

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

I

L. inw.

~~370~~

302

istesswelt

G. Steinmann

Die Eiszeit
und der vorgeschichtliche Mensch

Dritte Auflage



B. G. Teubner Leipzig · Berlin

Die Sammlung

„Aus Natur und Geisteswelt“

nummehr über 800 Bände umfassend, bietet wirkliche „Einführungen“ in abgeschlossene Wissensgebiete für den Unterricht oder Selbstunterricht des Laien nach den heutigen methodischen Anforderungen und erfüllen so ein Bedürfnis, dem weder umfangreiche Enzyklopädien, noch skizzenhafte Abrisse entsprechen können. Die Bände wollen jedem geistig Mündigen die Möglichkeit schaffen, sich ohne besondere Vorkenntnisse an sicherster Quelle, wie sie die Darstellung durch berufene Vertreter der Wissenschaft bietet, über jedes Gebiet der Wissenschaft, Kunst und Technik zu unterrichten. Sie wollen ihn dabei zugleich unmittelbar im Beruf fördern, den Gesichtskreis erweiternd, die Einsicht in die Bedingungen der Berufsarbeit vertiefend.

Die Sammlung bietet aber auch dem Fachmann eine rasche zuverlässige Übersicht über die sich heute von Tag zu Tag weitenden Gebiete des geistigen Lebens in weitestem Umfang und vermag so vor allem auch dem immer stärker werdenden Bedürfnis des Forschers zu dienen, sich auf den Nachbargebieten auf dem laufenden zu erhalten. In den Dienst dieser Aufgaben haben sich darum auch in dankenswerter Weise von Anfang an die besten Namen gestellt, gern die Gelegenheit benutzend, sich an weiteste Kreise zu wenden.

So konnte der Sammlung auch der Erfolg nicht fehlen. Mehr als die Hälfte der Bände liegen bereits in 2. bis 8. Auflage vor; insgesamt hat die Sammlung bis jetzt eine Verbreitung von fast 5 Millionen Exemplaren gefunden.

Alles in allem sind die schmuken, gehaltvollen Bände besonders geeignet, die Freude am Buche zu wecken und daran zu gewöhnen, einen Betrag, den man für Erfüllung körperlicher Bedürfnisse nicht anzusehen pflegt, auch für die Befriedigung geistiger anzuwenden.

... illustrierten Bände

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000295957

Leipzig, im

Teubner

Bisher sind zur Kulturgeschichte erschienen:

Primitive Kultur und allgemeine Volkskunde.

Vorgeschichte Europas. Grundzüge der alteuropäischen Kulturentwicklung. Von Prof. Dr. H. Schmidt. I. Stein- u. Bronzezeit. Mit 8 Taf. u. 2 Zeitabellen. (571.) II. Eisenzeit. (572.)
Der Mensch der Urzeit. Vier Vorlesungen aus der Entwicklungsgeschichte des Menschen-geschlechts. Von Dr. A. Heilborn. 3. Aufl. Mit 47 Abbildungen. (Bd. 62.)
Die Eiszeit und der vorgeschichtliche Mensch. Von Geh. Degrat Prof. Dr. G. Steinmann. 3. Aufl. Mit 24 Abb. im Text und auf 8 Tafeln. (Bd. 302.)
Allgemeine Völkerkunde. 3 Bde. I. Feuer, Nahrungserwerb, Wohnung, Schmuck u. Kleidung. Von Dr. A. Heilborn. Mit 54 Abb. (Bd. 487.) II. Waffen u. Werkzeuge, Industrie, Handel u. Geld, Verkehrsmittel. Von Dr. A. Heilborn. Mit 51 Abb. (Bd. 488.) III. Die geistige Kultur der Naturvölker. 2. Aufl. Von Prof. Dr. K. Th. Preuß. Mit 9 Abb. (Bd. 452.)
Germanische Kultur in der Urzeit. Von Bibliotheksdirektor Professor Dr. G. Steinhäusen. 3. Auflage. Mit 13 Abbildungen. (Bd. 75.)

Antike Kultur.

Palästina und seine Kultur in 5 Jahrtausenden. Nach den neuesten Ausgrabungen und Forschungen dargestellt von Prof. Dr. P. Thomsen. 2., neubearb. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 260.)
Palästina und seine Geschichte. Sechs volkstümliche Vorträge. Von Prof. Dr. S. Freyher von Soden. 4. Aufl. Mit 1 Plan von Jerusalem und 3 Ansichten des Heiligen Landes. (Bd. 6.)
Antikes Leben nach den ägypt. Papyri. Von Geh. Hofrat Prof. Dr. J. Preisigke. 2. Aufl. Mit 1 Tafel. (Bd. 565.)
Das Griechentum in seiner geschichtlichen Entwicklung. Von Hofrat Professor Dr. A. v. Scala. Mit 46 Abbildungen. (Bd. 471.)
Kulturbilder aus griechischen Städten. Von Prof. Dr. E. Ziebarth. 3., umg. Auflage. Mit 21 Abbildungen im Text und auf 16 Tafeln. (Bd. 191.)
Die Religion der Griechen. Von Prof. Dr. E. Samter. 2. Aufl. Mit Bilderanhang. (Bd. 457.)
Pompeji, eine hellenistische Stadt in Italien. Von Geh. Hofrat Professor Dr. Fr. v. Duhn. 3. Aufl. Mit 62 Abb. im Text u. auf 1 Tafel, sowie 1 Plan. (Bd. 114.)
Das alte Rom. V. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. O. Richter. Mit Bilderanhang u. 4 Plänen. (Bd. 386.)
Geschichte der römischen Republik. Von Privatdozent Dr. A. Rosen berg. (Bd. 838.)
Soziale Kämpfe im alten Rom. Von Dr. E. Bloch. 4. Auflage. (Bd. 22.)
Antike Wirtschafts-geschichte. Von Dr. D. Neutath. 2. Aufl. (Bd. 258.)
Das Altertum, seine staatliche und geistige Entwicklung und deren Nachwirkungen. Von Studentent Dr. H. Preller. (Bd. 642.)
Das Altertum im Leben der Gegenwart. Von Prov.-Schulrat und Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. P. Cauer. 2. Aufl. (Bd. 356.)

Kultur des Mittelalters.

Mittelalterliche Kulturideale. Von Professor Dr. B. Vedel. 2 Bände. I. Bd.: Heldenleben. (Bd. 292.) II. Bd.: Ritterromantik. (Bd. 293.)
Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter. Von Geh. Reg.-Rat Ober-Schulrat Professor Dr. V. Heil. 4. Auflage. (Bd. 49.)
Der Zug nach dem Osten. Die kolonialisatorische Großtat des deutschen Volkes im Mittelalter. Von Geh. Hofrat Prof. Dr. K. Hampe. (Bd. 791.)

Deutsche Kulturgeschichte und Volkskunde.

Deutschtum und Antike in ihrer Verknüpfung. Ein Überblick. Von Oberstudentent Konrektor Prof. Dr. E. Stempinger u. Oberstudentent Dr. H. Lamer. Mit 1 Taf. (Bd. 689.)
Deutsche Volkskunde im Grundriß. Von Prof. Dr. K. Neuschel. I. Allgemeines, Sprache u. Volksbildung. Mit 3 Fig. (644.) II. Sitte, Brauch u. Volks-glaube. Sachl. Volkskunde. (645.)
Die dtsch. Volksstämme u. Landschaften. Von Geh. Studentent Prof. Dr. D. Weise. 5., völlig umgearb. Aufl. Mit 30 Abb. i. L. u. a. 20 Taf. u. einer Dialektkarte Deutschlands. (16.) Heimatpflege. (Denkmalpflege und Heimatshut.) Ihre Aufgaben, Organisation und Befehdung. Von Dr. S. Hartmann. (Bd. 756.)
Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses. Von Baudirektor Dr.-Ing. Ehr. Kanak. 3. Auflage. Mit 73 Abbildungen. (Bd. 121.)
Das deutsche Dorf. Von Prof. Dr. A. Mielke. 3. Aufl. Mit 51 Abbildungen. (Bd. 192.)
Deutsche Volkstrachten. Von Pfarrer K. Spieß. Mit 11 Abbildungen. (Bd. 342.)
Deutsche feste u. Volksbräuche. V. Prof. Dr. E. Fehle. 2. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 518.)
Das deutsche Volkslied. Von Studentent Dr. J. W. Bruinier. 6. Auflage. (Bd. 7.)
Die deutsche Volks-sage. Über-sichtlich dargestellt von Dr. D. Bödel. 3. Auflage. (Bd. 262.)
Das deutsche Volks-märchen. Von Pfarrer K. Spieß. 2. Aufl. (Bd. 587.)
Die deutschen Personennamen. V. Geh. Studentent Dir. A. Bähnisch. 3. Aufl. (Bd. 296.)
Familienforschung. Von Dr. E. Devrient. 2. Aufl. Mit 6 Abb. im Text. (Bd. 350.)

Politische Kultur.

- Weltgeschichtliche Entwicklungslinien vom 19. bis zum 20. Jahrhundert in Kultur und Politik. Von Studentat Dr. H. Preller. (Bd. 734.)
Vom deutschen Volk zum deutschen Staat. Eine Geschichte des deutschen Nationalbewusstseins. Von Professor Dr. P. Joachimsen. 2. veränderte Aufl. (Bd. 511.)
Politische Geographie. Von Prof. Dr. W. Vogel. Mit 12 Abb. 1. Text. (Bd. 694.)
Das Deutschtum im Ausland vor dem Weltkriege. Von Prof. Dr. K. Soeniger. 2. Aufl. (Bd. 402.)
Die großen Sozialisten. Von Dr. Fr. Müllers. 4. Aufl. 2 Bde. I. Owen, Fourier, Proudhon. II. Saint-Simon, Pécqueur, Buchez, Blanc, Robbertus, Weitling, Marx, Lassalle. (Bd. 269/70.)
Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von G. Maier. 9. Auflage. (Bd. 2.)
Staat und Kirche in ihrem gegenseitigen Verhältnis seit der Reformation. Von Pfarrer Dr. phil. A. Pfannuche. (Bd. 485.)
Kulturgeschichte des Krieges. Von Prof. Dr. K. Weule, Geh. Hofrat Prof. Dr. E. Bethge, Prof. Dr. B. Schmiedler, Prof. Dr. A. Doren, Prof. Dr. P. Herre. (Bd. 561.)
Große Feldherren. Von Major J. E. Endres. I. Vom Altertum bis zum Tode Gustav Adolfs. Mit Karten. II. Von Turenne bis Hindenburg. Mit 1 Titelbild u. Karten. (687/88.)

Wirtschaftliche Kultur.

- Deutsches Wirtschaftsleben. Auf geographischer Grundlage geschildert. Von Prof. Dr. Chr. Gruber. Neubearbeitet von Dr. H. Reinlein. 4. Auflage. (Bd. 42.)
Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im letzten Jahrhundert. Von Geh. Neg.-Mat Professor Dr. E. Vohle. 5. Auflage. (Bd. 57.)
Geschichte d. Welthandels. Von Oberstud.-Dir. Prof. Dr. M. G. Schmidt. 4. Aufl. (116.)
Geschichte des deutschen Handels seit dem Ausgang des Mittelalters. Von Dir. Prof. Dr. W. Langenbeck. 2. Aufl. (Bd. 237.)
Das deutsche Handwerk in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Von Geh. Schultat Dir. Dr. E. Otto. 5. Auflage. Mit 29 Abbildungen auf 8 Tafeln. (Bd. 14.)
Geschichte des deutschen Bauernstandes. Von Prof. Dr. H. Gerdes. 2., verb. Aufl. Mit 22 Abbildungen. (Bd. 320.)
Grundriß der Münzkunde. 2. Aufl. Bd. I: Die Münze nach Wesen, Gebrauch u. Bedeutung. Von Hofrat Prof. Dr. A. Eusebius v. Ebengreuth. Mit 56 Abb. im Text. (Bd. 91.)
Bd. II: Die Münze in ihrer geschichtlichen Entwicklung vom Altertum bis zur Gegenwart. Von Prof. Dr. H. Buchenau. (Bd. 657.)

Geistige Kultur.

- Mythik in Heidentum und Christentum. Von Prof. Dr. Edv. Lehmann. Vom Verfasser durchgesehene Überlebung von Anna Grundtvig geb. Quittenbaum. 2. Aufl. (Bd. 217.)
Oekultismus, Spiritismus und unterbewusste Seelenzustände. Von Dr. A. Baerwald. (Bd. 560.)
Theosophie und Anthroposophie. Von Prof. D. W. Bruhn. (Bd. 775.)
Das deutsche Bildungswesen in seiner geschichtlichen Entwicklung. Von Prof. Dr. Fr. Paulsen. 5. Aufl. 2 Bde. I. Von den Anfängen bis zur Reichsgründung 1871. Hrsg. von Stadtrat Prof. Dr. J. Ziehen. *II. Von der Reichsgründung 1871 bis zur Gegenwart. Hrsg. von Studentat Dr. F. Behrend. (Bd. 99/100.)
Das deutsche Studententum von seinen Anfängen bis zur Gegenwart. Von Dr. W. Bruchmüller. (Bd. 477.)
Der Leipziger Student v. 1409 bis 1909. Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)
Deutsches Frauenleben im Wandel der Jahrhunderte. Von Geh. Schultat Dir. Dr. Ed. Otto. 3. Aufl. Mit 12 Abb. im Text. (Bd. 45.)
Die deutsche Frauenbewegung. Von Dr. Marie Vernaß. (Bd. 761.)
Gesellschaft und Geselligkeit in Vergangenheit und Gegenwart. Von Susanne Trautwein. (Bd. 706.)
Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Geh. Studentat Professor Dr. D. Weise. 4. Auflage. Mit 28 Abbildungen. (Bd. 4.)
Das Zeitungswesen. Von Dr. H. Diez. 2., durchgesehene Aufl. (Bd. 320.)
Das Theater. Vom Altertum bis zur Gegenwart. Von Prof. Dr. Eht. Saehde. 3. Aufl. Mit 17 Abbildungen. (Bd. 230.)
Der Schauspieler. Von Prof. Dr. Ferd. Gregori. (Bd. 692.)

Die mit * bezeichneten und weitere Bände befinden sich in Vorbereitung.

340

Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

302. Band

Die Eiszeit

und der vorgeschichtliche Mensch

Von

Dr. G. Steinmann

Professor der Geologie und Paläontologie
an der Universität Bonn
Geh. Vortrag

Dritte Auflage

Mit 24 Abbildungen im Text
und auf 8 Tafeln



Wd 53
Bz/3
b2.

Verlag und Druck von V. G. Teubner in Leipzig und Berlin 1924

Photomechanisches Gummidruckverfahren der Druckerei V. G. Teubner, Leipzig



~~I 370~~

I 301489

Schutzformel für die Vereinigten Staaten von Amerika:
Copyright 1924 by B. G. Teubner in Leipzig.

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten.

Akc. Nr. 3715/50

BPK - B - G3 / 2017

Dorwort zur ersten Auflage.

Der wesentliche Inhalt dieser Schrift bildete den Gegenstand von Vorträgen, die ich im September 1904 bei den Hochschulserialekursen in Salzburg gehalten habe und die im Jahrgang 1906 des Wissens für Alle (Wien) erschienen sind. Die gewaltigen Fortschritte, die gerade die Urgeschichte seit jener Zeit gemacht hat, erforderten jedoch eine erhebliche Umarbeit der Abschnitte über den vorgeschichtlichen Menschen.

Der beschränkte Raum gestattete leider nicht, den Text so reichlich mit Abbildungen zu illustrieren, wie das bei den Vorträgen mit Hilfe von Lichtbildern möglich war. Ich habe daher nur diejenigen Abschnitte durch Bilder erläutert, die es am meisten bedürfen, um verständlich zu sein, und die zugleich grundlegende Fragen behandeln.

Bei der Darstellung eines so umfangreichen Stoffes auf knappem Raume fällt die Auswahl des Stoffes besonders schwer. Ich habe dasjenige herausgesucht, was mir am bedeutungsvollsten für das allgemeine Wissen erschien. Eine ausführliche Behandlung mancher schwierigen und noch strittigen Punkte blieb dabei naturgemäß ausgeschlossen.

Bonn, Ende Juli 1909.

G. Steinmann.

Dorwort zur dritten Auflage.

In dieser Auflage sind nur einige Druckfehler verbessert worden, die der zweiten anhafteten.

Bonn, Ende März 1922.

G. Steinmann.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
1. Zur Einführung	1
2. Die Diluvial- oder Eiszeit	6
3. Die Wirkungen des Eises	14
4. Das Glazialrelief	20
5. Die Moränen	35
6. Die Wirkung der Schmelzwasser	42
7. Die Verlegung der Flußläufe	46
8. Löß und Lehm	48
9. Glaziale Kreisläufe	56
10. Die Tier- und Pflanzenwelt der Diluvialzeit	72
11. Der vorgeschichtliche Mensch	74
12. Das Alter des Menschengeschlechts	86
13. Der Einfluß des Menschen auf die Natur	88
14. Rückblick	96

1. Zur Einführung.

Soweit geschichtliche Überlieferung zurückreicht, sehen wir den Menschen unter wesentlich gleichen natürlichen Bedingungen, unter dem gleichen Himmel sein Dasein fristen. Wohl ist er vielfach Zeuge von örtlichen Katastrophen verschiedener Art gewesen, von Sturmfluten und weitdeckenden Überschwemmungen, von vulkanischen Ausbrüchen und Erdbeben; und wo diese ihm beängstigend vor Augen getreten sind oder ihn selbst in Mitleidenschaft gezogen haben, da haben sie sich tief in das Gedächtnis des Geschlechts eingegraben und zu Mythen von Weltuntergang und Menschheitsvernichtung verdichtet. Aber von den dauernden oder tiefgreifenden Veränderungen, wie sie uns die Erdgeschichte lehrt, von beträchtlichen Veränderungen der Festlandsumrisse oder von größeren Schwankungen des Klimas berichtet uns die Weltgeschichte nichts. Hier und da hat vielleicht eine geringe Abnahme der Niederschläge die Kulturfähigkeit eines Gebietes etwas eingeschränkt oder eine schwache Abnahme der Sommerwärme das Anbaugebiet einer Kulturpflanze eingeengt, aber im wesentlichen sind die Kulturstätten der ältesten Zeiten bis heute geblieben, was sie waren, soweit nicht Zerstörung oder Vernachlässigung sie in Schutt und Staub haben versinken lassen.

Dennoch gelangt in diesem scheinbaren Gleichgewichte der Daseinsbedingungen nicht die Beständigkeit der irdischen Verhältnisse zum Ausdruck, sondern nur die Kürze des Zeitraums, auf den die Geschichte zurückblicken kann. Sie erscheint eben nur wie ein Wassertropfen, wenn wir die Vorgeschichte des Menschen einem See, die Gesamtgeschichte der Erde dem Weltmeere gleich sehen.

In unendlicher Weite eröffnet sich uns der vorgeschichtliche Zeitraum, sobald wir versuchen, den Vorhang zu heben, der sich hinter den ältesten historischen Dokumenten ausbreitet. Kein geschriebenes Wort berichtet uns mehr von den Menschen und den

Vorgängen früherer Zeiten. Nur aus ihrem unverweslichen Nachlasse, aus ihren steinernen, knöchernen oder metallenen Geräten und Waffen, aus den Abfallhaufen, die von ihren Mahlzeiten zurückgeblieben sind, entnehmen wir, daß und wo sie gelebt, wovon sie sich genährt und was sie getrieben haben. Aus ihren Stelletresten aber vermögen wir uns ein Bild ihrer physischen Beschaffenheit zu machen. Zugleich beginnt das absolute Zeitmaß, nach dem wir in der Weltgeschichte die Ereignisse einzuordnen gewohnt sind, zu schwinden. Jahrzehnte oder Jahrhunderte schrumpfen zu einem Augenblick zusammen, denn unsere Schätzungen schwanken bald um Jahrtausende, ja um Zehntausende von Jahren. Aber immer noch sehen wir den Menschen, wenigstens ein aufrecht gehendes Wesen, das sich von der Tierwelt bestimmt unterscheidet, da es sich von den natürlichen Bedingungen bis zu einem gewissen Grade unabhängig gemacht hat und die Naturerzeugnisse als Werkzeuge systematisch zu seinem Bestehen und Fortkommen verwertet.

