
SEPARAT-ABDRUCK

AUS DEM FREIBURGER UNIVERSITÄTS-FESTPROGRAMM

ZUM SIEBZIGSTEN GEBURTSTAG

SEINER KÖNIGLICHEN HOHEIT DES GROSSHERZOGS FRIEDRICH.



FREIBURG i. B. und LEIPZIG 1896

AKADEMISCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG VON J. C. B. MOHR
(PAUL SIEBECK).

== *Dieser Separat-Abdruck ist im Buchhandel nicht erhältlich.* ==

DIE SPUREN DER LETZTEN EISZEIT

IM

HOHEN SCHWARZWALDE

VON

PROFESSOR DR. **GUSTAV STEINMANN.**

MIT 1 LITHOGRAPHISCHEN TAFEL UND 5 KARTENSKIZZEN
IM TEXT.

Mit dem Fortschritte der geologischen Erforschung des *Schwarzwalds*¹⁾ hat sich immer deutlicher herausgestellt, daß die Einzelheiten seiner Oberflächengestaltung in ähnlicher Weise wie bei den *Alpen* und den anderen mittel- und nordeuropäischen Gebirgen auf die vereinte Wirkung der beiden modellierenden Kräfte, des fließenden Wassers und des Eises, zurückzuführen sind. Wenn wir auch heute über die Gestaltungsfähigkeit jedes einzelnen dieser beiden Faktoren viel klarere Vorstellungen besitzen als früher, wir uns im besonderen des Gegensatzes deutlich bewußt sind, der zwischen der Wirkung der beiden besteht, so befinden wir uns doch noch mitten in der Aufgabe, in jedem gegebenen Falle die Beträge abzuschätzen, welche dem einen oder anderen zufallen. Dieser unvollkommene Stand unserer Kenntnis ergibt sich aber ganz natürlich aus dem Gang, den die Forschung im allgemeinen genommen hat.

Unsere Vorstellungen über die Gestaltungsfähigkeit des fließenden Wassers wurden nämlich ursprünglich in den Gebirgen des mittleren Europas gewonnen, d. h. in Gebieten, in welchen — wie wir jetzt wissen — die Wirkungen des Eises und des fließenden Wassers in engster Verknüpfung gepaart sind. Lange Zeit hindurch hielt man neben der Verwitterung das fließende Wasser für den einzigen ausgestaltenden Faktor, und die Folge dieser einseitigen Auffassung war eine übertriebene Schätzung seiner Wirkungen. Wo aber die beobachteten Erscheinungen in einem gar zu auffallenden Mißverhältnisse selbst zu den größten Wasserfluten der Diluvialzeit zu stehen schienen, nahm man vielfach lieber seine Zuflucht zu ganz außerordentlichen Vorgängen, wie ungeheuren Seebildungen, Aufreißung von Spaltenthälern durch Erdbeben und dergl., als daß man die damals allerdings auch in den Alpen nur unvollkommen erkannte Wirksamkeit der Gletscher zur Erklärung heranzog.

Auf einem solchen Standpunkte stand z. B. auch Fromherz, als er vor über 50 Jahren seine umfassende Darstellung der Diluvialgebilde des *Schwarzwaldes* veröffentlichte. Obgleich keineswegs unbekannt mit den Erscheinungen, welche sich an die frühere größere Ausdehnung der Gletscher in den *Alpen* knüpfen, vermochte er doch nirgends im *Schwarzwalde* sichere Spuren einer früheren Vereisung zu erkennen. Zwar entgingen dem scharfen Beobachter der Natur ebensowenig die auffallenden Geröllanhäufungen in den höheren, flacheren Teilen des Gebirgs, die wir heute als Moränen deuten und als die Beweise der früheren Vereisung auffassen, wie der

¹⁾ Der wesentliche Teil dieser Schrift wurde in kürzerer Form in einem Vortrage: »Die Oberflächengestaltung des Schwarzwaldes« behandelt, welchen der Verfasser im Dezember 1894 in der Akademischen Gesellschaft zu Freiburg hielt. Die Direktion der Großherzogl. badischen geologischen Landesanstalt erteilte bereitwillig die Erlaubnis, die bei der geologischen Kartenaufnahme gewonnenen Erfahrungen an dieser Stelle mit zu verwerten.

Gegenfatz zwischen den breiten, flachen Hochthälern und den engen Felschluchten in den tieferen Teilen des Gebirgs, durch welche die Abflüsse derselben Hochthäler sich unter starkem Gefäll hindurchzwängen müffen. Vielmehr war es Fromherz zur klaren Erkenntnis gekommen, dafs man dem fliefsenden Wasser unmöglich folche durchaus gegenfätzlichen Wirkungen zuschreiben könne. So sah er sich denn bei feiner abweifenden Stellung gegenüber der Anwendung der Glacialhypothese auf den *Schwarzwald* genötigt, feine Zuflucht zu einer Reihe von Erklärungen zu nehmen, von denen uns manche jetzt recht fonderbar anmuten, während andere auch heute noch als richtig anerkannt werden müffen. Die Annahme, dafs der *Schwarzwald* in früherer Zeit — wie er meinte, vor der Diluvialzeit — mehrere jetzt nicht mehr vorhandene Wasserbecken enthalten habe, erkennen wir auch heute infofern an, als wir die Bildung zahlreicher, jetzt verschwundener Seen als notwendige Begleiterscheinung der diluvialen Vereifung betrachten. Wir vermögen diesen Seen aber nicht den enormen Umfang zuzuschreiben, den Fromherz annahm, weil wir die Ausdehnung derselben nach ganz anderen Merkmalen bestimmen, als er es that. Die ungefchichteten Geröllanhäufungen, welche nach Fromherz durch die Flutungen und Strömungen der vorweltlichen Seen erzeugt fein sollen und deren Verbreitung daher mit dem Umfange der Wasserbecken zusammenfallen müfte, gelten uns heute als Moränen und als Belege für die Verbreitung der Eisdecke zur Diluvialzeit. An Stelle der grofsen und verhältnismäfsig tiefen Gebirgsseen im Sinne Fromherz', deren Abflüsse jetzt vielfach nicht einmal andeutungsweise zu erkennen find, glauben wir heute zahlreiche kleinere Seen nachweisen zu können, aber nur dort, wo uns ihre früheren Fels- oder Schuttriegel auch jetzt noch in auffälliger oder doch erkennbarer Form entgegneten. Fromherz dachte sich die Durchbrechung der Felsriegel feiner urweltlichen Seen durch gewaltige Katastrophen verursacht; nach ihm erzeugten starke Erderschütterungen zur Diluvialzeit tiefe Spalten im Gebirge, durch welche die Wassermassen der Seen sich in gewaltsamer Weise entleerten. Heute nehmen wir an, dafs der natürliche Abflufs eines Sees, der sich ruhig, aber immer tiefer und tiefer in den abschließenden Riegel einfügt, zur Erzeugung eines folchen »Spaltenthals« genügt.

Allein nicht alle die Fragen, welche sich Fromherz bei der Unterfuchung der sogenannten Diluvialbildungen des Gebirges stellte, lassen sich von dem heutigen veränderten Standpunkte der Wissenschaft aus fo einfach beantworten wie die eben herbeigezogenen.

Jedem Beobachter müffen die ungeheuren Mengen von Geröllern auffallen, welche die tieferen Teile der Schwarzwaldthäler, insbesondere des *Elzthals*, *Dreifamthals* und *Münfterthals*, bis zu sehr bedeutender Tiefe ausfüllen und sich als flache Schuttkegel von mehreren Kilometern Breite vor dem Gebirge ausbreiten. Fromherz erkannte ganz richtig, dafs das Material für diese Geröllanhäufungen faft ausschließlich den höheren Teilen des Gebirges entnommen sei; es erschien ihm aber nicht wohl denkbar, dafs folch ungeheure Mengen Gestein auf einem verhältnismäfsig beschränkten Raume durch die gewöhnlichen atmosphärischen Agentien aufgearbeitet fein sollten. Daher zog er zur Erklärung wiederum Erderschütterungen bei und schrieb diesen eine bedeutendere Rolle für die Entstehung von Trümmermassen im Gebirge zu als der Verwitterung. Diesen Standpunkt wird heute kaum noch ein Forscher einnehmen wollen, aber dennoch wird die Antwort auf die Frage, wie die Geröllmassen entstanden feien, nicht übereinstimmend ausfallen.

Denjenigen Forschern, welche dem Gletschereise nicht nur eine abhobelnde, sondern auch eine in hohem Masse ausschürfende oder aushebelnde Wirkung zuerkennen, fällt die Erklärung nicht schwer; für sie trägt der Gletscher eben in sich die Eigenschaft, ungewöhnlich große Mengen von Gesteinsmaterial aus dem festen Untergrunde herauszugraben und fortzuschaffen.

Wer dagegen die, ebenfalls vielfach vertretene, Anschauung teilt, daß die Eisbedeckung die Oberfläche vor Angriffen schützt, im allgemeinen mehr konservierend als erodierend wirkt, der ist auch genötigt, ungewöhnliche Anforderungen an unsere Vorstellungskraft von der Wirkung der atmosphärischen Agentien zu stellen, um eine genügende Antwort auf jene Frage zu finden.

Aus dem Wechsel der Anschauungen, welcher seit Fromherz' Zeiten stattgefunden hat, erkennen wir, wie dieselben Thatfachen dem jeweiligen Standpunkte der Wissenschaft und den gültigen Untersuchungsmethoden entsprechend einer ganz entgegengesetzten Auslegung fähig sind. Fragen wir uns, woher es denn kommt, daß Fromherz nirgends im *Schwarzwalde* Spuren glacialer Thätigkeit aufzufinden vermochte, obgleich er solche in der Schweiz kennen gelernt hatte und obgleich er bestrebt war, mit möglichster Unbefangenheit an die Prüfung der diluvialen Erscheinungen heranzutreten, so werden wir eine Erklärung hierfür in erster Linie in dem Umfande zu suchen haben, daß damals die Mehrzahl der Forscher und so auch Fromherz nur mit einem Bruchteile der glacialen Merkmale und auch mit diesem nicht gründlich vertraut waren.

Fromherz traf allerdings im *Schwarzwalde* weder so großartige und unzweideutige Endmoränenwälle an, wie sie im *Alpenvorlande* und in den *Alpenthälern* die Rückzugsphasen der letzten Vereisung markieren, noch vermochte er gerundete und geschliffene Felsen zu entdecken, wie sie, in der Form von Rundhöckern, als sichere Zeichen der früheren Vereisung in den Alpen zu sehen sind. Er bedachte dabei nicht, daß die Großartigkeit und die Deutlichkeit dieser Erscheinungen in einem gegebenen Verhältnisse zu der Mächtigkeit und Ausdehnung der Eisbedeckung, mithin unter sonst gleichen Bedingungen hauptsächlich zur Masse und Erhebung des Gebirges steht, sowie daß die abweichende Gesteinsbeschaffenheit ebenfalls natürliche Unterschiede bedingt. Daß dem Eise auch eine spezifische Fähigkeit zur Ausgestaltung der Oberfläche innewohne, wodurch ein wichtiger Unterschied gegenüber der Wasserwirkung gegeben ist, war ihm nicht klar geworden. So genügte ihm eine gewisse Ueberschätzung der Wirksamkeit von Wasserströmungen in den von ihm angenommenen Gebirgsseen und ihrer plötzlich eröffneten Abflüsse, um sowohl den hohen Grad von Abrundung als auch die sonderbare Verbreitung der diluvialen Geröllbildungen erklärlich erscheinen zu lassen.

Aus dem, wie uns jetzt dünkt, nicht erfolgreichen Erklärungsversuche Fromherz' können wir für unser Vorgehen die Lehre ziehen, daß es bei Ermittlung der die Oberfläche ausgestaltenden Faktoren in erster Linie darauf ankommt, alle diejenigen Merkmale mit möglichster Genauigkeit festzustellen, welche mit der Thätigkeit des fließenden Wassers einerseits, mit derjenigen des fließenden Eises andererseits unter allen Umständen verknüpft sind, und daß weiterhin ermittelt werden muß, inwieweit diese Merkmale mit der Aenderung des Reliefs und der Bodenbeschaffenheit sowohl wie mit der Intensität des betreffenden Agens wechseln; erst in zweiter Linie wären diejenigen Merkmale zu stellen, welche mit jedem der beiden Faktoren verbunden sein können, aber nicht notwendigerweise damit verbunden zu sein brauchen.

Zunächst mögen zur Erläuterung des eben Gefagten zwei Kategorien von Erscheinungen besprochen werden, welche gewöhnlich als die sichersten und meist auch als die unumgänglich notwendigen Merkmale einer früheren Eisbedeckung betrachtet werden, das letztere aber keineswegs sind.

Wo wir in Gebieten einer früher sehr ausgedehnten Vereisung, wie im *nördlichen Deutschland* oder im *Alpenvorlande*, Moränenablagerungen auffuchen, seien es Grund- oder Endmoränen, brauchen wir nie lange nach gekritzten oder geschrammten Geschieben zu suchen. Denn die Gebirge, aus denen das Material zu diesen Moränen stammt, besitzen eine sehr mannigfaltige Gesteinszusammensetzung; die Moränen enthalten daher neben kristallinen Gesteinen von größerem Kern und bedeutender Härte auch reichlich dichte und relativ weiche Kalksteine und Schiefer, welche während ihres Transports unter dem Eise sehr häufig nicht nur glatt geschliffene Flächen, sondern auf diesen in der Regel auch deutliche Kritzen und Schrammen erhalten haben, welche härtere Mineralien, die unter starkem Druck über sie hingeführt wurden, erzeugt haben. Grobkörnige oder gar poröse Gesteine dagegen nehmen nur ausnahmsweise dasjenige Maß von Glättung an, welches nötig ist, um die Kritzen und Schrammen darauf hervortreten zu lassen. Daher trifft man denn auch in solchen Gegenden, an deren Aufbau sich fast ausschließlich poröse vulkanische Gesteine beteiligen, in welchen aber, nach der übereinstimmenden Auffassung aller Beobachter, ausgezeichnete Moränen entwickelt sind — ich denke z. B. an die bekannte Gegend des *Yellowstone-Parks* in den *Rocky-Mountains* —, gekritzte Geschiebe äußerst selten oder gar nicht. Wollte man dort also nach diesem Merkmale allein über die glaciale Natur von Geröllanhäufungen entscheiden, so würde man vielfach in unrichtige Deutungen verfallen. Ähnlich liegen die Verhältnisse im *Schwarzwalde*. Wo wir es, wie im Bereiche des *Wiesenthals*, vielfach mit dichten, wenn auch zumeist verhärteten Thonschiefern zu thun haben, sind gekritzte Geschiebe in den Moränen der letzten Vereisung nicht selten, wo die Thonschiefer fehlen, werden sie spärlich oder fehlen ganz. Letzteres ist in ausgesprochenem Maße der Fall, wo ausschließlich grobkörnige Granite, Gneis oder Buntsandstein vorkommen; sobald aber porphyrische Gesteine mit dichter Grundmasse oder dichte, hornblendereiche Einlagerungen im Gneis auftreten, trifft man gekritzte Geschiebe in Grund- und Endmoränen. Ihr Vorkommen steht augenscheinlich im Verhältnis zu der Häufigkeit der zur Schrammung und Kritzung sich eignenden Gesteine. Was wir von der Schrammung und Kritzung der Gerölle sagten, gilt in gleichem Maße für die Felsoberfläche. In solcher Deutlichkeit, wie sie z. B. auf den Kalksteinen des *Jura*gebirges und der *Alpen* häufig angetroffen werden, sieht man sie im *Schwarzwalde* nie. Auf Schieferfelsen des *südlichen Schwarzwaldes* sind sie nicht selten und oft recht deutlich, auf Porphyr und Gneis zuweilen noch nachweisbar, an grobkörnigen Graniten selten oder nie bemerkbar.

Ein anderes Merkmal, welches uns im *Alpenvorlande* sowohl als auch in den großen Vereisungsgebieten des nördlichen *Europas* und *Amerikas* für die Verfolgung der Grenzen der Eisbedeckung zur letzten Eiszeit und der einzelnen Stillstandsphasen ihres Rückzuges durchweg sehr wertvolle Dienste leistet, die wallartigen, im Landschaftsbilde stets auffällig hervortretenden Endmoränenzüge mit ihrer unruhigen Hügelbildung und ihren massenhaften Anhäufungen großer Gesteinsblöcke dürfen ebenfalls nur in sehr bedingter Weise als durchaus notwendige Kennzeichen angesehen werden. Wir kennen zwar aus den *deutschen Mittelgebirgen*, namentlich aus dem *Riesengebirge*, aus den *Vogesen* und aus dem *Schwarzwalde*, zahlreiche Beispiele von typischen

Endmoränen, welche von größeren Thalgletschern erzeugt wurden. Sie erreichen hier natürlich weder die Ausdehnung noch die Höhe der Moränen der großen Vereisungsgebiete, aber sie sind doch als deren Abbilder im kleinen selten verkannt worden. Ihre Zahl ist aber geringer, als man erwarten sollte. Am besten entwickelt zeigen sie sich in breiten Thälern, zumal als Umrandung noch vorhandener oder erloschener Seen; in engen Thälern vermisst man sie aber häufig auch dort, wo man sie nach dem sonstigen Auftreten glacialer Erscheinungen unbedingt als vorhanden voraussetzen sollte, oder ihre Spuren sind so dürftig, daß man über ihre sichere Deutung im Zweifel bleibt.

Es läßt sich nun, wie wir sehen werden, durch andere Erscheinungen der Nachweis führen, daß auch an solchen Stellen, wo jetzt gar keine oder nur spärliche Reste von Endmoränen zu sehen sind, ursprünglich doch solche vorhanden gewesen sein müssen, und daß es wesentlich nur von der Beschaffenheit der betreffenden Thalstrecke abhängt, ob diese sonst so bezeichnenden Merkmale der jeweiligen Gletscherausdehnung erhalten bleiben können, oder ob sie teilweise oder ganz der Zerstörung zum Opfer fallen müssen. In diesem Falle handelt es sich also nicht, wie im ersteren, um ein Merkmal, dessen Ausprägung von der im allgemeinen regionalen Verbreitung der einen oder anderen Gesteinsart abhängt; hier kommt es vielmehr auf die örtlich rasch wechselnde, man möchte sagen zufällige Gestaltung der Gegend an, in welcher der Gletscher sein Ende erreicht. Hiernach kann sehr wohl der Fall eintreten, daß in einem Thale der Endmoränenzug einer bestimmten Glacialphase ganz deutlich, in einem unmittelbar benachbarten dagegen gar nicht zu beobachten ist.

Aus der Unzuverlässigkeit der beiden erwähnten Merkmale, welche häufig, wenn nicht als die einzig sicheren, so doch als die sichersten Anzeichen einer früheren Vereisung angesehen werden, erklärt es sich, daß in manchen *Schwarzwaldthälern*, welche in Höhen von über 1000 m im Gebirge endigen, die also der jetzigen Auffassung nach zur letzten Eiszeit nicht unbedeutende Eisströme beherbergt haben müssen, auffällige Glacialerscheinungen vermisst werden, und daß der Nachweis derselben erst durch eine vergleichende und detaillierte Untersuchung größerer Teile des Gebirges erbracht werden kann.

Wenn wir uns nun einen klaren Einblick in diejenigen Erscheinungen verschaffen wollen, welche als sichere und gleichzeitig als niemals fehlende Merkmale einer früheren Vereisung in unseren Gebirgen zu gelten haben, so müssen wir die grundsätzlich verschiedene Wirkung auf die Oberfläche zum Ausgangspunkte nehmen, welche zwischen dem fließenden Wasser und dem fließenden Eise besteht. Diese Verschiedenheiten sind von älteren und neueren Forschern vielfach bald mehr, bald weniger erschöpfend behandelt worden, wenn auch nicht gerade häufig mit Rücksicht auf die besonderen Verhältnisse unserer Mittelgebirge. Für den vorliegenden Zweck möchte ich dieselben folgendermaßen veranschaulichen.

