pfahl abhängig sei, so ist das wohl so zu verstehen, daß die Richtung des Pfahles, die sich vollkommen der allgemeinen Gebirgsrichtung akkommodierte, mit der ganzen Gebirgsanlage die Flußrichtung des Regen bedingte; ist doch dieser regelmäßig 5—10 km vom Pfahle entfernt, ausgenommen an einem einzigen Punkte bei Regen, wo anscheinend der Fluß durch den Quarzwall umgebogen und

so verhindert wird, daß er mit seinen südöstlichen Quellen nach Süden abläuft. An dieser Umbiegung trägt vor allem der Bayrische Wald die Schuld, während die Ilzquellen wiederholt den Pfahl ohne jede Ablenkung durchschneiden; der Bau des Gebirges verursachte die Umbiegung.

Der neue Abschnitt, in den der Regen von Chamerau an eintritt, ist ein gänzlich von dem soeben skizzierten verschiedener. In der Bucht von Cham erkennen wir eine Thalerweiterung, die sich im Böhmerwald öfters wiederholt, so im Angelbachthal bei Neuern, so im Thale der Moldau. Es sind das Buchten, welche zweifellos mit der Entwicklung des Gebirges ihren Anfang nahmen, und ich kann mich nicht einverstanden erklären, wenn Walther<sup>1)</sup> sagt, daß alle Becken des Regenthales auf gleiche Weise, durch Erosion entstanden seien. Das Becken von Zwiesel ist ausgespült, die Buchten von Cham und Roding aber sind früheren Meeresarmen angehörig und sicher mit dem Gebirge gleichzeitig entstanden.

Gegen Osten verläuft das in seinen ausgedehntesten Teilen 4—5 km breite Thal bei einer Länge von etwa 50 km ziemlich eng, allein man vermag nirgends erosive Wirkungen, scharfe Ränder, Terrassen, Steilwände zu beobachten.

Es herrschen zwischen der Erosion des Regen und der Existenz dieses augenscheinlich sehr alten Thales innere Beziehungen nicht. Der Fluß hat sicher in dieser Thalerweiterung großen Stiles mehr angeschwemmt als hinweggenommen.

Eine Zahl hufeisenförmiger Weiher begleiten den Regen am rechten Ufer; sie sind nichts andres, als die alten Überreste von Serpentinien, die durch das Bestreben des Regen, einen geraden Lauf einzuschlagen, abgeschnitten und abgedämmt wurden.

Zum erstenmal im ganzen Regenthale macht sich eine starke Entwicklung von Lehm bemerkbar.

„Der braune Lehm des Regenthales, namentlich in der Chamer Weitung, ist offenbar ein Äquivalent des Lösses, aber durch beigemengte Urgebirgstheilchen ausgezeichnet. Er nimmt eine mehr dichte, schlammähnliche Beschaffenheit an und entbehrt der Einschlüsse sowohl von Landschnecken als von Mergelknollen. Diese Ablagerung, die zweifellos zur Quartärformation gehört und sich bis zum Gehänge des Hohen Bogen erstreckt, ist als ein Schlammabsatz einer frühern Wasseranstauung vielleicht eines Sees oder von Hochfluten zur Zeit, in welcher die Thaleinschnitte überhaupt ihre gegenwärtige Tiefe noch nicht erlangt hatten, zu betrachten<sup>2)</sup>“. Der Regen hat den Löss bzw. die Lehmlagerung durchrissen und die Furche gibt den besten

<sup>1)</sup> Walther, Topische Geographie von Bayern. München 1844.

<sup>2)</sup> v. Gümbel a. a. O., S. 472. 806.

Malsstab für die Regenerosion nach der diluvialen Zeit, die in der That ganz unbedeutend genannt werden muß.

Das Interessanteste dieses Thalstückes sind dessen doppelte Ausmündungen gegen Westen. Wir meinen hier vor allem die große Regenmündung gegen Schwandorf zu, die anscheinend seit langer Zeit vom Regen verlassen ist. Sie ist die Fortsetzung des großen, und wollen wir auch sagen ursprünglichen Thales von Roding—Cham—Furth, das nach v. Gümbel schon seit den ältesten Zeiten der Erdbildung besteht und nunmehr mit Keuper und Kreide, über welche keine sichere Spur von Lehm und Löss aus diluvialer Zeit entdeckt werden konnte, angefüllt ist. Das Kreidemeer ist nach v. Gümbel (S. 697) einstens in die weite Bodenwöhrer Bucht bis gegen Roding vorgedrungen, wo diese marine Formation an den Rand des Urgebirges angelehnt, terrassenförmig über dasselbe höher und höher aufsteigt und unmitttelbar auf Urgebirgsfelsarten aufgelagert ist, in den am weitesten nach Nordosten vorgedrungenen Gruppen bei Kalfing und Michelsneukirchen zugleich ihre höchste Lage gegen die Meeresfläche (530 m) gewinnt. „Sie ist aber“, fährt v. Gümbel fort, „eine wesentlich von der alpinen verschiedene, und weist durch die Gesteinsbeschaffenheit und faunistischen Einschlüsse die innigsten Beziehungen zwischen dem Kreidemeer in Bayern und Böhmen nach. Die Verbindung geschah durch die große, noch jetzt in der Oberflächengestaltung kenntliche Zwischenfurth quer durch das Urgebirge des Bayrisch-Böhmischen Waldes.“

Wir haben somit in dem großen Regenthal eine sehr alte Furche vor uns, die in anbetracht des engen, schluchtenartigen Durchbruchsthalles des mittlern Regen mit der erodierenden Kraft des Regen nicht in Konnex gesetzt werden kann. Gegenüber diesem Thale, das groß genug war, von jeher den Regenwässern Ausgang zu verschaffen, wird der Gneißdurchbruch zu einem der unverständlichsten Probleme des ganzen Waldes. Herrschende Meinung ist, daß der Regen einstens die Richtung nach Schwandorf einschlug und nachträglich das Thal von Mittenau auswusch. Nach Walther ist es eine hydrographische Seltenheit, „daß an dieser Stelle mehr als wahrscheinlich Regen- und Nabgewässer ineinanderströmten, die erst beim Niedersinken ihrer Hochflut wieder auseinandertraten“ (S. 159).

Bei Roding hat das Regenthal, d. h. die Thalung von einem Gneißrücken zum andern, noch eine Breite von 3 km. Gleich unterhalb verengt es sich beim Durchbruch auf 100 m, es beginnt ein ähnliches Thal wieder wie von Regen bis Cham. Entsprechend einer größeren Wasserfülle ist es allerdings etwas breiter angelegt, so daß das Thal zum größten Teile passierbar ist. Bei Walderbach und Muckenbach nimmt es Erweiterungen, ja sogar Kesselbildungen an und zwar an Stellen, an denen, den Gneiß

durchschneidend, zum Thale senkrecht stehende Furchen von Bruck und Bodenwöhr herein münden; denn die Ausflüsse der dortigen Weiher durchschneiden die Keuper-, Kreide- und Gneißschichten und münden gegen das Regenthal herein. So gering also ist die Tendenz, die alte Regenthalung zu benutzen, daß sogar Durchquerungen stattfinden. Die Bodenwöhrer Regenthalung mißt gegen 6 km in die Quere und die darin vorkommenden Formationen, Keuper, Kreide, Knollensand sind ziemlich parallel, fast flussähnlich angeordnet (v. Gümbels Karte). Gegenwärtig ist das ganze Terrain in Hügel aufgelöst. So lange die entsprechenden Meere noch in das Thal hereindrangen, hatte der Regen bei Cham bereits seine Mündung erreicht, und als das Meer zurücktrat und seine Ablagerungen hinterließ, strömte der Regen schon über Nittenau und hatte den Granitfels gewaltsam durchrissen.

Die in der Bucht abgelagerten marinen Formationen, die durch Denudation nunmehr in Hügel aufgelöst wurden, erreichen im Mittel eine Höhe von 420 m, das Terrain des Regenthales bei Roding ist 360 m hoch, woraus sich eine Differenz von 60 m ergibt, die überwunden zu haben der Regen nirgends andeutet. Allein der Granitrücken von Nittenau hat sogar eine mittlere Höhe von mehr als 460 m, was mit dem Regen um rund 100 m differiert. Diese wenigen Zahlen weisen nachdrücklichst auf eine Regenmündung gegen Schwandorf hin, allein sie muß vor dem Eindringen des Meeres stattgefunden haben, denn nach der Kreidezeit strömte der Regen schon über Nittenau, da er auf der Kreide keine Sedimente mehr zurückließ. Zweifellos ist das jetzige Thal jünger als die Bodenwöhrer Bucht, was unter anderm namentlich daraus zu erkennen ist, daß die Meere durch keine hinterlassene Spur andeuten, daß sie auch dieses Thal in Besitz nahmen. Wenn nun der Regen erst nach der Keuper- und Kreidezeit durchbrach, so kann immerhin die Orographie des von marinen Schichten besetzten Thales die Ursache der augenscheinlichen Regenablenkung sein. Heute noch ragen dort Hügel bis 462, ja 520 m empor, und die Möglichkeit, daß einstens die horizontalen Straten alle bis zu solcher Mächtigkeit heranreichten, kann nicht abgewiesen werden; dann wäre dieser Riegel vollkommen ausreichend gewesen, den Regen südwestlich abzulenken. Wie sehr der Fluß als Erosionsterrain hartes Gestein einem sandigen Boden vorzieht, ist eine allbekannte Thatsache.

Günstig für unsere Anschauungen ist noch der Umstand, daß wir hier, wie v. Gümbel S. 624 darthut, ein Hebungsgelände vor uns haben, das sich noch nach der Keuperzeit bewegte, da deren Ablagerungen, die sich ins Regenthal hineinkeilten, um etwa 400' = 110 m höher liegen, als die gleichen Schichten im Westen. Lassen wir

dieses Hebungsgebiet im ursprünglichen Niveau, also um 100 m tiefer sein, so finden wir vor allem in der Orographie die Ursache des Durchbruchs bei Nittenau.

Nach kurzem Laufe verläßt der Regen das Gneisgebiet und nimmt nun seinen Weg durch die Kreide- und Juraformation. So lebhaft sein Gefälle noch im Durchbruchsthale war, so verlangsamt er sich jetzt, um etwa eine Stunde vor der Mündung in die Donau durch Rückstauung des Stromes veranlaßt, fast stillezustehen.

Verschieden von den frühern Beobachtungen, nach welchen der Regen seine linken Ufer annagt, greift er jetzt sein rechtes, westliches Ufer an, verursacht durch den nach Westen gerichteten Lauf. In diesem Gebiete tritt er linksuferig terrassenbildend auf.

### c) Moldauthal.

Als eigentliche Moldauquelle wird gewöhnlich jene betrachtet, die 1063 m hoch aus einem Gneisfels im Schwarzbirghüttenwalde entspringt. Nur ein Höhenrücken trennt diese Stelle von der Hauptquelle der Wotawa, ebenso von der der Ilz, und somit sehen wir aus einem einzigen Punkte drei bedeutende Flüsse des Böhmisches Waldes entspringen. In diesem Reviere greifen verschiedene Quellen wie Polypenarme ineinander hinein und suchen sich gegenseitig das Terrain streitig zu machen.