So verlieren sich diese ältesten undeutlichen Spuren des Menschen weit zurück in dem Einerlei erdgeschichtlicher Vorgänge. Und was wir Erdgeschichte nennen, setzt sich zusammen aus einer schier endlosen Wiederholung einförmiger Geschehnisse, wobei nur wenig Raum für ungewöhnliche Ereignisse bleibt. Je mehr wir die Einzelheiten der Erdgeschichte aufdecken, um so deutlicher treten das Einerlei und die Gesetzmäßigkeiten aller Vorgänge zutage. Bis zurück in die entfernteste Vorzeit, wo auch für das Auge des Forschers die bis dahin klaren Vorgänge in einem undurchdringlichen Dunkel verfließen, verfolgen wir vor allem den ununterbrochenen Wechsel im Umriß der Festländer und Meere, in ihren Höhen und Tiefen. Der leicht bewegliche Wasserkörper, der wie auch heute so schon lange den größten Teil der Erdoberfläche bedeckt hat, ist es, an dem wir alle diese Veränderungen am deutlichsten erkennen. Wo Festländer sich tief genug senken, werden sie von ihm überflutet, und auf der früheren Feste lagern sich Sand und Schlamm mit den Schalen von Meerestieren ab. Wo der Meeresboden sich hoch genug hebt oder aufwölbt, weicht das Wasser zurück, und auf dem neu erstandenen Festlande werden Täler ausgewaschen, und Pflanzen und Tiere siedeln sich darauf an. Ununterbrochen wie die Atemzüge eines Riesen, aber

unstet über die Erde hingleitend wie das Farbenspiel eines Chamaëons vollziehen sich diese Niveau schwankungen im Laufe der Erdgeschichte, und im Vergleich zu diesem grundlegenden Vorgange erscheinen die meisten übrigen entweder nur als nebensächliche Geschehnisse oder als notwendige Folgen. In langen, gebogenen Zonen steigen Kettengebirge aus den Tiefen der Weltmeere auf und erheben sich zu Höhen, die hinter den größten Meerestiefen nicht zurückbleiben. Der irdische Schmelzfluß ergießt sich in diese Aufbiegungen, füllt in größerer Tiefe weite Becken, dringt in Höhlungen und in ungezählten kleineren Spalten gegen die Oberfläche; hier fließt er ruhig aus, dort durchschlägt er eigenmächtig die dünne Hülle und offenbart sich in sprühenden Vulkanbergen. Wo diese Vorgänge Platz greifen — es ist vielerorts und zu allen Zeiten geschehen — wiederholt sich immer wieder im Grunde das gleiche Bild. Den Forscher fesseln zwar die schillernden Einzelheiten nicht minder als die Wesensgleichheit der Erscheinung, die ihn trotz Wechsel von Ort und Zeit das Gesekmäßige daran erkennen läßt, aber gegenüber den beständigen Schwankungen der Felsen und dem Hin- und Herwogen der Meere sind es doch nur örtlich und zeitlich beschränkte Begebenheiten, die die hohen Gebirgszüge und die Vulkanberge haben entstehen lassen.

Diesen vom Erdinnern gegen die Oberfläche gerichteten Wirkungen stehen andere von ähnlich allgemeiner und weittragender Bedeutung gegenüber, deren Quelle außerhalb der Erde in der zugestrahlten Sonnenwärme liegt und deren Schauplatz daher wesentlich auf die Oberfläche beschränkt ist. Im ewigen Kreislauf des Wassers, der auf ständiger Verdunstung durch die zugeführte Wärme und ständiger Verdichtung durch Abkühlung beruht, liegt die nie rastende Ursache für eine andauernde Änderung in der Höhe und Oberflächengestaltung der Festländer sowie in der Tiefe der Meere. Der fallende Tropfen höhlt den Stein, löst von seinem Stoffe, was gelöst werden kann, und lockert ihn zu Grus. Diesen schwemmt das Wasser fort und führt ihn in zahllosen Rinnsalen, in Bächen und Flüssen den Niederungen und schließlich dem Meere zu. Hier ist das gemeinsame Sammelbecken, auf dessen Boden sich alles, was den Festländern genommen wird, niedersenkt, gleichgültig, ob es wie Salz im Wasser gelöst war oder ob es als Sand oder Trübe vom Wasser

fortgeschafft wurde. So füllen sich die Meeresbecken in dem Maße, als die Höhen der Festländer durch die Verwitterung, durch die Wirkung von Regen, Eis oder Wind erniedrigt werden; und je höher und schneller die Festländer emporsteigen, um so rascher und gründlicher verfallen sie der Abtragung und Zerstörung.

Auf diesem ewig fließenden und schwankenden Untergrunde, mit seinem einförmigen, aber doch immer von Ort zu Ort sich verschiebenden Wechsel hat sich jederzeit das Leben bewegt. Seine ersten Anfänge bleiben zwar im Dunkel der Urzeit verborgen, und was wir darüber zu wissen glauben, ist nur ein trübes Spiegelbild, von späteren, helleren Zeiten zurückgeworfen. Dabei ist aber die Mannigfaltigkeit der Lebensformen im Grunde schon gegeben, wo wir sie zum erstenmal überblicken. Versuchen wir ihr Wachsen und ihren Wandel durch die unmeßbaren Zeiträume zu verfolgen, so stört der ewige Wechsel des Schauplatzes, wie ihn die Wandlungen des Erdkörpers bedingen. Ist der Schauplatz für die Geschichte eines Volkes bis zur Neuzeit fast immer beschränkt, sei es auf einen „Erdteil“, oder doch auf ein Gebiet mit natürlichen Schranken, wie Orient—Ozident, so gehört den Tieren und Pflanzen der Vorzeit zumeist die ganze Erde. Was heute den großen Ozean bevölkert, siedelt sich morgen in den Meeren Europas an, entfaltet hier für kurze Zeit seine Blüte, um bald darauf einem anderen Meere zuzuwandern. Eine Pflanzenwelt, die den Ländern jenseits des Äquators entstammt, erobert sich im Laufe kurzer Zeit den ganzen Norden; fremd erscheint sie in dem neuen Lande, dessen frühere Bewohner zum Teil zurückbleiben, zum Teil auswandern und einen anderen Erdteil bevölkern. So verschiebt sich kaleidoskopartig das Bild, wo der Blick auf einer Stelle haften bleibt; einem Potpourri gleich wechseln die Leitmotive der Bruchstücke, die scheinbar geselos hintereinander aufgereiht erscheinen. Nur weltumspannende Forschung vermag hier die Zusammenhänge aufzudecken, die Fäden zusammenzuknüpfen aus den vielen zerrissenen und verzettelten Enden. Aber wo wir einen Lebensfaden, wenn auch noch unvollkommen, verknüpft zu haben glauben, da mag es uns dünken, als gleiche die geschichtliche Entwicklung eines organischen Wesens doch nur dem Sandkorn, das durch Wetter und Regen aus dem Granitfels herausgelöst, bald vom Winde erfaßt und durch die Lüfte fortgetragen, jetzt als Flug-

staub verfrachtet und dem fernen Weltmeere zugeführt, hier mit feinesgleichen zu Sand vereint dem Blick entzogen wird, bis der Sandstein wieder als Fels emportauht aus dem Meere und das Spiel von neuem beginnt. Hier wie dort wechseln Ort und Form der Erscheinung, das Wesen bleibt. Kein Wunder, daß das Geschichtsbuch des Lebens, dessen Blätter so oft zerrissen und zerstreut sind, heute noch nicht allen den gleichen Sinn enthüllt. Wie aus dem Buche der Menschheit zwei Lesarten entspringen, wie der Blick des einen mehr an den eindrucksvollen Vorgängen des äußerlichen Geschehens haften bleibt, der andere den verschleierte Zusammenhang zu erfassen sich müht, der hinter und unter der Erscheinungen Flucht sich versteckt, so gilt auch heute vielen das anscheinend schwer faßbare Versinken und Auftauchen der Tier- und Pflanzengeschlechter als das wahre Wesen des ganzen Vorganges, während andere dahinter die Fäden des Lebens fortlaufen zu sehen vermeinen.

Je näher wir im Verfolg des erdgeschichtlichen Wechsels der Gegenwart kommen, desto deutlicher und durchsichtiger werden die Wandlungen, die sich auf den Festländern vollziehen, während die jüngste Vergangenheit der Meere durch das heutige Weltmeer selbst fast gänzlich verhüllt wird. Mit wachsender Umrißscharfe treten die heutigen Landmassen heraus, und die Tiere und Pflanzen, die sie bevölkern, erweisen sich immer deutlicher als die Vorstufen der heutigen Geschöpfe. Schrittweise verfolgen wir jetzt, wie manche markante Gestalten der heutigen Schöpfung allmählich heranwachsen, wie unsere großen Landtiere aus ähnlich gearteten aber noch weniger entwickelten Vorfahren allmählich entstehen, und wie sich die heutige Verteilung der Tier- und Pflanzengeschlechter unter mannigfachen Veränderungen, Entmischungen und Vermischungen anbahnt. Schließlich ist ein Zustand erreicht, der vom heutigen nur wenig verschieden, sich als natürliches Ergebnis der früheren Wandlungen darstellt, aufs innigste mit der Vorzeit, aber ebenso enge mit der Gegenwart verknüpft erscheint. Und doch hat man stets den Zeitraum, der sich zwischen die historische Periode und die zurückliegende, noch vielfach fremdartige Tertiärzeit einschleibt, scharf von beiden unterschieden als Diluvialzeit oder Quartärzeit. Was bietet uns diese denn an Eigenartigem, an Ungewöhnlichem dar?

2. Die Diluvial- oder Eiszeit.

Halten wir uns gegenwärtig, daß der Grundzug aller Veränderungen auf unserem Planeten, auch der seiner Bewohner, in dem unaufhörlichen Wechsel zwischen Landfeste und Weltmeer beruht. Was sich in älteren Zeiten auf den Festländern ereignete und in schwer verwischbarer, unverwesbarer, steinerner Form ausgestaltet worden ist, der Verlauf der Gebirge und Täler, die Anhäufungen von Geröll und Sand in den Tälern und Niederungen, der Absatz von Sand und Schlamm in den Seen, samt den unverweslichen Resten früherer Wesen: es wurde zumeist von den immer wiederkehrenden „Sintfluten“ des Meeres verschlungen und bis auf dürftige Überbleibsel zerstört. Ein vollständiger und klarer Einblick in die Festlandsbildungen früherer Zeiten ist somit nur dort zu erwarten, wo die nivellierende und zerstörende Tätigkeit der Meeresfluten nicht mehr Platz gegriffen hat, d. h. auf den Landoberflächen der jüngsten Vergangenheit. Denn je weiter wir zurückgehen, um so enger wird das Gebiet der Landflächen, die nicht mehr vom Meer berührt worden sind. Daraus erklärt sich, daß die Diluvialzeit einen Vorzug vor früheren Zeiten beanspruchen kann. Allein wie es kommt, daß dieser Zeitraum, trotz inniger Verknüpfung aller Vorgänge, sowohl gegen früher als gegen heute doch recht scharf abgegrenzt erscheint, begreifen wir daraus nicht. Hierfür kommt noch ein weiterer, ungewöhnlicher Umstand in Betracht.

Darf es schon als eine schwierige und mühselige Aufgabe gelten, die ungezählten Wanderungen, Vermischungen und Entmischungen der Tier- und Pflanzengesellschaften in früheren Zeiten festzustellen, so erwachsen begreiflicherweise noch viel größere Hindernisse, wenn es gilt, den Ursachen dieser Vorgänge nachzuspüren. Außer den Niveauschwankungen, die wir unausgesetzt an der Arbeit sehen, haben zweifellos auch klimatische Änderungen eine wichtige Rolle dabei gespielt. Wir kennen bis jetzt noch nicht das Gesetz, nach dem sich das Klima im Laufe der Zeit verändert hat oder noch verändert. Nur durch Beobachtung haben wir bis jetzt festgestellt, daß mehrfach im Laufe der Erdgeschichte außergewöhnliche Änderungen in den Temperaturverhältnissen und in der Menge der Niederschläge eingetreten sind. Eine solche ungewöhn-

lich fühle, niederschlagsreiche Periode liegt weit zurück, sie fällt an den Schluß der sog. Steinkohlenzeit oder an den Beginn der Permzeit, d. h. in eine Zeit, wo noch kein Säugetier, kein Vogel, kein Schmetterling die Erde belebte. Wir wissen von ihr nicht viel mehr, als daß sie bestanden und daß sie sich besonders auf den Ländern geltend gemacht hat, die den Indischen Ozean umranden. Aber die Einzelheiten des Vorganges sind erst andeutungsweise aufgedeckt und werden voraussichtlich kaum jemals genau ermittelt werden. Denn das Geschehnis liegt zu weit zurück, und seine Spuren sind stark verwischt. Eine Zeitlang kannte man außer der diluvialen Eiszeit nur diese permische, jetzt aber hat man deutliche Spuren von verschiedenen noch älteren Eiszeiten entdeckt, und daraus folgt, daß wir in den Eiszeiten keineswegs außergewöhnliche Ereignisse zu erblicken haben, sondern solche, die häufiger im Laufe der Erdgeschichte eingetreten sind. Diejenige Eiszeit, von der wir sicherere Kenntnis besitzen, fällt nun aber eben in die Diluvialzeit; sie umfaßt diesen ganzen Zeitraum unter mannigfaltigem Wechsel der Verhältnisse, und ihr verdankt auch dieser Zeitabschnitt seinen Namen. Denn die allgemein verbreiteten Bildungen lockerer Gesteinsmassen auf den Festländern, die diese Periode auszeichnen, und die eben jetzt als die notwendigen Erzeugnisse langsamer klimatischer Wechsel der Diluvialzeit erkannt sind, wurden ehemals, als noch der Nebel fremdländischer Mythie den wissenschaftlichen Blick verschleierte, für die Folgen der „großen Sintflut“ gehalten. Lieferten doch auch anscheinend die Knochen großer ausgestorbener Landtiere innerhalb der diluvialen Gesteinsmassen den Beweis, daß eine vorsintflutliche Tierwelt bei dem großen Ereignis vernichtet worden sei.

Was nun zur Diluvialzeit durch Wirkung von Wasser, Schnee, Eis und Wind auf den Landoberflächen geschaffen worden ist, steht heute vielfach noch deutlich vor unseren Augen und bildet wesentlich mit die Grundlagen für den Bestand der Kultur. Auf Schritt und Tritt kommen wir damit in Berührung. Wenn der Großstädter heute am Strande der Ostsee seine sommerliche Erholung sucht, so drängt sich ihm wohl die Frage auf, warum hier ein flaches Binnenmeer von halbmondförmiger Gestalt besteht, warum es im Norden eine felsige Steilküste bespült, während doch der deutsche Badestrand fast nur von Sand- und Geröllmassen gebildet wird;

oder woher es kommt, daß man vom Grunde dieses Meeres große Blöcke von Granit als wertvollen Baustein heraufholen kann, wo doch dieser Stein an unserer Ostseeküste nirgends anstehend getroffen wird. Oder er wendet seine Schritte dem Hochgebirge zu und steht entzückt vor der Großartigkeit und Mannigfaltigkeit der alpinen Landschaft. Sie zeigt ihm steile und schroffe Talwände und Wasserfälle, die sich darüber hinabstürzen, tiefgründige Seen am Rande des Gebirges von einfachem Umriß und anmutig hügeliger Umgebung, oder dunkle Gebirgsseen von zackigem Umriß und mit dräuender Felsumsäumung. Sieht er in der Natur nicht nur Wasser und Fels und Wiese in gefeglosem Wechsel aneinandergereiht, unternimmt er es vielmehr, wie der Kunstverständige hinter den Formen und der Farbe des Gemäldes auch die Stimmung oder die Idee des Künstlers zu entdecken sucht, so den Gesetzen und Kräften nachzuspüren, die diese eindrucksvollen Bilder geschaffen haben, so wird ihm hier wie bei seinen Fragen an der Ostsee Antwort allein aus der Kenntnis von den Vorgängen der Diluvialzeit. Er muß sich zurückversetzen in die diluviale Eiszeit, als sich von den Höhen der Gebirge mächtige Eisströme niedersenkten und in den Tälern verschmolzen, die Tallehnen zu jähem Abstürzen umschufen, an den Stellen ihrer größten Kraftentfaltung tiefe Becken im Fels ausbohrten und beim Abschmelzen gewaltige Gesteinsbrocken als „Irblöcke“ fernab von ihrer Heimat liegen ließen.

Wenn der Volkswirtschaftler sich Rechenschaft darüber ablegen will, weshalb in den gemäßigten Regionen verschiedener Erdteile ein feinerdiger, tiefgründiger und fruchtbarer Lehmboden den Felsuntergrund weithin überdeckt und eine ungewöhnlich reiche Menge von Korn und anderen Früchten erzeugt, während ein solcher Kornboden an zahlreichen anderen Stellen von ähnlicher Beschaffenheit der Oberfläche und mit ähnlichen klimatischen Bedingungen fehlt, so belehren ihn allein die Vorgänge der Diluvialzeit über die Gesetzmäßigkeiten, welche diesem Zusammentreffen zugrunde liegen. Oder fragen wir, wie es kommt, daß bestimmte, hervorstechende Ausgestaltungen der Oberfläche, zum Beispiel die steilwandigen Fjorde und Fjordtäler Scandinaviens, in weit entlegenen Gegenden, in Alaska, Patagonien, Neuseeland usw., gleichgeformt wiederkehren, so daß nur die Verschie-

denheit der Pflanzenwelt und der Bewohner als kennzeichnende Unterschiede zwischen ihnen hervortreten, — nur ein Eindringen in die Geschichte der Diluvialzeit kann uns darüber Auskunft geben.

So verknüpfen uns Beziehungen mannigfacher Art, wissenschaftliche, wirtschaftliche und gefühlsmäßige, aufs engste mit der jüngsten Vorzeit; überall, besonders aber in den gemäßigten Klimaten, wo die Kultur ihre kräftigsten Wurzeln getrieben hat, gewinnt die Gegenwart engste Fühlung mit der letzten Vergangenheit und wird nur aus ihr begreifbar.