Wo wir das fließende Wasser im Gebirge auf einigermaßen steilgeneigter Unterlage wirksam sehen, gräbt es schmale, scharf geschnittene Rinnen in den Felsuntergrund ein, die ursprünglich von nahezu senkrechten Wänden eingeschlossen werden. Indem sich diese Rinnen mehr und mehr verzweigen und vertiefen, wird die vorher als ungefähr eben vorausgesetzte Gesteinsoberfläche in Zacken und Spitzen aufgelöst, zerschrundet. Dieser Charakter bleibt im wesentlichen auch weiterhin gewahrt, wenn die Felswände infolge der Verwitterung abbröckeln; im besonderen bleibt die Rinne oder der Thalboden schmal, kaum breiter als der Wasserfaden, der ihn durchzieht.

Wir können diese Erscheinung in vollendeter Reinheit an den jugendlichen Erosionschluchten des *Schwarzwaldes* beobachten, in kleinem Maßstabe z. B. an den zerrissenen Wänden des *Feldseekeffels*, in größerem Maßstabe an den pittoresken Felschluchten des *Hirschsprungs* im *Höllenthale*, des *unteren Albthales*, des *Welra*, *Steina* und *Schlüchthales*, des *mittleren Wutachthales* und an anderen Orten. Die engen, felsigen Thalfrecken unseres Gebirges sind durchgängig so entstanden.

Das Bestreben des fließenden Wassers geht ununterbrochen dahin, etwaige Abfälle des Thalweges oder Riegel zu beseitigen und eine möglichst gleichmäßige Neigung desselben herbeizuführen. Die Bildung von Felsbecken wird nur in verschwindendem Maße und vorübergehend am Fusse von Abstürzen in der Linie des Flußbettes selbst möglich. Ausgedehnte Felsbecken können auf diese Weise nicht entstehen.

Wo das Wasser seine Thätigkeit ungehindert längere Zeit hat ausüben können, da gelangt das hierdurch geschaffene Relief auf der Höhenkurvenkarte in bezeichnender Weise zum Ausdruck: die Höhenlinien zeigen durchgehend einen stark ausgebuchteten Verlauf und die Vorsprünge und Buchten erscheinen spitzwinkelig. Nur die Verwitterung mildert durch Abrundung der Rücken und Felskanten und durch Anhäufung von Schuttkegeln den spitzwinkligen Verlauf der Kurven einigermaßen. Die vom Wasser erzeugte Rinne besitzt stets ein konkaves Längsprofil.

Im vollendeten Gegenfatze hierzu steht die Einwirkung, welche das fließende Eis auf die Gesteinsoberfläche ausübt. So weit die geschlossene Eisbedeckung reicht, werden die vorhandenen kleineren Unebenheiten des Bodens durch Abschleifen beseitigt, größere Aufragungen werden gerundet und geglättet. Die Einwirkung beschränkt sich bei der stets flächenartigen Ausdehnung des Eises nicht auf ein verzweigtes Liniensystem wie beim fließenden Wasser, sondern sie gelangt flächenartig zur Geltung, wodurch der ganzen Landschaft ein flachwelliger Charakter aufgeprägt wird. Die Bergspitzen werden zu Kuppen, die Thäler zu mehr oder weniger breitfohligen Trögen mit steilen, glatten Wänden umgewandelt; kleinere Seitenrinnen, die darin vorhanden waren, werden meistens ganz beseitigt, größere merklich verflacht. Mit diesen Merkmalen sind die höheren Teile des *Schwarzwaldes* von etwa 800 m Meereshöhe an aufwärts ausgestattet. Dafs die gerundete Form und die geringe orographische Ausgestaltung, welche den höchsten Kuppen des *Schwarzwaldes* und der *Vogesen* durchgängig eigen sind, nicht, wie man oft gemeint hat, durch die Gesteinsbeschaffenheit bedingt werden, sondern dafs sie durch ein allgemein wirkendes Agens in der jüngsten Vergangenheit erzeugt wurden, geht aus der Thatfache hervor, dafs solche Berge aus den verschiedensten Gesteinsarten, bald aus Granit (*Blauen*), bald aus Gneis (*Feldberg*, *Erzkasten*, *Kandel*), bald aus Schiefer oder Grauwacken (*Blöfling*, *Sulzer Belchen*) bestehen. Erst die Wassererosion und Verwitterung vermögen die Eigenheiten scharf herauszuschälen, welche jeder einzelnen dieser Gesteinsarten durch ihre Struktur und Zusammensetzung verliehen sind.

Aufser der Eigenschaft, die vorhandenen kleineren Unebenheiten der Gesteinsoberfläche durch Abschleifen zu beseitigen, kommt eben dem Eise noch eine andere Fähigkeit zu, deren Wirkung besonders im Gebirge zur Erscheinung gelangt: Becken im festen Felsen auszuhöhlen oder, wie die jetzt vielfach übliche Bezeichnung lautet, auszukolken. Wie die Wirkung des fließenden Wassers sich am Fusse von Steilabstürzen oder beim Zusammentreffen von Zuflüssen verstärkt, so ähnlich die des Eises. Eine Eismasse, welche sich auf der Oberfläche eines einfachen kegelförmigen, nicht

von Thalrinnen durchzogenen Berges abwärts bewegt, die also nirgends einen erhöhten Widerstand findet und deren Wirkfamkeit sich nicht durch Zusammenfluß verstärken kann, vermag auch keine lokal gesteigerte Einwirkung auf den Untergrund auszuüben. Sie wird nur die vorhandene Oberfläche im allgemeinen gleichmäfsig, jedoch in dem Mafse, als sie sich feitlich ausbreiten mufs, immer weniger stark abhobeln. Wo aber das Eis auf stark durchfurchtem Terrain sich bewegt, stofsen die Eismassen in den Rinnen von den Seiten her zusammen und entfalten dadurch eine gesteigerte Wirkfamkeit innerhalb derselben. Das unter erhöhtem Drucke befindliche Eis zwingt sich mit den ihm eingebackenen Gesteinstücken in die Spalten und Klüfte des Untergrundes ein, ein Vorgang, der noch dadurch erleichtert wird, dafs die Gesteinsklüfte infolge der Abkühlung und der durch sie bedingten Zusammenziehung des Gesteines sich erweitern. Mit Hilfe der eingeprefsten Gesteinsbrocken wirkt das Eis wie ein Hebel, der in den Klüften ansetzt und selbst grofse Blöcke immer mehr lockert; diese werden schliesslich vom Eise umwickelt und fortgeschafft. Nur aus dieser Eigenschaft des Eises heraus erklären sich die auffallenden Reliefformen in den früher vom Eise durchflossenen Thälern. Selbst solche Thäler, welche wegen ihres kleinen Einzugsgebietes auch bei reichlichen Niederschlägen nur geringe Wassermengen führen können und die den Charakter von schmalen Erosionschluchten besitzen müfsten, wenn sie dem fließenden Wasser allein ihre Entstehung verdankten, sind durch die glaciale Aushobelung verbreitert und vertieft; ihre oberen Enden laufen nicht in schmale Furchen aus, die durch hohe und steile Gräte getrennt werden, sondern sie sind ausgeweitet und das oft in einem Mafse, welches in gar keinem Verhältnisse zu ihrer jetzigen Wasserführung steht, auch nicht zu einer viel stärkeren, wie sie sie möglicherweise unter anderen klimatischen Verhältnissen zur Diluvialzeit befeffen haben könnten. So zeichnen sich auch die sogenannten Sammeltrichter, welchen man im *Schwarzwalde* wie in anderen *deutschen Mittelgebirgen* als einer fast gesetzmäfsigen Erscheinung am Ende der kleineren Thäler begegnet, dadurch aus, dafs die Thalwände dort, wo man eher ein klammartiges Zusammenfliessen derselben erwarten sollte, trichterförmig auseinander weichen. Weiterhin finden wir in den Sammeltrichtern zwischen den kleinen fingerförmig auseinander tretenden Rinnfälen die scharfen Gräte und Vorsprünge, wie sie in reinen Erosionslandschaften die Regel sind, meist nur sehr unvollkommen ausgebildet, und wir können deutlich beobachten, wie erst das Bestreben der jetzigen Erosion dahin geht, sie aus dem früher vorhandenen glatten, trichterförmigen Relief herauszuarbeiten. Je nachdem dieser Vorgang mehr oder weniger weit gediehen ist, zeigt der gerundete, bogenförmige Gesamtverlauf der Höhenkurven an der Stelle der jetzigen Rinnfäle mehr oder weniger tiefe scharfeckige Ausbuchtungen: dem glacialen Relief erscheint ein fluviales aufgesetzt.

Als den gesteigerten Ausdruck einer derartigen Wirkfamkeit des Eises haben wir die sogenannten Cirkusthäler und Kare anzusehen, deren glacialer Ursprung heute nur noch von wenigen bestritten werden dürfte, nachdem man erkannt hat, dafs ihr Auftreten überall mit den Gebieten der jüngsten Vereisung zusammenfällt. Auch haben sich alle Versuche, ihre Entstehung auf anderē Weise zu erklären, als durchaus unzureichend erwiesen. Gerade im Schwarzwalde bietet sich ausgezeichnete Gelegenheit, sie von den ersten embryonalen Stadien an bis zur typischen Ausbildungsweise zu verfolgen, wie wir später zeigen werden.

Die Thäler, welche in jüngster Zeit von Eismassen erfüllt gewesen sind, zeigen in der Regel die auskolkende, beckenbildende Wirkung des Eises in ihrer ganzen

Erfreckung. Fast nirgends fehlen wir den Thalboden auf längere Strecken auch nur annähernd gleichmäßig geneigt.

Die jetzigen Wasserläufe haben sich zwar schon vielfach einen mehr oder weniger gleichmäßig fallenden Thalweg geschaffen, der nur untergeordnete Schwankungen der Neigung aufweist. Denken wir uns aber alle die großen und kleinen klammartigen Thaltrecken, die das Wasser nachweislich erst in allerjüngster Zeit ausgefurcht hat, mit Fels ausgefüllt, so ergibt sich eine Konfiguration des Thalbodens, wie sie vom fließenden Wasser niemals hervorgebracht werden kann: eine Aneinanderreihung von flachen, breiten Becken, die nicht durch Schutt, sondern durch Riegel aus festem Fels voneinander getrennt sind. Besonders dort, wo der Eisstrom von der Seite her einen beträchtlichen Zufluss erhielt oder wo sich besondere Widerstände erhoben, hat er mit verstärkter Thätigkeit gearbeitet und den Boden tiefer ausgehoben, als auf den übrigen Strecken.

Das unruhige Relief, das hierdurch erzeugt wurde, hat sich natürlich dort am besten erhalten, wo die Eisbedeckung erst vor kurzer Zeit zurückgegangen ist, wo daher die Erosion die Felsriegel erst wenig zerstört hat und wo die Becken noch wenig oder gar nicht durch eingespültes Gesteinsmaterial aufgefüllt sind. Das ist hier und dort in den höheren Teilen des *Schwarzwaldes* der Fall²⁾.

Die Erweiterung, Vertiefung und Auskolkung des Thalbodens erstreckt sich naturgemäß bis gegen das Ende des Eisstroms. Erst dort, wo seine Mächtigkeit und damit seine Erosionskraft abzunehmen beginnt, läßt auch sie nach, um am Ende des Gletschers gänzlich aufzuhören. Bleibt der Umfang des Eisstroms längere Zeit gleich, so wird die von ihm bedeckte Thaltrecke beträchtlich stärker vertieft sein als die unterhalb gelegene, welche höchstens vom fließenden Wasser ausgetieft werden kann. Zwischen beiden wird aber ein Felsriegel sich bilden müssen, weil am unteren Ende des Gletschers, wo das Eis dem Untergrunde nur aufliegt, ihn aber nicht vertieft, auch die Wassererosion kaum einwirken kann. Eine solche Riegelbildung dürfen wir dort mit Sicherheit erwarten, wo das Gletscherende in einem engen Thale liegt, weil hier der Eisstrom durch die Thalwände eingezwängt und zur verstärkten Austiefung des Thalbodens gezwungen wird. Fällt das Gletscherende dagegen in eine breite Thaltrecke, so liegt keine Veranlassung zu einer besonderen Vertiefung vor; die Riegelbildung dürfte daher in diesem Falle gar nicht oder in nur sehr unbedeutendem Maße eintreten.

Die geschilderten Wirkungen des Gletschereises auf das Relief dürfen deshalb als besonders wertvolle Zeugen einer vorausgegangenen Eisbedeckung angesehen werden, weil sie im ganzen Gebiete der Vereisung beobachtbar sind und weil sie das ganze Relief derart beherrschen, daß dieses in seinen wesentlichen Zügen auch dann noch zu erkennen ist, wenn das fließende Wasser und die Verwitterung Jahrtausende hindurch an seiner Zerstörung gearbeitet haben, wenn die Felsriegel durchbrochen, die Becken nicht mehr mit Wasser, sondern mit Geröll, Schlamm oder Moor ausgefüllt sind, wenn die geglätteten Wände der Thalseiten und der cirkusartigen Thalenden durch Erosion und Verwitterung in schroffe und zerschrundete Felsgehänge über-

²⁾ Die Umgegend von *Präg* ist unter den mir bekannten das schönste Beispiel dafür. Dort liegen in einem jetzt ausgeschalteten Thälchen, welches dem *Prägthal* parallel verläuft und durch einen Höhenzug mit Rundhöckercharakter davon getrennt ist, drei mit Wasser gefüllte Felsbecken dicht hintereinander. Der geringe Umfang des Einzugsgebietes hat die Herausbildung eines normalen Abflusses noch nicht gestattet.

geführt worden sind. Es gelingt uns um so leichter, das ursprünglich glaciale Relief aus dem veränderten Zustande herauszuschälen, als wir die Faktoren, welche die Veränderung hervorgebracht haben, noch jetzt an der Arbeit sehen und den Betrag ihrer Wirkungen leicht abschätzen können.

Wir wollen nun noch ein letztes Merkmal besprechen, welches für die Feststellung der Gletscherverbreitung während der letzten Eiszeit und der einzelnen Phasen derselben eine hervorragende Wichtigkeit besitzt, das ist die Beschaffenheit und namentlich die Art der Verteilung des vom Eise mitgeführten Materials.

Die schon erwähnten Endmoränenwälle entstehen dadurch, daß die unter und auf dem Eise verfrachteten Gesteinsbrocken am Rande des Eisstromes, wo sie nicht mehr weitergeschafft werden können, liegen bleiben und, wenn der Gletscher längere Zeit stationär bleibt, sich wallartig anhäufen. In der Regel wird nur der kleinere Teil des vom Eise beigebrachten Materials zur Bildung von Moränen verwendet, der größere wird durch die Schmelzwasser des Eises thalabwärts geschwemmt und in der Form eines langgedehnten, flachen Schuttkegels ausgebreitet. Diese fluvioglacialen Auffchüttungen haben schon deshalb mehr Anspruch, wenigstens teilweise erhalten zu bleiben, weil sie an Ausdehnung die Endmoränen ganz bedeutend übertreffen. Namentlich wenn letztere in eine enge Thalstrecke zu liegen kommen, fallen sie der Wassererosion leicht zum Opfer, während die Schotter doch auch in engen Thälern hier und da hinter Felsvorsprüngen leicht in Resten erhalten bleiben. In der That können wir mehrfach im Schwarzwalde beobachten, daß in engen Thälern von der glacialen Auffüllung nur noch die Schotterterrassen übrig geblieben sind. Es liegt in der Entstehung der fluvioglacialen Schotter begründet, daß sie in solchem Falle plötzlich aufhören, während sie bei guter Erhaltung der Endmoränen durch einen sogenannten Uebergangskegel mit denselben verknüpft sind. Gerade das scheinbar unbegründete Aussetzen der Geröllterrassen muß als bezeichnend für ihre fluvioglacialen Entstehung betrachtet werden, denn wenn solche ungeheuren Massen von Geröll aus den höheren Teilen des Gebirges durch das fließende Wasser allein herabgebracht worden wären, ließe sich nicht einsehen, warum ihre Ablagerung erst hier und nicht schon in den gewöhnlich ebenso sanft oder gar weniger geneigten höheren Thalstrecken vor sich gegangen wäre, wo die Transportfähigkeit des Wassers in den Thalausweitungen und Felsbecken stark abnehmen oder stellenweise ganz aufhören mußte.

Somit gewähren uns die Schotter eine ausgezeichnete Handhabe, um die Ausdehnung des Eises auch dann noch annähernd genau zu bestimmen, wenn die Endmoränen gänzlich zerstört sind. Man mag darüber im Zweifel bleiben, ob das Gletscherende einige hundert Meter mehr oder weniger oberhalb der höchsten noch sichtbaren Schotterreste, die sich zumeist durch die Häufigkeit ungewöhnlich großer und stark abgeglichener Blöcke auszeichnen, befunden hat; aber es kann kein Zweifel darüber aufkommen, daß der Ausgangspunkt der Auffchüttung in unmittelbarer Nähe gelegen war.

Ehe wir uns nun anschicken, an der Hand der geschilderten Merkmale die Spuren der letzten Eiszeit im *hohen Schwarzwalde* zu verfolgen, mögen noch einige Worte über die Ergebnisse Platz finden, welche man in anderen, größeren Vereisungsgebieten über die Vorgänge während der letzten Eiszeit gemacht hat. Die Spuren derselben sind überall dadurch gekennzeichnet, daß die Eisdecke, nachdem sie ihre größte Ausdehnung erreicht hatte, längere Zeit stationär blieb und daß während der Stillstandsperiode mächtige Endmoränenzüge mit daran sich schließender Schotterauffüllung an-

gehäuft wurden. Die Eismassen des *Alpengebirges* reichten zu dieser Zeit noch als eine geschlossene Decke bis an den Fuß des *schweizerischen Jura*gebirges und des *Randen* heran, sie erstreckten sich über den Bodensee hinaus bis weit nach Oberschwaben hinein. Auf den *oberrheinischen Gebirgen* lagerte eine geschlossene Eisdecke bis zur Höhe von etwa 700 m herab, und diese fandte zahlreiche Gletscherströme in den größeren Thälern bis zu einer geringeren Meereshöhe (400—700 m) herunter, wie es ähnlich heute noch in *Norwegen* der Fall ist.

Der Rückzug der Vereisung ging aber nicht kontinuierlich vor sich, sondern war mehrfach unterbrochen. Zu wiederholten Malen kam es für längere Zeit zu einem Stillstande, welchem wahrscheinlich zumeist ein erneutes Vorrücken vorausgegangen war. Jeder Stillstandsphase entspricht aber eine Endmoränen- und Schotteranhäufung, ähnlich derjenigen, welche während der maximalen Ausdehnung entstanden war. Entsprechend der Verringerung der Eisdecke waren die Moränen und Schotter dieser Rückzugsphasen weniger mächtig. Bis heute ist wohl noch kein einziges Glacialgebiet Mitteleuropas hinreichend genau auf die Zahl der Rückzugsphasen untersucht worden, wir wissen aber, daß dieselbe keine geringe gewesen ist.

Für den *hohen Schwarzwald* habe ich in Profil I der Tafel eine meiner jetzigen, noch beschränkten Erfahrungen entsprechende Gesamtdarstellung der einzelnen Rückzugsphasen der letzten Eiszeit und der Einwirkung der Eismassen auf das Relief des Gebirges zu geben versucht. Es ist dabei die vielleicht übertriebene Annahme gemacht, daß die Abtragung im Gebirge während dieser Zeit sich stellenweise auf 100 m oder gar darüber belaufen habe. Zur Erläuterung dieses Profils mögen noch folgende Angaben dienen.

Die voll ausgezogene Linie, welche in einer Höhe von etwa 1580 m beginnt und bei ungefähr 500 m Höhe unter die tiefstgelegene Schotterauffüllung hinabtaucht, soll einen angenommenen Thalweg des Gebirges vor der letzten Eiszeit darstellen. Die maximale Ausdehnung des Eises erstreckte sich bis I, während die Grenze des ewigen Schnees (s—s) zu dieser Zeit in ca. 750 m Meereshöhe lag. Die einfach punktierte Strichlinie soll das wellige Profil des Thalweges bezeichnen, wie es durch die aushebelnde und abschleifende Wirkung des Eises während des Vorrückens und Stillstehens bei I ausgestaltet war. Eine Felsenschwelle ist bei I sichtbar; sie beginnt dort, wo das Eis nicht mehr hinreichende Erosionskraft besitzt. Auf und vor ihr liegen die Moränen und Schotter; letztere haben wir uns thalabwärts bis in die *Rheinebene* fortgesetzt zu denken.