Die Furchen der Quellbäche sind tief eingerissen und dabei von ungewöhnlicher Breite. Die der kleinen Moldau, die am Kamm von Buchwald entspringt, hat wenige Kilometer vom Ursprungsorte bereits eine Breite von etwa 100 m, und an der engsten Stelle eine Breite von 15—20 m. Man ist häufig der Meinung, daß das Längenthal als ein ursprüngliches, durch nachgefolgte Erosion vertieftes Thal anzusehen, das Querthal aber als einzig durch Erosion entstanden zu betrachten sei; hier scheint das Verhältnis manchmal umgekehrt zu sein. So hat das Thal des Thierbaches, trotzdem es ein Querthal ist, eine unverhältnismäßige Breite, ja es reiht sich im Thale Filz an Filz bis zur Breite von 2 km, während gleich nebenan das Längenthal der Warmen Moldau von Außergefeld bis Ferchenhaid mit 50 m Breite und sehr steilen Gehängen erodiert ist. Es treten hier streng entgegengesetzte Thalcharaktere auf, und Querthal und Erosionthal decken sich ebensowenig, wie ursprüngliches und Längenthal.

Bei Ferchenhaid, wo in einem großen Becken die Hauptquellen der Moldau zusammentreffen, beginnt die erweiterte Thalung mit durchschnittlich 1 km Breite, in welcher sich die Moldau mit 10 m Breite langsam dahinschlängelt. Das Thal passiert häufig beckenartige Erweiterungen, die den Eindruck einstiger Seebecken machen, im Sinne der

Thalrichtung angelegt und regelmäsig länger als breit sind. Die Moormulden des hohen Böhmerwaldes dagegen nähern sich einer runden, oft quadratischen Form und äußern sich stets unabhängig von der Thalbildung.

Da kein Thal des Böhmerwaldes so reichlich mit Filzen ausgestattet ist, so erklärt es sich auch, daß die Moldau aus diesen inhaltreichen Wasserreservoirs bald nach Vereinigung aller Quellen als stattlicher Fluß das breite Thal hinunterzieht. Aber immerhin bleibt der Fluß gegen die Breite der ihm gebotenen Thalung weit zurück. Daß man es hier mit einem ursprünglichen, im Bau des Gebirges und seit Bestehen desselben vorhandenen Thale zu thun hat, erhellt am besten daraus, daß Paralleltäler vorkommen, die nicht einmal Wasser haben und von Flüssen nie oder vielleicht nur vorübergehend durchströmt wurden. Die Breite des ganzen großen Thales beträgt etwa 5 km, wovon die Moldau nur 50—60 m benutzt. Einzelne unbedeutende Hügel treten trennend auf, und das Thal erscheint dann als ein doppeltes.

Das rechte Ufer der Moldau ist ein Hochufer, das links flach und wellig; rechts hat man scheinbar ein tief erodiertes Thal vor sich, links aber ist überzeugend nachzuweisen, daß die Erosion höchst gering ist, denn die unmittelbar an die filzigen, moorigen Ufer anstehenden kleinen Gneishügel zeigen nirgends einen Schnitt oder eine steile Wand. Das rechte, steile Hochufer aber deutet darauf hin, daß die Moldau seit langem dasselbe benagt. Der langsam sich bewegende Fluß wird von Höhen eingeschlossen, die über 1200 m ansteigen. Kubany, Hochwiese, Langer Berg treten mit dem gegenüberliegenden Plöckenstein ebenbürtig in die Schranken. Zwei Merkwürdigkeiten sind nun hervorzuheben, nämlich, daß die Wasserrunnen, die von dieser langen Hochreihe herabrinnen, den trägen Lauf der Moldau nicht zu beleben vermögen, dann daß dieselben Wässer nicht so viel Schutt von den zerfallenen, aufgelösten Bergrücken zu Thale zu befördern vermögen, um die großartigen Moldau-Versumpfungen auszufüllen. Die Wässer führen nur Humus, der die Moldau zu einem tief schwarzen, unheimlich aussehenden Flusse färbt. Göppert<sup>1)</sup> schätzt die Tiefe des Moores und der Moderdecke für das ganze obere Moldauthal von Friedberg, Unterwulldau aufwärts bis nach Ferchenhaid (mehr als 7 Meilen lang und durchschnittlich  $\frac{1}{2}$  Meile breit, einschließlic der Thäler der in diesen Hauptstrom mündenden Flüsse und Bäche und zwar hinauf fast bis zu ihrem Ursprung im Gebirge) auf 3—4 Klaftern (6 m?).

Das große Moldauthal ist meistens zwischen Stockgranit (rechts) und Gneis (links) eingetieft. Damit ist auch

<sup>1)</sup> Skizzen zur Kenntnis der Urwälder Schlesiens und Böhmens von H. R. Göppert, Dresden 1868.

geologisch ein bedeutsamer Hinweis auf die Ursprünglichkeit des Thales gegeben.

Von Friedberg an ändern sich die geologisch-geographischen Verhältnisse des Thales; das Längenthal lenkt anscheinend zum Querthal ein, ein ausgedehntes Granitlager wird durchfurcht, Glimmerschiefer, in ihren Schichtenlagen dem Flusse entgegenstarrend, werden überwunden, und es entstand durch grössere Beweglichkeit und Lebhaftigkeit ein gut ausgearbeitetes Erosionsthal. Wenn man oberhalb Friedberg sich veranlaßt sah, der Moldau jede Erosionsbefähigung abzuspochen, so muß man sich nunmehr über die wahrhaft großartigen Erosionswirkungen des bisher so trägen Flusses verwundern. Die Teufelsmauer ist eine ganz einzige Erscheinung im Böhmerwalde. So nennt man einen Blockfall von bedeutender Ausdehnung, der von den Thalflanken in das sehr beengte Flussbett sich bewegte und bewegt. Mit Recht ist der Böhmerwald durch seine Zerblöckung berühmt, allein, was am Rachel, Spitzstein, Plöckenstein vorkommt, hält keinen Vergleich mit diesem großartigen Vorkommnisse aus. Nicht bloß die Thalgehänge sind vollkommen zersetzt, sondern ringsumher, auch von der Moldau abgekehrte Gehänge und Hügel in vollständiger Auflösung begriffen. Die Atmosphärlilien haben tiefe Klüfte in die Felsen gesprengt, dezimeterbreite, klaffende Risse durchziehen parallel, horizontal oder senkrecht die Wände, so daß große Felsenplatten mauerartig aufgetürmt als widerstandsfähigerer Kern heraustreten, woher wohl der Name Teufelsmauer stammen mag. Tausende und Tausende von Blöcken sind abgestürzt, aufeinandergetürmt und zu den wunderlichsten Gebilden geformt. Es ist ein wahrer Urwald von Felsgewirr und Felsgetrümmer, und in der Tiefe von vielleicht 150 m braust und tost und schäumt die Moldau; die braunen Wasser zischen über die weißen granitartigen Gneise und sind aus ihrer trägen Ruhe im obern Moldauthale gründlich aufgeschreckt. Es ist zu verwundern, daß die Gehänge infolge ihres losen Zusammenhanges nicht völlig hereinbrechen und das enge Moldauthal absperren. Die geringste seismische Bewegung vermöchte dem Moldauthale eine unabsehbare Katastrophe zu bereiten.

Bevor man Hohenfurth erreicht, nimmt dieses merkwürdige Thalstück ein Ende, und ein nicht minder interessantes beginnt: der Fluß wird seiner von den Quellen bis Rosenberg innegehabten südöstlichen Richtung untreu und biegt rechtwinkelig ab. Von da beginnt die Moldau ihren süd-nördlichen Verlauf, den sie bis zur Mündung in die Elbe behält. Nachdem die Moldau die großen Hindernisse der Teufelsmauer tosend und schäumend überwunden hat, gleitet sie ruhig in mäanderartigen Schlingen durch ein vortrefflich erodiertes Thal, das sich bildete, unbe-

kümmert um die steil aufgerichteten Glimmerschiefer und vollkommen unabhängig hiervon; ja, der Fluß vermochte seine normale Entwicklung sogar bis zur Ausbildung von Terrassen zu steigern. So ungemein selten sie in unsrem Gebirge sind, um so mehr ist es hervorzuheben, daß 25 m breite, 6—7 m aus der Thalsohle herausgeschnittene Flussterrassen bald am rechten, bald am linken Ufer sich ansetzen. Wie im Böhmerwald kein Längsthal wie das der obern Moldau vorhanden ist, so wiederholt sich auch kein erodiertes Querthal, in der Großartigkeit seiner Anlage, gleich dem der Moldau von Rosenberg bis Payrescham-Budweis.

Wenn wir einige Bemerkungen über die mögliche Ursache dieser großen Umbiegungen machen, so sei vorausgeschickt, daß die Schichtenstellung, die oberhalb des Durchbruches ebenso mannigfaltig ist, wohl nicht Ursache desselben sein kann. Aber höchst beachtenswert ist, daß alle Nebenflüsse, welche links, von Westen her, unterhalb des Knies die Moldau erreichen, parallel dem Oberlaufe der Moldau, somit rechtwinkelig ins Durchbruchsthal münden. Die Nebenflüsse rechts hingegen, also östlich des Durchbruchstales, gehen parallel demselben und münden nach einer längern Begleitung des Hauptthales spitzwinkelig in dasselbe, so namentlich die Matsch. Am bedeutendsten ist die große Tiefenlinie Linz—Budweis, die, nur wenige Kilometer vom Durchbruche entfernt, süd-nördlich verläuft. Zum Überflusse wird die bemerkenswerte Süd-nordrichtung durch ein Flüschen, das genau am Knie der Moldau von Süden her einmündet und als eine Verlängerung des nördlichen Moldauthales gegen Süden gedacht werden kann, aufs neue illustriert. Diese plötzliche Süd-nordrichtung ist nicht nur den Parallelthälern der Moldau eigen, sondern in ebenso ausgeprägter Art auch den nach Süden eilenden, der Donau angehörigen Seitenflüssen.

Wenn also nicht die Moldau allein, sondern eine ganze Reihe von Flüssen, die zwischen dem Weinsberger Walde im Osten und den letzten Ausläufern des Böhmerwaldes ein schmales, von Nord nach Süd sich ziehendes Gebirgsmittelglied drainieren, im Gegensatz zur ursprünglichen Anordnung des obern Moldauthales ihre Thäler und tiefen Schluchten ausspülten, so dürfen wir eine allgemeine Ursache vermuten: in der gegensätzlichen Anordnung des Gebirges ist der Grund einer veränderten Flußrichtung zu suchen. Vielleicht finden wir hier eine jener Verschiebungen, die sich nach Suess beim Anstemmen des alpinen nordöstlichen Schubes auch im Böhmerwalde bemerklich machten. Dann hätte die Moldau, die genau die Linie der erwähnten zwei Streichungssysteme innehält, nicht bloß im Längenthal, sondern auch im Querthal ein ursprüngliches Thal. Mit dem Eintritt in die Budweiser Ebene, die, der miocänen

Epoche angehörig<sup>1)</sup>, von der Moldau seit der Zeit wenig erodiert wurde, verlassen wir unsern Fluß.

#### d) Wotawathal.

Nächst der Moldau ist die Wotawa der größte Fluß des böhmischen Waldabhanges. Ihr Quellnetz ist bedeutender, als das der erstern. Mit großer Regelmäßigkeit herrschen zwei Richtungen vor: südnördlich verlaufen alle in Querthäler eingefügte Quellbäche, westöstlich, bzw. ostwestlich alle Längsthäler. Große Kurven und Zickzacklinien werden nicht formiert, nach dem Laufe von einigen Kilometern in gerader Linie brechen die Quellbäche gewöhnlich rechtwinkelig ab und schneiden wieder senkrecht ein. Der Rachel, Lusen, wo das hydrographische Zentrum des südlichen Böhmerwaldes entwickelt ist, dann Spitzberg, Mittagsberg u. a. spenden vor allem Wasser. Gern benutzen die Quellbäche die Grenze zweier Formationen, und man darf häufig darauf gefaßt sein, daß, sobald man einen Seitenbach überschreitet, eine andre Gneißvarietät auftritt.