Wenn wir statt der wissenschaftlich gebräuchlichen Bezeichnung Diluvialzeit in allgemein verständlichem Sinne von der Eiszeit sprechen, so stellen wir damit das sinnfälligste, aber keineswegs das einzige Merkmal dieser Periode in den Vordergrund. Ein Sinken der Temperatur, wahrscheinlich auch verbunden mit einer erheblichen Vermehrung der Niederschläge, hat während der Diluvialzeit zu wiederholten Malen eingesetzt und die Grenzen ewigen Eises und Schnees überall ausgeweitet und tief hinabgedrückt, die weiten Tiefländer von Moskau bis zur Nordsee mit Eisguß zugedeckt, die Reize der Alpenkette und ihres Vorlandes mit einem einförmigen, alles Leben erstickenden Eismantel umkleidet. Tier- und Pflanzenwelt mußten dem erkältenden Strome weichen; immer wieder erobern sie die früheren Wohnsitze, wenn die Eisdecke weicht, aufs neue werden sie wärmeren Gebieten zugedrängt, wenn sie wieder vorrückt. Und inmitten dieses Ringens zwischen dem lebentötenden Element und der stets neu vordrängenden Lebenskraft erblicken wir deutlich den Menschen; nicht den Kulturmenschen, der alle Schätze und Kräfte der Natur in seinen Dienst zwingt, sich seinen Fortbestand durch planvolle Nutzung von Tier und Pflanze, Erz und Stein sichert, der Naturmensch ist es. Sein Dasein ist untrennbar verknüpft mit den Herden von Pferden, Mammut und Renttieren, denen er folgt wie sein Jagdgenosse, der Löwe, heute vielleicht schwelgend im Überfluß der Beute, morgen darabend, wenn das Jagdglück abhold. Gegen Unbill des Klimas nur mangelhaft geschützt, nach Art des Raubzeugs sich vor dem Unwetter in Felshöhlen verkriechend, dünkt er uns fast nur wie ein Glied der Tierwelt dieser Zeit, wenn nicht sein überlegenes Hirn ihm Werkzeuge, Waffen, Feuer und Klei-

dung zugeführt und seine Tätigkeit zur planmäßigen Jagd gestaltet hätte. Sein Dasein baut sich allein auf dem Jagdtier auf, und mit diesem wird er von jedem Wechsel des Klimas hin- und hergeworfen, wie der Kiesel von der Woge. Ungleich dem Naturjäger von heute, der kaum von der Kultur berührt, auch schon von ihr versengt ist, der eben nur als fertiges und unveränderliches Wesen vor unserem Auge vorüberzieht, sehen wir den Diluvialmenschen in geschichtlicher Tiefe und im Rahmen wechselnder Verhältnisse langsam wachsen und werden. Die geschichtliche Umrahmung aber, die nicht der heutigen gleicht, müssen wir kennen, um sein Dasein, sein Werden zu begreifen. So eint sich die Eiszeit mit der jüngeren Vorgeschichte des Menschen zu einem bedeutungsvollen Ganzen, zu einem Abschnitt der Erdgeschichte, die sich als klärendes Bindeglied einschiebt zwischen die Urzeit der Erde und die Geschichte unseres Geschlechts. Auch rein als Zeitraum betrachtet steht sie vermittelnd zwischen der historischen Zeit, die wir mit Stunde, Tag und Jahr messen, und der geologischen Vorzeit, für die es nur ein Früher oder Später, im günstigsten Falle ein Abschätzen nach schwer vorstellbaren Maßen gibt. Gleicht die geologische Vorzeit dem Wasserkörper eines Sees, die geschichtliche Zeit einem Tropfen, so erscheint uns die Eiszeit wie der Inhalt eines Bechers, dessen Tropfen wir wenigstens angenähert zu schätzen wagen. Einige helleuchtende Punkte wurden in dem Bilde angelegt, das ich nun auszuführen gedenke. Material und Handwerkszeug sind aber erst noch herbeizuholen, ehe die Arbeit selbst beginnen kann.

Als die heute hochentwickelte Wissenschaft der Geologie noch in den Kinderschuhen steckte, wurden dem Wasser manche Wirkungen zugeschrieben, die ihm heute ebenso bestimmt abgesprochen werden müssen. Man hatte eben noch keine klare Vorstellung davon, daß sich in den Regionen des ewigen Eises und Schnees, ebenso aber auch in Steppen und Wüsten ganz andere Vorgänge abspielen, als in den Heimatgebieten der Geologie, den Niederungen und Mittelgebirgen Europas; das Hochgebirge, die Steppe und Wüste waren noch fast ganz unerforscht. Nun sah man das Wasser überall energisch an der Arbeit: in den Gebirgsbächen schafft es alles, was durch Abwitterung der Talwände in sein Bereich gelangt, Gesteinsbrocken der verschiedensten Größe bis zu

großen Blöcken, talabwärts; wo das Gefälle sich verlangsamt, bleiben erst die großen Brocken, weiterhin die feineren liegen, Sand und Schlamm werden in flachen Niederungen ausgebreitet, und meist gelangen nur die feinsten Trübungen bis ins Meer. Nach Niederschlägen von ungewöhnlicher Stärke erscheint die Wirkung des fließenden Wassers entsprechend vermehrt: weite, sonst vom Wasser unberührte Flächen werden mit Kies, Sand und Schlamm überdeckt. Kein Wunder, daß überall, wo man derartige lockere und anscheinend zusammengeschwemmte Gesteinsmassen antraf, das Wasser allein für ihr Dasein verantwortlich gemacht wurde. Dabei mußte freilich auffallen, daß Geröll und Lehm vielfach an Orten verbreitet liegen, wo heute gar kein Wasser fließt und nach der Gestaltung der Oberfläche auch nicht fließen oder doch kein Geröll verfrachten kann. Auch besitzen diese lockeren Gebilde im Bereiche der heutigen Flußtäler eine Ausdehnung, die in gar keinem natürlichen Verhältnis zu den geringen Wassermassen steht, die sie heute durchfließen. Talflächen von 20 km Breite oder mehr, wie die des Rheins zwischen Basel und Mainz, findet man bis zu großer Tiefe hinab ganz mit Geröll aus den Alpen ausgefüllt, und an den Berghängen sieht man feine Lehme in erheblicher Mächtigkeit sich hoch hinaufziehen, den festen Gesteinsuntergrund oft bis auf die Wasserscheiden hin verhüllend. Hier mußten also wohl Wassermassen von ganz gewaltigem Umfang und von erheblich größerer Wirksamkeit tätig gewesen sein, als heute selbst bei den gewaltigsten Überschwemmungen. In diesen Absätzen einer verschwundenen Zeit traf man nicht selten auf Knochenreste großer Tiere, die unserer heutigen Tierwelt fremd sind, Mammut, Nashorn, Riesenhirsch, Pferd usw., und so verdichteten sich diese Tatsachen zu einer Vorstellung, die die biblische Erzählung von einer allgemeinen „Sintflut“ ganz erfreulich bestätigte: Die jüngste Vorzeit war eine Periode gewaltiger Überflutungen auf der ganzen Erde, die die Riesengeschlechter der Urzeit vernichteten; erst als sich die Fluten verlaufen hatten, begann die jetzige zahme Herrschaft des Wassers und neue Geschlechter entstanden auf der wieder trockenen Erdfeste.

Bedenken gegen diese Ausmalung der Diluvialzeit konnten nicht ausbleiben. Woher sollten die Wasser gekommen und wo sollten sie geblieben sein? Wohl wußte man schon lange, daß in frühe-

ren Zeiten vielfach Meere an Stelle der heutigen Festländer bestanden hatten; fand man doch die unzweifelhaften Beweise dafür in den Schalen ausgestorbener Meerestiere, die selbst in den höchsten Bergen unserer Hochgebirge vorkommen. Aber gerade in jenen hochgelegenen Abhängen der „Sintflut“ fand man diese nicht, vielmehr hierin immer nur die Knochen großer Landtiere oder die Gehäuse von Schnecken des festen Landes oder des Süßwassers. Andere Tatsachen bestärkten die Bedenken. Viele Zentner schwere Blöcke von Granit und anderen Gesteinen traf man im Flachlande Norddeutschlands und Rußlands. Sie waren nachweislich nicht von den Gebirgen Mitteleuropas herbeigeschafft, vielmehr erkannte man als ihre Heimat die Gebirge Scandinaviens. Wie hätten sie durch Wasserfluten, und wären diese auch von der denkbar größten Stärke gewesen, über die Ostsee hinweg und selbst Hunderte von Metern hoch an den Mittelgebirgen hinauf transportiert werden können, wo doch der schwere Stein auch in der stärksten Woge bald versinkt? Dem gleichen Rätsel der Irr- oder Wanderblöcke begegnete man in der Schweiz. Hoch oben auf dem Juragebirge, das durch die Niederung des schweizerischen Mittellandes von den Alpen geschieden ist, traf man Blöcke der verschiedensten Alpengesteine. Auch für diese erschien ein Transport durch Wasser unbegreiflich. Hier bot sich aber auch des Rätsels Lösung.

Als man die Eisströme der Alpen betrat, die bis zum vorigen Jahrhundert mit zu den Schrecknissen des unwirtlichen Hochgebirges zählten, sah man, wie sie auf ihrem Rücken Gesteinsblöcke und -schutt verschiedenster Größe als sogenannte Obermoräne forttragen bis zu ihrem Ende, wo der Gletscher abschmilzt. Ebenso beobachtete man aber auch, daß unter den Eisströmen Gesteinschutt mitgeschleppt wurde, der sich nicht unverändert wie die Obermoräne bewegt, sondern der in recht bezeichnender Art und Weise durch die Last der Eismassen zusammengedrückt und zum Teil zerrieben wird, wobei die festen Gesteinsstücke ebenso wie auch der Felsuntergrund, über den sie sich hinschieben, abgeschliffen, geglättet und durch die härteren Gesteinsbrocken mit Ritzen und Schrammen bedeckt werden. So treten an den Gletschern Eigenschaften hervor, die dem fließenden Wasser ganz und gar abgehen, und die nur an die Tätigkeit des Eises geknüpft erscheinen. Vom

unteren Ende der heutigen Gletscher konnte man den Schutt sowohl als Obermoräne wie als Grundmoräne in den Tälern abwärts verfolgen, bis ins Alpenvorland hinaus, und von hier sah man ihn wieder emporsteigen gegen die Höhen des Juragebirges. Nun war das Rätsel gelöst. Nicht unvorstellbare Wasserfluten, gewaltige Eisströme der Vorzeit waren die Träger der Irrblöcke gewesen; aus der Zeit der Sintflut, des Diluviums, war eine Eiszeit geworden. Nachdem einmal der Zusammenhang erkannt war, der zwischen den Irrblöcken und Moränen und der früheren, gegenüber heute ungemein ausgedehnten Verbreitung fließender Eismassen besteht, konnte das gleiche Verhalten für andere Gebiete Europas festgestellt werden. Damit war die Eiszeit von einem örtlichen Vorgange des Alpengebirges zu einer zunächst für Europa allgemeingültigen Begebenheit emporgehoben.

Aber noch lange hafteten unseren Erklärungen Reste der Sintflut-Vorstellung an. So hat man bis in die siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts fast allgemein den Transport der Irrblöcke in Norddeutschland und Nordrußland nicht auf geschlossene Eisedecken zurückgeführt, die sich von Scandinavien bis an den deutschen Mittelgebirgen emporschoben, sondern man dachte sich das ganze Gebiet von einem großen Meere überflutet und nur Scandinavien von Eis bedeckt. Die Irrblöcke glaubte man über dieses Diluvialmeer mit Hilfe von Eisbergen transportiert, die mit Steinen und Grus beladen sich vom Eismeere Scandinaviens lösten und beim Abschmelzen oder Stranden ihren Ballast fallen ließen. Schließlich hat man aber einsehen müssen, daß es auch hier eine gewaltige, zusammenhängende Eismasse war, die ihre Grund- und Obermoräne über jene weiten Flächen ausgebreitet hat. Freilich muß die Dicke dieses Eismeeres nicht nach Hunderten, sondern eher nach Tausenden von Metern veranschlagt werden.

Daneben hatte man schon längst in anderen Weltteilen ganz ähnliche Erscheinungen beobachtet wie in Europa. Sowohl in Nord- wie in Südamerika waren die Moränen und alle die bezeichnenden Begleiterscheinungen der Eiszeit über große Flächen und in ganz ähnlicher Ausgestaltung verfolgt, wie bei uns. Es konnte kein Zweifel mehr darüber bestehen: Die Eiszeit hatte die ganze Erde in ihren Wirkungskreis einbezogen, sie war als die wichtigste Ursache aller diluvialen Erscheinungen erkannt

3. Die Wirkungen des Eises.

Wollen wir also die mannigfaltigen und vielfach rätselhaften Erscheinungen begreifen, die der Diluvialperiode anscheinend eine Ausnahmestellung in der Reihenfolge des erdgeschichtlichen Geschehens zuweisen, so haben wir zunächst zweierlei zu ermitteln. Wir müssen die Vorgänge kennen, von denen die Ausdehnung und Mächtigkeit der Eisströme abhängt, und wir müssen ergründen, inwiefern dem fließenden Eise eine andere Wirkung zukommt als den übrigen Kräften, die die Erdoberfläche umgestalten, i. B. dem fließenden Wasser.

In den höheren Gebirgen der gemäßigten Zone, wie in den Alpen und Pyrenäen, im Kaukasus usw., begegnen wir dem Eise in der Form der Gletscher. Das sind, wie bekannt, meist schmale, langgestreckte Eisströme, die in den höchsten Teilen des Gebirges aus Firnsfeldern entstehen und sich je nach den örtlichen Verhältnissen mehr oder weniger tief in die Täler hinabsenken, manchenorts sogar bis in die Zone des Kornbaues und der Weinkultur. Dort, wo jahraus jahrein statt Regen nur Schnee fallen kann, verdichtet sich dieser durch abwechselndes Tauen und Wiedergefrieren zu einer körnigen Masse, dem Körner- oder Firnschnee. Weiterhin bildet sich durch stetige Wiederholung dieses Vorganges das kompakte Gletschereis, wobei der Druck fördernd mitthilt, den die immer von neuem darüber geschichteten Schneemassen auf die tieferen ausüben. Es ist ein ähnlicher Vorgang im großen, wie wir ihn im Kleinen beobachten, wenn wir aus weichem, tauendem Schnee einen eisharten Ball mit den Händen formen, oder wenn im Frühling die Reste des Winterschnees durch Sonnenstrahlung bei Tage und Gefrieren während der kalten Nächte in körnigen Firnschnee oder in lockeres Eis umgewandelt werden.

Auf dem Hochlande Scandinaviens, das abweichend von den Alpen nicht in ein Gewirr schroffer Bergspitzen aufgelöst ist, sondern mehr eine flach gewellte Hochfläche mit tief einschneidenden Tälern darstellt und zudem erheblich niedrigere Jahresmittel bei reichlichem Schneefall aufweist, breiten sich die Eismassen vielfach als schwach geneigte Decken von beträchtlichem Umfang aus, und von ihnen senken sich einzelne Gletscher tief in die Sjordtäler hinab. In Alaska schieben sich gewaltige Eisströme von dem hohen

Gebirge bis in die Täler, aber sie vergehen hier vielfach noch nicht, wie in den Alpen, sondern sie breiten sich beim Austritt aus den Tälern aus, fließen zusammen und erzeugen so eine deckenartige Vergletscherung des Vorlandes. Noch anders in Grönland. Diese mächtige Inselmasse wird fast ganz von einem geschlossenen und sehr dicken Eismantel bekleidet, unter dem eisfreies Land nur am Rande in schmaler Zone hervortritt. Schon in einiger Entfernung von der Küste stößt keine Bergspitze mehr als Insel durch das eisige Leichentuch hindurch, alle Vertiefungen des gebirgigen Untergrunds sind hoch von Eis erfüllt, alle Berge von ihm eingedeckt. Wir können hier nicht mehr von einzelnen Gletschern sprechen, sondern nur von einer „Inlandeismasse“, von einem „Eismeere“ mit ausgefranstem Rande. Vielerorts stoßen die Eisungen bis ins Meer hinein, und aus ihrer Zertrümmerung entstehen die Eisberge, wie die Schiffe sie auf ihrem Wege nach Nordamerika noch in niederen Breiten kreuzen und vorsichtig meiden. Dort in Grönland ist die Schneegrenze, d. h. die Höhenlinie, oberhalb welcher der Schnee auch im Sommer nie mehr ganz fortschmilzt, dem Meerespiegel schon ganz nahegerückt, während sie in den Alpen in etwa 2700 m Meereshöhe, im inneren Norwegen etwa 1000 m hoch liegt. Wir sehen also eine fast selbstverständliche Gesetzmäßigkeit bestätigt: die Gletscher und die Linie ewigen Schnees rücken im allgemeinen um so tiefer hinab, je weiter wir uns vom Äquator entfernen und je mehr wir uns den Polen nähern.

Die größere oder geringere Ausdehnung des ewigen Eises hängt nun aber nicht allein von der Höhenlage und der geographischen Breite einer Gegend ab, sondern es treten noch örtlich wechselnde klimatische Verhältnisse fördernd oder hindernd dazu. Wo überhaupt wenig Niederschläge fallen, also in Gebieten mit trockenem, kontinentalem Klima, können sich auch nur entsprechend geringe Massen von Eis anhäufen, da die spärlichen Schneemengen des kalten Winters in dem trockenen und heißen Sommer stark verringert oder ganz aufgezehrt werden.

Umgekehrt befördert ein feuchtes, ozeanisches Klima mit gleichmäßig über das ganze Jahr verteilten Niederschlägen die Anhäufung von Schnee und Eis. Nicht extreme Kältegrade, sondern Menge und Verteilung der Niederschläge wirken hier vor allem bestimmend. Nur so erklärt es sich, daß Gegenden von gleicher

geographischer Breite und von gleicher Meereshöhe sich recht verschieden verhalten, was die Ausdehnung der Gletscher und die Höhe der Schneegrenze betrifft. Hiefür einige Beispiele. An der Westküste Norwegens, wo ein ozeanisches Klima herrscht, liegt die Schneelinie durchschnittlich um fast 300 m tiefer als im Innern des Landes, wo das Klima schon mehr kontinental wird. Auf der regenreichen Südseite des Himalaja reicht sie etwa 700 m tiefer hinab als auf der trockenen Nordseite, wo man doch eher erwarten sollte, sie der höheren Breite entsprechend tiefer zu finden. An der patagonischen Westküste erreichen die Gletscher, die den etwa 3000 m hohen Kordilleren entstammen, fast noch den Meeresspiegel in einer Breite von 47 Grad, wogegen in den erheblich höheren Alpen unter gleicher Breite kein Gletscher tiefer als 1500 m herabsinkt.

Auf die Eiszeit angewendet sagen uns diese Erfahrungen: Die gewaltige Ausdehnung der Eismassen war hervorgerufen durch eine beträchtliche Vermehrung der schneeigen Niederschläge, mit anderen Worten durch eine Erniedrigung der Temperatur in Verbindung mit einer Zunahme der Niederschläge überhaupt in den davon betroffenen Gegenden. Das Klima hatte gegenüber dem heutigen einen mehr ozeanischen Charakter und war kälter.

Eis ist ein wesentlich anderes geologisches Werkzeug als Wasser. Es ist nicht ein flüssiger, vielmehr ein fester Körper, wie jedermann aus Erfahrung weiß; dennoch fließt es. Wie ist das möglich?

Die flüchtige Betrachtung eines Alpengletschers genügt freilich nicht, um sich sogleich davon zu überzeugen. Er erscheint dem Besucher zunächst starr und fast unbeweglich. Der Alpenfreund, der zu verschiedenen Zeiten des Sommers oder in verschiedenen Jahren den gleichen Gletscher begeht, weiß aber zur Genüge, daß er sich nicht gleich bleibt, daß hier Spalten verschwinden, dort sich neue aufthun, und daß die Felsblöcke auf dem Eise allmählich abwärts wandern. Bleibt ein Gletscher beständig, verkürzt er sich nicht, oder wächst er gar, so muß er ja auch fließen, da im Sommer erhebliche Mengen von Eis an seinem unteren Ende abschmelzen. Unsere Alpengletscher fließen nur ausnahmsweise so schnell, daß wir die Bewegung ohne weiteres sehen können; aber in dem Eismeere Grönlands fließt das Eis zuweilen einen halben Meter in der Stunde; da wird die Bewegung ohne weiteres sichtbar.

Um nun zu begreifen, wie es möglich ist, daß ein fester, starrer Körper fließt, müssen wir uns der besonderen physikalischen Eigenschaft erinnern, die das Eis auszeichnet. Wenn wir zwei Eisstücke mit einigermaßen ebenen Flächen aneinander schwach reiben oder auch nur aufeinander drücken, so bilden sie rasch eine einheitliche, zusammenhängende Masse, sobald die Bewegung aufhört. Durch die Reibung oder den Druck ist ein wenig Eis zu Wasser geschmolzen, und das wenige, durch den Druck etwas unter Null Grad gefühlte Wasser ist beim Aufhören des Druckes sofort wieder gefroren und hat die beiden Stücke zusammengeschweißt. Das Eis antwortet also auf einen Druck, den man auf es ausübt, durch Erweichen, teilweises Schmelzen und Verschieben, gefriert aber doch sofort wieder zu einer einheitlichen, festen Masse. Es wird also durch Druck in sich verschiebbar, kann daher „fließen“, kann auch durch Zug zerreißen, ganz wie ein zähflüssiger Körper, und bleibt dabei doch immer starr. In dieser Eigenschaft des Eises liegt seine Fähigkeit begründet, unter dem Drucke der Schneemassen, die sich jedes Jahr anhäufen und allmählich in Körnereis verwandeln, auf geeigneter Unterlage abwärts zu fließen, indem seine tieferen Lagen erweicht und von den höheren herausgepreßt werden. Daher folgt das Eis als starrer Körper abweichend vom Wasser nur auf sehr steilem Untergrunde der Schwerkraft allein und zerreißt, im allgemeinen bewegt es sich nur entsprechend dem Drucke, der auf ihm lastet. Es fließt auch nicht in schmalen Rinnen zusammen und bildet in Vertiefungen eine Masse mit ebener Oberfläche wie das Wasser, sondern es breitet sich flächenartig aus, es erfüllt Vertiefungen und wird jenseits derselben wieder bergauf und so weit emporgeschoben, als der von oben darauf lastende Druck es verlangt.