Die nächste Phase ist bei II gedacht. Die Endmoränen werden in ca. 800 m angehäuft; die Schneelinie wird in der Höhe von 950 m liegend angenommen. Jetzt ist der Thalweg bis zu der doppelt punktierten Strichlinie ausgetieft. Von dem Endmoränenzuge geht eine Schotterauffschüttung aus, die auf das betreffende Thal beschränkt bleibt und nur ein kurzes Stück abwärts reicht.

Die weiteren Stadien III, IV, V sind dementsprechend dargestellt. Bei III (1000 m) liegt die Schneelinie in 1050 m, bei IV (1100 m) in 1150 m, bei V (1220 m) in 1260 m. Die Vertiefung des Thalweges, wie die Abtragung überhaupt, besonders aber die Beckenbildung erreichen in den höheren Teilen des Gebirges größere Beträge als in den tieferen, während die Menge des vom Eise verfrachteten und in Form von Endmoränen und Schottern aufgehäuften Gesteinsmaterials mit der Verkleinerung des vereisten Gebietes naturgemäß geringer wird. Dieser Umstand bringt es auch mit sich, daß die Feststellung der jüngeren Rückzugsphasen (III—V) vielfach erheblichen Schwierig-

keiten begegnet, und dafs es heute noch unentschieden gelassen werden mufs, ob die Phafen IV und V in den höchsten Teilen des Gebirges allgemein nachweisbar sind.

Nach der Begrenzung, welche man der letzten Eiszeit im Gebiete der alpinen Vereisung gegeben hat, stellt die unverletzte Endmoränenlandschaft des *Alpenvorlandes* die äufsere Grenze der Vergletscherung dar. Von den Endmoränen aus läfst sich eine Geröllauffschüttung, die fogenannte Niederterrasse, in den Thälern abwärts verfolgen. Dieselbe bildet eine ursprünglich zusammenhängende, in der Richtung des Abflusses schwach geneigte Fläche, in welche die Flüsse sich ihr Bett bis zu verschiedener Tiefe eingeschnitten haben. Ein derartiges Abschwemmungsprodukt, von den Schmelzwässern der Schweizer Gletscher zur letzten Eiszeit erzeugt, ist die *Rheinebene*, die zwischen *Basel* und dem *Kaiserstuhl* als eine im Querschnitt ebene Fläche nur von den Geröllen der Schweizer Berge und der oberrheinischen Gebirge aufgebaut wird. Aus den Thälern des *Schwarzwaldes* und der *Vogesen* greifen nur dünne Lagen von aufgeschwemmtem Geröll, von Sand und unreinem Lehm auf dieselbe über, eine eigentliche Lösbedeckung fehlt ihr aber. Ihre Oberfläche bildet das fogenannte Hochgestade des *Rheins*.

Ohne merklichen Abfatz gelangt man von der *Rheinebene* auf die Geröllflächen der Seitenthäler des *Schwarzwaldes* und der *Vogesen*, die sich durch ihren Zusammenhang mit der *Rheinebene* und durch den Mangel einer Lösbedeckung als die zeitlichen Aequivalente der alpinen Niederterrasse erweisen. Ihre Oberfläche ist ebenfalls in der Richtung des Thalquerschnittes eben, nur wo gröfsere Seitenthäler einmünden, steigt sie nach diesen zu seitwärts, sonst nur thalaufwärts an.

An Ausdehnung und Gleichförmigkeit der Entwicklung können sich die Gerölebenen der *Schwarzwälder* Niederterrasse freilich nur am Ausgange der Thäler mit der *Rheinebene* messen. Vor dem Ausgange des *Münsterthals* beträgt die grösste Breitenausdehnung der Fläche etwa 3 km, vor dem *Dreifamthale* zwischen *Schallstadt* und *Vöhrstetten* etwa 10 km, gegen das Innere des Gebirges zu verengt sich die Thalfläche meistens sehr rasch; nur das *Dreifamthal* macht eine bemerkenswerte Ausnahme, indem oberhalb Kirchzarten noch die ungewöhnliche Breite von 3 km angetroffen wird.

Je weiter wir die Thäler aufwärts steigen und je mehr sich dieselben verengern, um so mehr nimmt auch die Durchfurchung der Niederterrassen durch die jetzigen Flußläufe zu, so dafs schliesslich nur noch vereinzelte Terrassenreste an den Gehängen, wie angeklebt, übrig bleiben. Dieses Verhalten läfst sich z. B. im unteren Teile des *Höllenthals* sehr deutlich beobachten; dort läuft die Bahnlinie noch bis etwas oberhalb der *Blechschmiede* auf der Oberfläche der Niederterrasse, und zwar auf den letzten Resten derselben auf der rechten Thalseite, während auf der linken die Terrasse als eine ebene Fläche mit steilem Absturz gegen den Bach bis nach Falkensteig verfolgt werden kann. Damit ist aber auch die letzte Spur dieser mächtigen Auffschüttung verschwunden; nur eine kurze Thalstrecke trennt uns noch von der Felsenenge des *Hirschsprungs*, hinter welcher das Thal auch an breiten Stellen nichts mehr von jener Auffschüttung erkennen läfst.

Hiernach könnte es scheinen, als ob die Niederterrasse der *Schwarzwaldthäler*, trotzdem sie, wie oben gezeigt wurde, mit der *rheinischen* Niederterrasse in ununterbrochenem Zusammenhange steht und sich also auch in anderer Beziehung wie diese verhalten sollte, in ganz anderer Weise nach oben zu endigte, als es von der rheinischen Bildung bekannt ist: sie nimmt ihren Ausgang nicht an einem ausgesprochenen Moränenwalle. In anderen Thälern, wie im *Oberrieder*, wo die Niederterrasse am

Holzschuhplatze endigt, im *Obermünsterthal* und in anderen liegen die Verhältnisse wesentlich ähnlich. Das Fehlen des Endmoränenwalles erscheint um so auffälliger, als sich ausnahmslos gegen das obere Ende der Niederterrasse zu ungewöhnlich große und stark bearbeitete Blöcke in großer Häufigkeit einstellen, was als ein Merkmal für den Uebergangskegel, der die Terrasse mit den Moränen verknüpft, angesehen werden muß. In Wirklichkeit ist jener Unterschied nur ein scheinbarer. Wie so oft bei den Bildungen der Diluvialzeit, so führt auch hier die ausschließliche Berücksichtigung eines beschränkten Gebietes leicht zu irrigen Auffassungen. Denn, wenn wir in einem der größeren *Vogesenhöler*, z. B. im *Thurthale*, die aus der rheinischen Niederterrasse hervorgehende Geröllaufschüttung bis an ihr Ende verfolgen, so sehen wir sie dicht vor *Wessering* in einer Meereshöhe von etwa 400 m in einen typischen Endmoränenzug übergehen, gerade so, wie die rheinische Niederterrasse am Südrande des *Schweizer Jura* in die Endmoränenzone von *Killwangen-Mellingen-Othmarfingen* übergeht. Gerade hier im *Thurthale* ist die Endmoräne mit allen ihren Begleiterscheinungen sehr deutlich ausgeprägt, so daß sie mit Recht von seiten französischer Forscher zum Gegenstande mehrfacher und sehr eingehender Untersuchungen und Schilderungen gemacht worden ist.

Wir stehen also hier vor einem ersten Probleme: Warum, so lautet die Fragestellung, endigt die Niederterrasse in den genannten *Schwarzwaldthälern* nicht in der gleichen Weise wie im *Thurthale*?

Wir stellen folgende Unterschiede zwischen den Verhältnissen des *Thur-* und des *Höllenthales* fest. Das Terrassenende liegt im *Höllenthal* nahezu 100 m höher (520 m Meereshöhe) als im *Thurthale* und das Thal ist außerordentlich verengt, während das *Thurthal* bei *Wessering* eine nicht unbeträchtliche Breite besitzt. Ferner kommt dem *Höllenthal* nur ein kleines Sammelgebiet mit geringer Durchschnittserhebung zu, während das *Thurthal* seine Eismassen aus einem viel ausgedehnteren und beträchtlich höheren Gebiete bezog. Hiernach erscheint es als selbstverständlich, daß unter sonst gleichen Verhältnissen das *Höllenthal* von einem relativ kleinen Gletscher erfüllt gewesen ist. Dieser Unterschied in der Mächtigkeit des Eistromes sowie die verschiedene Lage der Thäler erklärt zur Genüge die Verschiedenheit der Meereshöhe, bis zu welcher die Niederterrassen aufsteigen, nicht aber ohne weiteres das Fehlen des Endmoränenwalls im *Höllenthal*.

Für die Erklärung dieser auffallenden Thatsache ergeben sich zwei Möglichkeiten.

Entweder endigt die Niederterrasse des *Höllenthals* nur scheinbar unterhalb der Hölle, in Wirklichkeit hat sie sich ursprünglich viel weiter im *Höllenthal* aufwärts erstreckt, etwa bis ins obere *Löffelthal*, wo wir den ersten typischen Moränen begegnen.

Oder aber der Höllenthalgletscher hat zur letzten Eiszeit bis zur *Hölle* abwärts gereicht und die besonderen Verhältnisse des *Höllenthals* (sowie anderer, gegen den Rhein zu gerichteter *Schwarzwaldthäler*) haben es mit sich gebracht, daß am Ende des Gletschers eine Endmoräne nicht zur Entwicklung gelangen konnte, oder daß sie nachträglich vollständig zerstört wurde.

Die erstgenannte Möglichkeit begegnet meiner Ansicht nach unüberwindlichen Schwierigkeiten. Wie sollen wir uns vor allem erklären, daß im *Höllenthal* oberhalb der *Hölle* keine Spur der früheren Terrassenaufschüttung erhalten geblieben ist, wenn sie ursprünglich bis zum *Höllsteig* gereicht hätte? Besitzt doch das Thal von der *Posthalde* aufwärts bis zum *Sternen* etwa die gleiche Breite und Neigung, wie

zwischen *Falkensteig* und der *Blechschmiede*, wo die Terrassenreste noch deutlich erhalten sind. Ein Grund, weshalb sie dort nicht ebenso deutlich erhalten geblieben sein sollten wie hier, ist nicht ersichtlich.

Es würde bei dieser Annahme auch jede Erklärung für das Auftreten der Thalverengung der *Hölle* fehlen, da das Gestein der *Hirfchsprungfelsen* (Gneis) sich von dem oberhalb und unterhalb anstehenden nicht wesentlich unterscheidet.

Vom *Himmelreich* bis zur *Hochfläche von Hinterzarten* lassen sich drei Thaltrecken von verschiedenem Charakter unterscheiden:

a) Eine untere Strecke mit relativ sanft geneigten Gehängen (Durchschnittsneigung etwa 1 : 2), ohne ausgedehnte Felsenbildungen. Der Bach ist bis zu einer Tiefe von 15 m in die Aufschüttung der Niederterrasse eingeschnitten, der Felsuntergrund tritt nur an vereinzelt Stellen im Bette zu Tage.

b) Eine mittlere Strecke, die *Hölle*, mit schroff, vielfach senkrecht aufsteigenden Felswänden (Durchschnittsneigung der Gehänge 1 : 1). Die Breite der Thalsohle übertrifft die des Bachbettes kaum. Terrassen fehlen; der Bach verläuft ganz im Fels (oder Gehängefchutt) mit starkem Gefäll.

c) Eine obere, fjordartige Strecke mit relativ breiter, aus festem Fels gebildeter Sohle (soweit diese nicht von abgestürzten Blöcken verdeckt wird). Die Gehänge sind steiler als im unteren, aber weniger steil als im mittleren Teile (Durchschnittsneigung 2 : 3). Felsen- und Schrofenbildung verbreitet, am Fuße der Gehänge stellenweise mächtige Blockhalden. Terrassen fehlen.

Die Verschiedenheit dieser drei Thaltrecken erklärt sich durchaus ungezwungen durch die Annahme, daß zur letzten Eiszeit das Gletscherende gerade oberhalb der *Hölle* gelegen hätte. Dann wäre das obere *Höllenthal* das Bett eines Gletscherstromes gewesen, der von den Bergen des ca. 1100 m hohen *Rinkenkammes* und des etwa gleich hohen Kammes der *Weißstannenhöhe* gespeist wurde. Die jetzige Konfiguration dieser Thaltrecke, im besonderen der trogförmige Querschnitt derselben, würde als das Erzeugnis der glacialen Ausschürfung, die allmähliche Verengung des Thales gegen die *Hölle* zu als die Folge des Nachlassens der Ausweitung am Ende des Gletschers zu deuten sein; ebenso würde sich das Fehlen terrassierter Geröllmassen einfach erklären, denn diese entstehen ja nicht an Stelle des Eises, sondern vor dem Rande desselben. Die Felsabstürze, welche sich im oberen Teile der Strecke in Höhen zwischen 800 m und 900 m (1000 m), im unteren Teile in etwas geringerer Höhe (zwischen 700 m und 800 m) vorfinden, würden solche Stellen bezeichnen, welche vom Eisstrom in nahezu senkrechten Wänden abgeschliffen wurden und die nach Entfernung der Unterstützung, die das Eis gewährte, abwitterten und so zur Entstehung der mächtigen Blockhalden Veranlassung gaben.

Da nach unserer Annahme der Gletscher den Thalboden austiefte, so weit er abwärts reichte, mußte vor seinem Ende ein geschlossener Felsenriegel stehen bleiben, auf welchen hinauf und über welchen hinweg die vom Eise mitgeführten Geschiebmassen befördert wurden. Auf dem Riegel selbst lagerte ursprünglich die Endmoräne (Profil III). Mit dem Abschmelzen des Gletschers wurde aber auch der Schutz entfernt, welcher den Felsenriegel bis dahin vor der Erosion bewahrt hatte. Das hinter dem Riegel sich sammelnde Schmelzwasser floß über die tiefste Stelle desselben ab und begann ihn zu durchsägen; so entstand die frische Erosionschlucht der *Hölle* mit ihren wild zerrissenen Felsbildungen, welche mit Hilfe der seitlichen Zuflüsse und der späteren Verwitterung geschaffen wurden. Daß bei einer ca. 80 m tief reichenden Zersägung und

Zerfchrundung des Riegels, wie sie sich uns jetzt darbietet, die darauf vorhandenen Endmoränen auch nicht in Spuren mehr erhalten bleiben konnten, bedarf keiner weiteren Erörterung.

So erklärt sich die *Höllenge* durchaus ungezwungen als eine junge Auswafchungschlucht, welche die Schmelzwasser der letzten Eiszeit in dem stehen gebliebenen Felsriegel geschaffen haben; es wird uns hiernach auch verständlich, wie es kommt, daß an dieser Stelle der Fluß auch jetzt noch stark erodiert, da die Schwelle noch nicht zur normalen Gefällstiefe ausgefägt ist. Ebenso wird uns hiernach das Auftreten der Terrassenaufschüttung und das Fehlen ausgedehnter Felsabstürze in der unteren Thalstrecke verständlich; diese konnten hier weder durch junge Erosion, wie in der Hölle, noch durch glaciäre Abschleifung wie im *oberen Höllenthal* gebildet werden. Hier sind vielmehr die Gehänge durch eine längere, hinter die letzte Eiszeit zurückreichende Verwitterung abgeböfcht und ihrer Felsvorsprünge so gut wie ganz beraubt worden. Auch die kleineren Zuflüsse dieser Strecke besitzen ein verhältnismäßig hohes Alter, was sich in der Tiefe ausdrückt, bis zu der sie in das Thalgehänge eingesenkt erscheinen.

Im *oberen Höllenthal* dagegen verlaufen an den Thalböfchungen bis zu Höhen von 300 m über der Thalsohle hinauf wohl zahlreiche, aber nur sehr wenig eingetiefte Runsen, so daß der Verlauf der Höhenkurven, selbst an der Einmündung bedeutender Zuflüsse, z. B. des *Alpersbachs*, nur sehr wenig ausgebuchtet ist. Hierin spricht sich das außerordentlich geringe Alter dieser Thalstrecke am deutlichsten aus, was wir später noch eingehend zu erörtern haben.

Die besonderen Erscheinungen des *Höllenthales* habe ich durch die Annahme zu erklären gesucht, daß sich das untere Ende des Höllenthalgletschers zur letzten Eiszeit am oberen Ende der *Hölle* befunden hätte. Alle Besonderheiten, durch welche sich die drei Thalstrecken unterscheiden, fanden auf diese Weise eine einfache und natürliche Erklärung. Nur mußten wir dem Gletscher die Fähigkeit zuschreiben, nicht nur das Thal durch Abschleifen der Seiten zu verbreitern, sondern auch den Thalboden in recht erheblichem Maße zu vertiefen, so daß vor dem Gletscherende ein ca. 70 m hoher Felsriegel stehen blieb. Da aber dem Gletschereise die Eigenschaft, Becken und Vertiefungen von beträchtlichem vertikalen Ausmaß im festen Felsen auszuhöhlen, nicht allseitig zuerkannt wird, und hierin ein Einwurf gegen unseren Erklärungsversuch gefunden werden könnte, so ist es unsere Aufgabe, zu prüfen, ob unter sonst ähnlichen Umständen die Riegelbildung im festen Gestein zu den Erscheinungen gehört, welche gesetzmäßig mit der unteren Grenze der Gletscherausdehnung zur letzten Eiszeit in ähnlich gestalteten Thälern des *Schwarzwaldes* verbunden sind. Wenn dies der Fall ist, so würden wir darin eine wertvolle Stütze für die Richtigkeit der hier vertretenen Auffassung erblicken dürfen. Eine weitere Stütze dafür würde in dem Nachweise liegen, daß die Höhe, bis zu welcher wir uns den Höllenthalgletscher abwärts reichend denken (ca. 520 m), sich in das Durchschnittsniveau einfügte, welches die Gletscher in anderen Thälern des *hohen Schwarzwaldes* oder in dem der *oberen Vogesen* im allgemeinen erreicht haben. Beides trifft nun, wie wir sehen werden, zu.

Die Niederterrasse des *Dreisamthales* läßt sich ohne Unterbrechung in das Thal von *Oberried* und von der Gabelung desselben bei diesem Orte in die beiden Zweige desselben hinein verfolgen.

Im *Zastlerthale* reichen die letzten durch die Häufigkeit mächtiger Blöcke ausgezeichneten Reste der Niederterrasse bis in die Nähe des *Schulhauses* (ca. 550 m).

Etwa 600 m thalaufwärts, beim *Glaferhanfenhof*, stoßen wir auf die erste Thalenge. Von beiden Thalfeiten her stoßen die Gehänge zusammen und lassen nur einen schmalen Raum für den Durchtritt des Osterbaches übrig. An landschaftlicher Schönheit läßt sich diese Stelle mit der *Hölle* nicht vergleichen, da schroffe Felsabstürze nur auf der rechten Thalseite (*Scheibenfelsen* — Gehängeneigung 1 : 1) vorhanden sind, aber die Ähnlichkeit mit der Höllenenge ist doch unverkennbar. Auch hier schneidet der Bach in den Felsenuntergrund ein. Ebenso erweitert sich das Thal oberhalb der Enge zu einer fjordartigen Strecke, der die Terrassen gänzlich fehlen, in der dagegen Felsenschrofen in Höhen zwischen 700 m und 900 m, später bis in 1000 m Höhe häufig sind.

Im *Bruggathale* verschwindet die Niederterrasse zwischen *Oberried* und dem *Holzschuhplatz* in ca. 500 m Meereshöhe. Wenig höher verschmälert sich das Thal zur Enge des *Holzschuhplatzes*. Wieder treten die Gehänge von beiden Seiten zusammen, aber zur Bildung eines Riegels von beträchtlicher Höhe ist es nicht gekommen. Daß aber ein solcher wenigstens andeutungsweise vorhanden war, beweist der Umstand, daß der Bach sich zwischen Felsen durchwindet. Dagegen stoßen wir bei der Enge auf eine etwa 10 m hohe Anhäufung mächtiger, abgeschliffener Blöcke, welche das Thal früher jedenfalls abgeschlossen hat, denn sie hat für die Anlage der Straße weggeschnitten werden müssen. Das sind die Reste des Endmoränenwalls. Oberhalb desselben beginnt eine fjordartige Thalstrecke wie in den beiden behandelten Thälern.