Vom ästhetischen Standpunkte aus sind die Quellthäler der Wotawa ungleich schöner und romantischer, als die der Moldau oder der Wollinka. Die senkrecht, tobelartig eingerissenen Quellthäler haben den Charakter großer Wildheit an sich und erinnern da und dort an die pittoresken Formen der Alpenschluchten. Es ist eine rauhe, unbewohnte und unwegsame Wald- und Sumpfwildnis, wie der Böhmerwald keine zweite aufzuweisen hat. Durch die engen Schluchten saust und braust das düstere Wasser; Katarakte, ähnlich der Teufelsmauer, oder gar namhafte Wasserfälle kommen aber nicht vor. Da die Mündung des Wydraflusses in die Wotawa nur noch 640 m über dem Meere liegt, so erhält man eine Vorstellung, wie stark das Gefälle des Wydraflusses von Mader bis Antigl und wie tief schon dort das Wotawathal in das Zentralplateau eingeschnitten sein muß. Weiter abwärts mindert sich das Gefälle<sup>2)</sup>.

Die Schluchtenthäler, namentlich die Längsthäler sind so eng, daß ein Vorwärtskommen in ihnen fast unmöglich ist. Die oft 200—250 m hohen Abhänge sind unter 50—60 und noch mehr Graden geneigt. Wir haben in der Wotawa und deren Quellbächen ausgezeichnete Erosionsthäler. Der gerade Schnitt der Wotawa, der allerdings im Detail sich in zahlreiche, kleinere Krümmungen auflöst, woran häufig orographische Verhältnisse die Schuld tragen, ist fast senkrecht zur herrschenden Gebirgsrichtung eingesägt und hat einen auffallenden Parallelismus zur Wollinka und Blanitz.

Die Parallelität der genannten Flüsse und die Konformität der Lage jener Längsthäler, die von Quellbächen benutzt wurden, ist sicher durch eine Wiederholung der Parallelrücken des Gebirges hervorgerufen worden.

Da, wo die Wydra und der Kießlingbach in einem stumpfen Winkel zusammenstoßen, kann man, dem Laufe der genannten Bäche folgend, eine Linie ziehen, die genau mit dem großen Längsthal der Warmen Moldau zusammenfällt, eine Linie, die von Hohenfurth bis nahe zum Angelbachtale eine bedeutende Ausdehnung erlangt und nordwestlich mit dem Glimmerschiefer und Hornblendegestein aufhört.

Eine zweite, aber wasserlose interessante Gebirgsfurche zieht sich von Winterberg an nach Bergreichenstein hinüber, wo ich sie überall verfolgen konnte, und welche aber dann im wasserreichen Kießlingthale fortzusetzen ist. Sie erinnert an die Thalung Kötzing—Zwiesel. Die letzte Parallellinie bildet die Wotawa von Horazdiowitz südöstlich gegen die Moldau. Es ist das letzte und zugleich am vortrefflichsten ausgesprochene Längenthal, das deutlicher als irgendwo durch die umrahmenden Gneißschichten, die gegen den Fluß einfallen und somit eine Mulde bilden, dargethan ist<sup>1)</sup>.

Diesen drei parallelen Thalfurchen, von denen jede mit der Entfernung vom Zentralkamme an Ausdehnung und an muldenartiger Breite zunimmt, entsprechen drei große Gebirgsrücken, die durch Erosion zu quellscheidenden Kämmen herausgearbeitet wurden. Vor allem der zentrale Hochkamm, dann der auffallend gleichmäßig hohe Rücken, der an der Quelle der Woztruzaa beginnt und über den Kubany und Schreiner tief nach Nordosten das linke, große Hochufer der Moldau bildet. Der dritte Parallelrücken beginnt an der Biegung der Woztruzaa und zieht sich ganz gerade gegen Prachatitz hin.

Der Hochrücken hat etwa 1300—1350 m Kammhöhe, die zweite Stufe 1000 m; von der zweiten Stufe zur dritten wird ein allmählicher Übergang von 1000 m auf 500 m bewerkstelligt, der das Gefälle der Wotawa bedeutend mindert. Diese Vermittelung ist eine ungleich bessere, als jene von der ersten zur zweiten. Ebenso verschwindet die Steilheit der einzelnen Erhebungen in dem Maße, als das Terrain in die Breite sich dehnt. Stufe 1 hat etwa die Breite von 10 km und einen mittlern Steilabfall von 20°; Stufe 2 die Breite von 16 km und vielleicht 12° Abfall; Stufe 3 die Breite von 25 km und 5—6° Abfall. Die Grenze des zentralen Zuges ist selbstverständlich zwischen den Quellen der Wotawa und den gegenüberliegenden des Regen und der Ilz, in der Kammlinie selbst zu suchen. Regelmäßig treten dann größere Seitenthäler ein, wenn die Wotawa

<sup>1)</sup> v. Lidl, Sitzungsbericht der Geologischen Reichsanstalt, 6. Bd. 1855.

<sup>2)</sup> Willkomm a. a. O., S. 32.

<sup>1)</sup> v. Hauer, Text zu den geolog. Karten.

die angedeuteten Längenfurchen kreuzt; namentlich geschieht dies linkerseits.

Innerhalb des ersten und zweiten Rückens ist die Wotawa noch die einheitliche Linie für die zuströmenden Quellen und Seitenflüsse, der dritte Rücken sendet bereits parallel der Wotawa und Wollinka Bäche direkt nach dem großen ungebogenen Westostlaufe der Wotawa. Das einheitliche Flusssystem des Oberlaufes ist aufgelöst.

Beim Austritte aus dem Gebirge hat der Fluß Seditärformationen zu durchschneiden, die aus dem Innern Böhmens heraus ziemlich hoch an den Abhängen des kristallinen Gebirges hinaufsteigen; flussähnlich ziehen sie sich in die untern breiten Thäler von Wotawa und Wollinka hinein. Sogar vom Standpunkt landschaftlicher Schönheit ergeben sich Differenzen in der Thalbildung. Die Hochwald-Einsamkeit des ersten und zweiten Rückens weicht einer freundlichen, durch Dörfer belebten Thalung. Eine alte böhmische Geschichte wird durch verfallene Burgen, die einstens, wie Raby, stolz zu Thale sahen, in Erinnerung gebracht. Die Breite des untern Thales muß vor der Braunkohlenzeit von Schüttenhofen an bedeutender als jetzt gewesen sein, da die Kalke ziemlich mächtig auftreten.

Mit dieser Thatsache ist der treffendste Beweis gegeben, daß schon in tertiärer Zeit diese große Thalweite bestand, daß das Thal vielleicht schon die Gestalt von heute hatte. Merkwürdig genug wiederholt sich derselbe Fall in gleicher Meereshöhe auch im Thale der Wollinka.

Wie schon in einem frühern Abschnitte erwähnt, bilden die goldführenden Geröllmassen dieses Thales ein interessantes Vorkommnis. Wer es durchwandert, begegnet allenthalben Aufwühlungen der Geröllschichten bis zu mehreren Metern. Sie sind längst ihres Inhalts beraubt, obgleich die Erinnerung an die goldenen Tage die Gemüter der Thalbewohner noch immer durchglüht. Einst war auf das Wotawathal das besondere Augenmerk der böhmischen Regierungen gerichtet, namentlich, wie Krejci sagt, „des unvergeßlichen Karl“ (als deutscher Kaiser Karl IV.). Aber nicht bloß in den Seifenablagerungen wurde nach Gold gefahndet, auch aus Schachten holte man Gold. Die Zeiten haben sich geändert. Die Schächte sind verfallen, die Seifenablagerungen vollkommen verlassen. In Bergreichenstein begegnet man allenthalben Spuren frühern Glanzes. Die breit angelegten Straßen kamen mir verödet vor, da und dort stand ein Gebäude im vollkommenen Verfall. Die Sehnsucht nach goldenen Zeiten wird durch die feste Meinung gesteigert, daß noch immer Gold genug vorhanden sei, und es fehle nur an Unternehmungsgeist und Fleiß, dieses zu gewinnen. In Bergreichenstein erzählte man mir von gefundenen Goldklümpchen, von fachmännischen

Untersuchungen, die ein hoffnungsvolles Resultat ergeben haben sollen; aber es will sich dennoch keine Neubelebung des ersehnten Goldgewinnes einstellen<sup>1)</sup>.

#### e) Wollinkathal.

Die Wollinka hat große Ähnlichkeit mit der Wotawa, und eine Anzahl Bemerkungen, die bei der Wotawa zu machen waren, treffen auch für die Wollinka zu. Von den hervorragenden böhmischen Waldflüssen hat sie das kleinste Quellgebiet, das eng zwischen den Wotawa- und Moldauquellen eingekeilt ist. Sie partizipiert nur wenig am Zentralstocke des bayrisch-böhmischen Gebirges, der Kubany kann als ihr ergiebigster Wasserspender angesehen werden.

Die geringe Entwicklung des Quellsystems läßt nur schwach jene systematische Regelmäßigkeit von Längen- und Querthälern erkennen, wie sie der Wotawa in so ausgezeichneter Weise eigen sind. Schon nach kurzem Laufe sind sie alle bei Winterberg vereinigt. Während die Wotawa zwei Längsrücken zu durchbrechen hat, passiert die Wollinka nur einen; Quellgebiet und Oberlauf liegen im zweiten Rücken. Etwas oberhalb Wollin, ebenso wie oberhalb Schüttenhofen für die Wotawa, beginnt auch für die Wollinka eine merkwürdige Thalweite, gleich jener, die im Wotawathale bei Strakonice endet.

So schwer zugänglich die Quelladern der Wotawa sind, so auffallend breit angelegt sind jene der Wollinka; fast bis zur äußersten Grenze des Quellgebietes vermochte der Waldbewohner seine Ansiedelungen vorzuschieben, und das Thal, worin Winterberg mit seinen Fabriken Platz fand, ist, trotzdem es im obersten Quellgebiet der Wollinka liegt, mit Hilfe mehrerer einmündender Bäche bereits genügend erweitert worden. Es ist überhaupt das ganze Thal breiter und tiefer angelegt, als das der Wotawa, obgleich letztere von jeher mehr Wasser zur Verfügung hatte. Die regelmäßigste Erosionsfurcher ist jene von Winterberg nach Zuslawitz; sie ist von einer seltenen Geradlinigkeit und so kräftig ausgehöhlt, daß senkrechte Uferwandungen zurückblieben. Dieser Abschnitt ist ausgezeichnet durch eine Terrasse, die im Böhmerwald so selten zu sehen ist, und weiter ausgezeichnet durch jene Höhle im Urkalk, die eine reiche diluviale Tierfauna, wie oben erwähnt, in sich schloß.

Das Wollinkathal gehört zu den vollendet erodierten Thälern des Böhmerwaldes; trotz des kleinen Quellgebietes und der geringern Wassermenge ist es breiter erodiert, als das Thal der Wotawa; erst von Ckin an, bzw. von Ellowitz ist auf eine kurze Strecke ein Durchbruch vorhanden.

Ist es Zufall oder Gesetzmäßigkeit, daß auch im Wollinkathale, gleich jenem der Wotawa, unter analogen Ver-

<sup>1)</sup> Vgl. oben S. 15. 16. 17.

hältnissen dieselbe eigentümliche Erweiterung auftritt? Auch von diesem Thalabschnitte kann gesagt werden, daß er seine heutige Vollendung schon zur Braunkohlenzeit besaß, daß damals die breiten Thäler Ästuarien waren.