Aus dieser besonderen Eigenschaft des Eises erklären sich nun zunächst einfach und ungezwungen die erraticen Erscheinungen. Das Eis schafft auf seinem Rücken, besonders aber auf dem Boden und in seinem Inneren beliebig große Gesteinsbrocken nicht nur talabwärts, sondern es schleppt sie auf der anderen Seite von Niederungen auch wieder bergauf, wenn nur der nötige Druck vorhanden ist. So haben die Eismeere der Diluvialzeit Gesteinsblöcke aus den skandinavischen Gebirgen durch das Becken der Ostsee und über das norddeutsche Tiefland hinweg bis auf die Mittelgebirge,

und die alpinen Eisströme die Blöcke von Alpengesteinen über das Schweizer Mittelland hinweg auf die Höhen des Schweizer Jura verfrachten können.

Auf der Oberfläche eines Alpengletschers sehen wir die vom Gehänge herabgestürzten Felsblöcke sich fortbewegen. Dieser Art des Transportes kommt aber nur eine untergeordnete Bedeutung zu. Denn sie ist auf die Talgletscher beschränkt, die von steilen Felswänden eingerahmt werden. Hier gelangen jahraus jahrein, teils durch Abbröckeln und freien Fall, teils durch Lawinen mitgerissen, Gesteinschutt und größere Felsblöcke auf den Gletscher, werden von diesem bis an sein Ende mitgeführt und häufen sich hier nicht selten in so großer Menge an, daß sie die Gletscherzunge ganz verhüllen. Man kann über solche begrabene Gletscherenden kilometerweit hinwandern in der Meinung, man ginge nur über Schutt; erst eine tief klaffende Spalte verrät die Eisunterlage. Das große Eismeer Grönlands aber, das durch seine Ausdehnung und Mächtigkeit als vorbildlich für die Eismassen der Diluvialzeit zu gelten hat, ist frei von einer derartigen Obermoräne, weil das Gebirge im Innern ja nicht über das Eis aufragt, sondern bis auf die randlichen Teile ganz von ihm verhüllt wird. Daher richtet sich unser Blick vor allem auf die Vorgänge, die sich unter dem Eise abspielen. Aber was hier geschieht, entzieht sich der unmittelbaren Beobachtung so gut wie ganz. Denn unter das Eis können wir nur dort eindringen, wo die Bewegung sich schon sehr verlangsamt, die Wirkung fast ganz abgeschwächt hat, wo es abschmilzt, am Eisrande, in der Gletscherzunge. Hier haben die Schmelzwasser zuweilen lange Tunnels erzeugt, und in diesen sehen wir das Eis gewöhnlich nicht unmittelbar auf dem Felsuntergrunde aufruhend, sondern davon getrennt durch eine Lage von fest gepreßtem, häufig mit Eis vermishtem Geröll und Grus; das ist die Grundmoräne, ein Erzeugnis der ungeheuren Eislast, die über dem Felsuntergrund ununterbrochen fortgeschoben wird.

Schon eine einfache Überlegung überzeugt davon, daß dem Eisströme eine grundsätzlich andere geologische Wirkung zukommt als dem Flusse. Hier gleitet das leichtflüssige Element in schmaler Rinne rasch und leicht über den Boden, nagt an den Wänden und an der Sohle seines Bettes, es rollt auf dem Boden Gesteinsbrocken talabwärts, rundet sie und nützt sie ab und führt den feinen

Schlamm gesondert von dem Geroll weit fort. Dort dagegen wird ein starrer, wenn auch beständig in sich gleitender Hobel langsam, aber unter ungeheurem Drucke über eine breite Fläche abwärts, oder je nach Umständen auch aufwärts geschoben; auf seinem Rücken (auch innerhalb seiner Masse) bewegen sich große Blöcke und feiner Schutt bis zum Ende, und unter ihm werden Gesteinsbrocken durch gewaltigen Druck gegeneinander gepreßt, aneinander gerieben und Steine und Schleifschmand werden ungesondert über die ganze Fläche ausgebreitet, die das Eis bedeckt.

Ein Fluß mit starkem Gefäll gleicht einer Säge, die sich auf einer mehr oder weniger gewundenen Linie in den Untergrund einschneidet; ein Gletscher ist einem Hobel und zugleich einer Breche vergleichbar, die flächenhaft den Untergrund abschleift und aufwühlt. Während wir nun aber die Wirkung des fließenden Wassers überall im Gebirge leicht ermessen können, indem wir die Klammen, Schluchten und Runsen betrachten, die es geschaffen hat und stündlich weiter ausarbeitet, deckt der Gletscher das Feld seiner hauptsächlichlichen Tätigkeit selbst vollständig zu. Um sein Werk kennen zu lernen, müssen wir solche Gegenden ins Auge fassen, die nachweislich früher vom Eise bedeckt waren und die durch andere Kräfte, wie Verwitterung und fließendes Wasser, so wenig wie möglich verändert sind. Da im Laufe der letzten Jahrzehnte fast alle Gletscher (nicht nur in Europa, sondern auch in anderen Erdteilen) ziemlich stark zurückgegangen sind, so liegt unterhalb des jetzigen Eisrandes der frühere Gletscherboden vielfach unberührt oder von den Schmelzwasserabflüssen des Gletschers nur wenig verändert zutage. Einen viel vollständigeren Einblick in die Wirkungsweise des Eises erhalten wir aber, wenn wir mit Hilfe der Moränen, die von den ausgedehnten diluvialen Eisströmen zurückgelassen sind, die Gebiete früherer Vergletscherung feststellen, die geringen Veränderungen, die sie durch das fließende Wasser erfahren haben, ausgeschaltet denken und sie dann mit solchen Gebieten vergleichen, in denen nachweislich nur das Wasser tätig gewesen ist. Beispielsweise sind die mittleren und tieferen Teile der tropischen Hochgebirge von den Wirkungen der Eiszeit gänzlich verschont geblieben; hier kann man die Wirkung des fließenden Wassers auch im großen rein und unverfälscht feststel-

len. In den höheren Gebirgen der gemäßigten Zone treten Gebiete reiner Wassererosion sehr zurück und müssen schon sorgfältig darauf geprüft werden, ob und in welchem Maße das Eis der Diluvialzeit an ihrer Ausgestaltung beteiligt gewesen ist oder nicht. Ein an Niederschlägen reiches und nur vom fließenden Wasser modelliertes Gebiet zeigt uns nun ein zusammenhängendes System von Flußrinnen, und diese besitzen durchgängig den gleichen Charakter. Das Gefälle der Talsohle ist nirgends erheblich unterbrochen, weder Seen noch größere Wasserfälle sind normalerweise darin eingeschaltet. Die Zuflüsse der Seitentäler münden auf oder dicht über dem Boden des Haupttals ein und sind nicht durch hohe Abstürze davon getrennt. Die Böden der Täler erscheinen, abgesehen von aufgeschütteten Geröllmassen, schmal, kaum wesentlich breiter als das Bett des Flusses selbst, der darin fließt, und die Talwände steigen meist mit ziemlich gleichmäßiger Abschrägung in die Höhe; nur ausnahmsweise, wo das Wasser sich rasch in festem Fels eingeschnitten hat, erblicken wir schlucht- oder klammartige Bildungen. Allgemein besitzen solche Täler aber einen V-förmigen Querschnitt, der dadurch entsteht, daß die höheren Teile der Talwände durch Abwitterung allmählich zurückweichen. Ohne Schwierigkeit vermag das Auge auch die Einzelheiten des Reliefs zu begreifen aus der einschneidenden, sägenden Tätigkeit des fließenden Wassers und der Abwitterung der Talwände, die sich damit verknüpft.

4. Das Glazialrelief.

In den Gebirgen der gemäßigten Zone erscheinen die Wirkungen des fließenden Wassers mit denen der Eismassen der Diluvialzeit zumeist innig verqu coast; daher hat man hier beide erst vor kurzem scharf voneinander scheiden lernen. Aber dort, wo die Eisströme und -decken der Diluvialzeit zuletzt fortgeschmolzen sind, erblicken wir ein fast neues Glazialrelief. Wie himmelweit verschieden ist es von der eintönigen Landschaft, die das fließende Wasser geschaffen.

Nähern wir uns von Norden her den Alpen. Über weite, sanft ansteigende Geröllflächen und girlandenartig aneinander gereihete Moränenwälle der schwäbisch-bairischen Hochebene gelangen wir zu anmutigen Seen, wie sie in großer Zahl den Rand des Gebirges, besonders auf seiner Nord- und Nordwestseite, umgürten. In der

Schweiz verläßt kein größerer Fluß das Gebirge, ohne mindestens einen dieser größeren Seen durchflossen zu haben. Teils liegen sie ganz oder teilweise im Alpenvorlande als breite, oft verzweigte Becken und sind dann von einem lieblichen Hügellande umrahmt, wie der Bodensee, teils füllen sie schmale oder breite, sogar verzweigte Taltiefen im Gebirge und werden von schroff abstürzenden Wänden eingefast, wie der Vierwaldstätter See; sie gleichen dann ausgetieften und ertrunkenen Talstrecken. Dies sind nicht vorübergehende Wasserauffstauungen, wie sie gelegentlich in jedem Tale entstehen können, wenn der Fluß durch einen Schuttkegel oder durch die Mure eines Seitentales abgedämmt wird; sie füllen vielmehr trogartige Austiefungen im festen Fels, und ihr Boden liegt oft tief unter dem allgemeinen Talwege oder gar unter dem Meeresspiegel, wie bei den oberitalienischen Seen. Darum sind sie auch von Bestand.

Nun betreten wir ein größeres Alpental mit seinem häufigen Wechsel der Szenerie. Wir überblicken eine breite, oft fast wagerechte Talsohle, aus der gerundete, hier und dort auch steil abfallende Felsstuppen scheinbar ohne jede Gesetzmäßigkeit sich erheben. Zwischen ihnen breiten sich vielfach geschlossene, beckenartige Vertiefungen aus, zuweilen mit Wasserlachen oder mit Moor gefüllt. Der Wasserfaden, der heute den breiten Talboden in gewundenem Verlaufe durchfließt, hilft uns nicht zum Verständnis dieser Landschaft; ratlos und unsicher irrt er zwischen den Hügeln umher, hier einen vorsichtig und langsam umfließend, dort einen anderen in enger Schlucht schäumend durchbrechend. Nun blicken wir an den Talwänden empor. Trotz der Breite des Talbodens steigen die glatten Wände steil empor, soweit nicht etwa steil geneigte Blockhalden bezeugen, daß eine Felswand erst kürzlich zu Tal gegangen ist. Was uns befremdet, ist der breitbogige, oft sogar U-förmige Querschnitt des Tales (Abb. 1, 2), den wir im tropischen Gebirge nur in den allerhöchsten Regionen zu sehen bekommen. Dort fesselt unseren Blick ein Wasserfall, der Hunderte von Metern tief, frei durch die Luft oder über steil getürmte Felsplatten stürzt (Abb. 2). Versuchen wir zu ergründen, woher das Wasser kommt; steigen wir an der steilen Felswand empor und erreichen die Höhe, so liegt wieder ein flaches, breitsohliges Hochtal vor uns, durch dessen grüne Matten das Wasser ruhig dahin-

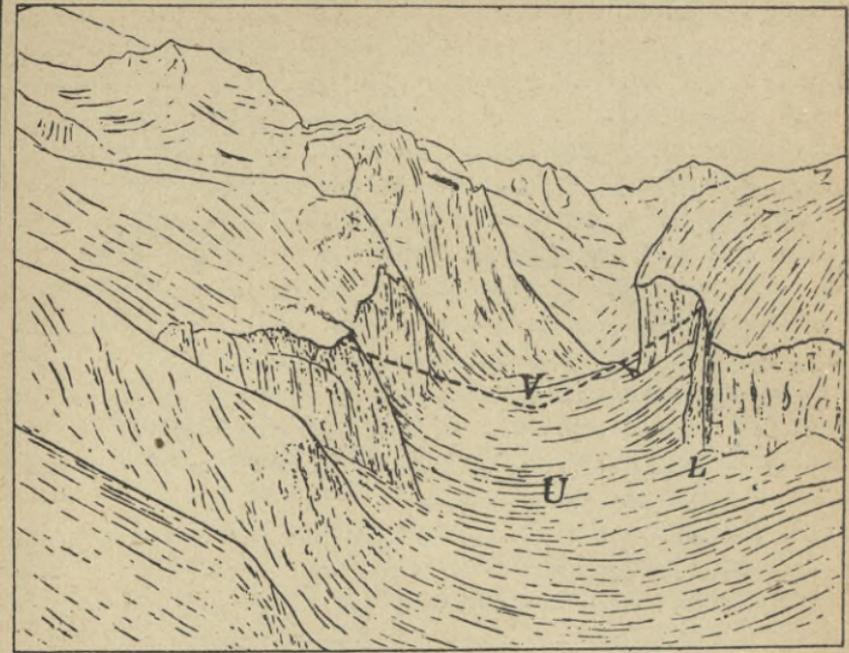


Abb. 1. Skizze des Lauterbrunnentals, um die Übertiefung des Tales zu verdeutlichen. Die punktierte Linie V bezeichnet den Talboden, wie er sich in einem normalen Erosionstal aus der Fortsetzung der Neigung der seitlichen Gehänge ergeben würde. U der tatsächliche, übertiefte Talboden mit breiter Sohle und steilen, hohen Seitenwänden, über denen die seitlichen Zuflüsse in schwach geneigten Tälern sich bewegen. L Lauterbrunnen. Vgl. dazu Abb. 2.

fließt, unbekümmert um den Sturz, der ihm droht. Der Boden dieses Seitentales hängt hoch über dem Haupttal, von dem wir ausgingen; es möchte fast scheinen, als ob beide zu ganz verschiedenen Zeiten und durch gänzlich unabhängige Vorgänge gebildet und nur nachträglich übereinander gefügt worden wären (Abb. 2).

Weiterhin werden die wechselvollen Reize der Alpentäler erhöht durch Felsstufen oder -schwellen, die sich innerhalb der Täler zwischen flachere Strecken einschieben. Der scharfe Wechsel im Gefälle des Talbodens zwingt auch hier das Wasser in steiler Rinne oder Klamm den Absturz oder die Schwelle zu durchsägen, und haben wir diese überwunden, so breitet sich oft wieder ein weiterer Talboden vor uns aus, dessen Ebenheit und feinsandiger

oder schlammiger Boden uns zu erkennen geben, daß hier früher ein See bestanden hat, der erst trocken gelegt wurde, nachdem die Felsenschwelle von seinem Abflusse durchsägt war. An Stelle der einförmigen, weil ziemlich gleichmäßigen Talneigung, durch die die reinen Wasser-Erosionstäler sich auszeichnen, steigt hier der Talboden treppenförmig empor (Abb. 3), und das Wasser, das sich in den flachen Strecken zum See erweitert oder im Sumpfboden träg dahinschleicht, stürzt schäumend über die felsigen Absätze oder gräbt sich eine schmale Schlucht in den Fels. Wie zuweilen auf einer kurzen Talstrecke eine ganze Reihe perlschnurartig hintereinander gereihter Seen oder ebener, mehr oder weniger versumpfter „Böden“, durch Abstürze voneinander getrennt, auftreten, zeigt uns das Kärtchen des Aviotals in der Adamellogruppe (Abb. 4).

Auch die Talenden bieten ein ähnlich eigenartiges Bild. Während im normalen Erosionsbilde die Talfurchen nach oben allmählich an Tiefe abnehmen und schließlich in kleinen Rillen austönen, hören die Glazialtäler gewöhnlich in einer gerundeten, ebenen oder gar ausgetieften und zuweilen mit einem See erfüllten Ausweitung auf (Abb. 6, S. 34). Wie die steile Lehne den ebenen Sitz des Sessels im Halbkreis umgibt, so umstehen pralle, oft senkrechte Felswände den Boden des zirkusartigen Talschlusses. Aber nicht allein am Ende der Täler erscheinen diese auffallenden Auserbungen, sondern sie treten auch, oft in größerer Zahl und in annähernd gleicher Höhe gesellt, am Gehänge dicht unterhalb der Kämme des Gebirges auf — die Kare. Zuweilen ist die Höhlung so regelmäßig ausgedreht, der Abfall der Wände so gleichmäßig steil, daß vor hundert Jahren hervorragende Geologen, wie Leopold von Buch, solche Kare für Vulkankeessel halten konnten dort, wo sie sie in eruptivem Gestein wie Granit eingelassen fanden.

Mit diesen Besonderheiten der Ausgestaltung von Tal und Berggehänge ist aber der Charakter des Glazialreliefs noch keineswegs erschöpft. Wir werden das wechselvolle Bild noch weiter vervollständigen, wollen aber zunächst die bezeichnenden Merkmale schärfer herauszuschälen versuchen. Allgemein ist das fließende Wasser bestrebt, ein zusammenhängendes und weder durch Stufen noch durch Schwellen unterbrochenes Gefälle der Talsohle zu erzeugen und alle Teile eines Flußgebietes miteinander in aus-



Abb. 4. Kartenskizze des Aviootals. (Nach Salomon.)
 Das Tal zerfällt in eine Anzahl beckenartiger Ausweitungen mit ebenem Talboden 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Diese sind 3. T. mit Seen erfüllt (2, 3, 6), 3. T. mit Sumpf (4, 8), 3. T. mit Geröll. Mehr oder minder steile Stufenabfälle trennen die einzelnen Becken. Wallförmige Endmoränen (M) umranden das Unterende der heutigen Gletscher.

gegliche Verbindung zu setzen. Das Eis dagegen zerlegt den Talweg in Strecken von ganz verschiedenem, 3. T. sogar rückläufigem Gefälle; es gräbt in dem Talboden nicht eine einfache Rille aus, gegen die sich der Boden von den Seiten her ziemlich gleichmäßig neigt, sondern es schafft ein unruhig welliges Relief oft mit isoliert aus der Talfläche aufragenden Felsbuckeln oder -bergen und dazwischen verteilten beckenartigen Vertiefungen. Wo nun die Eisdecke erst vor kurzer Zeit geschwunden ist und die vorher von ihr verhüllte Oberfläche der Wirkung des fließenden Wassers überlassen hat, sehen wir dieses sofort das Zerstörungswerk beginnen (Abb. 5). Anfänglich stürzt es im freien Falle über die Felsstufen hinab, allmählich sägt es aber eine schmale Rinne in den Felsgrund ein und zerschneidet die einheitlichen, gerundeten Felswände. Die wannen-

artigen Vertiefungen füllen sich mit Wasser, und wo dieses überfließt, vertieft es allmählich seine Abflußrinne und senkt dadurch das Niveau des Wasserspiegels; schließlich, wenn die Felschwelle oder der Felsriegel bis zur Tiefe des Beckenbodens durchsägt ist, schwindet der See, und ein sumpfiger Boden bleibt an seiner Stelle. So wird dem ursprünglichen Glazialrelief ein grundsätzlich davon verschiedenes aufgesetzt.