Ein letztes Beispiel, das des *Obermünsterthals*, möge die Aufzählung beschließen. Die Niederterrasse des *Münsterthals* hängt mit der rheinischen ebenso ununterbrochen zusammen wie die des *Dreisamthals*. Wir verfolgen sie im *Obermünsterthale* hinauf bis zum *Spickweg*, wo das *Stampfbächle* in die *Elendgasse* abzweigt. Zwischen *Spickweg* und *Oberelend* wird die Zusammenfassung der Terrasse infolge der tiefgehenden Erosion in deutlichster Weise erkennbar: sie besteht aus auffallend großen (bis 2 m im Durchmesser haltenden) und meist stark abgeschliffenen Blöcken, die sich bis dicht vor den *Elendfelsen* (600 m ü. M.) verfolgen lassen. Hier verengt sich das Thal plötzlich zu einer ganz engen Schlucht, welche in den ca. 15 m hohen Felsriegel eingelassen ist. Durch Anlage der Straße ist die Enge auf etwa 8 m verbreitert worden. Wir haben hier in jeder Beziehung ein Miniaturabbild der Höllenenge, welches noch durch den Fjordcharakter der oberen Thalstrecke und das Fehlen von Terrassen in derselben vervollständigt wird.

Diese Beispiele, welche wir leicht noch vermehren könnten, zeigen zur Genüge, daß in den Thälern, welche sich auf der Westseite des hohen *Schwarzwaldes* nach dem *Rheine* zu wenden, am oberen Ende der Niederterrasse stets wesentlich gleiche Merkmale, die in benachbarten Thälern nur an Maß verschieden sind, auftreten; es handelt sich also hier um eine gesetzmäßige Erscheinung. Die Zunahme der großen und meist stark abgeschliffenen Blöcke gegen Ende der Aufschüttung deutet darauf hin, daß wir dem Ausgangspunkte der Aufschüttung nahe sind. Aber an Stelle der typischen Endmoränenwälle, wie sie in breiten Thälern (z. B. der *Vogesen*) den Abschluß der Niederterrasse bilden, begegnen wir in unseren verhältnismäßig engen Gebirgsthälern Thalengen oder Klusen, die offenbar erst in nachglacialer Zeit entstanden sind, indem ein vorher bestehender Felsriegel vom Flusse durchfägt wurde. Das ungewöhnlich starke Gefälle, welches die Wasserläufe in diesen Klusen besitzen, gelegentlich auch kleine Stromschnellen, beweisen, daß ein gleichmäßiges Gefälle noch nicht erreicht worden ist. Wir dürfen diese Riegel insofern als Vertreter der Endmoränen auffassen,

als sie gleichfalls am Ende des Gletschers während einer längeren Stillstandsphase entstanden sind; es scheint auch, als ob sie regelmässig den Endmoränen als Unterlage gedient hätten (wie ich das in Profil III der Tafel für den Endmoränenzug des Höllenthals darzustellen versucht habe), denn überall, wo die Riegel durchbrochen und zernagt sind, bemerkt man auch von den Endmoränen nichts mehr. Zu den gefetzmässig wiederkehrenden Erscheinungen gehört auch das Fehlen von Geröllmassen oberhalb der Klufen sowie die fjordartige Beschaffenheit dieser Strecken.

Was nun schliesslich die Höhe anbetrifft, in welcher wir die Niederterrassen endigen, die Klufen erscheinen und die fjordartigen Strecken beginnen sehen, so liefert die folgende Zusammenstellung den Beweis dafür, dass es sich auch hierbei um eine gefetzmässige Erscheinung handelt.

Oertlichkeit	Höhenlage des Thalbodens oberhalb der Klus	
<i>Höllenthal</i>	520 m	} Durchschnitt 540 m
<i>Zaflerthal</i>	570 »	
<i>Bruggathal</i>	520 »	
<i>Gr.-Kapplerthal</i>	500 »	
<i>Elendthal</i>	600 »	

Diese Höhenlage entspricht ganz wohl dem Auftreten der typischen Endmoränenzüge in den südlichen Vogefenthälern, von wo beispielsweise folgende Daten vorliegen:

<i>Thurthal</i> (Weslerling)	424 m
<i>Lauchthal</i> (Lauterbach-Zell)	508 »
<i>Fechtthal</i> (Metzeral)	482 »

Das ergibt für die Enden der Schwarzwaldgletscher eine um beinahe 100 m höhere Lage bei sonst ähnlichen orographischen Verhältnissen, im besonderen bei ähnlich starker Neigung der Täler und ähnlicher Durchschnittshöhe des Gebirges. Der Unterschied erklärt sich aber schon einfach aus der allbekannten Tatsache, dass die Anhäufungen von Schnee und Eis auf der Ostseite unserer Gebirge stets grösser sind als auf der Westseite. Daher mag es auch wohl rühren, dass überhaupt die glacialen Erscheinungen in den nach Osten zu gerichteten Vogefenthälern viel grössartiger entwickelt sind als in den gegenüberliegenden Schwarzwaldthälern.

Wenn wir nun versuchen, die Grenzen der letzten Vereisung auf der Ostseite des Schwarzwaldes zu bestimmen, so begegnen wir einer neuen Schwierigkeit. Diese besteht darin, dass der Zusammenhang der alpinen Niederterrasse mit den gleichaltrigen Bildungen des Schwarzwaldes nicht ohne weiteres verfolgt werden kann. Glücklicherweise sind aber die Niederterrassen-Auffchüttungen auf dieser Seite des Gebirges in allen sonstigen Merkmalen denen der Westseite so ähnlich, dass wir nicht im Zweifel bleiben, was wir mit diesem Namen belegen sollen.

Als Beispiel eignet sich am besten das *Wutachthal*. Der ursprüngliche Lauf der Wutach ging bekanntlich bis vor kurzem über den Randen durch das *Aitrachthal* zur Donau; sie bildete den eigentlichen Oberlauf dieses Stromes. In dieser Richtung vollzog sich auch noch die fluvioglaciale Auffchüttung der letzten Eiszeit, welche wir als Niederterrasse bezeichnen. Eine aus Gesteinen des Haslach- und Gutachgebiets bestehende Geröllauffüllung, die sich durch ihre ungeheure Ausdehnung und durch den

Mangel einer Lösbedeckung als ein Aequivalent der Niederterrasse charakterisiert, läßt sich aus der Gegend von *Immendingen* (650 m) als die ganz allmählich bis *Blumberg* (700 m) ansteigende Thalfläche der *Aitrach* verfolgen. Von hier an bleibt sie hoch über der jetzigen Thalsohle der *Wutach* (anfangs 150 m, beim Zusammenfluß der *Haslach* und *Gutach* nur noch 70 m), und von dieser vielfach zer schnitten und zerlappt verfolgbar bis zu einer Meereshöhe von ca. 800 m. Im Zweige der *Haslach* sehen wir sie in dieser Höhe durch einen Uebergangskegel sich an den Endmoränenzug anschließen, welcher dicht oberhalb der *Schleifmühle* auf beiden Seiten des Thales (*Rauhbühl* und *Ruhbach*) sichtbar wird. Hier hat der *Haslach*-Gletscher in einer flachen, breiten Thalregion geendigt und seine Moränen in einem weit geöffneten Halbkreise abgelagert, so daß sie nur an der Stelle des *Haslach*-Durchbruchs der Erosion zum Opfer fielen. Im Zwillingsthale der *Gutach* dagegen beginnt dort, wo die Auffchüttung am *Hinterwäldle* in einer Höhe von 800 m verschwindet, die Thalenge, welche bis zum *Kirchsteig* unterhalb *Neustadt* anhält. Auf dieser Strecke müssen die Endmoränen angehäuft gewesen sein, deren Reste man jetzt vergeblich sucht; sie wurden hier wie im *Höllenthale* wesentlich infolge der Durchfägung und Zerfchrundung des Felsenriegels, auf dem sie zusammengedrängt lagen, zerstört. Die dichte Waldbedeckung ist aber wohl daran schuld, daß man selbst ihre Reste nicht leicht mehr erkennt.

Es wiederholen sich also die Erscheinungen, die wir auf dem Westabhange des Gebirges kennen lernten, auf seiner Ostseite. Bei wesentlicher Uebereinstimmung tritt nur insofern ein Unterschied hervor, als die Gletscherzungen in den steiler abfallenden Thälern der Westseite sich bis zu Höhen von 500 m und darunter hinabsenkten, während sie auf der sehr schwach geneigten Ostabdachung des Gebirges nur etwa bis zur Höhe der damaligen Schneegrenze hinabsteigen konnten.

Die Thaltrecken, welche sich zunächst oberhalb des äußersten Endmoränenzuges finden, besitzen zumeist denselben Charakter, welcher den Fjorden Skandinaviens und anderer Gegenden eigentümlich ist: die breiten Thalsohlen zeigen oft ein unruhiges Relief, indem sich gerundete Felsenschwellen oder isolierte Rundhöckerberge aus ihnen erheben und die Seitenwände schroff aufsteigen. In voller Reinheit kommen diese Eigentümlichkeiten nicht oft zur Geltung, denn häufig sind diese Thaltrecken nachträglich durch Schottermassen der zweiten Endmoränenphase teilweise oder ganz aufgefüllt, so daß dann nur noch die Kuppen der Rundhöckerberge inselartig aus dem eingeebneten Thalboden aufragen. Die Gegend von *Utzenfeld* und *Schönau* im *Wiesenthale* bietet mehrere ausgezeichnete Beispiele für die letztgenannte Erscheinung. Man kann auf die Kuppen passenderweise den im *Rheinthal* oberhalb Chur gebräuchlichen Namen der »Tomas« anwenden. Früher, als man noch dazu neigte, ungeheure, für uns nicht vorstellbare Wasserfluten zur Erklärung aller auffallenden Erscheinungen herbeizuziehen, dachte man sich ganze Berge und so auch die Tomas durch das fließende Wasser rund gewaschen; es genügt aber der in vielen Fällen erbrachte Nachweis von Gletscherfchrammen und Grundmoränenbedeckung auf dem gerundeten Felsrücken, um eine andere als die glaciale Entstehung auszuschließen. Die steilen Seitenwände des Thales aber, welche der Eisstrom glatt abge schliffen hatte, beginnen, sobald sie durch das Eis nicht mehr gestützt werden, abzubröckeln, an ihrem Fusse bilden sich mächtige Trümmerhalden eckiger Blöcke, welche gerade in diesen Thaltrecken am häufigsten und großartigsten entwickelt sind. Ich erinnere nur an die Trümmerhalden des *Höllenthals*, des *Brugga-* und des *Wiesenthals*.

Wie schon früher bemerkt, weicht das *Höllenthal* von den meisten anderen zunächst oberhalb der äußersten Endmoränen gelegenen Thaltrecken durch seinen einförmigen, schluchtenartigen Charakter ab. (Vergl. zu der folgenden Auseinandersetzung die Kartenkizze auf S. 208 [62].)

Wenn wir die Enge der *Hölle* passiert haben und, ohne die höheren Teile des Thales zu kennen, die zunächst folgende, gegen Süd gerichtete Strecke aufwärts steigen, welche bei der Station *Hirschsprung* beginnt, scheint uns das Thal in dem südlichen, steil gegen den *Hinterwaldkopf* ansteigenden Sammeltrichter des *Kehrdobels* sein natürliches Ende zu finden; höchstens vermuten wir noch einen kurzen, ähnlich gestalteten Zweig jenseits der »*Kehre*«, der gegen Osten zu ebenfalls rasch und in hohen Bergen endigen würde. Statt dessen eröffnet sich unserem Blicke hinter der *Kehre* eine neue, einförmige, 3 km lange Strecke, die bis zum »*Sternen*« reicht. Dieselbe erhält ein besonders auffallendes Gepräge dadurch, daß sie anfänglich von steilen, auf der Südseite 600 m, auf der Nordseite noch über 400 m hohen Wänden eingerahmt ist; diese nehmen aber an Höhe ab in dem Maße, als wir im Thale aufwärts steigen. So ist beim »*Sternen*« die südliche Thalseite, obgleich der Thalweg nur um 100 m gestiegen ist, nur noch 200 m, die nördliche dagegen noch über 300 m hoch, und weiterhin sinkt die Höhe des Gebirges zu beiden Seiten des *Löffelthals* auf 1000 m herab. Dazu kommt noch eine weitere, sonst nicht häufig wiederkehrende Eigentümlichkeit: bis zum *Sternen* hin fehlen Seitenthäler so gut wie ganz, nur unbedeutende Runfen, welche den geradlinigen Verlauf der Höhenkurven kaum merklich auszubuchten im Stande sind, kommen von den südlichen Gehängen herab, und selbst der nicht unbedeutende Zufluß des *Alpersbachs* stürzt in einer nur ganz schwach eingeschnittenen Runfe das steile Gehänge hinab. Auch auf der Nordseite stoßen nur zwei unbedeutende Runfen herzu, deren größere, das *Breitnauer Bächle*, auf der Südseite des *Haldenbuchs* sich erst oberhalb der 900 m-Kurve zu einem kleinen Sammeltrichter erweitert. Das Fehlen normal ausgefalteter Seitenthäler, welches eben in dem annähernd parallelen Verlaufe der Höhenkurven zwischen 750 m und 850 m auf der 5 km langen Strecke bis ins *Löffelthal* hinein zum Ausdruck gelangt, legt den Gedanken nahe, daß das *Höllenthal* von der *Kehre* an aufwärts das Erzeugnis ganz junger Ausfurchung und ein Durchbruchthal sei. Hätten wir es mit einer Thaltrecke zu thun, welche wie die benachbarten Thäler, z. B. das *Zastlerthal*, *Bruggathal* u. s. w. ein höheres Alter besitzen, so dürften wir auch ähnliche Verhältnisse der Thalverzweigung wie dort erwarten. Doch werden wir in Anbetracht der Verschiedenheit, die zwischen der Felsklamm der *Hölle* und der oberen, mehr fjordartigen Thaltrecke vorhanden ist, die letztere nicht ohne weiteres als ein durch das fließende Wasser erzeugtes Erosionsthal deuten dürfen, und zwar um so weniger, als die Gesteine der beiden Thaltrecken nicht derartige Unterschiede darbieten, daß sie solch ein abweichendes Verhalten gegenüber der Thätigkeit der Erosion erklären könnten. Als eine weitere, wenn auch anscheinend nicht gerade sehr bedeutungsvolle Eigentümlichkeit stellen wir die Ausweitung fest, die das Thal oberhalb des *Sternen* erfährt. Diese liegt nicht dort, wo die drei Zuflüsse, der *Ravennabach*, der *Löffelthalbach* und der *Alpersbach* zusammenstoßen, sondern sie findet sich oberhalb der Einmündung des *Ravenna-* und *Alpersbachs* im unteren *Löffelthale*.

Begeben wir uns auf die *Hochfläche von Hinterzarten*, welche jetzt die Wasserscheide gegen das *Wutachgebiet* bildet, und wenden wir unseren Blick gegen Westen dem *Höllenthal* zu. Dieses erscheint uns samt seinem durch *Ravenna-* und *Löffelthal*

gebildeten Gabelende, von hier aus gefehen, eher wie ein unnatürlicher Rifs in der Hochfläche des Gebirges, denn wie ein natürlicher Abzugskanal deselben. Dieser Eindruck wird besonders dadurch verurfacht, dafs die zwei, dem *Höllenthal* zunächst gelegenen Hochthäler, aus denen sich feine Zuflüsse hauptsächlich rekrutieren, eine dem *Höllenthal* nahezu entgegengesetzte Gefällsrichtung aufweisen. Das *Hochthal von Alpersbach* mit feinem gegen Südwest gerichteten Anstieg, und dasjenige von *Fungholz*, welches gegen Nordwest ansteigt, erscheinen uns als die natürlichen Enden eines gegen Öften zu geneigten, über die *Hinterzartener Hochfläche* abfließenden Thales. Wollen wir uns ein normales, mit den sonstigen Verhältnissen übereinstimmendes Bild des ursprünglichen Abflusssystems verschaffen, so brauchen wir uns nur das *Höllenthal* durch einen vom *Haldenbuck* gegen die *Bankgallihöhe* ziehenden Kamm (punktierte Linie in Figur 1) geschlossen, weiterhin die gegen Ost zu gerichteten Abflüsse des früheren Kammes, also die Thäler von *Fungholz* und *Alpersbach*, sowie ein drittes, in der Richtung des *Höllenthals* gelegenes (dessen Endverzweigung uns jetzt noch in dem gegen Süd-Südost geöffneten Sammeltrichter auf der Südseite des *Haldenbucks* sichtbar geblieben wäre), in der Gegend von *Steig* in einer Meereshöhe von etwa 900 m zusammentreffen und unter Aufnahme der anderen, von Norden und Süden kommenden Zuflüsse (*Oedenbach*, *Bisten*), über die *Hochfläche von »Hinterzarten«* und auf der Nordseite des *Hirschbühls* vorbei in das Thal der *Wutach* (*Gutach*) einmünden zu denken.

Mit anderen Worten, wir nehmen an, dafs alle jetzt im oberen *Höllenthal* zusammentreffenden Wasseradern früher gegen Osten zu ins *Wutachgebiet* abfloffen, dafs die jetzige Wasserscheide von *Hinterzarten* (starke Strichlinie in Figur 1) erst kürzlich in dem früheren Thale entstanden ist, die alte Wasserscheide dagegen, welche das *Höllenthal* zwischen *Haldenbuck* und *Bankgallihöhe* in einer Meereshöhe von ungefähr 1000 m durchquerte, vom *Höllenthal* durchbrochen wurde und dadurch die genannten früheren Zuflüsse des *Wutachgebietes* nach dem *Rhein* hin abgelenkt worden sind. Da nun aber bekanntlich die *Wutach* früher über den *Randen* hinweg durch die *Aitrachniederung* der *Donau* zuflafs, und zwar nachweislich noch zur Zeit der letzten Vereisung, in welche auch die angenommene Durchbrechung der Wasserscheide im *Höllenthal* zu versetzen ist, so würden wir auch sagen können: die frühere Wasserscheide zwischen *Donau* und *Rhein* lag mitten im heutigen *Höllenthal* südlich vom *Haldenbuck* und verlief von hier aus gegen Nord über *Holtwart* nach der jetzigen Wasserscheide auf der Nordseite der *Weifstannenhöhe* zu, während sie sich nach Süden über den *Wieswaldkopf* fortsetzte, von wo aus sie an die jetzige Wasserscheide anschließend gedacht werden muß.

Während der letzten Eiszeit ist diese Wasserscheide durchbrochen worden und eine neue hat sich auf der Hochfläche von *Hinterzarten* gebildet (starke Strichlinie auf Figur 1); gleichzeitig ist durch einen, hiervon gänzlich unabhängigen Vorgang, nämlich durch das Tieferlegen des Rheinlaufes, das alte Flußgebiet der *Wutach* der *Donau* entzogen und dem *Rhein* zugeführt worden.