Auffallend ist die Parallelität zwischen der Wollinka und Wotawa. Innerhalb der oben angeführten Mulden erhalten sie ihre seitlichen Zuflüsse, sie beugen namentlich im obersten Laufe stets gemeinsam bei Durchkreuzung eines Parallelrückens ganz gleich nach Nordwest und gleich nach Südosten aus. Bei der Wotawa sind die Krümmungen stärker geworden als bei der Wollinka. Sie haben an denselben Stellen ihre Kesselbildungen, ebenso genau ihre Durchbrüche, und haben ihre Weitungen gleichmäßig bei dem Austritt aus dem Gebirge. Es sind Zwilling Flüsse, wie sich ein ähnliches Paar im Gebirge nicht wieder findet. Und da auch die Blanitz ähnlich verläuft, so haben wir hier eine seltene Gleichheit in der Thalbildung.

#### f) Angelbachtal.

Jedes Thal des Böhmerwaldes hat seine Besonderheiten, von ganz eigentümlichem Charakter aber ist das der Angel. Die Quellbildung bietet nichts Außergewöhnliches. In steilem

Gefälle stürzen die Quellbäche zu Thal, um nach einem ganz kurzen Laufe in eine breite Ebene sich zu ergießen. Sie verlaufen in tiefen Schluchten und haben ein gut erodiertes Bett; aber statt der steilen, unmittelbar vom Ufer sich erhebenden Wände anderer Flüsse haben wir hier mehr oder minder sanfte Gehänge. Der weiche Glimmerschiefer, in den die Angel eingräbt, darf wohl als einzige Ursache hiervon angesehen werden.

Sobald das bescheidene Flüschen aus dem Gebirge tritt, beginnt von Neuern an das große Gebreite des Thales. Es ist ein Becken, dessen Westseite von Hornblende, dessen Südufer von Glimmerschiefer und dessen Ost- und zum Teil auch dessen Nordseite von Gneiß umrahmt wird; diese am Berührungspunkte dreier Formationen eingelagerte Weitung hat eine Länge von 8 und eine Breite von 4 km, während das eigentliche Thal der Angel nur 4—5 m breit das Becken durchzieht. Daß man es hier mit einem ursprünglichen Becken zu thun hat, ist zweifellos, die Angel hat zur Bildung und Erweiterung nichts beigetragen. Die Erosionskraft des Angelbaches steht in gar keinem Verhältnisse zu dieser großen Beckenbildung.

## II. Allgemeine geographische Bemerkungen über die Thäler des Böhmerwaldes.

„Durch sorgfältige und minutiöse Detailuntersuchung kann Material zur Aufstellung allgemeiner Theorien gewonnen werden“<sup>1)</sup>.

Durch diese Worte sei der Zweck der soeben abgeschlossenen Detaildarstellung klargelegt; aber das Folgende soll keineswegs die „allgemeine Theorie“, eine Art System vorführen, das sich aus der Detailbeobachtung ergibt — dazu müßte der Blick vom Böhmerwalde hinweg auf die Thäler vieler anderer Gebirge sich wenden —, sondern es ist im gewissen Sinne wieder eine Detailuntersuchung, aber nicht mehr des einzelnen Objekts, sondern der Thalbildung als Ganzes innerhalb des gutbegrenzten Rahmens, damit die Analogien oder die Gegensätze der Thäler, die spezifischen Eigenschaften, die Geographie des einzelnen Thales die verdiente Würdigung erhalten.

Mit der orographischen Herausarbeitung des Gebirges entwickelte sich ein hoher, einflußreicher Hauptkamm, der

beiderseits von einer Zahl paralleler Rücken begleitet wird. Es ist der Zug Arber—Rachel—Lusen, der durch seine Höhe und durch die Wasserscheide, die daran geknüpft ist, die übrigen überragt. Schon in den Mitteilungen über die Wotawa wurde der böhmischen Parallelrücken gedacht. Sie fehlen auch am bayrischen Abhange nicht, haben jedoch hier eine andre Ausbildung erhalten. Zu einem selbständigen Gebirgszuge erhob sich der Bayrische Wald, und er findet sein Analogon keineswegs in denen von der Wotawa und Wollinka durchbrochenen orographisch wenig hervortretenden Rücken, sondern im imponierenden linken Zuge der Moldau entlang. Der Bayrische Wald und der Zentralkamm des Böhmerwaldes schliessen einen kleinen durch Erosion herausmodellierten Rücken ein, der nur in einzelnen Punkten 1000 m überschreitet und südwestlich vollkommen vom Regen begrenzt wird, der ihn südöstlich quer durchbricht.

So finden wir auch am bayrischen Abhange zwei größtenteils durch Erosion herausgemeißelte Parallelrücken, wie deren drei am böhmischen Abhange, wenn auch mit andern Abfallsverhältnissen und mit andern mittlern Höhen; denn während am böhmischen Abhang sich die Rücken ernied-

<sup>1)</sup> Supan, Studien über Thalbildung im östlichen Graubünden und in den Zentralalpen Tirols, als Beitrag zu einer Morphologie der genannten Gebiete. Mitteilungen der K. K. Geogr. Gesellschaft in Wien 1876. XIX. Bd., S. 293.

rigen, ist auf der westlichen Seite der Bayrische Wald zu einer besondern, selbständigen Entwicklung gelangt.

Diese Symmetrie im orographischen Bau des Gebirges wird noch erhöht durch ein eigentümliches Gebirgsglied, durch den 18 Meilen langen Pfahl. Größtenteils aus reinem Quarz bestehend, verläuft er am bayrischen Abhang in wunderbarer Geradlinigkeit von Klafferstrafs am Dreisesselberg bis über Bodenwöhr hinaus, ziemlich die Mitte zwischen dem Bayrischen und Böhmerwald einhaltend. Mit derselben Geradlinigkeit taucht ein ähnlicher Quarzzug auf böhmischer Seite auf. „Fast ohne Ausnahme, aber genau auf der Grenze von Gneiß und Hornblendeschiefern liegt ein kolossales Quarzfelslager und zieht sich 15 Stunden weit von Vollmau bis über Tachau hinaus am Fuße des Böhmerwaldes hin, ein höchst merkwürdiges Seitenstück zum Pfahl im Bayrischen Wald“<sup>1)</sup>.

Das Querthal des Großen Regen ist der Ausgangsbezirk für den bayrischen und böhmischen Parallelrücken, die voneinander abgekehrt verlaufen. Vollkommen unbeeinflusst hiervon ist die Ilz und die Angel, alle übrigen Flüsse aber stehen in ihrer Laufrichtung in steter Wechselbeziehung zum orographischen Bau. Dies gilt namentlich vom Regen und der Moldau.

Wenn Heim<sup>2)</sup> in den Bewegungen der Gebirgsmassen im allgemeinen einen anfänglichen, richtungsbestimmenden Einfluß für die Thäler erblickt, so findet das unter allen Böhmerwaldflüssen nur für Moldau und Regen Anwendung. Ein Unterschied in der Bauart beider Thäler liegt aber vor allem darin, daß die Moldauhöhen den Fluß im Sinne der ursprünglichen Laufrichtung begleiten, während der Bayrische Wald eine enorme Barriere für den Regen wurde. Bei beiden ist in ihrem entgegengesetzten Laufe das rechte Ufer ein Hochufer im eminenten Sinne des Wortes, das linke Gestade aber bestreicht den Parallelzug des Hochufers; das der Moldau erstreckt sich in dem Sinne nach Südosten, als das linke Hochufer des Regen nach Nordwesten reicht. Von der großen Querthälung Roding—Cham—Furth bis südlich vom Plöckenstein ist der zentrale Hochrücken in vielfacher Berührung mit den beiden Flüssen und natürlich auch die durchgreifendste Wasserscheide beider.

Die größten Flüsse des ganzen Gebirges bewegen sich also vorwiegend in Längsthälern, die kürzern aber in Querthälern, bzw. schufen sie sich solche. Alle Querthäler zusammen nehmen zwei Zonen ein, die zentralen Höhen selbst sind tief erodiert und durchquert, und die letzten vorge-

lagerten Höhen quer durchrissen, was namentlich für Regen, Moldau und Ilz gilt.

Die Anlage der höchstgelegenen Querthäler des Gebirges weist eine große Regelmäßigkeit auf. Der gerade Schnitt und der Schluchtencharakter sind, wie allorts auch im Böhmerwald ihre äußern Merkmale. Das Quellgäst hat eine wahrhaft mathematische Anlage, und von großer Merkwürdigkeit ist die strenge Südnordrichtung der Quellen und Bäche. Die allermeisten Quellflüsse stehen in einem Winkel von 45° zur Richtung des Gebirges. Dabei herrscht eine derartige Gesetzmäßigkeit, daß mittels Linien die Quellen die entgegengesetzt verlaufen, bis zu einer Länge zu 100 und mehr Kilometer zu einer Geraden zu verbinden sind. Ich nenne hier namentlich die große Linie, welche die Quellen des Regen und ein Nebenflüßchen der Donau verknüpft, von Deggendorf dem Kohlbach hinauf, den Bayrischen Wald überschreitend, in das Thal der Teisnach einmündet, vorübergehend den Regen selbst verfolgt, auf den Keidersbach trifft und am Hornblendegestein endet. Zwei Parallellinien begleiten diesen Schnitt; die eine beginnt bei Metten, trifft den Untern Bach, die Aitnach, ein Stück des Regen und endet wieder an der Hornblendeformation; die dritte beginnt am mittlern Laufe der Ohe, die unweit Nieder-Alteich mündet, trifft gleichfalls ein Stück des Regen, und dieser Linie gehören fast sämtliche Arberquellen an, die zum Weilsen Regen gehörig sind. Der Regen von Eisenstein bis Zwiesel läuft in derselben Richtung, dazu eine große Zahl der Ilzquellen, die Ilz selbst, vor allem das wunderbar südnördlich laufende Wotawathal in der großen Erstreckung vom Lusen bis Schüttenhofen; ebenso Quellen der Wollinka und Blانيتz; kurz diese zur Gebirgsanlage in einem Winkel von 45° stehende Linie ist so allgemein, daß von jeder Zufälligkeit, von launischer Neckerei vollkommen abgesehen werden muß und einer tiefer liegenden Ursache nachzuspüren ist. Dabei ist zu beachten, daß diese Gesetzmäßigkeit nur dem Gneißkomplexe eigen ist, Hornblende, Stockgranit und Glimmerschiefer weichen hiervon ab. Wenn nicht von den hervorragendsten Forschern auf dem Gebiete der Thalforschung wiederholt betont würde, daß die Thalbildung im allgemeinen vom Gebirgsbau unabhängig ist, daß sie in den seltensten Fällen vorgebildeten Spalten folgen, so wäre man verführt, bei einer solch auffallenden Konsequenz an Lithoklassen zu denken.

Nicht unbeachtet darf bleiben, daß die Quellen in ihrem obersten Verlaufe oft lange der Gebirgsrichtung folgen, bis sie, verstärkt durch eine ihnen geraden Wegs von entgegengesetzter Richtung kommende Quelle, ein Querthal einschlagen. Man muß hier annehmen, daß unter andern orographischen Verhältnisse als den gegenwärtigen, die Quellbildung von statten ging; eine Wassermenge des Haiden-

<sup>1)</sup> Jahrbuch der Geolog. Reichsanstalt. 6. Bd. 1855. — Hochstetter, Geognostische Studien aus dem Böhmerwalde, S. 770.