Daß aber das Relief, mit dem das Wasser jetzt kämpft und das es zerstören wird, wenn ihm die nötige Zeit dazu bleibt, durch das Eis geschaffen ist, erkennen wir an den gerundeten, abgeschliffenen, mit Schrammen und Kriken bedeckten Felsen, über die eine Eisdecke mit ihrer Grundmoräne hinweggegangen ist, was auch durch die Reste der Moräne selbst bewiesen wird. Dieses eigenartige Relief mit seinen ausgeweiteten und übertieften Tälern, mit seinen Felsstufen und -schwellen kann aber nur durch das Eis erzeugt sein; das ergibt sich nicht nur aus diesen direkten Anhaltspunkten, sondern auch aus der Tatsache, daß nur dort, aber dort auch überall und in wesentlich gleicher Ausgestaltung, ein derartiges Relief angetroffen wird, wo die Spuren einer früheren Eisbedeckung klar zutage liegen. Wenn man dieses Relief mit seinem ununterbrochenen szenischen Wechsel, mit seinen nicht ausgeglichenen Gefällsverhältnissen als glazial bezeichnet, so darf das freilich immer nur in dem Sinne gelten, daß ein ursprünglich vom fließenden Wasser erzeugtes Tal durch das Eis umgeschaffen worden ist. Nicht das Eis hat die Täler als solche ausgefurcht, es hat nur ihre V-Form zur U-Form umgestaltet, es hat aus einem mehr oder weniger ausgeglichenen Talgefälle das sprunghaft übertiefte gemacht, es hat durch ungleich starke Ausfurchung der Haupt- und Seitentäler diese letzteren in Hängetäler (Abb. 9, S. 38) verwandelt.

Um uns davon zu überzeugen, daß dieses bestimmte Relief und die frühere Eisbedeckung stets ursächlich und gesetzmäßig verknüpft sind, suchen wir andere, ebenfalls früher vereist gewesene Gegenden auf. Lange, schmale Meeresarme zerschneiden die norwegische Küste, an der sich das Gebirge bis etwa zur halben Höhe der Alpen erhebt. Denken wir uns diese Fjorde trocken gelegt, so unterscheiden sie sich in nichts Wesentlichem von den geschilderten Alpentälern. Flach, gerundete Inseln ragen über die Wasser-

fläche empor, die Schären; es sind die Gipfel der vereinzelteten Felsbuckel, wie sie sich ähnlich, von den Talwänden abgegliedert, in den Alpentälern erheben. Die Auslotung des Sjordbodens ergibt denselben Wechsel von Felsbecken und -schwällen, wie ihn die Alpentäler zeigen. Der breitbogige Talquerschnitt, die prallen Wände, die Hängetäler und Kare, alles kehrt dort in überraschend gleicher Ausgestaltung wieder; nur verhüllt das Meer die tieferen Talregionen und verallgemeinert den Kontrast zwischen ebener Wasserfläche und Steilwand, der uns auch an den Alpenseen entzückt.

Überall, wo sich höhere Gebirge in mittleren Breiten finden, diesseits wie jenseits des Gleichers, kehren alpine oder skandinavische Landschaften wieder, je nachdem sich ein Vorland vor dem Gebirge ausbreitet oder das Meer seinen Fuß bespült. Beides gepaart finden wir in den Alpen Neuseelands und in der patagonischen Kordillere. Zwischen das flachgewellte Weideland des östlichen Patagonien und die eisbedeckte Kordillere schiebt sich ein Kranz anmutiger Seen ein, ganz und gar den alpinen Randseen vergleichbar. Täler mit alpinem Gepräge schneiden in die Höhe des vereisten Gebirges ein. Auf der Rückseite des Gebirges aber, im Westen, wo das Gebirge in ein Labyrinth von Inseln und Halbinseln aufgelöst ist, tritt uns die norwegische Sjordlandschaft entgegen; wer von Norwegen unmittelbar hierher versetzt würde, könnte den Szenenwechsel wohl nur an der veränderten Vegetation und an dem Mangel jeglicher Kultur bemerken. So sehr gleichen sich die Landschaften nicht nur in großen Zügen, sondern auch in ihren Einzelheiten.

Wo die Eisströme der Diluvialzeit nicht in hohen Gebirgen ihren Ursprung genommen haben, sondern auf schwach gewelltem Tafellande entstanden und auf ähnlicher Unterlage weiter geflossen sind, tritt uns ein anderes Bild entgegen. Doch weicht es nur in den Ausmaßen, nicht grundsätzlich von dem vorhin skizzierten ab. Entsprechend den geringeren Höhenunterschieden zwischen Berg und Tal haben sich die Eismassen weniger gegensätzlich als im Hochgebirge, nicht als schwächere Decke auf den Bergen, als übermächtige Ströme in den Tälern, verteilt, sie haben vielmehr den Untergrund als eine Decke von wenig wechselnder Mächtigkeit überkleidet und dementsprechend bearbeitet.

Flache, breit aushebende Wannenn und sanft gerundete Felsbuckel lösen sich in eintönigem Wechsel ab, ins Unendliche steigt die Zahl der rings geschlossenen Becken und Kolke im festen Fels. Daher ist die Landschaft mit ungezählten Wasserlachen von kleinen Tümpeln bis zu großen Seen übersät, und ihre Zahl würde noch erheblich steigen, wenn wir alle seit dem Schwinden des Eises erloschenen Seen und Tümpel, die jetzt nur mit Sumpf und Moor erfüllt sind, wieder mit Wasser beleben könnten. Aber wo wir auch diese Landschaften auffuchen, auf den Hochflächen Norwegens oder Schottlands, in Finnland oder Kanada, überall tritt uns derselbe herrschende Grundzug in der Ausgestaltung entgegen den wir in den Hochgebirgen vorfinden: das unausgeglichene Gefälle, die Unmöglichkeit, das Gesamtbild wie die Einzelheiten aus der Tätigkeit des fließenden Wassers zu begreifen. Dieses ist auch hier beständig bestrebt, das eiszeitliche Bild zu vernichten, doch verhindert die Geringfügigkeit der Höhenunterschiede und des Gefälles die Ausgestaltung alpiner Großartigkeit. So kann selbst der wasserreiche Imatrafall in Südfinnland sich an Schönheit und Wildheit der Landschaft nicht mit einer Diamala oder einer Aareschlucht messen.

Einer Vereinigung der beiden Endglieder des Glazialreliefs, des durch seine Großartigkeit gekennzeichneten alpinen und des minder auffallenden finnisch-kanadischen, begegnen wir in Gebirgen von mittlerer oder geringer Höhe und ungleichem Abfall nach zwei Seiten. Ich denke hier an Norwegen, an Schwarzwald und Vogesen. So werden die Steilseiten der oberrheinischen Gebirge von tiefen, steilwandigen Sjordtälern durchschnitten, in denen oft ein entsprechend ähnlicher, wenn auch schwächerer Wechsel der Szenerie beobachtet wird, wie in den Alpentälern. Wenn hier die Seen in tieferer Lage fehlen und nur kleine Karseen in der Nähe des Gebirgskammes sichtbar werden, so ist das in der Kürze der Gletscher, in der Steilheit der Täler und anderen örtlichen Ursachen begründet. Auf den Hochflächen des Gebirges und seinen sanftgeneigten Abdachungen gegen außen herrscht dagegen mehr der flachwellige Typus von Finnland und Kanada: lebendige und erloschene Seen und kleinere, vertorfte Becken liegen darüber verstreut und wechseln mit flach gerundeten Höhen (Abb. 14, S. 74).

In landschaftlich-ästhetischer Beziehung hat die diluviale Eiszeit

einen tiefgreifenden Einfluß auf die Gebirge der gemäßigten Zone ausgeübt. Was uns in diesen Gebirgen besonders anzieht, der Wechsel der Szenerie, die Gegensätze zwischen breiten Talgründen und Seen und jäh abstürzenden Felswänden, die Fülle tosender Wassermassen und schmaler, dunkler Schluchten, aber auch die gefälligen Einzelheiten stufenartiger Gliederung im Tal und an den Berghängen — alles das ist entweder unmittelbar ein Erzeugnis der Eisbedeckung jener Periode, oder es ist hervorgerufen durch die Gegenwirkung der neu einsetzenden Herrschaft des fließenden Wassers. Aber auch manche Schreden des Hochgebirges haben ihren Ursprung in den Vorgängen jener entlegenen Zeit. Wo steile Talwände des Gegendrucks beraubt wurden, den die Eisströme vorher gegen sie ausübten, da stürzen die Felsmassen um so leichter zur Tiefe. Das bezeugen die zahlreichen Bergstürze, die gerade nach dem Rückgange der Vereisung in den Alpen stattgefunden haben. Weite Talstrecken, wie das Rheintal zwischen Thur und Ilanz, sind von gewaltigen Bergtrümmern verschüttet zu einer Zeit, wo der Mensch diese Gegend glücklicherweise noch nicht bewohnte, aber anderwärts dauern die Bergstürze auch heute noch an und verderben die Bewohner und ihre Kulturen.

Ich habe die Eigenartigkeiten des Reliefs, das die Gegenden früherer Eisbedeckung auszeichnet, als ein Erzeugnis der besonderen Einwirkung des fließenden Eises auf den Untergrund hingestellt, als Glazialrelief bezeichnet; ich darf aber nicht verhehlen, daß auch heute noch von mancher Seite dem Eise eine derartige Gestaltungsfähigkeit abgesprochen, es vielmehr als ein Schutzmantel aufgefaßt wird, der das vorhandene Relief erhält und nur durch Abschleifen seiner Rauigkeiten unbedeutend verändert. Wer dieser Vorstellung huldigt, befindet sich zwei unlösbaren Problemen gegenüber. Er vermag nicht zu erklären, wie es kommt, daß alle jene auffallenden Züge, die gehäuftes Felsbecken, -schwellen und -stufen, die Hängetäler und Kare u. a. m., immer nur dort auftreten, wo die diluviale Eisbedeckung nachweislich vorhanden gewesen ist, und daß zugleich jene Merkmale, entweder in alpiner oder in finnisch-kanadischer Gestaltungsform in keinem früheren Glazialgebiet fehlen. Ebenso wenig kann er aber angeben, wodurch denn das sogenannte Glazialrelief geschaffen ist, das vom Eise konserviert sein soll. Denn Wasser und Verwitter-

rung können es ja nicht gewesen sein, da diese überall unablässig bemüht sind, es zu zerstören.

Nach der Feststellung der tatsächlichen Verhältnisse und ihrer Verknüpfung mit den Gebieten früherer Eisbedeckung fällt der Wissenschaft die Aufgabe zu, aus der besonderen Beschaffenheit des Eises seine Wirkungen zu erklären. Die Eigenschaften und Wirkungen, welche dem Eise im Gegensatz zum Wasser zukommen, haben wir oben bereits kurz dargelegt; jetzt, wo wir uns einen Einblick in die wesentlichen Züge des Eisreliefs verschafft haben, wollen wir versuchen, die Art und Weise, wie das Eis im Gegensatz zum Wasser arbeitet, unserer Vorstellung näher zu bringen.

Wir stellen uns vor, daß sich ein eisfreies, von normalen Erosionstälern zerschnittenes Gebirge durch allmählichen Klimawechsel mit Eis bedeckt. In den höheren Regionen sammeln sich zunächst Firn und später Eiskappen an, soweit nicht die Steilheit der Berge dies verhindert und den Schnee von Zeit zu Zeit als Lawinen niedergehen läßt. Nach und nach senken sich einzelne Eisströme in die Täler und vereinigen sich hier zu größeren Strömen, die nach Art unserer Alpengletscher darin weiter geschoben werden, bis sie in ein so tiefes Niveau gelangen, daß das Eis infolge der höheren Temperatur schmilzt. Nun fließt ja das Eis nicht wie das Wasser in schmalen Fäden auf der Talsohle weiter, sondern als starrer, aber durch Druck in sich verschiebbarer Körper erfüllt es das Tal bis zu einer beträchtlichen Höhe, dringt auch wohl in die tieferen Teile der noch eisfreien Seitentäler ein. An den Seiten des V-förmigen Erosionstales begegnet es dem Widerstande der kullissenartig vorspringenden Berglehnen und Grate, die die Seitentäler voneinander trennen. Hier wird zunächst jede nicht völlig feste Gesteinsecke, jede lockere Felsmasse abgedrückt, in das Eis eingewickelt und darin fortgeschafft werden. Aber jede Lücke, die derart im Fels entstanden ist, wird auch vom Eise wieder ausgefüllt, und in dem erzeugten Loch findet das Eis eine neue Angriffsfläche. Es drückt beständig gegen die Felsen, lockert ihr Gefüge und preßt sich in die Spalten, die durch den beständigen Andrang immer mehr erweitert werden. Mit dem Eise werden aber auch die darin eingeschlossenen Gesteinsbrocken und -blöcke unter starkem Druck gegen den Widerstand geführt und üben auf ihn dauernd eine rammende Wirkung aus.

Sodann gelangen kleinste, mit der Erweiterung der Spalten aber immer größere Gesteinsbrocken in die Spalten und helfen das Gestein lockern nach Art des Keiles, den der Steinbrecher immer tiefer und tiefer in die Kluft des Granits hineintreibt, bis schließlich der anfangs festgefügte Block aus seinem Verbande herausgedrückt und -gehebelt ist. Das nachdrängende Eis umfließt ihn und führt ihn fort. Dieser Vorgang muß so lange andauern, als sich der Eisstrom unter dem nötigen Drucke befindet und sich ihm noch neue, bequeme Angriffsflächen bieten. Erst wenn alle Vorsprünge beseitigt, die Seitenwände des Tales hinreichend abgestoßen und ungefähr senkrecht geworden sind und ein breiter, fast parallelwandiger Querschnitt hergestellt ist, kann das Fortdrücken und Ausbrechen der Gesteinsmassen abnehmen oder aufhören. Läßt dann auch die Fließkraft des Eises nach, so werden die im großen geebneten Talwände noch bei abnehmendem Drucke des Eises unter Mitwirkung von Gesteinsgrus und -schmand bearbeitet; sie werden gerundet, geglättet oder gar poliert, und auf den geglätteten Flächen ritzen die härteren Gesteinsbrocken Furchen und Schrammen ein.

So begreift sich der breite Talboden und der steilwandige Querschnitt der Glazialtäler, so versteht man auch, daß die unteren Strecken der ursprünglichen Seitentäler ganz beseitigt werden und ein senkrechter Felsabsturz an ihre Stelle tritt.

Um das eigenartige Bodenrelief der Glazialtäler, im besonderen den häufigen und schroffen Wechsel des Gefälles und das Auftreten im Fels ausgetiefter Becken und das Tal sperrender Felsriegel zu erklären, wollen wir uns zunächst daran erinnern, daß die Erosionskraft eines Eisstromes an jeder Stelle in erster Linie von dem Drucke abhängt, der hier ausgeübt wird. Da sich nun jeder große Gletscher aus mehreren kleineren Eisflüssen zusammensetzt, so folgt daraus, daß an jedem Zusammenfluß von zwei oder mehr Eisflüssen der Druck des Eises und damit seine Erosionskraft entsprechend der Vermehrung der Eismasse verstärkt werden muß. In einem sehr stark vergletscherten Gebirge fließen aber nicht nur aus den Seitentälern neue Eisströme dem Hauptgletscher zu, sondern die Talgletscher erhalten auch neuere Zuflüsse von hohen Bergen, die sie seitlich einfassen, während von niedrigeren Bergkämmen keine oder nur ganz schwache Eismassen ausgehen. Ist der Gletscher aber wirklich imstande, den Boden,

aus dem er fließt, zu vertiefen, entsprechend dem Druck, den er an jeder einzelnen Stelle ausübt, so müssen sich die Verschiedenheiten des Bodenreliefs als ein Ergebnis der Zusammenflüsse des Eises und damit der Ausgestaltung des Gebirges darstellen. An der Vereinigungsstelle der Täler müßten A u s t i e f u n g e n zu beobachten sein, ebenso aber auch dort, wo die Bergumrandung sich beträchtlich hebt, und umgekehrt würden F e l s s c h w e l l e n dort zu erwarten sein, wo die Berge, die das Tal einfassen, niedriger werden und wo Seitentäler fehlen oder nur schwach entwickelt sind. Es ist zwar nicht ganz leicht, selbst durch genaue örtliche Studien eine ganz zutreffende Vorstellung von der Ausdehnung und Mächtigkeit der einzelnen Eiszuflüsse zu gewinnen, die zur Diluvialzeit in einer bestimmten Gegend zusammengetreten sind, und die Stellen genau festzustellen, wo sie sich vereinigten; dennoch gelingt es in zahlreichen Fällen, in den Alpentälern, ja selbst in den Tälern unserer Mittelgebirge (Schwarzwald, Vogesen) einen Zusammenhang zwischen verstärkter Talvertiefung und der früheren Vereinigung von Eisströmen nachzuweisen. Allein wie vermag das Eis sich in festen Felsgrund einzubohren, tiefe Becken darin auszuhöhlen? (Abb. 6.) Daß auf dem Talboden, wo der stärkste Eisdruck herrscht, lockere Gesteinsmassen eher noch leichter entfernt werden, als an den Talflanken, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung. Ebenso wie dort drängt und drückt auch hier das Eis gegen jeden Vorsprung des Talbodens, lockert ihn, zwingt sich, besonders aber die Grundmoräne, immer tiefer in die sich erweiternden Spalten ein und hebt auf diese Weise Block für Block aus dem Boden, um ihn dann als Grundmoräne weiter zu befördern. Dieser Vorgang muß aber immer dort am stärksten vor sich gehen, wo der Druck plötzlich stark zunimmt, d. h. wo die Mächtigkeit des Eisstromes vermehrt wird.

So erklären sich die Talstufen als Stellen, wo die Erosionskraft des Eises plötzlich durch Zufluß verstärkt worden ist, und daher treffen wir sie auch in der Regel in nächster Nähe der Einmündung eines Seitentales an. Da sich nun der vermehrte Druck in der verstärkten Tiefenerosion verbraucht, so hebt sich vor einer ungewöhnlich vertieften Stelle der Talboden allmählich wieder, wenn auch nur selten zu der gleichen Höhe, die er hinter der Vertiefung einnimmt. Das Ergebnis ist aber ein F e l s b e c k e n, das sich nach dem Abschmelzen des Eises mit einem See füllt. Dieser wird an der

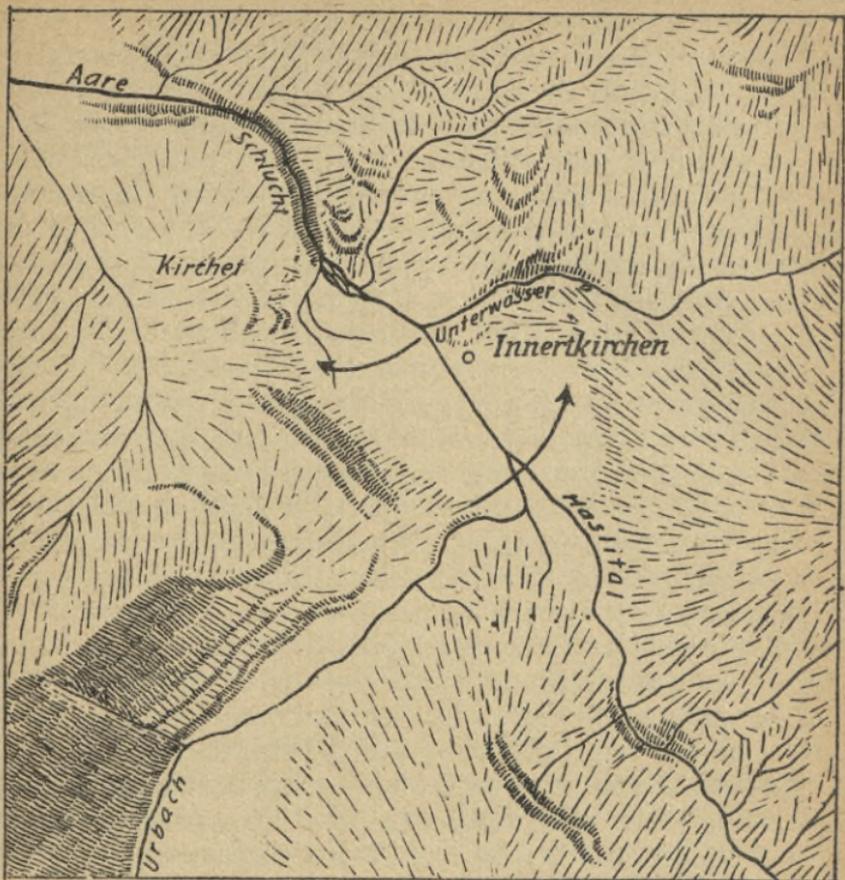


Abb. 7. Kartenskizze der Gegend von Innertkirchen im Oberhasli. (Vgl. dazu Abb. 8.) An der Vereinigungsstelle der drei hier zusammenfließenden Täler befindet sich eine beträchtliche Ausweitung und Austiefung des Tales, das Becken von Innertkirchen, das talabwärts durch einen 70—160 m hohen Felsriegel, das Kirchet, abgeschlossen wird. Der Abfluß des durch das Kirchet gestauten Sees hat die enge Aareschlucht in den Riegel eingeschnitten und dadurch den See trocken gelegt. Sein aus aufgeschwemmtem Material bestehender Boden (weiß) sticht auffallend von der rundgehöckerten Felsumgebung des Kirchet ab (Abb. 8). Man sieht ferner deutlich, wie dem Zufluß des Urbachgletschers eine Ausweitung des Tales gegen NO, dem Zufluß des Unterwassergletschers eine solche gegen W entspricht, was die Pfeile andeuten.

niedrigsten Stelle über den Felsriegel überlaufen, und der Abfluß wird sich infolge des starken Gefälles bald eine enge und tiefe Schlucht einfügen, wenn bald davor eine neue übertiefte Stelle folgt. Für diese Erscheinungen liefert die Umgebung von Innertkirchen (Abb. 7 und 8) ein sehr anschauliches Beispiel,

Innerhalb eines größeren Eisstromes wird eine wechselnde Verteilung des Drucks aber nicht nur in seiner Längsrichtung herrschen, sondern es werden sich auch Streifen stärkeren und schwächeren Druckes in der Querrichtung einstellen, die sich teilen und wieder miteinander vereinigen; sie werden tiefere Furchen im Gletscherboden erzeugen und zwischen diesen Felsmassen von verschiedener Gestalt und Größe stehen lassen, ähnlich wie im Flusse, wo zwischen den Streifen stärkerer Strömung Sandbänke entstehen. So kommen die vereinzelt Felsrücken oder -köpfe zustande, die wie Inseln aus breiten Talböden aufragen. Fast jedes größere Alpental, auch manche breiten Täler der Mittelgebirge enthalten Beispiele dafür. Ich brauche nur auf die Lage von Salzburg zu verweisen, das mitten zwischen und an solche Inselberge gebaut ist und dieser eigenartigen Lage seine Reize in erster Linie verdankt.