Bevor wir dazu übergehen, bestimmte Vorgänge der letzten Eiszeit als die wahrscheinlichen Ursachen der Verlegung der Wasserscheide aufzudecken, möge noch daran erinnert werden, dafs Fromherz, welcher jegliche Spuren einer früheren Vereisung des *Schwarzwaldes* leugnete und ganz anderen Vorstellungen über die Gestaltungsvorgänge im Gebirge huldigte wie wir, doch bezüglich der früheren Lage der Wasserscheide im mittleren *Höllenthal* die hier geäußerte Ansicht teilte. Fromherz sah sich genötigt, sich die Thäler von *Alpersbach* und *Breitau* früher mit dem

Wutachgebiete in Verbindung und das *Höllenthal* als abgesperrt zu denken, um das Vorkommen der mächtigen Geröllbildungen in demselben zu erklären; denn diese

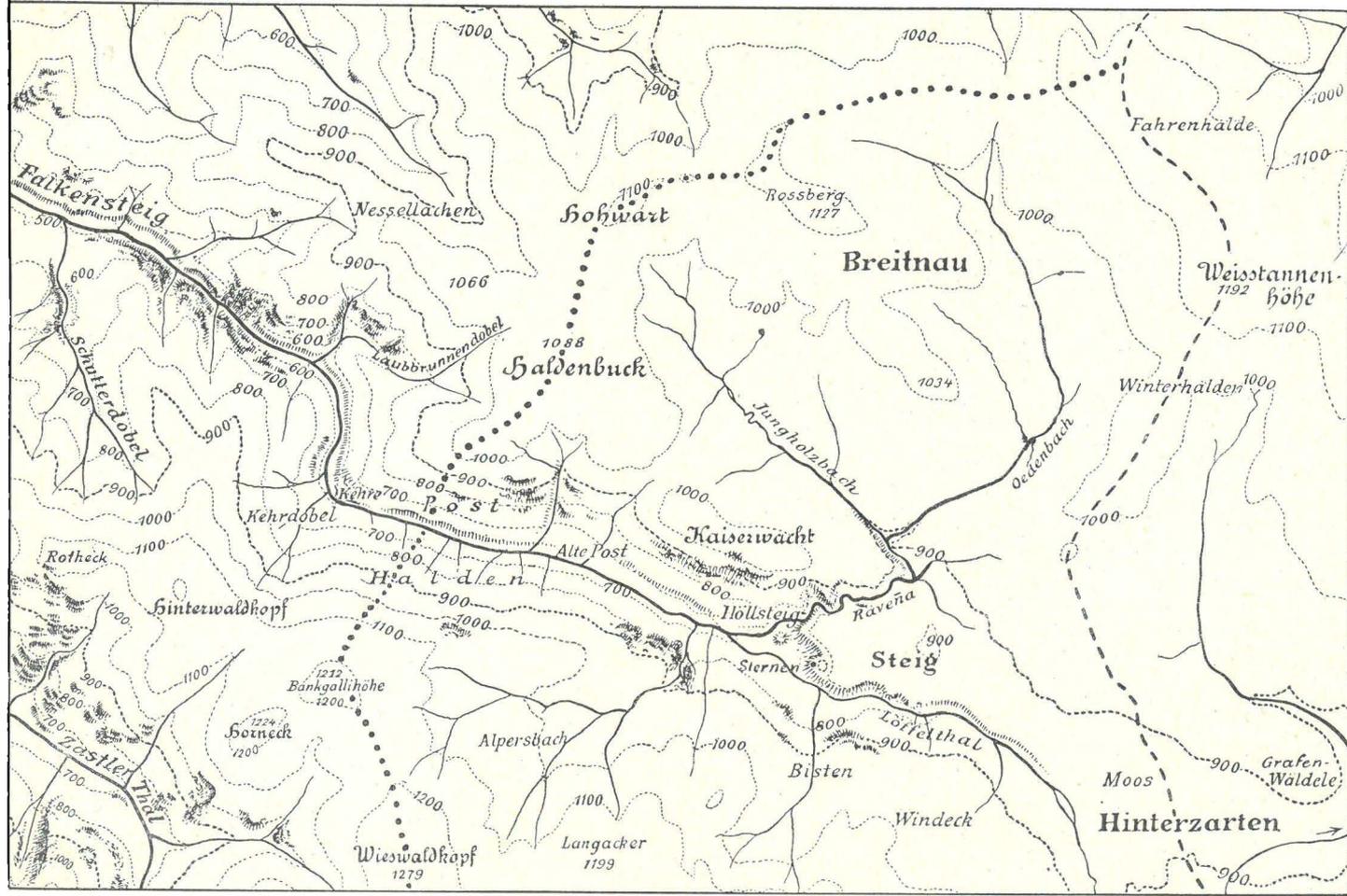


Fig. 1. Kartenkizze des Höllenthal im Maßstabe 1 : 50 000. Höhenkurven fein punktiert, von 100 m zu 100 m. Die 900 m-Kurve stärker als die übrigen. Die starke Strichlinie *Weisstannenhöhe—Hinterzarten* bezeichnet die jetzige, die starke Punktlinie *Hohwärt—Haldenbuck—Post-Halden—Bankgallhöhe—Wieswaldkopf* die frühere Wassercheide.

wären feiner Anfiicht nach als Anschwemmungen aus dem *Wutachgebiete* zu deuten, was nur unter der Voraussetzung geſchehen konnte, daß der Abfluß des *Höllenthal's*

damals noch nicht vorhanden war. So sagt Fromherz (S. 178): »Zur befriedigenden Erklärung dieser interessanten Geröllablagerung bleibt nichts anderes übrig als die Annahme: Vor der Bildung der Höllenthalpalte sei der Alpersbach im Zusammenhang gestanden mit dem Thal von Hinterzarten und mit dem Ausgang des Breinauerthales, also damals noch nicht wie jetzt von diesen Thälern durch eine Schlucht getrennt gewesen. Nun konnte er durch die Strömung des Wutachbeckens leicht erreicht werden, und feine Geröllbildung auf dieselbe Weise entstehen, wie jene des Thales von Breinau, nämlich durch eine große Seitenanschwellung in der Gebirgsbucht des Alpersbaches. Die Annahme des Einsturzes des ganzen oberen Höllenthal bei der Bildung der Spalte dieses Thales, wozu die Geröllablagerung im Alpersbach direkt führt, ist nichts weniger als ein zu großartiges Phänomen im Vergleich mit den übrigen außerordentlichen Erschütterungen und Hebungen während der Diluvialperiode Die Geröllbildung des Alpersbaches wird daher von Wichtigkeit zur näheren Bestimmung der Ausdehnung der Höllenthalpalte, und ist ein weiterer Beleg für das junge Alter derselben.«

Unserem heutigen Vorstellungskreise liegt der Gedanke an derartige kataklystische Vorgänge, wie der Transport der Blockmassen durch flutartige Anschwellungen und die Eröffnung von Thalspalten durch Einsturz ebenso fern, wie der Gedanke an ähnliche gewaltfame Vorgänge, welche nach der älteren Anschauung zu wiederholten Malen die organische Schöpfung vernichtet haben sollten; um so besser begründet erscheint daher der Versuch, die früheren Oberflächengestaltungen wieder herzustellen, wenn er, wie im vorliegenden Falle, mit übereinstimmenden Ergebnissen von verschiedenen Gesichtspunkten aus gemacht wird.

Ich möchte die Verlegung der Wasserscheide nun auf folgende Weise erklären (vergl. dazu Fig. 1 auf S. 208):

Das *Thal von Alpersbach* wird im Westen und Südwesten von den Erhebungen der *Bankgallihöhe* und des *Wieswaldkopfes* überragt, die sich über 1200 m Meereshöhe erheben. Von diesen Bergen aus mußten zur letzten Eiszeit viel bedeutendere Eismassen gegen Osten und Nordosten sich herabsetzen, als von der nicht bis zu 1100 m aufragenden Erhebung des Haldenbuck im Norden des jetzigen Höllenthal. So war es möglich, daß aus dem *Alpersbachthale* ein relativ mächtiger Gletscher hervordrang, während das gegen den *Haldenbuck* auslaufende Thälchen nur unbedeutend vergletschert war. Geben wir dem *Alpersbachgletscher* dort, wo er die Gegend des heutigen oberen *Höllenthal*, am *Höllsteig*, erreichte, nur eine Mächtigkeit von etwa 100 m (was einer Höhenlage seiner Oberfläche von 1000 m gleichkommt), so konnte er sehr wohl den Abfluß der alten Wasserscheide in der Gegend der jetzigen *Posthalden*, die nicht einmal in 1000 m Höhe gelegen zu haben braucht, abdämmen und den aufgestauten See an der niedrigsten Stelle, welche wir uns zwischen *Haldenbuck* und *Bankgallihöhe* gelegen denken, zum Ueberfließen bringen (vergl. Profil II der Tafel).

Sobald aber überhaupt einmal ein Abfluß die alte Wasserscheide durchzunagen begonnen hatte, mußte er sich bei der steilen Neigung des Thalendes bei der *Kehre* ungemein rasch vertiefen. Dieser Vorgang wird zur Bildung einer engen Erosionsschlucht vom *Höllsteig* bis zur *Hölle*, ähnlich der heutigen *Hölle*, aber dieselbe an Großartigkeit bei weitem übertreffend, geführt haben. Mit der Eröffnung des neuen Abflusses war nun aber auch dem *Alpersbachgletscher* ein anderer Weg vorgezeichnet, als er ihn sonst genommen haben würde; das gleiche gilt für die Eisströme, welche

mit Zunahme der Vereisung vom *Bifzen* (im Süden), von *Haldenbuck-Hohwart-Breitnau* (im Nordwesten) und vom *Oedenbachthale* (im Norden) herabkamen. Sie ergossen sich vereint in die neugefchaffene Schlucht, vertieften und verbreiterten den Thalboden an der Stelle ihres Zusammentreffens (zwischen *Sternen* und *Löffelthal*) und drangen unter Aufnahme weiterer Zuflüsse vom *Haldenbuck* und *Hinterwaldkopp* in der Schlucht bis in die Gegend der *Hölle* vor. Dadurch wurde die ursprüngliche klammartige Strecke des *Höllenthals* bis zur *Hölle* zu dem fjordartigen Thale ausgeweitet, welches wir jetzt hier vorfinden.

Zur Erläuterung der Vorgänge, die mit der Bildung des *Höllenthals* verknüpft waren, sind die Profile II—IV der Tafel angefertigt. Die voll ausgezogene Linie in Profil II zeigt uns den heutigen Verlauf des Thalbodens und die jetzige Lage der Wasserscheide in dem von jüngeren Moränen (M) eingenommenen Gebiete zwischen *Hinterzarten* und dem *Titisee*. Die frühere Konfiguration, im besonderen die Lage der alten Wasserscheide zwischen *Rhcin* und *Donau* in der Gegend der jetzigen *Posthalden* ist durch die Strichlinie angedeutet, welche bei *Falkensteig* beginnt, bis zu einer Höhe von nicht ganz 1000 m ansteigt und sich von dort gegen *Hinterzarten* zu wieder senkt. Das mit voller Linie eingezeichnete Parallelprofil über den *Haldenbuck* soll zeigen, daß die Rekonstruktion des früheren Verhältnisses durch die heutigen Verhältnisse gestützt wird. Die Profile III und IV stellen die Gegend des mittleren und unteren *Höllenthals* vor, ersteres in fünffacher Ueberhöhung, letzteres in den natürlichen Verhältnissen. Im Profil III ist der heutige Thalweg durch eine volle Linie (w—w—w) ausgezeichnet. Der am Gletscherende stehengebliebene Felsenriegel besaß ursprünglich die Gestalt, welche durch die gestrichelte Linie (W—W—W) angedeutet wird. Er trug die Endmoräne und den größten Teil des Uebergangskogels, die heute infolge der Durchfägung und Zerschrundung des Riegels nicht mehr sichtbar sind. In die vor dem Riegel befindliche Niederterrassenauffchüttung hat sich der *Kotlbach* jetzt erst bis zu mäfiger Tiefe (von ca. 15 m) eingeschnitten, so daß der alte Thalweg sich hier noch tief unter dem heutigen befindet. Profil IV soll dazu dienen, das glaciale (schwarz gehaltene) Relief, den alten und neuen Thalweg und die mutmaßliche Lage der früheren Wasserscheide in den natürlichen Verhältnissen zur Anschauung zu bringen.

Wenn wir in den größeren Thälern des hohen *Schwarzwaldes* bis zu einer Meereshöhe von ca. 850 m emporsteigen, so begegnen wir einer zweiten, jüngeren Endmoränenbildung, welche der zweiten Phase der letzten Eiszeit angehört. Im allgemeinen sind die Moränenwälle dieser Phase im hohen Schwarzwalde deutlicher ausgeprägt, als die der ersten. Das liegt darin begründet, daß die Eisfröme dieser Phase vielfach in breiten, weil durch die Glacialerosion während der ersten Phase ausgeweiteten Thalstrecken oder gar auf Hochflächen endigten und die dazu gehörigen Moränenwälle eine bedeutendere Ausdehnung erlangen konnten. Die Abflüsse der hinter ihnen aufgestauten Schmelzwasserseen haben die Wälle zumeist durchbrochen, aber dabei doch nur einen unbedeutenden Teil derselben zerstört, so daß neben den Durchtrittsstellen die unverletzte Moränenlandschaft stehen geblieben ist. Nach unseren früheren Auseinandersetzungen über die Ablenkung des früheren Oberlaufes der *Donau* zum *Dreisamthal* während der ersten Phase der letzten Eiszeit erscheint es durchaus begreiflich, daß die Endmoränen der zweiten Phase, welche in dem Torso des alten *Donauoberlaufes* zwischen *Höllsteig* und dem *Titisee* in Höhen zwischen 860 und 920 m zur Ablagerung gelangten, nur in sehr unerheblichem Maße der Zerstörung anheimgefallen sind, da der größte Teil der ursprünglichen Zuflüsse sich daran nicht

mehr beteiligen konnte. So sehen wir denn auf dieser Hochfläche eine Moränenentwicklung, wie wir sie ausgedehnter und typischer kaum von einer zweiten Stelle des *Schwarzwaldes* kennen. Vom *Höllsteig* bis zur Ostseite des *Titisees* dehnen sich die unförmlichen Blockanhäufungen, nur mehrfach durch Moor- und Torfflächen voneinander getrennt, aus. Platz hat uns eine ausführliche Beschreibung derselben geliefert. In der Umgebung des *Titisees* lassen sich die mit der Bildung der Endmoränen verknüpften Erscheinungen in ausgezeichneter Weise studieren. Mehrere konzentrische Moränenzüge umgürten den See, dessen Becken zum Teil jedenfalls durch glaciale Ausschürfung entstanden ist. Von den Endmoränen aus erstreckt sich eine breite, deutlich terrassierte Schotterauffüllung das *Gutachthal* abwärts bis in die *Thalenge des Kirchsteigs* unterhalb *Neustadt* (vergl. Profil II der Tafel), bleibt aber dort in einem tieferen Niveau als die ältere Auffüllung der Niederterrasse und scheint nur noch wenig weiter thalabwärts zu reichen. Die *Gutach* hat die Endmoränenzone und die damit verknüpfte Schotterterrasse durchschnitten und letztere in dem verschmälerten Teile des Thales unterhalb *Neustadt* fast vollständig entfernt. Die Höhe des Seespiegels ist im Laufe der Zeit, während sich der Abfluß tiefer eingrub, etwas gesunken, wodurch der schon durch Einschwemmung aufgefüllte Boden des oberen Teils des Sees trocken gelegt und in die ebene, sumpfige Wiefenniederung verwandelt wurde, welche sich nach oben an den *Titisee* anschließt.

Entsprechend der geringeren Größe und Höhe des Nährgebietes des benachbarten *Haslachthals* treten hier die Spuren der zweiten Phase weniger großartig und in etwas höherem Niveau, aber in wesentlich gleicher Ausbildung auf. In einer Meereshöhe von 870 m bei der Säge dicht oberhalb *Mühlungen* wird das Thal von dem Endmoränenzuge abgedämmt, dessen Terrassenauffüllung sich bis vor Oberlenzkirch verfolgen läßt. Hinter der vom *Haslachbach* durchbrochenen Endmoräne liegt zwar kein See, aber die ebene Wiesenfläche der *Falkenmatt*, der trocken gelegte Boden eines früheren Sees, der an Länge dem heutigen *Titisee* ungefähr gleich kam, aber nur etwa ein Drittel seiner Breite besaß.

Der zur zweiten Phase im *Ahathale* herabkommende Eisstrom erstreckte sich bis an das untere Ende des heutigen *Schluchsees*, konnte aber wegen der geringen Neigung des Thales — es war damals der Oberlauf des *Mettmathales* — nur bis zur Höhe von 900 m hinabgelangen. Hier häufte er einen Endmoränenendamm auf, welcher das Thal versperrte und die Schmelzwasser zu einem See aufstaute, der bis *Oberaha* reichte und somit den heutigen Schluchsee um das Dreifache an Ausdehnung übertraf. Der niedrigste Punkt der Seeumwallung lag nun aber offenbar nicht in dem Moränenendamm des alten *Mettmathales* selbst, sondern seitlich gegen den damaligen Oberlauf des *Schwarzathales* zu. Daher floss der See nach dieser Richtung hin über, der Abfluß durchsägt die frühere Wasserscheide zwischen *Mettma* und *Schwarza* und führte nun den Abfluß des alten *Mettmaoberlaufes* dem *Schwarzathale* zu. Hieraus erklärt sich die ausgezeichnete Erhaltung des Endmoränenendammes³⁾, des daran sich schließenden Uebergangскеgels und der Terrassenauffüllung. Die Thalstrecke zwischen dem Seebrugg und Rothhaus ist ein ähnlicher Torfo wie die Hochfläche von Alten-

³⁾ Die Endmoräne des Schluchsees dürfte wenigstens teilweise auf einem Felsriegel liegen, denn die Sandgrube, welche bei *Seebrugg* in dem inneren Abchwemmungскеgel der Endmoräne angelegt ist, schließt den anstehenden Felsuntergrund auf. Die Rundung und Glättung der Felsoberfläche ist hier nicht etwa eine glaciale Erscheinung, sondern sie ist durch den Wellenschlag während des früheren höheren Wasserstandes des Sees hervorgerufen.

weg; das Schwarzhaldenthal aber ist infolge der bedeutend verstärkten Zufuhr von Wasser rasch tiefer gelegt worden und trägt in diesen tieferen Teilen alle die Merkmale einer reinen Erosionschlucht, unterscheidet sich auch dadurch von dem sonst ähnlich umgewandelten oberen *Höllenthale*. Dort führt die Straße zumeist hoch oberhalb der unwegfamen Schlucht, hier konnte sie — abgesehen natürlich von der *Hölle* — ohne Schwierigkeit auf der Thalsohle selbst geführt werden.

Weniger durchgreifend, aber darum nicht minder interessant ist die Flußverlegung, welche sich an die Endmoränenablagerung der zweiten Phase im Albthale knüpft (vergl. Fig. 2 auf S. 213). Schon die Art und Weise, wie sich die beiden Albbäche in der Gegend des *Glashofes* zwischen *St. Blasien* und *Bernau* jetzt vereinigen, legt den Gedanken an ungewöhnliche Vorgänge nahe. Das *Albthal* von *St. Blasien* aufwärts bis zum Zusammentritt der *Bernauer* und *Menzenschwander Alb* besitzt einen Charakter, wie wir ihn in den fjordartigen Strecken oberhalb des äußersten Endmoränenzuges zu sehen gewohnt sind: es ist breit, trogförmig angelegt und zeigt Felsenschrofen an den Gehängen in Höhen zwischen 800 und 1000 m, aber sein Boden ist von terrassierten Geröllmassen erfüllt, welche an den beiden Klusen der *Glashoffäße* ihr Ende erreichen. Der 90 m über die Thalsohle sich erhebende *Klusenwald* schließt das 400 m breite Thal riegelartig ab. Die *Menzenschwander Alb* verläuft bis an den Stauweier der *Klus* in einer engen Schlucht, zu deren Seiten die Erhebungen des *Steppberges* und *Klusenwaldes* schroff emporsteigen, während die *Bernauer Alb* sich unter rechtem Winkel gegen Westen vom Hauptthale abzweigt und ebenfalls in der jetzt zugänglich gemachten Schlucht des *Kuhloches* verschwindet; doch treten zu beiden Seiten derselben die Berge viel weniger nahe zusammen als in der *Menzenschwander Kluse*. Sie tritt auch sehr bald in das offene, aber unruhig gewellte Gelände der Umgebung des *Glashofes* ein, wo das *Schwarzenbächle* von Süden her sich mit ihr vereinigt. Bald durchquert sie zum zweitenmal eine Felschlucht (zwischen *Wäldemle* und *Gätslewald*), hinter welcher sich die Thalbreite von *Bernau* öffnet. Dieser zweite Durchbruch durch einen breiten und hohen Felsriegel befremdet um so mehr, als zwischen *Bernau* und dem *Thal der Menzenschwander Alb* nur eine ganz niedrige (etwa 10 m hohe) und breite, vom *Moos* erfüllte Wasserscheide liegt, welche als der von der Natur vorgezeichnete Weg für den Zusammentritt der beiden *Albbäche* erscheint.

Eine Betrachtung der gerade in dieser Gegend stark entwickelten Moränenbildungen aus der zweiten Phase der letzten Eiszeit (durch Ringe auf Figur 2 angedeutet) liefert uns den Schlüssel für das scheinbar unnatürliche Verhalten der beiden *Albbäche*.