<sup>2)</sup> Heim, Erosion der Reufs. Schweizer Alpenklub. Jahrbuch 1878/79, S. 391.

baches, Kifslingbaches müßte heute den Weg quer durch das Gebirge nehmen, veranlaßt durch die Abfallsverhältnisse. Nur ein weniger gehobenes, mit geringerm Abfalle ausgestattetes Gebirge ermöglicht die Ausbildung derartiger Längsfurchen, wobei namentlich hervorgehoben werden muß, daß zur Zeit, als das Gebirge sich aufstaute, die nunmehr hemmenden Parallelrücken, die ja erst herausgerodiert werden mußten, noch nicht bestanden. Gerade diese Rücken, die jetzt den gleichmäßigen Abfall vom Zentralrücken unterbrechen, geben uns Aufschluß darüber, daß die erste Erosion Längsthäler bildete, die zum Quertbale dann einlenkten, als ein gesteigertes Gefälle mit verstärkter Wassermenge hierzu nötigte<sup>1)</sup>.

#### Der Verlauf der Wasserscheiden.

Der allgemeine Verlauf der Quellscheide ist vollkommen der Richtung des Gebirges angepaßt, sie zieht von Südosten nach Nordwesten, und es tritt im großen und ganzen der Hauptkamm als durchgreifende Wasserscheide ein. Dieser stellt vom Arber bis zum Plöckenstein eine wunderbare Gerade von mehr als 100 km Länge dar, in die alle höchsten Punkte des Gebirges fallen. Jetzt sind sie zu einzelnen Bergen herausgemeißelt, herausgerodiert, einst aber bildeten sie unzweifelhaft eine zusammenhängende Mauer und müssen einstens beim allmählichen Aufrichten die Quellen beider Abhänge getrennt haben. Man darf wohl kaum anstehen zu behaupten, daß, seit der Böhmerwald Gegenstand der Erosion geworden ist, stets in der höchsten Erhebung, im heutigen orographischen Hauptkamme die Wasserscheide gesucht werden muß.

Allein seit dem Abrinnen des ersten Tropfens haben sich diese hydrographischen Verhältnisse zwar nicht wesentlich, aber immerhin derart geändert, daß sie unsre besondere Aufmerksamkeit verdienen; denn eine genaue Verfolgung der Quelllinie zeigt sehr deutlich, daß nur mehr, zwischen Arber und Plöckenstein, eine einzige kurze Strecke am Quellgebiet von Wotawa und Moldau der ursprünglichen Anlage gleichgeblieben ist, sonst aber wurde die Quelllinie nach Nordosten verdrängt und beschreibt jetzt, abweichend von der einstigen Geraden, einen ziemlich welligen Verlauf. Das größte Terrain eroberte der Regen, aber auch der Ilz gelang es, den Rachel nicht bloß südlich, sondern auch von Osten und Westen zu umklammern und dem Quellgebiet der Wotawa das Terrain streitig zu

<sup>1)</sup> „Wenn man nach einem Regengusse irgend einen Bergabhang von nicht allzusteiler Böschung betrachtet, so wird man finden, daß die Rinnale in der Regel nicht direkt von der Höhe ins Thal herunterziehen, sondern diagonal einander zulaufen, um sich endlich zu einer Rinne zu vereinigen. Ganz dasselbe geschieht in den Ötztaleralpen im großen.“

Supan, Studien über Thalbildung, a. a. O., S. 364.

Bayberger, Böhmerwald.

machen. Die Wotawa greift nur mit ihrem Hauptarme mit dem Wydraflusse bis zum ursprünglichen Quellgebiet dem Lusen vor, während die Ilz mit mehreren Armen die Linie überschreitend nach Nordosten drang.

Es ist unnötig hervorzuheben, daß jedes Thal eine typische Erosionsfurcher ist, die in den allermeisten Fällen im obersten Quellaufe eine scharfe Gerade bildet, um dann plötzlich umgebogen oder abgelenkt zu werden. Daß dementsprechend die Verlegung der Quelllinie erosiven Kräften zuzuschreiben ist, ist zweifellos. Wir haben also auch im Böhmerwalde jene unsymmetrische Entwässerung, die Krümmel in einem Aufsätze des längern an zahlreichen Beispielen darlegt<sup>1)</sup>. Krümmel sieht hierin vor allem den Ausdruck verschiedenartigen Gefälles und ungleicher Regenmengen, die auf die Abhänge der Gebirge niederfallen, ungleich erodieren und ein unsymmetrisches Wassergeäder produzieren. Die einseitige Thalbildung ist also auch der Ausdruck klimatischer Verhältnisse. Wir erhalten somit eine Wetterfront und eine Leeseite des Gebirges, wobei es selbstverständlich ist, daß die Regenfront stärker erodiert sein muß, als die an Niederschlägen ärmere gegenüberliegende Seite. Darin ersehen wir die erste Ursache des Übergreifens der westlichen Quellarme gegen den Osten. Für diese Erscheinung weist der Böhmerwald besondere Merkmale auf. Die Kammlinie steht rechtwinkelig zum Streichen der herrschenden feuchten Südwestwinde, die, wenn auch vielleicht auf langen Wegen ihres Wassergehaltes beraubt, einst unmittelbar vor dem Anpralle am früher höhern Kamm des Böhmerwaldes durch die, dem Gebirge südwestlich vorliegenden miocänen und pliocänen Meere neue Feuchtigkeit erhielten. Die Erosion wurde dadurch begünstigt, daß der Böhmerwald auf seiner Regenseite steiler als auf seiner Leeseite aufgerichtet ist, wodurch ein starkes Gefälle dem einschneidenden Wasser für die Tiefer- und Rückwärtsverlegung der Quelllinie besondere Kraft verlieh. Infolge der südlichen Lage half auch ein rascher Temperaturwechsel das Gebirge zerstören und erleichterte die Thalerosion.

Wenn auch gegenwärtig die Regendifferenzen an beiden Abhängen nicht außerordentlich groß sind<sup>2)</sup>, was zu dem Schlusse berechtigt, daß sie überhaupt nie besonders groß waren, so kann die Vermutung doch nicht abgewiesen werden, daß durch ungemessene Zeitdauer hindurch immerhin, wenn auch keineswegs große Unterschiede in der Symmetrie der Erosion, wie sie im Böhmerwalde sich offenbaren, sich ergeben müssen. Infolge der angedeuteten Verhältnisse vermochten Regen und Ilz ihren Quellursprung zum parallelen zweiten Höhenzuge, der durch den Osser

<sup>1)</sup> Ausland 1882. Beiträge zur allgemeinen Orographie.

<sup>2)</sup> Vgl. oben S. 25.

und Mittagsberg markiert ist, zu verlegen. Vielleicht hat man in der Gruppierung Arber, Rachel, Mittagsberg, Osser die Reste eines einzigen, mehr nach Böhmen abdachenden Plateaus zu erkennen, denn mehrere Quellen, namentlich die des Regen, scheinen durch eine Neigung nach Nordosten darauf hinzuweisen. Dieses Plateau wurde der Länge nach durchschnitten, und so die Südost—Nordwest verlaufende Furche gegraben. Der Quellarm des Regen, der dem Kleinen Arbersee entströmt, hat entschieden die Tendenz nach Osten abzulaufen, und wurde wahrscheinlich erst später durch den nach Osten vorrückenden Quellarm des Weissen Regen abgelenkt. Die Neigung der Quellen, ursprünglich dem Streichen des Gebirges gleich zu laufen (so alle drei Regenquellen, Kleiner Regen mit Flanitz), ist auffallend, nicht minder, daß sie dann in Querthäler einlenken, die sie nach völlig entgegengesetzter Himmelsrichtung ablenken, wie wir vermuten durch stärker eindringende Erosion von Westen her.

Verbindet man die Stücke des Hauptkammes und denkt man sich denselben vollkommen geschlossen, so ergibt sich eine Mittelhöhe von etwa 1350 m, der zweite Kamm, Mittagsberg—Zwergack gleichfalls geschlossen, erreicht eine Mittelhöhe von 1050 m. Die am Ostabhange des ursprünglichen Plateaus entspringenden Regenquellen neigen sich nicht dem tiefern Kamme zu, sondern durchbrechen den höhern, um entgegengesetzt abzufließen.

Eins der besten Beispiele dieser Art ist die umstrittene Grenzregion am Maloggia-Sattel im obersten Engadin. Die Maira hat dem Inn sein oberstes, altes Quellgebiet genommen und ihre Herrschaft auf mehrere Kilometer nach Osten verschoben<sup>1)</sup>. Ebenso erwähnt Rütimeyer, daß die Tessin durch den Bach des Val Piora sich auf Kosten des Mittelrheins bereicherte<sup>2)</sup>.

Wenn v. Gümbel S. 15 bemerkt, daß bei Betrachtung aus der Ferne die Thalvertiefungen meist verdeckt und ohne Einfluß auf das Ganze des Gebirgsbildes sind, so möchte das für den obren Regen keineswegs Geltung haben. Man hat es nicht mit einfachen Thalschnitten, sondern mit breit angelegten Thälern und Becken zu thun, wie das Zwieseler Thal, das Lamthal, die einen lebhaften Wechsel der Landschaft hervorrufen. Es sind alte, längst vollendete Erosionsthäler.

Die merkwürdige Geschichte der Quellbildung am Hauptkamme erfährt erst eine rechte Würdigung und wird in das rechte Licht gestellt, wenn man den Bayrischen Wald, der ja in seinen hydrographischen Verhältnissen ungemein viel Verwandtes mit dem Böhmerwalde hat, genauer betrachtet.

<sup>1)</sup> Heim, „Die Seen des Oberengadin“. Jahrbuch des Schweizer Alpenklub, XV, S. 429.

<sup>2)</sup> Rütimeyer, Thal- und Seebildung, S. 52.

Der Bayrische Wald bildet für sich eine Wasserscheide. Verbindet man, ganz so wie im Hauptkamme die höchsten Punkte, Sicklas Berg, Predigtstuhl 923 m, Hirschenstein 1004 m, Dreitannenriegel 994 m, Brodjakel 923 m<sup>1)</sup> durch eine Gerade (sie liegen vollkommen in einer solchen), so erkennen wir hierin, indem wir zugleich die geradezu merkwürdige Parallelität mit der Linie des Hauptkammes hervorheben, die durchgreifende Wasserscheide zwischen den Zuflüssen des Regen und denen, die unmittelbar gegen Südwesten zur Donau gehen.

Diese Kammlinie verhält sich wesentlich anders, als die vorhin besprochene. Zwar fällt auch hier der Wall steil gegen Südwesten, sanft gegen Nordosten ab, allein an keiner einzigen Stelle ist er durchbrochen, nur wenig sind die einzelnen Berge herausgearbeitet, und nirgends sind Verhältnisse zu konstatieren, ähnlich denjenigen an den Regenquellen. Der Bayrische Wald trennt gleich einem Dache regelmäßig die Wasser beiderseitig ab, die nirgends den Rücken durchqueren.