Von demselben Gesichtspunkte aus werden auch die Kare am besten verständlich; sie liegen zumeist an Talenden oder in Nischen des Gehanges, in die nicht nur vom Hintergrunde, sondern auch von beiden Flanken her ungefähr gleich mächtige Eisströme sich ergossen. Infolge des örtlich ungewöhnlich stark vermehrten Eisdrucks und der gegenseitigen Zurückdrängung der Eismassen hat das Eis nicht nur in die Tiefe, sondern auch stark nach rückwärts gewirkt und so die halbkreisförmige, kesselartige Vertiefung geschaffen. Das ist wenigstens eine Erklärung, die der Tatsache Rechnung trägt, daß Kare, Karstufen und Talstufen nicht scharf voneinander getrennt werden können. Es werden aber von mancher Seite noch andere Vorgänge für die Erklärung der Kare beigezogen, die aber angesichts der Tatsache, daß Karböden wie Karwände oft die deutlichsten Spuren der Eisbearbeitung zeigen, nur einen geringeren Grad von Wahrscheinlichkeit beanspruchen können.

Die Hängetäler, welche ein hervorstechendes Merkmal in der Eigenart aller größeren Glazialgebiete in gebirgigen Gegenden bilden (Abb. 9 und 11), gehen auf die Erscheinung zurück, daß die Tiefenerosion in einem Haupttale, wo das Eis sehr mächtig ist, weit energischer fortschreitet als in einem kleinen Seitental mit nur geringer Eisbedeckung. In ganz beschränktem Maße trifft das auch für die Täler zu, die durch Wassererosion gebildet werden. Auch in diese mündet zuweilen ein Seitental nicht völlig gleichsohlig ein, sondern gewinnt dessen Talsohle durch eine steilere Rinne oder einen kleinen Sprung. Die großartige Ausgestaltung dieser Erscheinung, wie sie den Glazial-

gebieten eigen ist (Abb. 2 und 11), wird aber nur durch Eiserosion möglich, weil bei der starren, nicht flüssigen Beschaffenheit des Eises der Eisstrom eines kleinen Seitentales gar nicht die Kraft besitzt, sich bis zur Sohle des Haupttales einzutiefen, wie es das Wasser im gleichen Falle tut. Sobald aber das Eis geschwunden ist und die Herrschaft des fließenden Wassers einsetzt, beginnt auch der Seitenfluß sich in den Felsabsturz einzutiefen (Abb. 11), und dieser Vorgang setzt sich fort, bis das Gefälle ausgeglichen ist (Abb. 9).

Es würde zu weit führen, wollten wir die Entstehung aller glazialen Formen ausführlich schildern, die Bildungsweise der Rundhöcker (Abb. 10) mit ihren flachgerundeten und glatten Stoß- und ihren steileren und rauhen Leseiten, u. a. m.; ich will nur darauf hinweisen, daß auch die Eigentümlichkeiten des matten Glazialreliefs, wie wir es in Finnland, Kanada usw. antreffen, sich aus den beständig wechselnden Druckverhältnissen in der Eisdecke und der dadurch bedingten örtlich wechselnden Ausgrabung des Felsbodens ungezwungen erklären lassen. Es versteht sich ferner von selbst, daß für die Ausgestaltung des Glazialreliefs im einzelnen die Beschaffenheit des vom Eise angegriffenen Gesteins eine ähnliche Rolle spielt wie bei der Wassererosion, welche weiches Gestein leichter beseitigt als hartes und dadurch die wechselnde Zusammensetzung des Untergrundes mehr oder minder scharf hervortreten läßt. Bei der Modellierung des Untergrundes durch das Eis beobachtet man aber allgemein doch ein abweichendes Verhalten. In Gegenden, wo der Untergrund durchweg aus hartem, festem Gestein, wie Granit, Kalkstein u. dgl., besteht, tritt das glaziale Relief stets ungemein deutlich und bestimmt hervor. Die Talwände sind schroff und jäh, die Felsbecken tief und steilwandig, die Talstufen, die Abstürze der Hängetäler hoch und steil, und so weiter. Wo dagegen weichere, plastische Gesteine, wie Tonchiefer, Tone, mürbe Sandsteine u. dgl. vorherrschen, verwischen sich die Glazialformen mehr, die Steilheit der Wände, die Tiefen der Becken erscheinen gemildert, zuweilen so sehr, daß nur das geschärfte Auge sie noch sicher als solche erkennt. Schon in den Alpen, wo sich zwischen den herrschenden Urgesteinen und Kalksteinen mancherorts Züge weicher Schiefer einschieben, kann man diese Erscheinung ganz deutlich beobachten, z. B. im Schiefergebiete des Prätigaus, besonders aber in Gebirgen, wo härtere Gesteine nur vereinzelt zwischen vorherrschenden weicheren auftreten, wie in der Schieferkordillere des bolivianischen Hochlandes. Dieser Unterschied ist

wohl auf die besondere Art, wie das Eis erodiert, zurückzuführen. Harte Gesteine sind stets klüftig, und das Eis erzeugt darin durch Abstoßen und Ausheben größerer Blöcke Löcher, in denen es stets neue, geeignete Angriffspunkte zur Fortsetzung seiner Tätigkeit findet. Das führt naturgemäß dazu, das Relief zu verschärfen und stärker herauszuarbeiten. In weichen Gesteinen kann dagegen diese Brecharbeit nicht vor sich gehen; sie können, wenn die vorspringenden Teile einmal beiseitigt sind, nur lagenweise abgeschürft werden, und das so entstehende Relief wird stets mehr sanfte, ausgeglichene Formen aufweisen. Die weiche, plastische Grundmoräne, die hierbei entsteht, wird mehr wie ein Schmiermittel zwischen Eis und Untergrund wirken, die entstandenen Vertiefungen ausfüllen und so den Untergrund bis zu einem gewissen Grade vor weiteren Angriffen schützen.

5. Die Moränen.

Schon aus dieser summarischen Darstellung der Eiswirkung auf den Untergrund, die nur die wichtigsten Seiten des großartigen Vorganges berücksichtigt, ist zu entnehmen, daß das Eis im allgemeinen zwar eine ähnliche, aber in verschiedener Beziehung doch auch grundsätzlich andere Wirkung ausübt wie das Wasser. Der Bereich seiner Tätigkeit erstreckt sich nämlich gleichzeitig über die ganze von Eis bedeckte Fläche und prägt dieser seine besonderen Merkmale auf. Ungeheure Mengen von frischem, festem Gestein werden dem eisbedeckten Untergrunde entnommen und unter und im Eise fortgeführt; selbst ein großer Teil der Gesteinsmassen, die durch freien Absturz und durch Lawinen auf den Eisstrom gelangen, sinkt allmählich in dem Eise zur Tiefe. Und so bewegt denn ein Eisstrom eine enorme Last Gesteinschutt der verschiedensten Größe unter sich als Grundmoräne, zum Teile auch im Eis eingeschlossen, fort. Alle diese Gesteinsmassen sind aber zugleich durch das Eis selbst vor den Verwitterungsvorgängen, vor dem Einfluß von Temperaturschwankungen, von Luft und Wasser geschützt. In Gegenden, die nicht vollständig unter Eis begraben liegen, wie die Alpen heutzutage, gesellt sich dazu die Obermoräne; sie setzt sich, wie schon bemerkt, zum großen Teil aus dem Schutt zusammen, der auf den Gletscher fällt.

Die als Grundmoräne fortgeschleppten Gesteinsbrocken zerfallen nicht durch chemische Verwitterung, dafür werden sie aber einer

außerordentlich starken mechanischen Zerkleinerung unterworfen. Unter dem gewaltigen Drucke der Eiswalze wird die Grundmoräne zwischen Eis und Untergrund fortgeschoben; fest werden ihre harten Gesteinsbrocken gegeneinander gepreßt und aneinander zerrieben, und je länger der Weg, den sie zurücklegen, um so mehr wächst die Masse des durch gegenseitiges Abschleifen entstandenen Gruses und Schmandes.

Daher besitzt denn die Grundmoräne der diluvialen Eismeere wie der heutigen Gletscher zumeist die Beschaffenheit einer betonartigen Masse, d. h. sie ist ein festgefügtes Gemisch groben und feinen Materials ohne erkennbare Lücken. Wo sie unzerseht und nicht nachträglich gelockert vorliegt, setzt sie dem Sprengschuß wie dem Püdel den zähesten Widerstand entgegen. Zuweilen finden wir sie sogar in schmalen Fugen und Spalten des Untergrundes bis zu mehreren Metern Tiefe hinab eingepreßt.

Wenn ein Eisstrom in gleichmäßigem Wachstum eine Gegend überkleidet, so überzieht er den Untergrund mit einem Schleier von Grundmoräne; nur auf den dem Eisdruck am meisten ausgesetzten Aufragungen bleibt sie nicht haften. Schmilzt der Eisstrom, nachdem er seine größte Ausdehnung erreicht hat, wieder rasch und gleichmäßig ab, dann hinterläßt er eine Grundmoränenbede von örtlich wechselnder Mächtigkeit, aber er häuft sie nirgends in der Form auffallender Berge oder Höhenzüge an.

Anders gestaltet sich der Vorgang, wenn die Ausdehnung eines Eisstromes sich einige Zeit hindurch gleichbleibt, er weder erheblich vorstößt, noch sich zurückzieht. Dann häuft sich die Grundmoräne, die unter dem Eise andauernd weitergeschoben wird, am unteren Ende des Stromes, wo das Eis schmilzt und wo die Bewegung erlischt, immer mehr und mehr an; sie türmt sich immer höher und mächtiger auf und umschließt als auffallender Geröllwall das zungenförmige Ende des Stromes (Abb. 11 M). Das ist die Endmoräne, wie sie als steilwandige Mauer aus Blöcken und Grus das untere Ende der größeren Gletscher der Alpentäler bogenförmig umrandet (Abb. 11 M).

Oft erschweren diese lockeren Bloßmassen dem Alpenfreunde den Zutritt zum Gletscher beträchtlich; anderseits gestattet der seitwärts am Gletscher sich fortziehende Endmoränenwall, die sog. Seitenmoräne (Abb. 12 M) nicht selten, seine zerrissene und un-



Abb. 11. Blick von Chamoni auf die Montblanc-Kette gegen SO.

Endmoränen der Hängegletscher Glacier des Nantillons (M) und Glacier de Blaitière (M₁). Wo diese Gletscher zur Eiszeit zusammenfloßen, höhltet sie eine fesselartige Vertiefung (K) aus. Davor die abgeschliffene Felsenschwelle (S). Die Abflüsse der heutigen Gletscher vereinigen sich im Kessel, durchbrechen die Felsenschwelle und den Steilabsturz zwischen dem Hängetal und dem übertiefsten Arvetal in enger Schlucht (sch). Rechts der Riesen-Rundbuckel Plan de l'Aiguille, dessen Glazialskulptur durch Wassererosion kaum verändert ist. Nach einer Aufnahme der Phofoglob-Co. in Zürich.

wegsame Zunge bequem zu umgehen. Da die meisten Gletscher jetzt hinter ihren früher ausgedehnteren Stand etwas zurückgewichen sind, so haften End- und Seitenmoräne meist nicht mehr am Eise, sondern es schiebt sich ein leerer Raum zwischen beide ein, und der Wall ist auch auf seiner steilen Innenseite sichtbar (Abb. 12 M).

Für die Ermittlung der klimatischen Schwankungen zur Diluvialzeit werden nun die Endmoränen von hervorragender Bedeutung. Denn die Eisströme können nur wachsen und vorstoßen,

wenn das Klima feuchter und kühler wird als vorher, und sie können sich nur andauernd zurückziehen, wenn es sich im entgegengesetzten Sinne ändert, mithin trockener und wärmer wird; nur wenn es einigermaßen beständig bleibt, ändert sich die Ausdehnung der Eismassen nicht, und nur dann kann es zur Bildung von größeren Endmoränen kommen. Daher bezeichnen Endmoränen Zeiten des Stillstandes des Eises.

Verlassen wir nun das Gebirge, aus dem die Eisströme die Block- und Geröllmassen ausgebrochen und ausgegraben haben, und betrachten wir das Vorland, in dem die Eisdecken endigten und in das sie ihre Steinlast hinausgeschoben haben.

Vielfach bezeichnen große Rand- und Vorlandseen das Ende früherer Eisströme, z. B. der Starnberger See, der Bodensee, die oberitalienischen Seen u. a. m. Das ist keineswegs Zufall, vielmehr hängt die Bildung dieser Seen auf das innigste mit der Tätigkeit des Eises zusammen. Im untersten Teile eines Eisstroms verlangsamt sich nämlich die Bewegung des Eises, und am Ende, wo das Eis schmilzt, hört sie vollständig auf. Daraus folgt, daß auch die Austiefung des Untergrundes gegen das Ende hin immer geringer wird und die Eiszunge selbst einer nach außen zu ansteigenden Untergrundfläche aufliegt. Das ungewöhnlich stark vertiefte, oder wie wir sagen über tiefe Bett des Eisstroms wird also nach außen abgeschlossen sein durch eine Schwelle des Untergrundes, und diese wird sich um so höher über die dahinter liegende Austiefung erheben, je längere Zeit sich die Ausdehnung des Eisstroms gleichgeblieben ist. Auch wird sich diese Randschwelle des Gletscherbodens naturgemäß auf ebenem oder gar ansteigendem Terrain viel schärfer herausheben als auf abwärts geneigtem. Zugleich häuft aber der Gletscher, wenn er längere Zeit gleich groß bleibt, seine Grundmoräne und Obermoräne an seinem Ende, also eben im Bereiche dieser Randschwelle als Endmoräne an und erhöht dadurch noch die Erhebung des Randwalles über dem Boden der Gletscherzunge. Damit sind denn die Bedingungen geschaffen, welche beim endgültigen Abschmelzen des Eises die Entstehung eines Sees an der Stelle des Zungenbeckens des Gletschers ermöglichen.

Die Gesetzmäßigkeit aber, mit der sich diese Randseen und ihre Umgürtung durch Erdmoränen an der äußeren Grenze frühe-

rer Dauergletscher und -eismeere wiederholen, stehen nicht zurück hinter der Gleichförmigkeit, mit der das Glazialrelief in früher vereisten Gebirgen wiederkehrt. Nur ist dabei zu berücksichtigen, daß die so entstandenen Seen seither vielfach an Umfang eingebüßt haben oder gar vollständig erloschen sind, indem ihre Abflüsse den Moränen- oder Felsdamm durchnagt, den Spiegel des Sees gesenkt und auf diese Weise seinen Umfang verkleinert oder ihn ganz trocken gelegt haben.

So sehen wir denn die Nord- wie die Südseite der Alpen von girlandenartig aneinandergereihten Endmoränenbögen bekränzt, die in der Landschaft meist auffallend hervortreten. Sie bezeichnen die Grenze, welche die Eisströme der Alpentäler zu einer bestimmten Zeit dauernd innegehalten haben. Dicht hinter den einzelnen Endmoränenbögen erscheinen, die Zungenbecken der früheren Eisströme füllend, die Seen: Die größeren Randseen des Nordabhanges der Alpen, wie Traun-, Atter- und Chiemsee im Osten des Inn, Würm- und Ammersee im Westen. In der Schweiz, wo mächtigere Eismassen weiter ins Vorland drangen, wachsen auch die Seen zu größeren Wasserkörpern aus: Bodens-, Zürich-, Neuenburger, Bieler und Genfer See. Auf der sonnigeren Südseite schmolzen die Eisströme früher ab und so rücken die Seen zum großen Teil oder ganz in das Gebirge, wie Langen-, Luganer-, Comer-, Iseo- und Gardasee. Jedes dieser Wasserbecken ist eine Perle der Landschaft, jedes von eigenartigem Gepräge, trotz der gleichartigen Bildungsweise. Denn mannigfache Verhältnisse wirkten zusammen bei der Ausgestaltung ihrer Eigenart: die Größe, Lage und Form der Eiszunge, dazu noch die vielfachen kleineren Schwankungen in der Ausdehnung des Eises, welche nicht einen einfachen Moränenwall, sondern eine Anzahl hintereinander geschalteter Wallzonen erzeugten; schließlich die nachträglichen Abzapfungen, welche unter Durchbrechung des stauenden Moränendamms die Wasserfläche jedes einzelnen Beckens in verschieden starkem Maße verringerten.

Das Gebiet, welches das Zungenbecken nach außen umgürtet, die „Endmoränenlandschaft“, ist reich an eigenartigen, örtlich wechselnden Zügen. Hier begegnen wir einem großartig angelegten Blockwall von mehreren hundert Meter Höhe und einfacher, halbkreisförmiger Gestalt; im Halbrund stuft er sich gegen die

Tiefe des Beckens zu ab, aber dieses ist oft fast wasserleer, und reiche Kulturen bedecken es, weil der Wall vom Abflusse bis zu seiner Grundlage durchsägt wurde. („Amphitheater“ von Ivrea, vom Eisstrom der Dora Baltea gebildet.) Dort dehnt sich eine breite, flachwellige Landschaft vor dem See aus. Sie besteht aus zahlreichen, vereinzelt, anscheinend regellos zerstreuten Blockhügeln von runder oder verlängerter Form, die nur im großen betrachtet die bogenförmige Anordnung erkennen lassen. Zwischen ihnen erscheinen kleinere und größere sumpfige Becken, Tümpel oder Seen, teils abflußlos, teils in das Abflußsystem eingegliedert und dann oft trocken gelegt (Bodenseegegend).