Die Eisströme, welche zu dieser Zeit in beiden *Albthälern* herunter kamen, erreichten gerade am Zusammentritt der beiden Täler ihr Ende und häuften hier mehrere hintereinander gelegene Endmoränenwälle auf. Der Gletscher der *Menzenschwander Alb* gabelte sich vor dem *Klusenwalde* und schob seine Moränen in dem früheren Hauptthale zwischen *Klusenwald* und *Wäldemle* bis in die Gegend des *Glashofes*, in dem kleinen Nebenthale zwischen *Klusenwald* und *Steppberg* bis zur *Menzenschwander Kluse* vor. Der Gletscher des *Bernauer Albthals* lagerte seine Moränen in der Gegend des heutigen *Mooses* und am *Weierle* ab. Diese Sachlage läßt sich trotz der dichten Waldbedeckung noch jetzt deutlich verfolgen, da uns die Moränen auf der ganzen Strecke, vom *Glashof* über das *Moos* bis zum *Weierle* deutlich erhalten geblieben sind. Auf diese Weise haben die Gletscher der beiden *Albthäler* die Gegend des ursprünglichen Zusammentrittes der Thäler (der durch die starken Strich-

linien in Fig. 2 angedeutet ist) derart verbaut, daß die hinter den Moränen gestauten Schmelzwasser sich neue Abflüsse suchen mußten. Nun lag offenbar die Wasserfcheide zwischen *Klusenwald* und *Steppberg* einerseits, die zwischen *Wäldemle* und *Gätslewald* andererseits ein wenig tiefer als die niedrigste Stelle der Endmoränenwälle zwischen *Wäldemle* und *Klusenwald* und diejenige des *Weierle*. Daher wurden die Abflüsse gezwungen, sich einen neuen Weg in der Richtung der niedrigsten

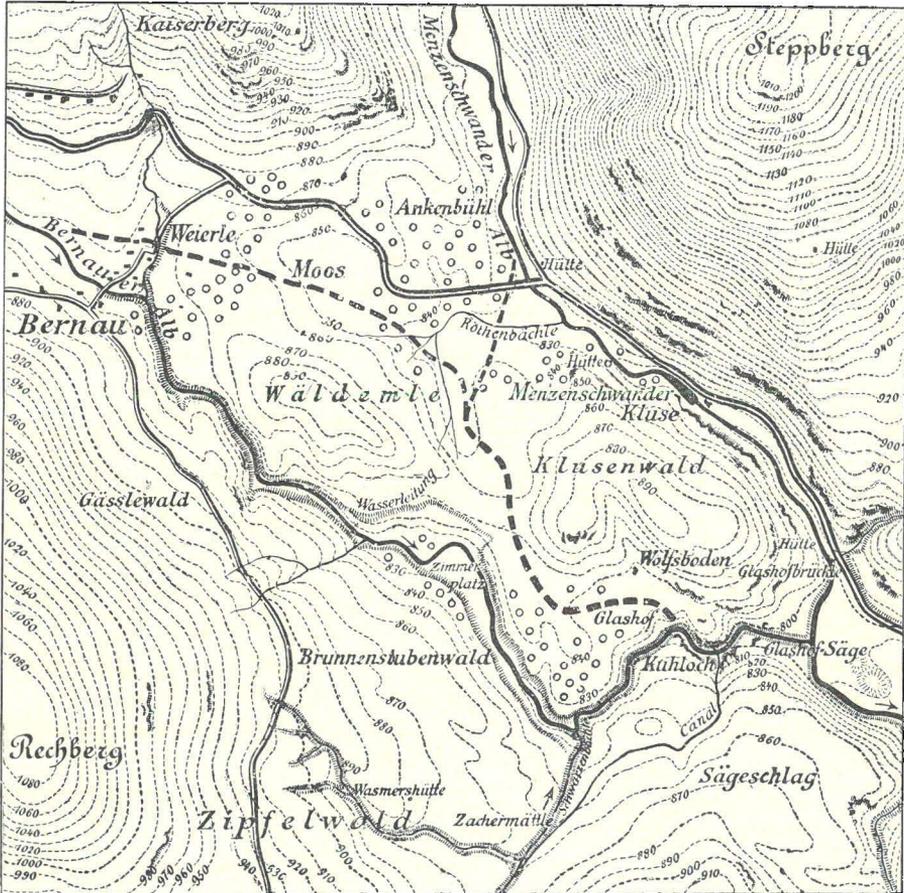


Fig. 2. Kartenkizze der Gegend von Bernau im Albthal im Maßstabe 1 : 25000, zur Veranschaulichung der Flussverlegungen, welche während der zweiten Phase der letzten Eiszeit stattgefunden haben. Die starken Strichlinien deuten den mutmaßlichen Verlauf der beiden Albflüsse vor Ablagerung der Moränen an. Letztere sind — der Deutlichkeit wegen nur teilweise — durch schwarze Ringe dargestellt. Höhenkurven in Abständen von 10 m zu 10 m, punktiert; die vollen 100 m-Kurven stärker.

Ueberlauftellen zu suchen. So erklären sich die Durchbrüche des *Wäldemle* und der *Menzenschwänder Klus* als Ueberlaufsdurchbrüche infolge der Endmoränenanhäufungen der beiden Albgletscher, während die *Klus des Kuhloches* in den Felsenriegel eingefchnitten ist, welcher infolge der Ausschürfung des Gletscherbettes von dem Ende des Albgletschers stehen geblieben ist, ein Homologon der *Hölle*. Das weit gegen Süden herabreichende Knie der *Bernauer Alb* aber ist durch das Vorfchieben der Endmoräne in den früheren Unterlauf des *Schwarzenbächles* verurfacht.

Auch der Lauf des *Schwarzenbächles* wurde durch die Moränen der Albgletscher verbaut, aber die Veränderungen, welche er erfahren hat, sind verhältnismäßig geringe.

Wir wollen bei diesem besonders ausgezeichneten Beispiele für Veränderungen, die durch Anhäufung von Moränen der zweiten Phase entstanden, etwas verweilen, um bei dieser Gelegenheit noch andere Erscheinungen kennen zu lernen, die damit verknüpft sind.

Dafs die unterhalb der Endmoränen gelegene Thalstrecke, bis gegen *St. Blasien* zu, mit einer terrassierten Geröllauffschüttung erfüllt ist, die ein verkleinertes, jüngeres Analogon zur Niederterrasse darstellt, wurde schon erwähnt.

Aber auch der Felsriegel fehlt in Verbindung mit der Endmoräne des *Menzenschwander Albthales* nicht. Ebenso zeigen beide Albthäler oberhalb der Endmoräne den Charakter von Fjordthälern in ihren breiten, flachen Böden und den zahlreichen, unregelmäßig verteilten, gerundeten und abgeschliffenen Felshöckern, mit welchen sie besetzt sind. Im *Thal der Menzenschwander Alb* tritt dieser Charakter besonders deutlich hervor. Die letzten Rundhöcker werden bei den untersten Häusern von *Hintermenzenschwand* sichtbar, im *Thale der Bernauer Alb* kann man sie besonders schön unterhalb *Innerlehen* beobachten.

In der Umgebung von *St. Blasien* treten Spuren der zweiten Endmoränenphase auch noch ausserhalb des *Albthales* auf. Von den 1000—1200 m hohen Bergen der Umgegend haben sich die Eisströme dieser Phase in den Seitenthälern bis hart an das Albthal heran oder gar in dasselbe hinein erstreckt und in der Landschaft ihre Spuren hinterlassen. Aus dem Thal von *Mutterslehen* drang ein Gletscher bis über die *Urberger Säge* hinaus vor und erzeugte die unruhige Endmoränenlandschaft, welche sich von hier aus gegen *St. Blasien* zu ausdehnt. Deutliche Moränenzüge sind auf dem unbewaldeten Terrain der *Einfahrtswiese* in Höhen von etwa 900 m sichtbar, die äussersten vorgeschobenen Moränen reichen bis an den *Kalvarienberg* (820 m) heran. Die grossen gerundeten Blöcke, welche im Orte *St. Blasien* überall verbreitet sind, können als die Abschwemmungsprodukte dieses Endmoränenzuges gelten. Auch hier wird als Unterlage desselben ein Felsriegel sichtbar. Der ursprüngliche Thalweg des *Steinbächles* wurde durch die Moräne ebenfalls verbaut, und so hat sich der gestaute Abfluss unter Benützung des tiefsten Punktes des Riegels und unter Umgehung der Moräne sein Bett hart am Nordfusse des *Lehenkopfes* gefucht und hier die enge Felsenflucht eingegraben, welche von der *Urberger Säge* nach *St. Blasien* zieht. Hinter dem Endmoränenwalle folgt auch hier ein breitgründiges Thal mit sanftem Gefälle bis nach *Mutterslehen* hinauf. Die dichte Waldbedeckung läfst nur an einzelnen Stellen die Rundhöcker des Thalbodens wahrnehmen, wie z. B. bei der *Oberibacher Säge*, nördlich von welcher ein durch den kreisförmigen Verlauf der Höhenkurve 920 m gekennzeichneter Rundhöcker von der Strasse aus erkennbar wird.

Eines der prächtigsten Beispiele der Rundhöckerbildung kann man an der Strasse von *St. Blasien* nach *Häusern* beobachten, dort, wo dieselbe zur Umgehung des *Goldebühl* den scharfen Knick nach Nordosten vollzieht. Hier heben sich zahlreiche gut gerundete, durch ihre bleiche Farbe ausgezeichnete, abgeschliffene Buckel von hartem Granit aus dem Kulturlande heraus; sie können selbst bei flüchtiger Betrachtung nicht unbemerkt bleiben.

Diese Beispiele reichen hin, um zu zeigen, dafs die mit der zweiten Phase verknüpften Erscheinungen denjenigen der ersten Phase im wesentlichen gleichen und dafs sie nur durch die besondere Art der örtlichen Verhältnisse einen mehr oder weniger abweichenden Charakter erhalten. Wie gleichmässig auch sie im Gebirge

entwickelt find, wie sie sich im besondern in den grösseren und mittleren Thälern des Gebirges in annähernd gleichem Niveau finden, zeigt folgende Zusammenstellung:

Oertlichkeit	Höhenlage über dem Meer	
<i>Titisee</i> -Moränen	850 m	} Durchschnitt 850 m
<i>Schluchsee</i> -Moränen	900—920 m	
<i>Falkenmatt</i> -Moränen (<i>Haslachthal</i>)	870 »	
<i>Bernauer Alb</i> -Moränen »	830—850 »	
<i>Menzenschwander Alb</i> -Moränen	820—840 »	
<i>Steinbach</i> -Moränen (<i>Hofsgrund</i>)	850 »	

Um die Erzeugnisse der noch jüngeren Phasen der letzten Eiszeit kennen zu lernen, kehren wir zunächst zum Thale der *Menzenschwander Alb* zurück. Oberhalb des Endmoränenzuges der zweiten Phase erheben sich aus der Thalsohle zahlreiche, meist niedrige Felsbuckel, welchen der Albbach entweder ausweicht oder die er, soweit sie wirkliche Thalsperren gebildet haben, durchschnitten hat. Mir ist keine zweite Thaltrecke im Schwarzwalde bekannt, welche die Merkmale der Rundhöckerbildung in der Thalsohle in gleich prägnanter Weise erkennen liefse. Die zahlreichen Windungen und Krümmungen der Alb, sowie die häufigen kleinen Felschluchten, die sie durchfließt, spiegeln das glaciale Relief aufs deutlichste wieder. Bei den untersten Häusern von *Hintermenzenschwand* beginnen die Rundhöcker unter einer terrassierten Geröllauffüllung zu verschwinden, welche sich immer mehr verbreitet, je höher wir im Thale aufwärts steigen. Bei *Hintermenzenschwand* ragen noch einige »Tomas« aus der Gerölldecke heraus, oberhalb des Ortes aber wird die breite, schwach geneigte Wiesenfläche des *Brühl* ganz aus dieser Auffüllung gebildet. Sie endet sowohl im Hauptthale, welches sich gegen den *Feldberg* hinaufzieht, als auch im Seitenthale des *Krunkelbachs*, welches sich gegen das *Herzogenhorn* und die *Grafenmatt* wendet, in einer Höhe von etwa 900 m an einem steilen Anstiege. Mit demselben beginnen die ersten Spuren eines neuen Endmoränenzuges, der dritten Phase angehörig, sich zu zeigen, als dessen Abschwemmungsprodukt die Terrasse des *Brühl* zu gelten hat. In beiden Thälern liegen die Endmoränen in der Form mehrerer hintereinander gefalteter Blockwälle in Höhen zwischen 920 m und 970 m (bezw. 980 m), teils auf, teils hinter Felsenriegeln, welche die Bäche mit steilem Gefälle durchbrechen. Wenn auch die Endmoränenwälle der dritten Phase, entsprechend der erheblich verminderten Ausdehnung und Mächtigkeit der Eisströme, sich in viel bescheideneren Dimensionen bewegen, als die der zweiten oder ersten Phase, so bilden sie doch in der Landschaft unter Umständen noch ein recht wirksames Element, welches selbst aus der Ferne betrachtet zur Geltung gelangt. So fallen dem Beobachter, welcher von der neuen Straße am Südabhange des *Hochkopfes* aus in das tief unter ihm liegende obere *Albthal* hinunterblickt, die riesigen Maulwurfshügeln gleichenden Geröllhaufen der dritten Endmoränenphase sofort als ein fremdartiges Element in die Augen, wozu allerdings der Umstand erheblich mit beiträgt, daß sie unbewaldet sind. Sie heben sich auch dadurch von der oberhalb liegenden Thaltrecke scharf ab, daß letztere, »In der Klufe« genannt, einen nur wenig geneigten Boden besitzt, welchen der Gletscher ausgehürft hat. Dieselben Erscheinungen wiederholen sich im anderen Aste des *Albthales*, im *Krunkelbache*, in fast ganz gleicher Höhenlage. Auch hier

sind mehrere hintereinander liegende Moränenzüge sichtbar, oberhalb welcher sich der flache Thalboden »Im Brand« findet.

Steigen wir im *Ahathale* vom *Schluchsee* an aufwärts, so beobachten wir wesentlich ähnliche Verhältnisse wie im Thale der *Menzenschwander Alb*. Zwar begleitet uns der trocken gelegte, aber noch mit Moor erfüllte Boden des früher bedeutend ausgedehnten *Schluchsees* bis in die Gegend von *Oberaha*. Einzelne Rundhöcker ragen aus dem Kugelmoos heraus. Bei *Oberaha* begegnen wir aber sehr bald den ersten Spuren einer Geröllauffüllung, die sich gegen das *Aeulethal* zu verfolgen läßt. Der *Aeulebach* stürzt über die gerundeten Blöcke herab, welche sich zwischen 940 m und 1000 m angehäuft finden. Diese endigen an einer Endmoräne, welche zwar zum großen Teile zerstört, aber am Nordwestgehänge des Thales noch deutlich erhalten geblieben ist. Dahinter aber öffnet sich der flache Wiesenboden des Hochthales von *Aeule*. Daß der Endmoränenwall der dritten Phase hier um ca. 40 m höher liegt als im *Albthale*, erklärt sich ungezwungen aus der geringen Höhe der das Hochthal von *Aeule* umrahmenden Berge, welche einen weniger mächtigen und daher auch einen weniger tief herabreichenden Gletscher erzeugen mußten, als die bis über 1300 m hoch aufragenden Bergmassen, welche das obere *Albthal* einschließen.

Im *Flußgebiete der Haslach* hat Platz räumlich sehr ausgedehnte, aber wegen der starken Bewaldung in der Landschaft wenig hervortretende Moränen als Umwandlungen des »*Rothem Meeres*« und des *Windgfallweihers* in Höhen zwischen 970 m und 1000 m nachgewiesen. Sie gehören ebenfalls der dritten Phase an. Ihr Vorhandensein bedingt hier, wie auch vielfach anderwärts, die sumpfige Beschaffenheit der hinter ihnen gelegenen Depressionen und den verschwommenen Charakter der seitlichen Wassercheiden des Thales.

Weniger klar und einfach als in den bis jetzt betrachteten Thälern liegen die Verhältnisse im *oberen Wutach- oder Seebachthale*, weil hier am Fuße des Steilabfalles des *Feldbergs* und seines östlichen Ausläufers die Endmoränen der dritten Phase offenbar in enge räumliche Verknüpfung mit denen der nächstjüngeren Phase getreten sind. Oberhalb des *Titisees* sperrt, wie schon Platz bemerkt hat, der »*Hintere Seewald*« als großartiger Rundhöcker, den der *Seebach* durchfließen muß, das Thal. Oberhalb desselben beginnen terrassierte Geröllbildungen, aus welchen einige kleine Tomas, wie beim *Steierthof* und beim *Kunzenhäusle*, herausragen. In einer Meereshöhe von 1000 m beginnen die Endmoränen der dritten Phase. Auf der kurzen Strecke von hier bis zum *Feldsee* haben sich mehrere Endmoränen zusammengedrängt, die nur dort, wo sie nicht von dichtem Walde bedeckt sind, eine richtige Deutung gestatten. Wir verdanken Platz die Beschreibung derselben. Zwischen 1000 m und 1050 m werden zwei Wälle erkennbar, welche von der *Seehalde* her in das Thal hineingeschoben sind. Die Moräne des Hauptthals scheint nördlich davon in gleicher Höhe im Walde versteckt zu liegen. Den Kessel des *Feldsees* aber umrahmen zwei hintereinander liegende Moränenwälle in einer Meereshöhe von etwas über 1100 m, die ich glaube als Bildungen einer vierten Phase auffassen zu müssen.

In der Verbreitung der Endmoränen der dritten Phase sehen wir dieselbe Gesetzmäßigkeit herrschen wie bei denen der früheren Phasen. In den wesentlich gleich gestalteten, flach geneigten Thälern, welche von der Masse des *Feldbergs* gegen Nordosten, Osten und Südosten ausstrahlen, liegen sie in annähernd gleichen Höhen, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Oertlichkeit	Höhenlage der Endmoränen	
Thal der <i>Menzenschwander Alb</i>	{ Haupttaft	940—980 m
	{ Krunkelbach	940—970 »
» » <i>Aha (Aeule)</i>		1010 »
» » <i>Haslach (Roths Meer)</i>		970—1000 »
» » <i>Gutach</i>		990—1050 »
		Durchschnitt 990 m

Bevor wir nun aber die Erzeugnisse der allerjüngsten Phafen der letzten Eiszeit, soweit sie in einem Gebirge von 1500 m Maximallhöhe überhaupt noch bemerkbar werden konnten, kennen lernen, möge ein kurzer Rückblick auf die bisher betrachteten Bildungen folgen. Während der ersten drei Phafen lag die Grenze des ewigen Schnees im südwestlichen Deutschland tief genug, um die Entwicklung größerer Eisströme in den Hauptthälern des hohen Schwarzwaldes zu gestatten. Die folgenden Durchschnittszahlen gewähren einen bequemen Ueberblick über die jeweiligen Verhältniffe (vergl. dazu Profil I der Tafel):

Phafe	Länge des Eisstromes	Höhe des Gletscherrandes	Höhe der Schneelinie
I	12—20 km	{ in den steil geneigten Thälern 500—600 m » » flach » » ca. 780 » }	ca. 750 m
II	7—11 »	» » » » » 850 »	» 960 »
III	2—4 »	» » » » » 970 »	» 1060 »

In den flach geneigten Hochthälern, deren Boden bis zu einer Höhe von 1000 m und darüber im Gebirge ansteigt, kommt die Wirkung der Eiserosion am deutlichsten zur Geltung: sie besitzen in mehr oder weniger ausgesprochener Weise den Charakter von Trocken-Fjords. Breite, flache Thalföhlen mit unruhigem Bodenrelief, mit steilen, abgeschliffenen Thalwänden und mit breiten, stumpfen, oft halbkreisförmigen Enden sind ihre bezeichnenden Merkmale. Man braucht sich nur diese Hochthäler, z. B. das Thal der *Menzenschwander Alb*, das *Aha*-, *Gutach*- oder *Wiesenthal*, bis zu einer Höhe von etwa 1000 m mit Wasser gefüllt zu denken, um aufs lebhafteste an die Fjorde, wie sie in den jüngst vom Eise verlassenen Gegenden Norwegens oder Patagoniens vorkommen, erinnert zu werden. Selbst die Schären treten uns unverkennbar in den Thälern der tiefer gelegenen Thaltrecken vor die Augen.