Jene Umstände, welche im Hauptkamme die Veränderungen der Quelllinie hervorriefen, einseitiges Gefälle und Richtung gegen den Regen, haben für den Bayrischen Wald dieselbe, wenn nicht noch größere Geltung, da dieser unmittelbar vor jenem Gebiete lag, das während der mittlern Tertiärzeit jedenfalls noch inundierte war<sup>2)</sup>. Trotz der starken Benetzung, die von diesen warmen Meeren ausgehen mußte, zeigt der Bayrische Wald keine Spur jener erwähnten Erosionserscheinungen, die das weiter rückwärts gelegene, dadurch weniger günstig situierte Hauptgebirge in großem Maße aufweist. Wenn ich auch noch anführe, daß die südwestlichen Abflüsse des Bayrischen Waldes durch tiefe unvollendete Schluchten ziehen, so wird der Gegensatz nur verschärft. Dort die Erosion in bedeutender Entwicklung, ja Vollendung, hier sichtbarlich erst im Werden. Wenn wir von diesen Entwicklungsformen einen Schluß auf die Zeit machen dürfen, die über sie hinweggegangen, so können die Thäler des Böhmerwaldes ohne Anstand als älter gegenüber denen des Bayrischen Waldes genannt werden, wobei es allerdings sehr schwer fällt, zu behaupten, daß der Bayrische Wald jünger als der Böhmerwald ist. Aber in der Thalentwicklung und Veränderung der Quelllinie müssen Andeutungen hierfür erkannt werden. An seinem südlichen Abhange war der Bayrische Wald bis zu einer beträchtlichen Höhe, wie die Gerölle von Dittling beweisen, vom Meere umflossen und bedeckt und so teilweise an seiner Thalbildung überhaupt gehindert.

Ein merkwürdiges Verhältnis ist das der Moldauquellen zu denen der Wotawa. Letztere hat ein ganz einseitiges

<sup>1)</sup> Höhenverzeichnis von Gümbel. Ostbayrisches Grenzgebirge.

<sup>2)</sup> Tietze, Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1882. 32, S. 713.

Quellsystem. Nach der Anlage des Gebirges müßte die Moldau ihre Quelle im Haidler- und Kislingbach gefunden haben, die ja in Längsthälern gleich der Moldau, also in derselben Flucht verlaufen. Die Wasserscheide zwischen Moldau und Wotawa ist unbedeutend, die Höhenlage beider Längsthäler vollkommen gleich. Die orographische Möglichkeit wäre damit festgestellt. Rechts empfängt die Wotawa gar keinen nennenswerten Zufluß, alles rifs die Moldau an sich. Wäre es der obern Ilz gelungen, den Rachel-Lusen so zu umkreisen, wie dies der Regen beim Arber bewerkstelligte, so hätte die Wotawa nur die kurze Entwicklung der Wollinka angenommen, und die Moldau hätte ihre Quellen zum Gunthers- und Kiesleitenberg zurückverlegt. Man kann sich natürlich nur in Vermutungen äußern; aber wie die gegenwärtige Sachlage beschaffen ist, vermittelte diese große Längserstreckung der Moldau der rapide Abfall des Lusen. Im senkrechten Laufe, im Sinne der sehr merkwürdigen Linie, von der oben gesprochen wurde, eilt in raschem Gefälle die Widra nach Norden und entführt alle gegen die Moldau gerichteten linken Seitenbäche und -Flüßchen. Die Wotawa ist der einzige Fluß des ganzen Gebirges, der bis auf die kleine Scheidewand des Lusen das ganze System geradlinig in energischem Laufe gegen Norden durchsetzt, indem sie augenscheinlich diesen Impuls von der höchsten Erhebung ihres Quellgebietes vom Lusen erhielt. Hätte die Wotawa, von unten angefangen, Rücken für Rücken durchbrechen müssen, dann wäre ihr die Moldau zuvorgekommen, die längst das ursprüngliche Thal sich zu nutze gemacht hätte, ehe die Wotawa über drei Rücken bis zum Lusen vorgedrungen wäre. Die Quellen der Moldau und Wotawa können dementsprechend nur gleichzeitig zu fließen begonnen haben.

Die heftigsten Kämpfe um die Quellgebiete erfolgten also an den höchsten Kämmen und Rücken des Gebirges. Wenn wir uns, nach Tietze (S. 586), ein höchst langsames Aufstauen des Gebirges, das seinen bedeutendsten Effekt in den höchsten Erhebungen erzielte, vorstellen, so müssen wir ein gleichzeitiges Abrinnen der Quellen nach den Hauptabdachungen damit verbinden. Von oben nach unten begannen die Quellen zu fließen; da aber eine Arberquelle weit jenseits des Hauptrückens entspringt, so ist dies nur als ein Erosionserfolg innerhalb geologischer Zeiträume zu betrachten, die Quelle konnte nicht anders, als durch Rückwärtsschreiten so weit ausgreifen.

#### Mittellauf.

Es sei uns gestattet, wenn auch mitten im Gebirge, von einer Art Mittellauf zu reden. In keinem Thalstücke äußern sich die Kontraste der Thalbildung in solchem Maße als im mittlern.

Die Begriffe Erosionsthal und enges Querthal einerseits, breites, muldenförmiges Thal und Längsthal andererseits decken sich keineswegs. Ebenso oft als sich das Querthal als ein breites, anscheinend nicht erodiertes darstellt, wird man versucht, das Längsthal als eine fast reine Erosionsbildung zu betrachten. Häufig wird das Erosionsthal durch eine beckenartige Erweiterung unterbrochen, aber fast ausschließlich an Lokalitäten, wo eine Erklärung durch Auswaschung seitlich einmündender Flüsse sehr naheliegt. So entstand das nicht unbedeutende Becken, worin Zwiesel gebaut ist, sicherlich durch die Auswaschung der drei hier zusammenlaufenden Wasseradern: des Stephanikbaches, der Flanitz und des Regen.

Das Becken von Winterberg entstand gleichfalls nur durch Erosion der an diesem Punkte zusammenströmenden Quellarme der Wollinka. Gleich instruktive Beispiele finden sich im Wotawathal. Weiter abwärts fehlen sie, aber es fehlen auch die seitlich einmündenden Flüsse, die es vorziehen, statt zum Hauptthale sich zu kehren, parallel mit demselben das Gebirge zu verlassen. Wir erinnern uns keines einzigen Falles, wo die wannenartige Erweiterung eines Erosionsthalcs nicht auch zugleich der Mündungsplatz eines oder mehrerer Seitenbäche oder Seitenquellen ist. Die Größe des Beckens steht in geradem Verhältnisse zu der Anzahl und der Mächtigkeit der sich vereinigenden Arme. Alles, was im Böhmerwalde als Auswaschung definiert werden muß, hält sich in bestimmten, größtenteils bescheidenen Grenzen; es ist deshalb nicht erlaubt, die großen breiten Thalungen des Regen und der Moldau als das Produkt beider Flüsse zu erklären.

Es greifen die gegebenen Thatsachen ineinander, und es ist deshalb, um ein bekanntes Wort anzuführen, jedes Thal von Fall zu Fall zu untersuchen. So hat die Moldau auf eine lange Strecke ihres Laufes genau im Streichen des Gebirges ein von Natur aus angelegtes breites Thal, der Regen unter denselben orographischen und geotektonischen Verhältnissen ein höchst enges, ein einzig durch Erosion erklärbares Thal. Im Augenblick, da beide eine Querrichtung annehmen, mündet die Moldau in ein enges, erodiertes, also ursprünglich nicht vorhandenes Thal, der Regen aber in eine sehr breite, geotektonische Mulde, zu deren Entstehung der Regen keine Beihilfe leistete. Der großen Thalbreite von Cham steht die Klamm bei Hohenfurth, die Teufelsmauer gegenüber. Bei der Moldau ist das Längsthal das breite, das Querthal das enge Thal; das Regenthal verhält sich stets entgegengesetzt mit Ausnahme der einzigen Strecke von Regen bis Regenstein. Es möge gestattet sein, darauf hinzuweisen, daß trotz der durch die Parallelität der begleitenden Hochufer beider Flüsse ausgesprochenen orographischen Analogie in der

innern Struktur des Gebirges eine Differenz obwalten muß. Der südwestliche, parallele Rücken des Hauptzuges, der eigentliche Bayrische Wald, der auf vielen Karten irrtümlich orographisch durch eine Art Depression scharf vom Böhmerwald abgetrennt wird, ist eng mit dem Zentralrücken verknüpft, gleichsam Schulter an Schulter gerückt, und durch eine Anzahl Querjoche in feste Verbindung mit ihm gebracht. Im Moldauthale ist die orographische Scheide hervorstechender, und nicht ein Querjoch durchsetzt das Längenthal.

Wie oben dargethan wurde, kreuzen die böhmischen Flüsse kümmerlich entwickelte Parallelrücken, und ihre freie Entwicklung, die über das Terrain obsiegt, sagt uns deutlich, daß seit dem Werden dieser Thäler, also seit dem Aufrichten des Gebirges, dessen böhmische Parallelrücken nie zu einer solchen Entfaltung gelangten, daß eine Ablenkung der Flüsse eingetreten wäre. Die obern Thalstücke sind älter als die untern.

Nach und nach erhoben sich die peripherischen Teile des Böhmerwaldes und kristallisierten sich in gleicher Richtung mit dem Hauptkamme und in immer geringerer Mächtigkeit demselben an. Jeder Querfluß wurde zweimal in die Lage gesetzt, zu durchsägen, was augenscheinlich mit Schwierigkeiten und Hemmnissen verbunden war, da sich hier stets das Thal verengt, und eine bei allen Flüssen gleichmäßige Ablenkung nach Südosten eintritt. Nur vorübergehend also vermochte der Thallauf etwas außer Fassung gebracht zu werden, aber unverkennbar äußert sich die Herrschaft des Flusses, seiner Wassermenge, seines Gefälles über das zu erodierende Terrain.

„Viele Flußläufe und der Anfang der meisten Thalbildung ist älter als die Stauung des Untergrundes zum Gebirge. Die Bewegungen des Untergrundes fallen als sekundäre Erscheinungen, als Störungen in gewissen Perioden in den Gang der Erosion ein, allein diese als die nimmer ruhende gewinnt allmählich meistens die Oberhand.“<sup>1)</sup>

Man darf annehmen, daß der Schnitt durch die Joche von oben nach unten geschah, was durch das regelmäßige Ausweichen beim Anstoßen an den Rücken seine Andeutung erhält. Ihre Parallelität weist nicht minder darauf hin, daß der Richtungsimpuls von oben her gegen den Ausgang aus dem Gebirge maßgebend war. Setzen wir den Fall, daß die Wotawa, der Längsrichtung des Gebirges folgend, gegen die obere Moldau hinströmte, und von außen eingreifende Quellarme das große Längsthal Wotawa—Moldau von der Peripherie anzapfte und ablenkte, ähnlich wie

<sup>1)</sup> Heim, Erosion der Reufs. Jahrbuch des Schweizer Alpenklubs 1878/79, S. 401.

Löwl<sup>1)</sup> die Parallelität der norddeutschen Flüsse erklärt, so begreifen wir nicht, warum dasselbe sich nicht auch bei der Wollinka erreignete, die unter ganz gleichen Verhältnissen denselben Erfolg zu erzielen vermöchte. Bei der Blanitz verhält es sich ähnlich. Gerade die Wotawa weist den größten Effekt auf, indem sie drei Rücken durchschneidet; daß das immer in derselben Weise geschehen wäre, ist nicht gut denkbar, wohl aber ist die Richtung durch das Herabströmen von oben nach unten ganz selbstverständlich gegeben.

Nach der Vereinigung der Hauptquellen empfängt der Fluß in vielen Fällen keinen weitem Zufluß von Belang mehr. Es können namentlich am böhmischen Abhange keine ebenbürtigen, tributären Zuflüsse zur Entwicklung gelangen, die aus dem Stadium der Quellbildung herauszutreten vermöchten, es fehlt jeder Raum. Der böhmische Abfall ist so regelmäsig dachförmig, daß sich deutlich erkennbar der Widerwille der Flüsse gegen eine Vereinigung äußert. Auch diese hydrographische Eigentümlichkeit ist nur dem Gneißrücken eigen.