Allgemein zeichnen sich die Endmoränengebiete vor den anderen vom Eise unmittelbar oder mittelbar beeinflussten Gebieten durch die Häufung der großen Irrblöcke aus. Das Eis befördert zwar unterschiedslos alle Gesteinsmassen vom haushohen Block bis zum feinsten Schmande als Oberflächen- oder als Grundmoräne fort, und in dieser bunten Mischung und in dem Fehlen der Sonderung in der Geschiebemasse besteht mit eines der wichtigsten und auffälligsten Merkmale der Moräne. Am Eisrande aber, wo jahraus jahrein, in besonders reichem Maße aber beim endgültigen Abschmelzen des Eises große Mengen von Schmelzwasser entstehen, werden die fein- und mittelförnigen Bestandmassen der Moräne zum Teil fortgespült, während die großen Blöcke unbewegt liegen bleiben oder nur eine kurze Strecke mit fortbewegt werden. Daher sind denn auch die Endmoränengebiete mit ihren „Blockwällen“ eine reiche Fundgrube für Pflaster- und Bausteine, namentlich in Norddeutschland und in Nordrußland, wo der Felsuntergrund unter einer mächtigen Decke von Geschiebelehm und Sand begraben liegt und daher andere feste Gesteine fehlen.

Die Eisströme, die zur Diluvialzeit den Alpentälern entquollen, verschmolzen zum Teil am Fuße des Gebirgs miteinander, namentlich in der Schweiz, wo der ganze Raum zwischen dem Hochgebirge und dem Jura, das schweizer Mittelland, zeitweise von einer zusammenhängenden Eisedecke ausgefüllt war. Im allgemeinen behielt aber jeder Eisstrom seine Selbständigkeit, und hieraus erklärt sich auch die besondere Ausgestaltung der einzelnen Randseen und ihrer Endmoränenlandschaften am Ende der Ströme. Wesentlich anders lagen die Verhältnisse in Nordeuropa. Hier

breitete sich ein wahres Eismeer, eine ungeheure Inlandeismasse von Skandinavien her aus. Zur Zeit ihrer größten Ausdehnung durchquerte sie die Nordsee und erreichte Südenland, wo sie sich mit dem britischen Eisgebiete berührte, überdeckte Holland bis zur Rheinmündung, überflutete Norddeutschland samt dem Teutoburger Wald, und erst die mitteldeutschen Gebirge, Harz, Thüringer Wald, Erz- und Riesengebirge, weiterhin die Karpathen setzten ihrem Vordringen hinreichenden Widerstand entgegen; im ebenen Rußland drang sie im Dnjeprtal bis über den 49. Breitengrad nach Süden vor, und gegen Osten berührte sie fast den Ural und das Timangebirge.

Was diese ungeheure Eisdecke — ihre Dicke wird auf mehrere Kilometer geschätzt — in Skandinavien und in den baltischen Gebieten dem Untergrunde an Steinmaterial entnommen hatte, das wurde in Norddeutschland und Rußland als Grund- und Endmoräne ausgebreitet, und der Untergrund wurde stellenweise bis 200 m hoch damit zugedeckt. So liegen hier weite Landschaften ganz unter einem Mantel von fremdartigem Schutt begraben. Im Umkreis der Ostsee hat sich während einer längeren Stillstandphase der Rand des baltischen Eismeres befunden; hier kehren daher in entsprechend großzügiger und einheitlicher Ausgestaltung die Endmoränenlandschaften des Alpenvorlandes wieder.

So zieht eine breite Endmoränenzone, fast überall auch orographisch deutlich heraustretend, von Schleswig durch Holstein, Mecklenburg, Pommern, Preußen und Polen zu den Waldaihöhen zwischen Petersburg und Moskau und läßt sich von hier bis zum Weißen Meer verfolgen. Als bogensförmiger, mehrfach gebuchteter Wall umschließt sie konzentrisch die Niederung der Ostsee, den Ladoga- und Onegasee und das Weiße Meer, die zusammen das Zungenbecken dieses großen skandinavischen Eisschildes darstellen.

Was am Außenrande der diluvialen Alpengletscher auf engen Raum zusammengedrängt erscheint, liegt hier weit und offen ausgebreitet. Wallartige Endmoränenberge mit ihrer Häufung großer Gesteinsblöcke bilden als breiter Gürtel die Endmoränenlandschaft.

In diesen Endmoränen des baltischen Eisstromes besitzen wir zugleich großartige und überzeugende Beispiele für die Fähigkeit

des Eises, den Untergrund aufzuwühlen und große Schollen davon fortzuschleppen und der Moräne einzuverleiben. Braunkohlen und Kreidemergel gehören zu den technisch wichtigen Gesteinen des Untergrundes in Norddeutschland. An mehreren Orten hat man sie unter der Diluvialdecke abzubauen begonnen in der anscheinend selbstverständlichen Voraussetzung, daß man im anstehenden Untergrunde arbeite. Aber durch den Fortgang der Arbeiten hat sich herausgestellt, daß man nur mächtige Schollen vor sich hatte, die vom Untergrunde abgedrückt oder abgerissen und dann in die Grundmoräne vollständig eingewickelt und mit dieser verschleppt worden sind.

Ich könnte nun noch weitere gut bekannte Gebiete, im besonderen das große Glazialgebiet Noramerikas, ebenso auch Patagonien oder die entsprechend kleineren Verhältnisse in den deutschen Mittelgebirgen in meine Betrachtung einbeziehen, um daran zu zeigen, daß auch hier in den Moränengebieten überall wesentlich die gleichen Bildungen, nur mit örtlich schwach wechselnder Abänderung wiederkehren, daß auch diese scheinbar regellosen Anhäufungen ganz bestimmten Gesetzen folgen. Doch ziehe ich vor, aus der Fülle der eiszeitlichen Erscheinungen neue hervorzuheben, die uns die heutige Beschaffenheit auch der früher nicht vom Eise überdeckten Gegenden verständlich machen helfen. So wollen wir uns jetzt den Vorgängen zuwenden, die an das Abschmelzen der Eismassen anknüpfen.

6. Die Wirkung der Schmelzwasser.

Wenn ein Eisstrom keiner erheblichen Schwankung in seiner Ausdehnung unterworfen ist, herrscht Gleichgewicht zwischen der Menge des Schnees, die in seinem Einzugsgebiet fällt, und dem Verluste, den er durch Abschmelzen erleidet. Nun wird ein geringer Teil des Eises unmittelbar von der trockenen Luft aufgezehrt, der andere, weitaus größere Teil schmilzt zu Wasser und entströmt dem Gletscher an seinem unteren Ende als Gletscherbach, der im Sommer reichlich, im Winter begreiflicherweise viel spärlicher fließt. Die Geschiebmassen aber, die der Eisstrom als Grund- oder Obermoräne bis an sein Ende mitschleppt und hier als Endmoräne anhäuft, werden zum Teil von den Schmelzwässern erfaßt und fortgeführt, und daher dehnen sich unterhalb der heu-

tigen Gletscherzungen in den Tälern mehr oder weniger große Geröllflächen aus; sie bestehen aus Schotter, das heißt aus grobem Geröll, während die feineren Bestandteile der Grundmoräne als Gletschertrübe vom Wasser weiter talabwärts geführt werden. Gelegentlich tritt aber auch der Fall ein, daß sich während eines heißen Sommers das Schmelzwasser im Eise in der Form eines größeren Reservoirs anhäuft, schließlich dessen Wände durchbricht und sich dann mit elementarer Gewalt talabwärts ergießt. Ein solcher Vorgang war beispielsweise die Ursache der fürchterlichen Katastrophe von St. Gervais in Savoyen im Jahre 1892. Bei solchen Gelegenheiten reißt das Wasser enorme Mengen von Moränenschutt und -blöcken mit sich fort und lagert sie dort, wo das Gefälle nachläßt, als breiten und mächtigen Schuttkegel ab. Ebenso sehen wir, wie die Endmoränen der auf steiler Unterlage befindlichen Hängegletscher in den Alpen durch die Schmelzwasser zum erheblichen Teile abgespült und unterhalb des Gletschers als steiler Schuttkegel wieder abgelagert werden (Abb. 11 unterhalb M_1). Natürlich haben die Schmelzwasser der großen diluvialen Eisströme eine ähnliche, nur viel ausgedehntere Wirkung auf die Moränen des Eisrandes ausgeübt. Besonders von der Zone der Endmoränen, die ja, wie wir wissen, einen längeren Ruhestand des Eisrandes bezeichnen, sind lange Zeiten hindurch solche Schuttkegel abgewaschen worden, und sie haben das vorliegende tiefere Land, in erster Linie die Flußtäler, mit mächtigen Geröllmassen überschüttet. So sehen wir denn vor den Endmoränen des nördlichen Alpenvorlandes schwach geneigte und im Querschnitt fast ebene Schotterflächen von beträchtlicher Ausdehnung sich ausbreiten. Da hier die Eisströme dicht gedrängt auf einer Höheebene endigten, sind auch die einzelnen Schotterkegel vielfach seitlich miteinander zu einer scheinbar einheitlichen Fläche verschmolzen. Wo aber vor den Eisströmen tiefere Täler bestanden, haben sich die Schotter in diesen weit talabwärts verbreitet und sie bis zu beträchtlicher Höhe aufgefüllt.

Das Rheintal zwischen Basel und Bingen bietet ein ausgezeichnetes Beispiel für diesen Vorgang dar. Zwischen den Vorbergen der oberrheinischen Gebirge, Schwarzwald-Odenwald einerseits, Vogesen-Hardt andererseits, dehnt sich eine im Querschnitt ebene, nach Norden sanft geneigte Schotterfläche 20 bis 30 km breit aus,

die Rheinebene. Die Gerölle und Sande, welche sie aufbauen, entstammen zum größeren Teile den Alpen, zum kleineren den oberrheinischen Gebirgen. Verfolgt man diese Fläche nach aufwärts, so sieht man sie einerseits an den großen Endmoränenzügen der Schweizer Eisströme, andererseits an den unbedeutenden Endmoränen, die von den Gletschern des Schwarzwaldes, der Vogesen und des Juragebirges erzeugt wurden, endigen und mit ihnen verschmelzen. Mit den Endmoränen hört auch die Schotterbildung auf, hinter ihnen beginnt vielmehr das vertiefte Zungenbecken des früheren Gletschers. Welch erhebliche Mächtigkeit die Schottermassen des Rheintales erreichen, geht daraus hervor, daß manchenorts Bohrungen von 300 m Tiefe noch nicht auf die eigentliche Talsohle gestoßen sind. Nicht der Rhein, der die breite Schotterfläche jetzt als schmaler Faden durchzieht, ebensowenig seine unbedeutenden Zuflüsse aus den oberrheinischen Gebirgen dürfen als Erzeuger der ungeheueren Talauffüllung angesprochen werden; sie sind im Gegenteil vielfach damit beschäftigt, diese zu zerstören, indem sie ihre schmalen Betten immer tiefer in sie eingraben. Also auch hier ein ausgesprochener Gegensatz zwischen der Arbeit der Schmelzwasser diluvialer Gletscher und der Erosionstätigkeit der heutigen Flüsse.

Nicht überall erreichen aber die Abfälle der Eisschmelzwasser den gleichen Umfang und die hervortretende Bedeutung wie im Alpenvorlande. Denn wo die Eisströme in geringer Meereshöhe und auf wenig tief durchfurchter Unterlage endigten, wie in Norddeutschland, Rußland usw., konnten infolge des geringen Gefälles die gröberen Gerölle nicht weit fortgeschafft werden. Hier werden die Endmoränen vielmehr nur von einem schmalen Schotterbande umzogen, weiterhin breiten sich nur Sande aus, diese dann allerdings in beträchtlicher Mächtigkeit und Ausdehnung. Die weiten Sandflächen der Lüneburger Heide und der Mark sind bekannte Beispiele hiefür. So hat sich überall die Tätigkeit des Wassers an die des Eises enge angeschlossen. Wenn die Schmelzwasser auch nicht grundsätzlich anders gewirkt haben als das fließende Wasser überhaupt, so übersteigt doch ihre Ausdehnung weit aus das Maß, welches wir unter den heutigen normalen Verhältnissen beobachten. Nicht nur auf schmalen Flußlinien, auf weit ausgedehnten Flächen konnte sich ihre Wirkung äußern. Dazu

kommt, daß die Schmelzwasser immer dort, wo sie entstanden, eine ungewöhnlich große Masse loöseren Materials, vom feinsten Schlamm bis zu großen Blöcken, vorfinden, die sie verfrachten konnten.

Beim endgültigen Abschmelzen der Eisströme haben die Schmelzwasser auch den vom Eise überzogenen Untergrund und seine Grundmoränendecke in bezeichnender Weise bearbeitet. In den heutigen Gletschern sehen wir das sommerliche Schmelzwasser oft auf Spalten und Kanälen wie einen Wasserfall zur Tiefe stürzen, und wo dieses auf den Untergrund fällt, höhlt es darum in ähnlicher Weise wie ein Fluß in seinem Felsenbette Strudellöcher aus. Daher kann es uns nicht befremden, wenn wir in dem vom diluvialen Eise abgeschliffenen Fels häufig derartige Strudellöcher, Gletschertöpfe oder Gletschermühlen genannt, ausgetieft finden. Entsprechend der gewaltigen Menge von Schmelzwasser, die in den eiszeitlichen Gletschern entstand, erreichen dieselben zuweilen ganz außerordentlichen Umfang und mitunter beträchtliche Tiefen. Nach Zehnern von Metern zählen die Dimensionen. Auf eine derartige Tätigkeit führt man auch die Entstehung der zahlreichen Sölle und Pfuhe von rundlichem Umriß und großer Tiefe zurück, die in der Grundmoräne Norddeutschlands und anderer Gegenden auftreten.

Im Hochgebirge begegnet der Wanderer aber häufig einer anderen, recht auffallenden Form der Auswaschung des Untergrundes; das sind die Karren- oder Schrattenfelder, ebene oder geneigte Flächen von dichtem Kalksteine, über deren Oberfläche hin sich meist dicht gedrängt Löcher und Rinnen von einem Meter Tiefe und darüber verbreiten, so daß nur schmale, gerundete oder scharfe, oft schwer passierbare Grate dazwischen stehen bleiben. Auch die Schratten der Alpen sind nichts anderes als ein Produkt der niederstürzenden Schmelzwasser, wo diese über eine größere Fläche ihre Wirksamkeit gleichmäßig entfaltet haben. Solche karrenartige Aushöhlungen bilden sich übrigens auch außerhalb früherer Eisgebiete überall dort auf dichtem Kalkstein, wo dessen Oberfläche längere Zeit hindurch der Verwitterung ausgesetzt ist. In diesem Falle wird der Kalkstein vom Regenwasser chemisch aufgelöst. Ein bekanntes Beispiel dafür ist das Karstgebiet.

Mag sich nun die Wirkung der Schmelzwasser, die unter den

Eisströmen tätig gewesen sind, in den geschilderten auffälligen Formen oder nur in minder hervortretenden einfachen Rinnen, Höhlen u. dgl. zu erkennen geben, in allen Fällen sind sie von den grundsätzlich ähnlichen Bildungen normaler Flußtätigkeit unterschieden. Entweder verbreiten sie sich flächenartig, auch wo sie in Tälern auftreten, und nicht nach einzelnen Flußlinien, oder sie finden sich an Stellen, wo sie durch die heute wirksamen Flußläufe überhaupt nicht gebildet werden können, auf Hochflächen und an Gehängen außerhalb der lebenden Abflurinnen. Es sind Zeugen vergangener Zeiten mit wesentlich verschiedenen klimatischen Verhältnissen.

7. Die Verlegung der Flußläufe.

Wenn wir bedenken, welch außerordentlich große Massen von Gestein durch die diluvialen Eisströme an gewissen Orten fortgenommen, an anderen zusammengehäuft worden sind, und weiterhin berücksichtigen, daß diese Vorgänge vielfach ganz unabhängig von den Gesetzen der Wasserwirkung erfolgten, oft sogar im direkten Gegensatz dazu, so werden wir verstehen, daß die Abflußsysteme, welche vor der Diluvialzeit bestanden haben, durch die Eisströme mehrfach abgeändert worden sind. Daher erscheinen in früher vergletscherten Gebieten die heutigen Abflußsysteme vielfach unnatürlich und unverständlich, wenn man sie aus den jetzigen Oberflächenverhältnissen durch Wirkung des fließenden Wassers allein zu erklären versucht. Wie in so vielen Fällen, kann auch hier nur die Mitwirkung der früheren Eisbedeckung zum Verständnis der heutigen Verhältnisse führen. Einige Beispiele mögen das erläutern.

Die Verlegung von Wasserscheiden durch Eisströme ist ein häufiger Fall in den Gebirgen. Er kommt auf verschiedene Art zustande. Beispielsweise sind gar nicht selten früher bestehende Wasserscheiden durch örtlich verstärkte Erosion des Eises beträchtlich erniedrigt worden, gleichzeitig haben die Eisströme die Abflurinne der einen Seite des Gebirges durch Moränendämme so hoch abgesperrt, daß nach dem Schwinden des Eises die Abflüsse des abgedämmten Talsystems nach rückwärts über die erniedrigte Wasserscheide in das andere Talsystem sich ergießen mußten. In ausgedehntem Maße ist dieser Fall in der patagonischen Kordil-

lere eingetreten, wo vielfach die Abflüsse des Ostabhanges, welche früher in der natürlichen Abfallsrichtung des Gebirges dem Atlantischen Ozean zugeführt wurden, durch Erniedrigung der Kor-dillerenpässe und Moränenverbauung im östlichen Tieflande nach dem Stillen Ozean abgelenkt wurden, so daß jetzt die hohe Kor-dillere von zahlreichen Tälern durchbrochen wird, deren Sammel-gebiet noch in die ostwärts daranstoßende Pampa fällt. Fast wäre zwischen Chile und Argentinien ein Krieg über die Streitfrage entbrannt, ob die Höhenlinie des Gebirges oder die jetzige Wasser-scheide, die sich meist weit von ihr entfernt hält, die Grenze zwis-chen beiden Ländern bilden solle.

Nicht selten ist der Fall eingetreten, daß sich aus einem Seiten-tale ein Eisstrom in das nicht mit Eis erfüllte Haupttal vorge-schoben hat, dadurch den Abfluß des Haupttales zu einem See gestaut und diesen gezwungen, rückwärts über die Hauptwasser-scheide oder über eine seitliche Wasserscheide überzufließen. Auf diese Weise ist zum Beispiel ein früher der Donau zugehöriges Gebiet nördlich des Feldbergs im hohen Schwarzwalde abgedämmt und durch das Hölle-Dreisamtal dem Rheine tributpflichtig ge-macht worden; ein anderes, südöstlich vom Feldberge gelegenes, das früher der Mettma zugehörte, ist durch Moränenverbauung am Unterende des Schluchsees dem Schwarzatal zugeführt worden (Abb. 14, S. 68). Derartige Verlegungen der Wasserscheiden und Eröffnungen neuer Abflüsse sind gewöhnlich von einer starken Eintiefung des neu eröffneten Durchbruchtales begleitet und tra-gen viel dazu bei, durch Bildung enger, schluchtartiger Talstrecken die landschaftlichen Reize des Gebirges zu erhöhen.

Beträchtliche Änderungen in den Flußsystemen haben auch die Niederungen erfahren, über die sich die großen Inlandvereisungen ausbreiteten; nur erschwert hier die mächtige Hülle der Grund- und Endmoränen die Feststellung der früheren Verhältnisse, wie sie vor der Eisbedeckung bestanden. Dagegen lassen sich im nord-deutschen Tieflande noch heute sehr deutlich die Wandlungen ver-folgen, welche das Flußnetz während des Rückzuges der Eismassen und nach ihrem Schwinden betroffen haben. Während sich der Eisrand vom Fuße der deutschen Mittelgebirge staffelweise nach Norden zurückzog, das ganze Gebiet der Ostsee aber noch mit mäch-tigen Eismassen angefüllt war, konnten die Schmelzwasser nicht

auf den heutigen Wegen der Oder und Weichsel der Ostsee zugeführt werden; sie mußten sich vielmehr am Eisrande entlang gegen Westen zu richten und ergossen sich, mit der Elbe vereinigt, in die Nordsee. Noch heute werden diese Urstromtäler durch Talniederungen gekennzeichnet, die zum Teil nur von unbedeutenden Rinnsalen durchzogen werden, zum Teil aber mit Seen erfüllt sind. Sie haben die Herstellung von Querkanälen zwischen den jetzt nach Norden abfließenden größeren Flüssen erheblich erleichtert.