In den im allgemeinen kurzen und steil geneigten Thälern, welche sich der *Rheinebene* zuwenden, sind die Spuren der Glacialerosion zumeist sehr versteckt. Das Aufhören der Niederterrassen und der oberhalb kaum je fehlenden Felsriegel klärt uns wohl über die einstige Lage der Moränen der ersten Phafe auf; allein nur ausnahmsweise ist mit den steilgeneigten Thälern die typische Fjordform verknüpft.

Die Wirkung des fließenden Eises scheint sich ebenso wie die des Wassers nach der Neigung des Thalweges verschieden zu äußern. Bei steilem Gefäll desselben richtet sie sich mehr nach unten, das Thal wird vorwiegend vertieft, bei schwacher Boden- neigung erleidet das Thal mehr Verbreiterung als Vertiefung. Bedenken wir ferner, daß in Gegenden mit steiler Neigung der Thäler und Gehänge die Wassererosion, welche mit dem Rückgange der Vereisung auf das glaciale Relief einzuwirken begonnen hat, einen ungleich stärkeren Einfluß ausübt als in Gegenden mit flach geneigten Thälern, daß im besonderen dadurch eine relativ rasche und vollständige Entfernung der Moränen und ihrer fluvioglacialen Schuttkegel hat Platz greifen müssen, so werden wir auch verstehen, wie es kommt, daß man in solchen Thälern unter

Umständen bis in die höchsten Teile des Gebirges hinauf auffällige Beweise für die frühere Vereisung vermisst und nur durch sorgfame Untersuchung sichere Anhaltspunkte findet. Das gilt z. B. für die beiden *Münsterthäler*, das Thal von *Güntersthal* u. a.

Während der höchste, d. h. über 1200 m sich erhebende Teil des *Schwarzwaldes* zu allen drei Phasen wirkliche Eisströme ernähren konnte, da große Flächen desselben selbst noch über der Schneegrenze der dritten Phase (ca. 1060 m) sich befanden, haben etwas niedrigere Teile des Gebirges (von etwa 1000 m Höhe) nur während der ersten Phase mächtigere Eisströme, während der zweiten noch kleinere Gehängegletscher, während der dritten aber gar keine Gletscher mehr getragen. Stehen somit hier die glacialen Erscheinungen an Grösartigkeit und Mannigfaltigkeit hinter denen der höheren Teile des Gebirges zurück, so bieten sie doch auch Eigentümlichkeiten, deren Kenntnis bedeutungsvoll wird, sobald wir die jüngsten der im *Schwarzwalde* zur Entwicklung gelangten Phasen (vierte und fünfte) verfolgen wollen. Wir greifen hierzu ein Gebiet im Süden von *Hammereisenbach* heraus, dessen höchste Erhebungen nicht über 1050 m hinausgehen, welches also eben noch Spuren der zweiten Phase, aber nicht mehr solche der dritten zeigen kann. Auf diesen von Buntsandstein mit granitischer Unterlage gebildeten Tafelbergen (Fig. 3 und 4, S. 219) haben sich während der zweiten Phase, als die Schneegrenze zwischen 950 m und 1000 m lag, Eisdecken von etwa 1—2 qkm Grösse bilden können, welche die Höhenkurve von 1000 m nach unten hin im allgemeinen wohl nicht überschritten, höchstens auf den Nord-, Nordost- und Ostgehängen etwas tiefer hinabstiegen.

Die in Höhen zwischen 960 m und 1020 m liegenden Enden der kleinen Thälchen, welche von Osten her in die Tafelberge einschneiden, sind nach zwei verschiedenen Typen gestaltet. Ein Teil derselben, wie der *Klausdobel* (Fig. 4), der *nördliche Dobel bei Bubenbach* (Fig. 3) endigen als einfache, enge Rinnen, wie sie das fließende Wasser auszugestalten pflegt. Die Höhenkurven machen in den Rinnen einen spitzwinkligen Knick und erst die oberhalb des Endes der Rinne am Gehänge hinlaufenden Kurven zeigen die runden Ausbuchtungen, welche dem glacialen Relief angehören. Bei einem anderen Teile der Thälchen, wie beim *Rauhbühdobel* (Fig. 4) und den beiden *südlichen Dobeln von Bubenbach* (Fig. 3) schließt sich oben an die normale Thalstrecke eine auffallende cirkusartige Erweiterung an; die Höhenkurven nehmen einen ausgesprochen halbkreisförmigen Verlauf, die Wände sind trotz der schwachen Durchschnittsneigung des Gehänges steil, so daß der Topograph sich veranlaßt gefehen hat, den Steilabfall durch besondere Schraffur auszuzeichnen.

Es fehlt aber auch nicht an Uebergängen zwischen den beiden extremen Typen. Der *Mitteldobel* (Fig. 4) erweitert sich an seinem oberen Ende, gerade dort, wo die Höhenkurven sich abzurunden beginnen, ein wenig, und darüber am Gehänge folgt eine schwach ausgerundete Nische; beim *mittleren Dobel von Bubenbach* (Fig. 3) sehen wir die Cirkusbildung schon an das Thalende vorgefchoben, ohne daß jedoch der Boden des Cirkus eine besondere Verflachung aufwiese; beim *Rauhbühdobel* (Fig. 4) ist der zwischen den Kurven 970 m und 950 m gelegene Boden in auffallender Weise verflacht, ebenso beim *südlichen Dobel von Bubenbach* zwischen den Kurven 1000 m und 1010 m. Der letztere zeigt uns auch deutlich, welchen Verlauf die kleineren Zuflüsse nehmen, die sich in einem solchen cirkusartigen Thalende später ausbilden: sie streben naturgemäß von den Seiten und dem Hintergrunde des Cirkus der Mitte desselben zu und bilden dadurch ein System von annähernd gleichstarken Runfen,

welche, wenn auch nicht gerade nach einem Punkte, so doch nach einer wenig ausgedehnten Fläche zu konvergieren.

Die Entstehungsursache der cirkusartigen Thalenden liegt in den beiden hier behandelten Fällen (Fig. 3 und 4) ziemlich klar zu Tage. Von den drei Thälchen der Gegend von *Bubenbach* (Fig. 3) hat das *nördliche* fein Ende dicht unterhalb der Hochfläche des Berges, die sich hier nicht viel über 1020 m erhebt und dazu nur

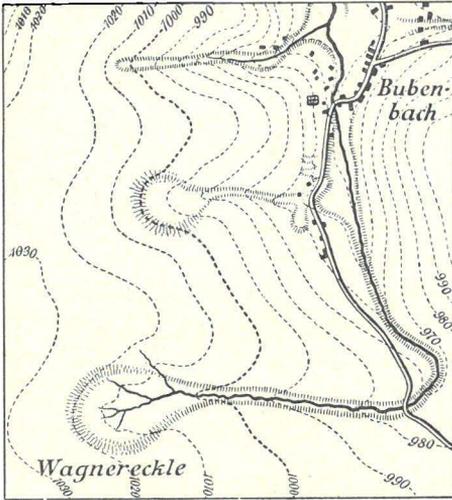


Fig. 3. Kartenkizze der Gegend im Süden von *Bubenbach* im Maßstabe 1:25 000. Höhenkurven punktiert, in Abständen von 10 m zu 10 m; die 1000-m-Kurve stärker.

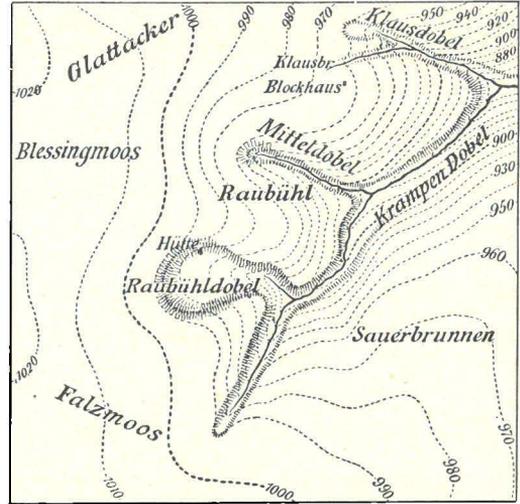


Fig. 4. Kartenkizze der Gegend im Süden von *Hammer-eisenbach* im Maßstabe 1:25 000. Höhenkurven punktiert, in Abständen von 10 m zu 10 m; die 1000-m-Kurve stärker.

Die beiden Skizzen sollen dazu dienen, die Abhängigkeit der Gestaltung der Thalendigungen von der Höhe der Schneegrenze zur zweiten Phase der letzten Vergletscherung (zwischen 950 und 1000 m) und den Beginn der Karbildung zu zeigen. Die von den Gehängegletschern eingenommenen Thalenden sind cirkusartig ausgeweitet und besitzen einen flachen Boden, während die anderen schluchtenartig auslaufen.

schmal ist, gefunden, das *mittlere* und *südliche* dagegen lagen der über 1030 m emporragenden Hochfläche (höchster Punkt 1053,9 m) sehr nahe. Setzen wir den nach den sonstigen Erfahrungen durchaus wahrscheinlichen Fall, das bei einer Lage der Schneegrenze der dritten Phase von 960 m in dieser Gegend nur ausgedehntere Hochflächen von 1000 m und darüber Eisströme liefern konnten, die einer erodierenden Wirkung auf den Untergrund fähig waren, so können wir leicht begreifen, warum der nördliche Dobel vom Eise nicht ausgeweitet wurde und nur das zwischen seinem Ende und der Hochfläche gelegene Gehänge eine schwache (an dem bogigen Verlauf der Kurven erkennbare) Austiefung erfuhr. In die Enden der beiden anderen Thälchen konnten sich aber unter diesen Verhältnissen Eisströme nicht nur von oben, sondern auch von den Seiten her hinabsenken, und diese konnten sich beim Zusammentreffen in ihrer Wirkung bis zur cirkusartigen Ausweitung der Thalenden verstärken. Denken wir uns die Schneelinie um etwa 30 m sinken, so würden das südliche und mittlere Thälchen bis zu ihrer Einmündung in den *Bubenbach* zu breitfohligen Fjordstrecken ausgeweitet, das nördliche aber zu einem Thälchen vom jetzigen Charakter der beiden anderen umgewandelt werden.

Dafs wir es hier nicht mit einer zufälligen, sondern mit einer gesetzmäßigen Erscheinung zu thun haben, geht deutlich genug aus der Thatfache hervor, dafs die

drei ebenfalls nach Osten geöffneten Seitendobel des benachbarten *Krampendobels* (Fig. 4) ganz analoge Erscheinungen aufweisen. Hier zeigt der *Rauhbühdobel*, welcher der Hochfläche 1020 m am nächsten liegt, die cirkusartige Erweiterung in typischer Ausbildung, der *Mitteldobel*, welcher von der Hochfläche entfernter ist und nicht so tief in den Berg einschneidet, läßt eben noch eine Andeutung davon erkennen, während der *Klausdobel*, dessen Ende der 1000 m-Kurve schon fern liegt, ganz frei davon ist.

Eine Betrachtung des östlichen Teiles des Blattes *Neustadt* der topographischen Karte von Baden, dem jene beiden Ausschnitte entnommen sind, liefert noch weitere Anhaltspunkte für die Voraussetzung, daß die cirkusartige Endigung der Thäler eine Funktion der Ausdehnung und Mächtigkeit der Eisdecke einer bestimmten Phase der Eiszeit ist. Im Süden der betrachteten Gegend (im Osten von *Friedenweiler*) dehnt sich eine Hochfläche aus, die unter 1000 m Meereshöhe bleibt. Von den zahlreichen Thälchen, welche von Osten her in sie einschneiden, besitzt nicht ein einziges den beschriebenen Charakter, sie endigen alle als einfache Furchen, welche auf der Hochfläche allmählich auslaufen und ihre Endäfte zeigen die normale gabelartige Zerteilung an Stelle der fingerförmigen Divergenz. Schließlich möge noch darauf hingewiesen werden, daß alle die Beispiele von Cirkustälern, die sich in der Umgebung von Bubenbach finden, auf die von Osten her einschneidenden Thäler beschränkt sind, daß im besonderen den von Westen und Nordwesten (vom *Eisenbachthale*) in dieselbe Hochfläche bis zu gleicher Meereshöhe eindringenden Thälchen jener Charakter abgeht. Wir haben hier eben die ersten Anfänge der Karbildung vor uns, die nach zahlreichen, in verschiedenen Gebirgen gemachten Beobachtungen die stets schnee- und eisreicheren Nord- und Ostseiten bevorzugt. Diesen Miniaturausgaben der Kare kommt aber gerade dadurch eine besondere Bedeutung zu, weil für ihre Erklärung, wie mir scheint, jeder andere Faktor als die Glacialerosion in Wegfall kommt.

Die Spuren der jüngsten Phasen der letzten Vergletscherung, welche dem fortgesetzten Aufrücken der Schneelinie entsprechend auf die Abhänge der allerhöchsten Erhebungen des Gebirges beschränkt sind, treten uns nun vorwiegend in der Form von Karen oder deren Aequivalenten, den Sammeltrichtern mit radialem Verlauf ihrer Endäfte, entgegen. Die Thalglletscher sind verschwunden und nur eine geringe Zahl von Gehängeglletschern ist noch vorhanden. Die kurzen Eisströme können nur unter besonders günstigen Umständen noch förmliche Moränenwälle erzeugen, nämlich dort, wo ihr Ende sich noch ein Stück weit in einem Thale forterstreckt. Wo sie auf steilem Gehänge endigen, bleiben die mitgeschafften Gesteinsstücke nicht haften, es entsteht nun ein Geröllkegel, dessen Blöcke infolge des kurzen Transports, den sie erfahren haben, auch nicht mehr den hohen Grad von Abnutzung zeigen, der dem glacialen Material sonst im Gegensatz zum Gehängeschutt eigen ist. Dadurch wird die Unterscheidung von abgebröckelten Schutthalden erschwert, so daß uns nur noch das karartige Relief einigermaßen sicher leitet.

Immerhin sind die Erzeugnisse der vierten Phase vielfach noch sehr frappant. Den *Feldsee*, das schönste und größte Kar des Gebirges, mit feinen prallen und zerfurchneten Steilgehängen an die Formen des Hochgebirges erinnernd, möchte ich als Typus dieser Gruppe von Endmoränenbildungen hinstellen, freilich nicht ohne eine gewisse Reserve, da feine Moräne sich, wie ich schon bemerkte, an die der dritten Phase angegliedert. Wenn wir aber sehen, daß eine ganze Reihe anderer, wenn auch kleinerer Kare, sowie viele Sammeltrichter fast genau in der Höhe des *Feldsees* (1113 m) eingegraben sind, so treten die Bedenken zurück. Den *Feldsee* sperren, wie

Platz ermittelt hat, zwei hintereinander liegende sehr deutliche Moränenzüge. Es ist leicht einzusehen, daß auf der Ost-Nordostseite der weitaus größten, über 1150 m liegenden Fläche des Gebirges sich auch der größte Kar, dessen Eisstrom noch eine Länge von 2 km erreicht hat, befindet. Die anderen Kare stehen an Größe erheblich zurück und zeigen meist nur ganz schwache Andeutungen einer Endmoräne. Von typischen Karen mit plattem Boden und mehr oder weniger kreisförmiger Umwallung desselben erwähne ich:

Oertlichkeit	Höhe des Karbodens	Länge des Eisstromes
<i>Wanne, NO Hochkopf</i>	1100 m	0,8 km
<i>Scheibelechtenmoos, O Spießhorn</i>	1100 »	0,6 »
<i>Feldsee</i>	1100 »	2,0 »

Von flachen, ^{meist} ~~nicht~~ mit Moor erfüllten Hochthälern, deren Boden viel weniger steil geneigt ist als die ihn umschließenden Gehänge und die abwärts folgende Thalstrecke, wären u. a. zu nennen:

Oertlichkeit	Höhe des Karbodens	Länge des Eisstromes
<i>Schwarzenbach, O Bärhalde</i>	1070 m	1,2 km
<i>Ende des Ahathals, SO Bärhalde</i>	1130 »	1,0 »
<i>Efchenmoos, SO Schupfhalde</i>	1130 »	1,3 »
<i>Heitermoos, NO Grafenmatt</i>	1150 »	1,6 »
<i>Krunkelbach, O Herzogenhorn</i>	1150 »	0,8 »
<i>Trubelsbach, O Trubelsmattkopf</i>	1140 »	1,3 »
<i>Geläub-Moos, SO Heidstein</i>	1130 »	0,9 »
<i>Rübgartenbüchle, O Belchen</i>	1110 »	1,2 »

Das ergibt eine Durchschnittshöhe des Gletscherendes von etwa 1125 m bei einer durchschnittlichen Länge des Eisstromes von etwa 1,2 km. Da die kleinen, in ziemlich genau gleichen Höhen endigenden Gehängegletscher nicht erheblich unter die Schneelinie hinabzureichen pflegen, so dürften wir letztere auf etwa 1150 m festsetzen.

Deutliche Kare und Endmoränen sind in den höchsten Lagen des Gebirges nicht nachweisbar. Dennoch ist es mir nicht unwahrscheinlich, daß noch eine fünfte Phase ihre Spuren zurückgelassen hat. Wir treffen nämlich an den nördlichen, östlichen und südöstlichen Gehängen des *Feldberges*, der *Buchhalde*, des *Stübenwafens* und der *Grafenmatt* in Höhen zwischen 1250 m und 1280 m mehrfach auffällige Verflachungen des Bodens der Runfen, die zum Teil auch von Moor bedeckt werden, und nach welchen hin die kleinsten Abflüsse der Hochflächen mehr oder weniger konvergieren. Wenn diese Gruben oder embryonalen Kare nicht durch eine bestimmte Phase der letzten Eiszeit erzeugt wären, so würde ihr gefelliges Vorkommen in einer so scharf gekennzeichneten Höhenlage befremdend erscheinen. Am deutlichsten treten folgende Punkte hervor:

Oertlichkeit	Höhe der Grube	Länge des Eisstromes
<i>O Mantelhalde, NO-Abhang des Stübenwafens</i>	1250 m	1,0 km
<i>S Zaflter Viehhütte, N-Abhang des Feldbergs</i>	1260 »	1,0 »
<i>O Baldenweger Viehhütte, N-Abhang des Feldbergs</i>	1260 »	1,0 »
<i>Hirschbäder, Bärhalde</i>	1270 »	0,4 »
<i>Kriegsbach, SO Grafenmatt</i>	1280 »	0,6 »

Aus diesen Daten darf man auf eine durchschnittliche Höhenlage des Eisstromendes von 1265 m, eine Länge des Eisstromes von 0,8 km und eine Höhe der Schneelinie von ungefähr 1300 m schließen.

Die bisherigen Darlegungen dürften genügen zur Begründung des Ausspruches, daß die Skulptur des Schwarzwaldes von einer gewissen Höhe an, die wir im Durchschnitt auf etwa 700 m ansetzen können, vorwiegend durch die Vorgänge der letzten Eiszeit beherrscht wird. Es wurde aber auch an verschiedenen Beispielen gezeigt, wie das glaciale Gepräge mehr oder minder starken Veränderungen durch die Thätigkeit des fließenden Wassers und der Verwitterung unterworfen gewesen ist. Es ergibt sich dabei als eine notwendige Folge des stufenweisen Zurückgehens der Eisbedeckung, daß diese Veränderungen im allgemeinen in den tieferen Regionen, welche am frühesten von der Eisdecke befreit wurden, am stärksten hervortreten müssen, und daß die höchsten Teile des Gebirges den glacialen Charakter am treuesten bewahrt haben. Die Gesetzmäßigkeit dieser Erscheinung wird aber durch einen anderen Faktor erheblich beeinträchtigt, nämlich durch die spezielle orographische Gestaltung der einzelnen Teile des Gebirges, wie sie die letzte Eiszeit bereits vorfand. Nicht nur die Erhaltung, sondern auch die ursprüngliche Ausgestaltung der wichtigsten glacialen Merkmale, als welche wir die Endmoränen einerseits, die glacialen Erosionsformen andererseits kennen gelernt haben, ist wesentlich von dem orographischen Charakter der betreffenden Gegend abhängig. Davon kann uns eine vergleichende Betrachtung der beiden höchsten Erhebungen des Schwarzwaldes leicht überzeugen.