Während die bayrischen Flüsse senkrechte, tiefe Schnitte in die großen Gneißlager ausführten, haben die böhmischen Thäler infolge stärkerer Auswaschung eine Neigung zur Muldenform. Demnach sind die Erosionseffekte im Mittellaufe am böhmischen Gebirgsabhange hervorragender als am bayrischen. Wie eben gesagt, sollte man aus meteorologischen Gründen den umgekehrten Fall erwarten, das Gebiet des obern Regen und der obern Ilz spricht auch hierfür; dann aber werden die Verhältnisse andre, und den großen Thalerweiterungen der böhmischen Flüsse beim Austritt aus dem Gebirge stehen die Verengungen eines Regen, einer Ilz scharf entgegen. Die obern Quellgebiete verhalten sich sämtlich normal und entsprechen auf bayrischer und böhmischer Seite vollkommen den Verhältnissen, auch der Unterlauf der böhmischen Flüsse ist normal, anomal aber sind jene des bayrischen Abhanges. Bei diesen sind zwei leicht unterscheidbare Abteilungen zu machen: der breitentwickelte vollendete Ober- bzw. Mittellauf und der unfertige Unterlauf.

Man möchte fast verführt werden, zu behaupten, das Querthal trage in sich mehr als das Längsthal die Befähigung zu unverhältnismäßigen Erweiterungen, wenn nicht überall und auch im Böhmerwalde durch das Längsthal der obern Moldau das Gegenteil zu erweisen wäre; denn im Böhmerwald sind thatsächlich die böhmischen Querthäler breiter als die bayrischen Längsthäler angelegt; erstere gewähren Raum für alle Verkehrswege, die Eisenbahnen nicht ausgenommen, letztere geben kaum schwer passier-

<sup>1)</sup> Löwl, Über Thalbildung, Prag 1884, S. 110.

baren Fußpfaden Platz. Den Städten und Orten im Moldauthale, Hohenfurth, Rosenberg, Krummau, denen im Wotawathale wie Schüttenhofen, denen im Wollinkathale wie Winterberg, Wollin, im Angelthale wie Neuern, die alle in Querthälern sich ausbreiten, — denen haben die Thäler der Ilz, des Regen kaum ein paar Schneidemühlen entgegenzuhalten.

Die böhmischen Thäler sind offene, leicht passierbare Kulturwege geworden, die bayrischen blieben abgeschlossen und hinderten die ethnographischen Bewegungen. In diesem geographischen Umstande sehen wir die Ursache steter Überflutungen von Osten kommender tschechischer Elemente, die einstens das ganze Gebirge besetzten und nur langsam wieder von Westen her durch die Germanen über den Gebirgskamm verdrängt wurden.

Neuerdings ist eine starke Bewegung in den böhmischen Thälern angefacht worden, und eine kräftige Gegenströmung von Osten äußert sich wieder. Unaufhaltsam dringen die Slawen zum Kamme des Böhmerwaldes wieder empor, verdrängen die Deutschen und nehmen die letzten Quellthäler böhmischer Flüsse, die noch von deutschen Hinterwäldlern bewohnt sind, allmählich in Besitz.

Wie maßgebend die breiten oder engen Thäler des Böhmerwaldes für die Völkerbewegung sind, veranschaulicht am deutlichsten das Moldauthal, das bis Krummau hinunter fast ausschließlich von Deutschen bewohnt wird. Das Thal ist von Westen her, namentlich aber von Süden leicht zugänglich gewesen. An ihrem Knie reicht die Moldau bis auf wenige Meilen an die Donau und konnte so leicht ethnographischen Zuzug aus Österreich erhalten, somit leichter von Deutschen bevölkert werden als von Slawen, denen es schwer wurde, aus Böhmen herauf das enge und viel gewundene Thal Moldau aufwärts zu kolonisieren. Sie sind aber im besten Zuge es zu thun; bis Krummau sind sie vorgedrungen, im Wollinkathale bis Winterberg, im Wotawathale längst über Schüttenhofen hinaus bis Bergreichenstein, im Angelthale ist Neuern die äußerste Station. Der Prozeß der Slawisierung wird dadurch wesentlich beschleunigt, daß von Böhmen aus im Forst- und Eisenbahndienste Kräfte zur Verwendung kommen, denen der seit Jahren und vielen Generationen von der Welt wenig berührte Wäldler nicht gewachsen ist, die außerdem noch durch die hemmenden untern Thalverhältnisse wenig Aussicht haben, Unterstützung vom germanischen Westen zu erhalten.

#### Terrassen.

Der Böhmerwald hat im Gegensatz zu den Alpen Terrassen in nur spärlichem Maße. In unmittelbarer Nachbarschaft, im Inndurchbruche von Schärding bis Passau und im Donaudurchbruche sind solche gut erhalten sicht-

bar<sup>1)</sup>. Nur der Unterlauf der Böhmerwaldfüsse läßt Terrassen beobachten, dem Oberlaufe und Quellgebiete fehlen sie. Die Terrassen deuten auf ein gewisses Alter hin; wenn sie den obern Thalgebieten als den ältesten mangeln, so verschulden das verschiedene Umstände. Der leicht zerbröckelnde, in Sand und Grus sich auflösende Gneiß hielt in einem ewig benetzten Gebiete wie an den Thalflanken der Zerstörung nicht stand, und die Terrassen zerfielen. Das Gerölle des Flusses anderseits muß bei der Enge des Thales, bei der Steilheit der Gehänge stets wieder der Erosion und Denudation zum Opfer gefallen sein. Raumangel ließ die Geröllterrassen nicht entstehen.

Die Entstehung der Terrassen wird mannigfaltig gedeutet; man sagt, es bestehe ein innerer Zusammenhang mit den Schwankungen des Meeresspiegels, mit der Widerstandsfähigkeit besondrer Gesteinsvarietäten, mit der Variabilität des Klimas, also im Wechsel von trockenen und feuchten Epochen, auch mit der Faltung und Stauung von Gebirgen. Überblicken wir unsre geringen Beobachtungen über Terrassen, so kann die entscheidende Bemerkung nicht unterlassen werden, daß sie am Ausgang des Gebirges erst auftreten und somit mit dem Werdeprozeß der peripherischen Gebirgsschollen in Kausalität gebracht werden müssen. Verschiedene Gesteinsarten müßten Terrassen regellos zerstreut, ohne bestimmte Anordnung finden lassen. Klimawechsel und Schwankungen des Meeresspiegels können Terrassenbildungen im Oberlaufe nicht ausschließen, sondern werden solche im Ober- und Unterlaufe entstehen lassen.

Die Lokation der Böhmerwaldterrassen veranlaßt uns, zu dem Satze Danas uns zu bekennen: „Während der Aufstauung der peripherischen Gebirgskämme sägte der Fluß tiefer ein, und die Terrassen stiegen aus ihm empor“<sup>2)</sup>.

Damit sind wir genötigt, noch einige geologische Bemerkungen zu machen.

F. v. Hochstetter schreibt vom Böhmerwald, daß keine quer durchbrechenden eruptiven Gesteine in größern Massen, kein Zentralstock, keine Zentralaxe des Gebirges, keine Spur von spätern gewaltigen Störungen zu bemerken sei<sup>3)</sup>.

„Dem ostbayrischen Grenzgebirge, sagt ebenso v. Gümbel, fehlt in der That eine Zentralaxe der Erhebung. Sie findet sich auch nicht im böhmischen Anteil, sondern im großen Ganzen fallen alle Schichten des kristallinischen Schiefergebirges von seinen äußersten südwestlichen Rändern

<sup>1)</sup> Boué (Sitzungsbericht der Akademie der Wissenschaften, Wien, 4. Bd. 1850) sah an der ostbayrischen Grenze bei Straß, dort, wo der Strom eine große Krümmung gegen Norden macht, „hoch im Gebirge deutlich das ehemalige Rinnsal der Donau, die einmal gerade floß“. Am schönsten beobachtete ich die alten Donauterrassen am Mariahilfberg bei Passau.

<sup>2)</sup> Manual of geology, II. edition, New York 1874, p. 358.

<sup>3)</sup> Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, IV, 1855, S. 809.

bis zu dem von jüngern Bildungen erfüllten Kessel des zentralen Böhmens im Nordosten gleichförmig nach der einen Weltgegend, nach Nordosten, ein. Diese Axe läßt sich außerhalb des Gebirges in noch weiter nach Südwesten gelegenen, jetzt zerstörten Urgebirgsmassen da suchen, wo jetzt jüngere Flötzformationen ihre Stelle gefunden haben. Es ist wahrscheinlich, daß die merkwürdige Schichtenstellung Folge eines gewaltigen Seitenschubes sei, welcher die Gesamtmasse der Schiefer in ihrem hangenden Schichtenkomplexe erfaßte und in der Richtung des geringsten Widerstandes aufstaute.“ (S. 488.) Daran knüpft Suess die Bemerkung: „Wir haben also den Böhmerwald und das ostbayrische Grenzgebirge als ein einseitiges, gegen Nordost geschobenes Gebirge anzusehen. Senkrecht auf die Richtung des Gebirges streichende Störungen werden in der Richtung des Erzgebirges bemerkbar, aber auch diese sind einseitig. Welch ferner geologischer Zeitepoche dieser aufstauende Prozeß angehört, erhellt am besten daraus, daß der südliche Umriss der böhmischen Massen mit dem Ostrand des Zentralplateaus von Frankreich, den Südspitzen der Vogesen und des Schwarzwaldes den westlichen und nördlichen Rand des weiten Gebietes bezeichnen, innerhalb dessen die gefalteten Ketten des Alpensystems mit wunderbarer Regelmäßigkeit sich entwickelten. Von einem dieser ältern Gebirge zum andern spannen sie ihre Bogen, und sobald die Südspitze Böhmens umgangen ist, schwenkt das ganze Gebirge gegen Nordost, in leicht geschwungener Kurve die Abhänge der ältern Gebirgsteile Mährens begleitend, bis weiterhin der Bogen der Karpathen sich ausbreitet.

„Allein es ist nicht bloß der allgemeine Verlauf des nördlichen Alpensaumes vom westlich und nördlich vorliegenden Gebirge leicht erkennbar, sondern diese Abhängigkeit äußert sich auch in dem innern Bau der Ketten. In Vorarlberg und Bayern, wo keine ältern Gebirgsmassen ihnen gegen Nord entgegenstehen, ist die Anordnung der Falten in den äußern Zonen eine sehr regelmäßige; in dem Maße aber, in welchem die Alpen sich dem Böhmerwalde nähern, geht diese Regelmäßigkeit verloren, und es treten Brüche auf, deren Richtung in unverkennbarer Übereinstimmung mit dem Verlaufe des Umrisses der böhmischen Gebirgsmasse ist.

„Aber auch der Böhmerwald selbst ist durch dieselbe bald nach Norden oder Nordosten wirkende Kraft, welcher Apennin und Alpen, Jura und Karpathen, Balkan und Kaukasus ihre Entstehung danken, hervorgerufen worden. Während die böhmische Masse die Stauung der Alpen verursachte, war sie selbst, wenn auch in langsamer und minder stetiger Bewegung begriffen.“<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Ed. Suess, Die Entstehung der Alpen, Wien, Braumüller, 1875, S. 17.

Diese Darstellungen in ihrer Anwendung auf die Thalbildung legen uns klar, daß lange bevor die Alpen ihre gegenwärtige Anlage erhielten die Böhmerwaldthäler sich einfurchen konnten, von keiner kataklysmenartigen Katastrophe beeinträchtigt oder gestört.