Die *Feldbergmasse* mit ihren verschiedenen Ausläufern, *Stübenwäsen* im Westen, *Todte Mann* im Nordwesten, *Scebuck*, *Hochkopf*, *Bärhalde* im Osten und *Grafenmatt*, *Herzogenhorn* im Süden stellt eine ausgedehnte Hochfläche von durchschnittlich 1300 m Erhebung über dem Meere dar. Die vom Südosten, Osten, Nordosten in dieselbe einschneidenden Täler sinken zunächst nur bis zu einer Meereshöhe von 1100—1000 m hinab, verflachen sich dann und verlaufen mit sanftem Gefälle weiter. Der Boden der nach Südwesten, Nordwesten und Norden gerichteten Abflüsse sinkt dagegen rasch bis zu Höhen von 900—800 m hinab. Die viel steilere Neigung der letzteren Täler ist zum Teil jedenfalls mit die Ursache dafür, daß die glacialen Erscheinungen hier weniger typisch ausgeprägt sind, als in den anderen Thälern. Nicht nur konzentrieren sich die Kare und die mächtigeren Moränenbildungen der jungen Phasen besonders auf diese Täler, sondern diese zeigen auch durch die vorwiegend stumpfen Endigungen und breit ausgeweiteten Sohlen den Fjordcharakter viel auffälliger als jene. Für eine richtige Beurteilung dieser Verschiedenheit darf allerdings nicht außer acht bleiben, daß die östlichen und nordöstlichen Gehänge bekanntlich die Gletscherentwicklung überall bedeutend mehr begünstigen als die anderen.

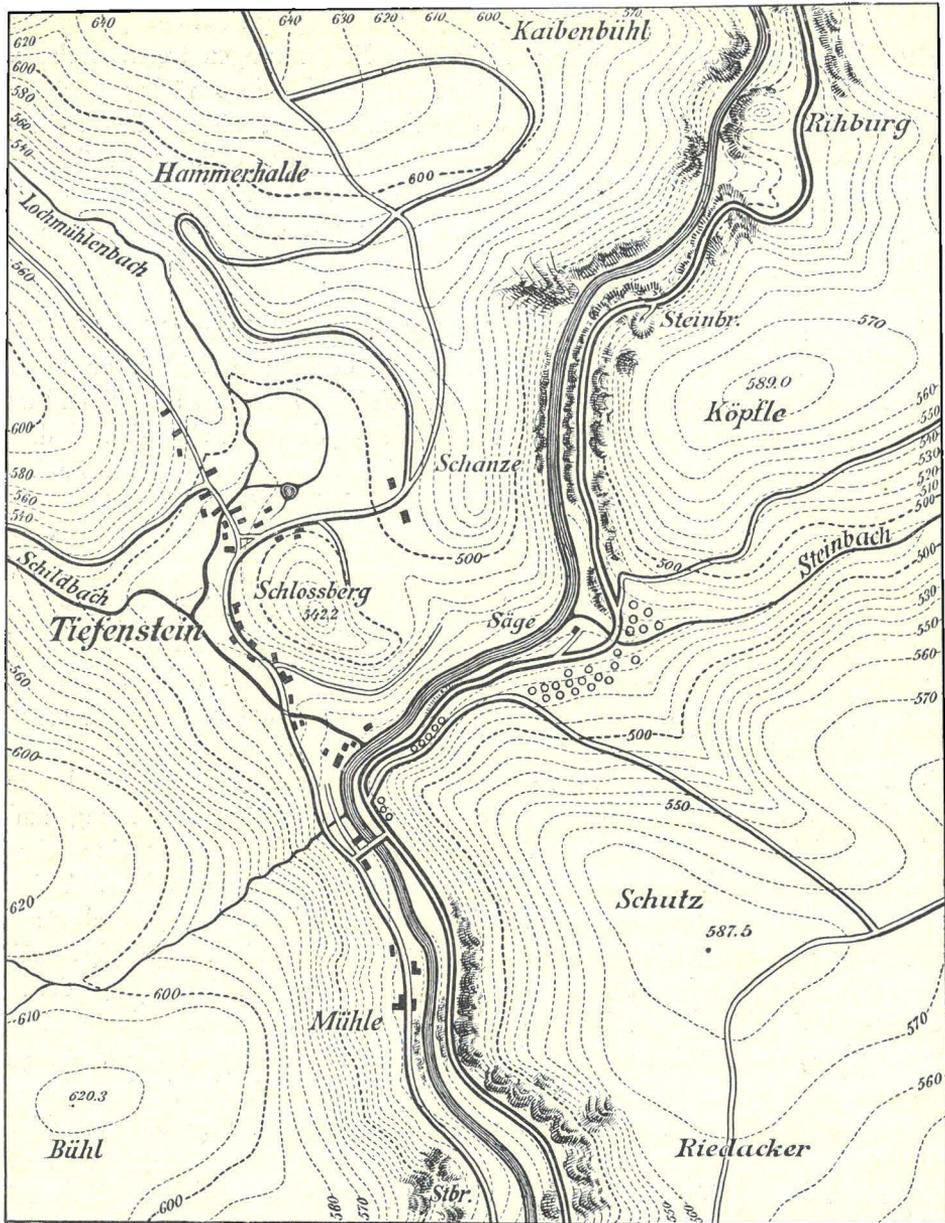
Der *Belchen* kann nun im Gegensatz zum *Feldberge* als das Beispiel eines für die Ausgestaltung und Erhaltung glacialer Merkmale sehr ungünstigen Berges gelten. Nur gegen Osten und Nordosten ist ihm eine Hochfläche von geringer Ausdehnung angegliedert, nach allen anderen Seiten fällt er schroff bis zu bedeutender Tiefe ab. Nur seine kleine Kuppe zeigt die glaciale Rundung; unterhalb derselben beginnen die Felsabstürze, welche nur gegen Osten zu fehlen. Auf dieser Seite allein sehen wir ein flachgeneigtes Hochthal (das Thal von *Aitern*), welches einigermaßen an ein Fjordthal erinnert. Die übrigen Täler dagegen besitzen infolge ihrer Steilheit und wegen der geringen Flächenentwicklung des Berges vorwiegend den Charakter nor-

maler Erosionsthäler. Kare fehlen der stolzen Bergpyramide ganz, wodurch sie sich auch von ihrem *Elssäffer* Namensvetter auffällig unterscheidet. Es sind zwar bestimmte Andeutungen dafür vorhanden, daß auch der *Belchen* Eisströme bis tief in die Thäler hinabschickte, daß auch hier die gleichen Rückzugsphasen wie im *Feldberggebiete* eintraten, daß während derselben (jetzt vom Wasser durchsägt) Felsriegel geschaffen und Moränenanhäufungen erzeugt wurden; allein diese Erscheinungen treten doch, wenn wir von der Aufschüttung der Niederterrasse absehen, so sehr zurück gegenüber den Erzeugnissen des fließenden Wassers und der Verwitterung, die an den steilen Gehängen mit verstärkter Kraft wirken konnten, daß nur das geübte Auge sie wahrzunehmen vermag. Diese Umstände bedingen aber eben auch den eigenartigen Charakter des Berges, der ihn selbst von jenseits des Rheins wie einen Fremdling aus seiner Umgebung herausgehoben erscheinen läßt.

Der hier gemachte Versuch, die jetzige Gestaltung des *hohen Schwarzwaldes* als das Produkt der Wirkungen der einzelnen Phasen der letzten Eiszeit zu begreifen, gründet sich auf Beobachtungen, welche nur an einigen besonders auffälligen Punkten des Gebietes angestellt wurden: es bedarf wohl kaum des Hinweises darauf, daß erst eine systematische Durchforschung des ganzen hohen Schwarzwaldes, wie sie Aufgabe der geologischen Kartenaufnahme ist, endgültige Ergebnisse wird zeitigen können. Das gilt namentlich bezüglich der genauen Präzisierung der jüngsten Phasen und der schärferen Ermittlung der Höhe der Schneegrenze während aller Phasen. Nach den bisher gewonnenen Erfahrungen läßt sich aber schon jetzt mit Sicherheit voraussehen, daß es möglich sein wird, die einzelnen Phasen überall dort im Schwarzwalde zu verfolgen, wo sie der Höhe des Gebirges nach überhaupt noch entwickelt sein können. Es liegen ja auch schon aus anderen Teilen des Schwarzwaldes Beobachtungen vor, welche für eine ziemlich gleichmäßige Ausdehnung der eiszeitlichen Erscheinungen sprechen. So hat A. Sauer uns mit den Einzelheiten verschiedener Cirkusformen des mittleren *Schwarzwaldes* bekannt gemacht und hat ihre Entstehung auf glaciale Thätigkeit zurückführen können. Regelmann verdanken wir eine lehrreiche Darstellung der Karbildungen verschiedener Höhenlagen im nördlichen Teile des Gebirges und den ersten Versuch einer Gliederung derselben. Leider ist aber zur Zeit ein Vergleich der dort und hier gewonnenen Gliederung nicht angängig, weil ein sicherer Ausgangspunkt für die Bestimmung der äußersten Endmoränenphase der letzten Eiszeit, wie wir ihn in der Niederterrasse des *hohen Schwarzwaldes* ermittelt zu haben glauben, im Norden noch nicht gefunden ist. Die Höhe der Schneegrenze kann aber deshalb noch nicht als entscheidend für die Zugehörigkeit eines Kares oder einer Moräne zur letzten Eiszeit verwertet werden, weil sie in den verschiedenen Teilen des Gebirges und so auch im *hohen Schwarzwalde* noch genauer bestimmt werden muß, als das bis jetzt geschehen konnte. Wo aber das Merkmal der Niederterrassenaufschüttung aus irgend einem Grunde aussetzt, oder wo es nicht möglich ist, den Abschwemmungskegel einer Endmoräne im Schwarzwalde mit der alpinen Niederterrasse in direkte Beziehung zu setzen, da beginnen auch sofort die Zweifel über die Zugehörigkeit der betreffenden Bildung zur letzten Eiszeit. Hierfür zum Schluß nur ein Beispiel.

Der Unterlauf des Albthals bildet bekanntlich eine enge, romantische Schlucht, welche dadurch entstanden ist, daß der Fluß infolge des tieferen Einschneidens des Rheins ein stärkeres Gefälle erhielt und sich rasch in die Platte des südlichen *Schwarz-*

waldes einschneiden konnte. Fast auf der ganzen Strecke zwischen *Albbruck* und der Einmündung des *Ibachs* kommt der Charakter der normalen Erosionschlucht mit enger Thalföhle und schroff bis zur Höhe von 50—100 m aufsteigenden Wänden rein



Maasstab 1:12.500

Fig. 5. Kartenskizze der Umgegend von Tiefenstein im Albthale. Höhenkurven 10 m zu 10 m, punktiert; die vollen 100 m-Kurven stärker. Der Felsen der Rihburg ist durch Abschneiden einer früheren Flußschlinge entstanden. Die Ausweitung des Albthales bei Tiefenstein ist durch Auskolkung zweier Eisströme entstanden, die vom Nordwesten her aus dem Lochmühlenbach- und Schildbachthale herabkamen. Die Reste ihrer Endmoränen sind — durch Ringe ausgezeichnet — auf der linken Thalseite noch sichtbar.

zur Geltung. Jede erhebliche Verbreiterung des Thales läßt sich auf besondere Ursachen zurückführen. So erscheint z. B. der Felsen, welcher die Spuren der Ruine *Rihburg* trägt (Fig. 5), von der Wand des *Albthals* deutlich abgegliedert. Die StraÙe

benutzt die Thalausweitung im Süden des Felsens und die zwischen ihm und der Thalwand befindliche Depression. In diesem Falle ist die Ursache der Thalerweiterung und der Abschnürung eines Felsens in einem Vorgange zu suchen, der bei Flüssen von der Beschaffenheit der Alb nicht selten eintritt: eine Flußschlinge ist abgeschnitten und trocken gelegt worden, indem der Fluß, wahrscheinlich einer im Felsen vorhandenen Spalte folgend, einen kürzeren Weg einschlug. Eine andere Erweiterung findet sich nördlich von Schachen, das *Bühlmoos* (vergl. Blatt *Görzühl*). Sie erfordert eine ähnliche Erklärung. Das *Bühlmoos* ist ein Teil des früheren Alblaufes, welcher vom Flusse verlassen wurde, als das Bett noch ca. 90 m höher lag als jetzt, ein Gegenstück zum *Aitrachthale*. Das neugeformte Thalstück zwischen *Bühlmoos* und *Rickenbach* wird als solches leicht kenntlich an dem extrem schluchtartigen Charakter und an dem Fehlen irgend welcher seitlichen Zuflüsse auf der 2,5 km langen Strecke.

Eine dritte Thalerweiterung findet sich zwischen den beiden erwähnten bei *Tiefenstein* (Fig. 5, S. 224). Hier münden zwei kleinere Seitenbäche, der *Schildbach* und *Lochmühlenbach*, vereinigt in die Alb; von Osten her tritt der *Steinbach* hinzu. In dem Zusammentreffen dieser Zuflüsse kann aber die Ursache der auffallenden Thalerweiterungen des *Albthales* nicht wohl gesucht werden. Denn wir sehen an der Einmündung des viel wasserreicheren Ibachthales ins *Albthal* keinerlei derartige Erweiterung eintreten, sondern das Ibachthal zweigt sich einfach als kleinere Schlucht von der größeren ab. In der Konfiguration der Umgegend von *Tiefenstein* befremdet uns vor allem die breite, keffelartige Ausweitung im Norden des *Schlofsberges* und die breite, flache Scharte zwischen *Schlofsberg* und *Schanze*. Diese findet auf der anderen Seite des Thales ihre Fortsetzung in der Weitung, im Süden des *Steinbachs*, deren Umfang in gar keinem Verhältnis zu der wasserlosen Runfe steht, mit der sie oben endigt.

Alle diese Verhältnisse klären sich in sehr einfacher Weise auf, sobald wir uns davon überzeugt haben, daß es sich um Erzeugnisse der Gletschererosion handelt. Auf dem linken Ufer der *Alb*, von oberhalb des *Steinbachs* an bis zur *Albbrücke* bei *Tiefenstein*, finden sich Anhäufungen erratischer Blöcke in einer Höhe von etwa 20 m über dem Spiegel der Alb (Ringe der Kartenkizze Fig. 5). Sie sind wohl unterschieden von den durch Abwitterung des Granits entstandenen Blockmassen durch die Mischung verschiedenartigen Materials (Porphyry u. s. w.) einerseits, durch die gut abgeschliffenen Flächen der bis 8 cbm haltenden Blöcke andererseits. Wir haben hier offenbar die Reste einer Endmoräne vor uns, welche vom Westen herangebracht wurde, bevor die Alb sich auf die jetzige Tiefe eingeschnitten hatte. Die aus den Thälern des *Lochmühlenbachs* und des *Schildbaches* kommenden Gletscher fanden hier ihr Ende; sie häuften hier ihre Endmoränen an, welche später von der *Alb* zum großen Teile wieder entfernt wurden. Die Ausweitung im Norden, Westen und Süden des *Schlofsberges*, der breit ausgearbeitete Sattel zwischen *Schlofsberg* und *Schanze* sind das Werk glacialer Auskolkung; daher erscheinen sie fremdartig inmitten ihrer durch fließendes Wasser ausgestalteten Umgebung.

Schwierig aber ist die Frage zu beantworten, ob diese Glacialbildungen der letzten Eiszeit angehören oder nicht. Eine Terrassenauffchüttung, die an diese Endmoränen sich anschließt, ist nicht sichtbar. Ob die zerstreuten Geröllbildungen, welche sich im Süden von *Tiefenstein* bei *Schachen* und *Buch* in Höhen von 500 m und darüber vorfinden, als die Ueberreste derselben zu deuten sind, muß zunächst noch unentschieden bleiben. Eine Angliederung an die unmittelbar daneben vor-

kommenden alpinen Ablagerungen, deren Alter noch nicht genau bestimmt ist, läßt sich ohne eine eingehende Unterfuchung der ganzen Gegend nicht durchführen. Aus der Höhenlage des Gletscherendes in etwa 400 m Meereshöhe und der Durchschnittshöhe des Nährgebiets des Gletschers (700—800 m) ergibt sich eine Höhe der Schneegrenze von etwa 600 m. Das ist weniger, als man nach den Beobachtungen im *hohen Schwarzwalde* für die erste Phase der letzten Eiszeit erwarten sollte, zumal die Schneelinie hier im Süden eher höher gelegen haben müßte als im Norden.

So erwachsen der Glacialforschung mit jedem Fortschritte neue Probleme, deren Lösung sich um so schwieriger gestaltet, je weiter die fraglichen Bildungen zeitlich zurückliegen. Für das richtige Verständnis des Reliefs der tieferen Teile des Gebirges und seiner Vorberge, welches wir nach dem jetzigen Stand unserer Erfahrungen als gleichfalls durch die glaciale Thätigkeit während der früheren Vereisungen mit ausgestaltet zu betrachten haben, sind die Erfahrungen von grundlegender Bedeutung, welche wir an den verhältnismäßig frischen Zeugen der letzten Eiszeit sammeln können. Schon jetzt dürfen wir behaupten, daß viele auffallende Erscheinungen, wie das radiale Zusammenstoßen von Flüssen in Thalweitungen von ungewöhnlicher Breite — ich denke z. B. an die Gestaltung des oberen *Dreifamthals* — sich nur durch die Mitwirkung des Eises werden verstehen lassen. Mir persönlich ist es sogar wahrscheinlich, daß dem Relief unserer Gegenden wie demjenigen des mittleren Europas überhaupt durchweg eine glaciale Skulptur zu Grunde liegt, die nur, entsprechend ihrem höheren Alter, durch Verwitterung und Wassererosion stärker umgewandelt ist, als diejenige des *hohen Schwarzwaldes*.

Erklärung der Tafel.

Profil I. Verallgemeinerte Darstellung der Eisausdehnung, der Endmoränen-, Schotter- und Beckenbildung während der letzten Eiszeit.

Die Zahlen I—V bezeichnen die Lage der Endmoränen während der fünf Phasen. Die volle Linie soll die präglaciale Oberfläche andeuten bei einer angenommenen Höhe des Gebirges von nahezu 1600 m. Die einfach punktierte Linie stellt das Relief dar, welches durch die erste Phase geschaffen wurde, die zweifach punktierte Linie das durch die zweite Phase geschaffene u. f. w. Die punktierten Flächen bezeichnen die an die Endmoränen sich anschließenden Terrassenauffüllungen. Die angenäherte Höhe der Schneelinie ist für jede Phase durch s—s angedeutet. (Vgl. auch die Erläuterungen auf S. 198.)

Profil II. Dieses Profil soll die Verlegung der Wasserscheide im oberen *Höllenthal* zur letzten Eiszeit veranschaulichen. Die voll ausgezogene Linie gibt den jetzigen Thalweg, die gestrichelte den früheren wieder. G. A. stellt den aus dem *Alpersbachthale* vorgeschobenen Gletscher dar, welcher den früheren Abfluß des oberen Donauthals sperrte und gegen das *Höllenthal* zu zum Ueberfließen brachte. M. sind die Endmoränen der zweiten Phase der letzten Eiszeit auf der neu entstandenen Wasserscheide zwischen *Hinterzarten* und dem *Titzsee*.

Profil III soll die Entstehung der *Höllenschlucht* zur letzten Eiszeit erläutern. Die voll ausgezogene Linie w—w—w gibt den Verlauf des jetzigen Thalweges an, die Strichlinie W—W—W das Profil des Felsenriegels, wie er zur ersten Phase der letzten Eiszeit vor dem Gletscherende durch Austiefung der oberhalb befindlichen Strecke entstanden war. Die mutmaßliche Lage der jetzt verschwundenen Endmoränen und des Uebergangskegels sind darauf angedeutet.

Profil IV gibt das vorige Profil in seinen natürlichen Verhältnissen wieder. Der glaciale Thalweg ist schwarz gehalten, das vorglaciale Relief ist durch die Schraffierung gekennzeichnet.