Da ein südwestlicher Seitendruck die Schichten im allgemeinen zu einem nordöstlichen Einfall zwang, so erhalten wir in den Längsthälern des böhmischen Abhanges Formen, ähnlich jenen, wie sie Löwl und Powell beschreiben. Das Wasser folgt der Schichtenstellung und frist im gegebenen Falle die nordöstliche Wandung an, diese zu senkrechten Wänden untergrabend, so daß verschiedene Uferbildungen zu Tage treten: der senkrechten Wand steht eine geneigte gegenüber. Soweit meine Erfahrungen und Beobachtungen reichen, läßt sich das nicht allzu häufig erkennen. Gute Beispiele bieten die in die Wotawa mündenden Flüschen, welche hauptsächlich ihre nordöstliche Wandung bestreichen. Andre, wie der Große Müllerbach, der bei Mader die Wotawa erreicht, verhalten sich wieder entgegengesetzt. Das allgemeine Nordosteinfallen der Schichten übt nicht auf jedes Thal seine Wirkung aus. Auch auf bayrischer Seite ist die Schichtenstellung für den Lauf der Flüsse ohne besondere Bedeutung.

Wichtiger ist die geologische Entwicklung des Gebirges. Auch für den Böhmerwald muß der Vorstellung Raum gegeben werden, daß das ganze Massiv keineswegs das Produkt rascher oder gar momentaner Erhebung ist, sondern daß ein allmähliches Aufstauen zu einem Gebirge stattfand. Fehlt uns auch eine Zentralachse, so birgt uns immerhin der Charakter der Gesteinsart, Granit und Gneiß, dafür, daß wir in dem Hauptzuge, der aus den genannten Urgesteinen ausschließlich besteht, auch den ältesten erkennen müssen.

Das ganze Gebirge ist einseitig angelegt; im Südwesten oder Westen beginnt die bojische Gneißformation, nach v. Gümbel die älteste, der sich nach Böhmen hinein jüngere Glieder, Glimmerschiefer, Urthonschiefer, Silur- und zuletzt Steinkohlenformation anreihen. Dementsprechend ist jedes weiter gegen Osten vorgerückte Thalstück gleichfalls jüngern Alters. Geographisch äußert sich dieser Umstand an den engen Durchbrüchen der Flüsse beim Gebirgsaustritte und an der Terrassenbildung im untersten Thalstücke. Allerdings durchfurchen nur die böhmischen Flüsse jüngere Formationen, die bayrischen aber die ältesten, und demnach sind deren unterste Thalstücke jünger als die obern, selbst als die Thalausgänge der böhmischen Seite, denn die westlichen waren nachweisbar in tertiärer Zeit lange vom Meere bedeckt; das Regenterritorium war zur Keuperzeit, jenes der Ilz zu noch späterer Epoche ein Abrasionsgebiet.

Wenn wir an einer frühern Stelle beim Durchbruche des Regen der Anschauung Löwls beipflichten mußten, so können wir beim Moldaudurchbruche eine Art Erklärung nur im Sinne Tietzes geben.

Das natürliche, obere Moldauthal wird in seinem Ausgange vor allem durch Glimmerschiefer, also einer jüngern Formation abgesperrt, und das ursprüngliche Thal durch ein rein erosives fortgesetzt. Diese Erosion kann nur während der allmählichen Stauung des Glimmerschiefers sich vollzogen haben; denn andernfalls müßte die Moldau zu einem See aufgestaut worden sein, wofür aber weder durch Terrassen noch durch Seeablagerungen Beweise erbracht werden können. Unbegreiflich wäre dann überhaupt der gewundene, lange Lauf der Moldau, da ein Anzapfen von außen nach innen, oder ein Überströmen in der Richtung des Flusses nach dem nur wenige Kilometer entfernten ursprünglichen Thale Budweis—Linz ungleich leichter und rascher erfolgt wäre, als der Durchbruch mittels eines so langen Thales. Thalbildung und Gebirgsbewegung können hier nicht gut getrennt werden<sup>1)</sup>. Daß das Gebirge wirklich in verhältnismäßig später Zeit noch in Bewegung begriffen war, beweisen uns die Dislokationen der Procänformation im Bodenwöhrer Becken, welche lehren, daß das Relief des Gebirges, wie es sich heute uns darstellt nicht mehr dasselbe ist. (v. Gümbel, S. 776.)

Die allmähliche Bewegung und die Anordnung des Gebirges in ihrem Einflusse auf die Thalbildung würde noch mehr hervortreten, wenn es uns vergönnt wäre, den nördlich der Chamer Bucht sich hinziehenden Gebirgsabschnitt in unsre Betrachtung hineinzuziehen.

In der Bucht von Cham berühren sich die Systeme des Böhmerwaldes und Erzgebirges; der Streichungsrichtung,

<sup>1)</sup> Suess (Das Antlitz der Erde, 1. Abteilung, S. 168) nennt die Linie des Moldauthales von Prag südwärts als zu jenen parallelen Senkungslinien gehörig, von welchen die böhmische Masse durchsetzt ist.

die in unsrem Gebirge eine so streng nordwestliche ist, wendet sich von da an nach Nord und Nordost; schon am hohen Bogen beginnt diese Schichtenbrechung und damit ein andres Thalsystem. Das große Thal von Cham ist ein Stück einer ausgedehnten Dislokationslinie, die nach dem Westen sich über Amberg nach Sulzbach zieht, jenseits der Fränkischen Alb an der Ehrenbürg wieder auftaucht und selbst bis in die Maingegend ihre Spuren in der Muschelkalkpartie zwischen Schweinfurt und Lauringen und endlich im Sauerlingsspalt von Kissingen-Brückenau erkennen läßt. (v. Gümbel, S. 488. 489.)

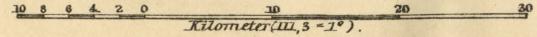
Diese geologisch wichtige Depression ist nicht nur für die Anordnung und Schichtenstellung des Gebirges von entscheidender Wichtigkeit, sondern beeinflusst in demselben Maße auch die Entwicklung der Thäler. Die einheitliche Richtungslinie in der Anordnung des Gebirges wird unterbrochen, und damit endet auch jene Symmetrie, die uns in den Quer- und Längsthälern unsres Gebirgsabschnittes allenthalben vor Augen geführt wurde.

Wenn auch geographische Beobachtungen keineswegs die Entstehungsgeschichte eines Thales zu lösen vermögen, so gewähren sie immerhin einige Einblicke, und vertrauenerweckend werden sie dann, wenn sie nicht in Gegensatz mit den Gesetzen der Geologie kommen. Es erleidet keinen Widerspruch, wenn wir die Hochrücken des Gebirges trotz des Fehlens einer zentralen Axe als die ältesten, als den Anfang des ganzen Massivs erklären, die niedriger gelegenen, weniger gestauten, öfters vom Meere besetzten peripherischen Rücken als die jüngern. Die geographischen Merkmale der Thäler stehen damit im schönsten Einklange. Die vollendeten Thäler ohne Terrassen gehören den alten und hohen, die engen, teils mit Terrassen versehenen Durchbruchsthäler den tiefern, jüngern Gebirgsparthien des Bayerisch-Böhmischen Waldes an.

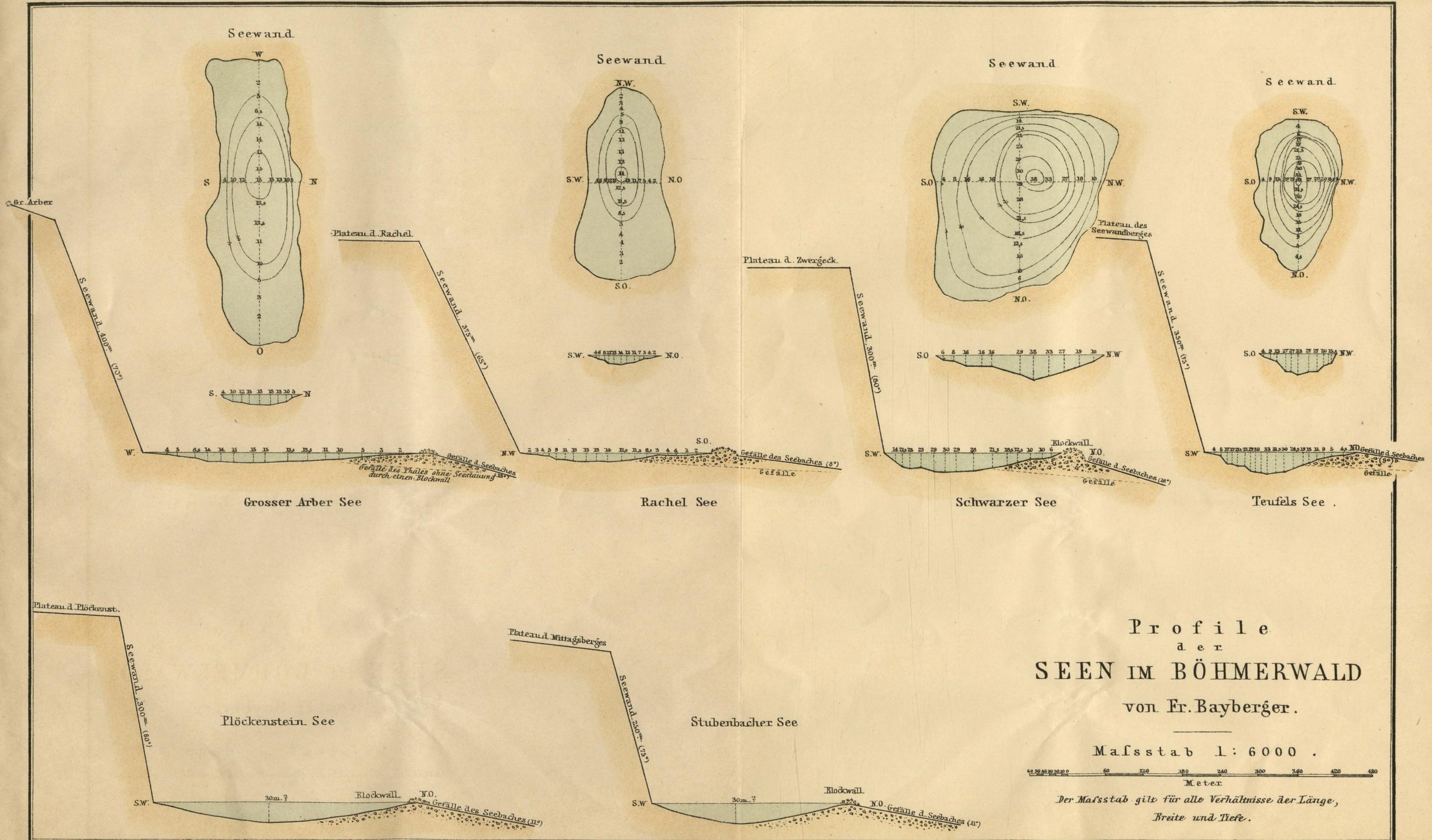


DIE VERBREITUNG  
DER  
GLACIALSPUREN IM BÖHMER-WALDE  
von F. Bayberger.

Maßstab 1 : 600 000.

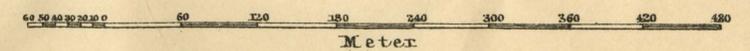


- Gebirgszüge
- Firnlinie
- Moränen
- ..... Trocken- oder Parallelthäler
- ↗ Gletscherschliffe
- Zweifelhafte Moränen



Profile  
der  
**SEEN IM BÖHMERWALD**  
von Fr. Bayberger.

Maßstab 1:6000.



Der Maßstab gilt für alle Verhältnisse der Länge,  
Breite und Tiefe.