8. Löß und Lehm.

Wir haben jetzt die wichtigsten Erscheinungen skizziert, welche auf die vermehrte Ausdehnung der Eisströme zur Diluvialzeit und auf die damit verbundenen Abschmelzvorgänge zurückgehen. Besondere Schwierigkeiten bot ihre Erklärung nicht, nachdem einmal die eigenartige Wirkung des Eises und die gewaltige Ausdehnung der eiszeitlichen Vorgänge erkannt war. Nur eine Klasse diluvialer Gebilde hat bis auf die jüngste Zeit keine einwandfreie und allgemein anerkannte Erklärung gefunden. Das sind die feinerdigen Bildungen, die als Löß, Lößlehm (auch Diluviallehm, Höhenlehm) bezeichnet werden. Schon aus der Art ihrer allgemeinen Verbreitung geht hervor, daß sie weder zu den eigentlich glazialen noch zu den fluvioglazialen Erzeugnissen gehören können, denn sie meiden unter anderen gerade diejenigen Gebiete, welche die deutlichsten Spuren früherer Vereisung aufweisen, wie das Alpengebiet, den Umkreis der Nord- und Ostsee usw. Wollen wir mit wenigen Worten ihr Verbreitungsgebiet im Verhältnis zu dem der größeren Glazialgebiete der Diluvialzeit kennzeichnen, so können wir sagen: sie liegen äquatorialwärts von diesen; wobei allerdings nicht ausgeschlossen ist, daß sie gelegentlich auch auf Gebiete früherer Vereisung in schmäler Zone randlich übergreifen. Ehe wir von Norden gegen Süden schreitend das große nordische Glazialgebiet Europas ganz durchquert haben, treffen wir auf die ersten Spuren des Löß am nördlichen Harzrande und in Sachsen. Von hier aus verfolgen wir den Löß durch Mittel- und Süddeutschland fast bis zu den Alpen, gegen Westen durch Nordfrankreich und Belgien, im Rhônetale bis südlich von Valence, gegen Osten durch Ungarn nach Mittel- und Südrußland. In Südeuropa fehlt er fast vollständig. Auch im gro-

ßen nordamerikanischen Vereisungsgebiete beginnt er, bevor wir dessen Südrand in zirka 40° Breite erreicht haben. Von hier aus läßt er sich weit gegen Süden bis auf die wasserscheidenden Höhen zwischen dem Mississippital und dem Golf von Mexiko verfolgen. Als sogenannter „Pampaslehm“ erreicht er eine ungeheure Verbreitung im Tieflande Südamerikas; aber auch hier beginnt er nicht im südlichen Patagonien, wo Moränen und Schotter sich ausdehnen, sondern erst etwas nördlich des Flußgebietes des Rio Negro und überkleidet dann die Pampas Argentiniens bis zum südlichen Brasilien. Über das vierte große Lößgebiet, welches das nördliche und mittlere China umfaßt, sind wir zur Zeit nur mangelhaft unterrichtet. So nimmt der Löß schon durch die Art seiner Verbreitung eine Sonderstellung unter den diluvialen Bildungen ein. Denn aus den eben gemachten Angaben geht ja ganz deutlich hervor, daß er seine hauptsächlichste Ausdehnung keineswegs in der Abflußrichtung der einzelnen größeren Vereisungsgebiete besitzt, wie das für die Schotter und Sande gilt, sondern daß seine Verbreitung einem anderen Gesetze folgt.

Auch in der Art seines Auftretens bietet der Löß manches Eigenartige. Wir finden ihn in der Tiefe größerer Flußtäler flach ausgebreitet und hier innig mit Schottern und Sanden der Schmelzwässer verbunden, wo er auf diesen gewissermaßen als das feinste Sonderungsprodukt des großen fluvioglazialen Aufbereitungsprozesses erscheint. Aber vom Tale aus verfolgen wir ihn, losgelöst von den deutlich geschwemmten Geröll- und Kiesmassen, an den Abhängen der Berge hoch aufsteigend und diese, etwa nach Art der Grundmoränen deckenartig überkleidend, nicht wie die Abjäge aus Wasser die Unebenheiten des Terrains ausfüllend. Dabei stellt er aber überall, wo er nicht durch zufällige Beimischungen des Untergrundes verunreinigt ist, eine außerordentlich feinförnige, pulverige Masse dar, die schon durch das Fehlen aller gröberer Gesteinsbrocken und durch die lockere, poröse Beschaffenheit von der Grundmoräne, den Schottern und Sanden auffällig verschieden ist. Auch seiner Zusammensetzung nach nimmt er eine Sonderstellung ein. Diese ist nämlich ungewöhnlich einförmig und bleibt sich über weite Strecken hin ganz gleich. Auch dadurch tritt er in auffälligen Gegensatz zu den Schottern und Sanden, mit denen er häufig verknüpft ist. Denn die Zu-

sammensetzung der geschwemmten Schotter und Sande wechselt mit der Verschiedenheit der Gebiete, aus denen sie stammen. So sind die Schotter des Alpengebirges, die die oberrheinische Tiefebene in großer Mächtigkeit ausfüllen, sehr reich an Kalksteinen, die Schotter in den Tälern der oberrheinischen Gebirge dagegen so gut wie kalkfrei. Der Löß, der auf den kalkreichen alpinen Schottern lagert, weicht aber in nichts von dem Löß ab, der die kalkfreien oberrheinischen Schotter bedeckt, und auch wo er an den Berglehnen oder auf der Höhe der Berge erscheint, wechselt seine Zusammensetzung nicht, mag die Unterlage aus Granit, aus Ton, aus Kalkstein oder Sandstein bestehen. So stempeln ihn sein Auftreten und seine Beschaffenheit zu einem Sondergebilde innerhalb der diluvialen Gesteinsmassen. Und doch lassen andrerseits die Art seines Auftretens und die Reste diluvialer Tiere, die sich häufig darin finden, keinen Zweifel darüber aufkommen, daß er mit den Moränen und Schottern zusammen der Klasse der diluvialen Bildungen angehört und zur Diluvialzeit entstanden ist.

Früher hat der Löß allgemein als ein Absatz feinsten Sandes und Schlammes aus den Schmelzwässern des Eises gegolten. So wie wir heute das feinste Zerreibsel der Grundmoräne als Gletschertrübe von den Gletscherbächen fortgeführt und als Schlamm in den Alpenseen sich absetzen sehen, so dachte man sich auch den Löß in ähnlicher Weise durch die weit größeren und ausgedehnteren Schmelzwasser der diluvialen Eisströme in die Flußtäler und Seen fortgeführt und dort niedergesunken. Allein eine solche Vorstellung konnte nur so lange unbestritten gelten, als man Fluten von fast unbegrenzter Ausdehnung und Höhe zum Wesen der Diluvialzeit gehörig erachtete und den Löß noch nicht auf seine Beschaffenheit und auf die Art seiner Verbreitung und seines Auftretens eingehend geprüft hatte. Sobald man dieses tut, tritt das Unzulängliche der früheren Erklärung deutlich zutage. Den Löß des Rhein- und Donautales leitete man von den Eismassen der Alpen her, was anscheinend ganz berechtigt war, da sich seine Zusammensetzung nicht wesentlich von der der alpinen Gletscher unterscheidet. Nun liegt aber der Löß keineswegs nur im Tale selbst oder dessen allernächster Umgebung, sondern er läßt sich vielerorts ohne Unterbrechung bis zu Höhen von mehreren hundert Metern über der Talsohle verfolgen, ja er scheut nicht vor den

Wasserscheiden gegen die Nachbartäler zurück. Wenn er also vom Wasser abgeseht worden wäre, so müßten es schon Wassermassen von nicht vorstellbarem, wirklich „sintflutlichem“ Umfange gewesen sein, die ihn ausbreiteten. Solch ungeheure Wasserfluten hätten aber auch bei ungewöhnlich raschem Abschmelzen der Eismassen nicht auf einmal entstehen können. In Anbetracht dieser Schwierigkeiten, die in dem Maße wuchsen, als man die Vorgänge der Vereisung und des Abschmelzens genauer kennen lernte, wurde der Löß für einen Absatz aus diluvialen Stauseen erklärt. Aber auch diese Erklärung konnte der Kritik nicht standhalten. Denn weder fand man die sonst für Seeabsätze bezeichnenden Merkmale, noch vermochte man anzugeben, wo sich die Ufer dieser Seen befunden hätten, da ja der Löß eben über Wasserscheiden hinweg bis in die Tiefländer, ja bis gegen den Meeresspiegel hinab, an der Bretagne sogar auf die vorgelagerten Inseln verfolgt werden kann.

Eine befriedigende Lösung des Problems fand sich erst, nachdem man die geologische Wirkung eines Faktors erkannt hatte, der bei der Erklärung der diluvialen Erscheinungen bis dahin ganz außer acht gelassen worden war, des Windes. Heute sehen wir den Wind besonders in Wüsten, an Meeresküsten und in breiteren Flußtäälern tätig. Dort häuft er Sandberge in Dünenform auf. Sonst jagt er Staubmassen durch die Luft, die sich meist rasch auf den Boden niedersenken — ein scheinbar wenig bedeutsamer Vorgang. Aber in Wüsten und Steppen, wo wenig Niederschläge fallen und auch diese auf kurze Zeit im Jahre beschränkt sind, kommt dem Winde eine größere Bedeutung als Erzeuger staubartiger Absätze zu. Schon durch Windhosen wird hier der Staub hoch emporgeführt und wandert mit der Luftbewegung viele Meilen weit fort. Noch wirksamer gestalten sich die Staubstürme, die in Steppengebieten periodisch so gewaltige Mengen Staub aufwirbeln und hoch in die Luft heben, daß tagelang die Sonnenstrahlen den Dunst nicht durchdringen. Wie weit aber der Staub, wenn er einmal in hohe Luftschichten getragen worden ist, fortgeführt werden kann, bezeugen die oft beobachteten Fälle von vulkanischem Staub und Asche inmitten der Ozeane.

Wenn man nun auch den Wind als Erzeuger der feinkörnigen Lößmassen der Diluvialzeit grundsätzlich gelten läßt, so wird man

doch an der beträchtlichen Mächtigkeit Anstoß nehmen müssen, die der Löß zumeist aufweist. Wie spärlich und unbedeutend erscheinen die Staubansammlungen der heutigen Steppen und Wüsten im Vergleiche zu den zehn, ja zwanzig und mehr Meter mächtigen Lößlagen mancher Gegenden. Mußte nicht auch der Geologe, der mit gewaltigen Zeiträumen zu rechnen gewohnt ist, vor der Ungeheuerlichkeit des Zeitmaßes zurückschrecken, zu dem er greifen muß, wenn er sich den Löß in der Art und in dem Tempo gebildet vorstellt, die ihn die heutigen Verhältnisse lehren? Um diese Frage sachgemäß beantworten zu können, haben wir uns vor allem die Bedingungen zu vergegenwärtigen, welche die Bildung und den Transport großer Staubmassen ermöglichen.

Bei uns bildet sich der Staub hauptsächlich auf Landstraßen, wo frisches, hartes Gestein ununterbrochen zu feinem Mehl verrieben wird, ferner dort, wo feinstes, loofterer Sandboden nur unvollständig von Vegetation bedeckt ist und dem Winde bequeme Angriffsflächen bietet. In Steppen und Wüsten bemächtigt er sich der feinen sandigen und staubigen Verwitterungsprodukte, die ununterbrochen an den freiliegenden Gesteinsmassen entstehen und die nur zum Teile durch die spärlichen Niederschläge in den Niederungen zusammengeführt und festgelegt werden.

Um erhebliche Mengen von Staubabsätzen zu erzeugen, müssen also feiner Sand und Staub womöglich in unzersehtem, nicht klebendem Zustande in entsprechend großer Menge stets neu aufbereitet und dem Einflusse des Windes ausgesetzt werden. Können wir nun unter den Vorgängen, die mit dem Bestehen, mit dem Wachsen oder mit dem Rückgange der diluvialen Eisströme verknüpft sind, einen namhaft machen, für den diese Voraussetzungen zutreffen?

Vergegenwärtigen wir uns zunächst die Beschaffenheit der Grundmoräne. In den großen Vereisungsgebieten, wo sie lange Zeit unter starkem Eisdruck fortgeschoben worden ist, wie in Norddeutschland, besteht sie zum großen Teile aus sehr feinem Gesteinszerreibsel, mikroskopisch kleinen, eckigen Bruchstücken der verschiedenartigsten Mineralien, Quarz, Kalkspat, Feldspat, Glimmer usw. In diese Mergelmasse sind die gröbereren Brocken fest eingepreßt, es ist der sogenannte Geschiebemergel, ein buntes Gemisch der verschiedenartigsten Gesteine Scandinaviens

und des Ostseegebiets, die auf dem langen Wege unter dem Eise vollständig durcheinandergemischt sind. Schlämmt man nun ein Stück Geschiebemergel mit Wasser auf, so trennt sich von den gröbereren Bestandteilen das Zerreibsel als ein feinstes, lockerer Sand, und dieser stellt gewissermaßen eine fein zerriebene, pulverige Durchschnittprobe aller in Skandinavien und im Ostseegebiete verbreiteten Gesteinsarten vor. Da unter dem Eise keine nennenswerte chemische Verwitterung platzgreifen kann, ist dieses Gesteinspulver ganz frisch und unzerseht, ein feiner Sand, der weder backt noch klebt.

Beim Rückgange der Inlandseismassen Nordeuropas haben die ununterbrochen entstehenden Schmelzwasser die frei werdende Grundmoräne in weitgehendem Maße ausgeschlämmt und aufbereitet, das feine Zerreibsel vom groben Geröll und vom Sand getrennt und auf dem fast ebenen Vorlande ausgebreitet. Ferner wird bei geringer Neigung des Terrains auf den Grundmoränenflächen zumeist nur der allerfeinste Abhub als Schlamm vom Wasser in die Flüsse und Seen fortgeschwemmt worden sein, während der feinere und gröbere Sand frei und in lockerem Zustande an der Oberfläche zurückblieb.

Hier haben wir also einen Vorgang, der während eines langen Zeitraumes die denkbar günstigsten Bedingungen für die Bildung von Sanddünen und ungewöhnlich großen Staubmassen darbot, zumal sich die Vegetation des eben eisfrei gewordenen, noch mit feiner Verwitterungsrinde bedeckten Gebiets doch nur ganz allmählich bemächtigen konnte. Wenn es nun noch wahrscheinlich gemacht werden könnte, daß in unmittelbarem Anschluß an das Abschmelzen des Eises starke und regelmäßig wehende Winde das dargebotene Material weiterhin sonderten und in der Richtung nach dem Äquator zu fortführten, so wäre eine befriedigende Erklärung für das ungewöhnliche Verhalten der Lößmassen angebahnt. Auch das ist möglich.

Wenn die Eismassen unter dem Einflusse eines kühlen und niederschlagsreichen, ozeanischen Klimas gewachsen sind, so kann ihr Abschmelzen wohl nur durch ein erheblich wärmeres und trockeneres, kontinentales Klima verursacht worden sein. Unter einem Klima wie dem heutigen würde der Rückgang des Eises ja kaum vorstellbare Zeiträume erfordert haben.

In trockenen Klimaten der gemäßigten Zone herrschen aber regelmäßige und stark wehende Winde, und diese bewegen sich von den kühleren Teilen der Erdoberfläche gegen die stärkere erwärmten hin, also im allgemeinen von den Polen gegen den Äquator zu, wenn wir die westliche Ablenkung außer acht lassen, die sie durch die Drehung der Erde erfahren. Solche Polwinde müssen aber auf den großen Kontinentalflächen gerade beim Rückgang der Eismassen in besonderer Regelmäßigkeit und Stärke ausgelöst worden sein, weil die Temperaturunterschiede zwischen den kühlen Eisdecken und den äquatorialwärts davon befindlichen eisfrei gewordenen, aber noch unbewachsenen und stark bestrahlten Landflächen noch gesteigert waren.

Denken wir uns nun die Auswaschungserzeugnisse der Schmelzwässer durch solche Winde ausgeblasen und gesondert, so erhalten wir einerseits im Glazialgebiete selbst dünenartige Anhäufungen von gröberem Sand, der nur auf oder dicht über dem Boden über kürzere Strecken fortgetrieben wird, andererseits die große Menge ganz fein zerriebenen Schmandes, der vom Winde hoch in die Luft gehoben und weit gegen den Äquator zu geweht werden kann, bis dahin, wo die Luftbewegung nachläßt und der Staub sich langsam, wie der Schnee bei unbewegter Luft, niedersinkt. Wo er auf Tiefländer oder Hochflächen mit geringen Höhenunterschieden fällt, wird er eine Decke von ziemlich gleichbleibender Mächtigkeit bilden, in bergigen Gegenden aber kann er sich nicht so gleichmäßig verteilen. Denn auf Berghöhen und an steileren Gehängen kann er weniger gut haften; hier wird er auch bald durch Regen herabgespült und den Niederungen zugeführt, wo er sich am Fuße der Berge in der Form flacher Schuttkegel anhäuft oder von den Rinnalen und Flüssen erfasst und als geschwemmte Talauffüllung ausgebreitet wird. Daher erscheint er auf Hochflächen als eine fast reine, nicht angeschwemmte, ungeschichtete Staubbildung, am Fuße der Gehänge, in kleineren Rinnalen usw. als eine von den Bergen herabgeschwemmte Masse von erheblicher Mächtigkeit und mit geneigter Schichtung, in den größeren Tälern aber, wo er mit Flußsand und kleinen Geröllen gemischt wird, als ein gut geschichteter Flußabsatz, gewissermaßen als die verfeinerte Decke der fluvioglazialen Schotter, als „Sandlöß“.

Aus den eben entwickelten Tatsachen und aus dem Vorstellungs-

kreise, der sich daraus ergibt, aber, wie ich meine, auch nur aus diesem, werden all die Eigentümlichkeiten und die Sonderstellung verständlich, die dem Löß zukommen und ihn als ein Diluvialgebilde ganz eigener Art erscheinen lassen. Vor allem seine gesetzmäßige Verbreitung äquatorialwärts von den großen kontinentalen Glazialgebieten, auf der Nord- wie auf der Südhalbkugel, die Ungebundenheit seines Auftretens, sein mantelartiges Überkleiden ganzer Landschaften ohne Rücksicht auf Wasserscheiden und Niederungen. Wir begreifen seine — von örtlichen Beimischungen abgesehen — gleichartige Zusammensetzung, die schon in der Grundmoräne vorbereitet, durch den Lufttransport noch verschärft worden ist, die gänzlich unabhängig vom Untergrunde bleibt, dem er aufruht, und die ihn zumeist als einen Fremdling in der Gegend seines Auftretens erscheinen läßt. Sein gleichmäßig feines Korn, seine lockere, pulverige, staubartige Beschaffenheit, ja auch die Reste diluvialer Tiere (einschließlich des Menschen), die sich in ihm eingeschlossen finden — alles harmoniert aufs beste mit der Annahme, daß er ein gesetzmäßiges, durch Wind ausgebreitetes Aufbereitungsprodukt der großen Moränendecken darstellt. Diese Bildungsweise setzt aber voraus, daß beim Rückgange der Eismassen ein trockenes, kontinentales, steppenartiges Klima über weite Strecken der gemäßigten Zone geherrscht hat, die sich vorher im Banne des eiszeitlichen Klimas befanden und die heute unter normalen Temperatur- und Niederschlagsbedingungen stehen, die ungefähr die Mitte zwischen den beiden Extremen innehalten. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, will ich nur bemerken, daß die verschiedenen Tier- und Pflanzenreste, die wir aus der Diluvialzeit kennen, derartige Wechsel des Klimas im Laufe dieser Periode durchaus bestätigen.

Ausgedehnte Gebiete der Festländer beider Halbkugeln verdanken dem Staubabsatz des Löß ihre hervorragende Fruchtbarkeit. Wenn auch der Löß ursprünglich wegen seiner feinsandigen Beschaffenheit das Wasser leicht durchläßt und eher einen leichten und trockenen Boden liefert, so verwandelt er sich doch unter dem Einfluß der Verwitterung in einen mehr bindenden Boden von gelbbrauner Farbe, der als Lößlehm oder schlechthin als Lehm bezeichnet wird. Die gleichmäßige Mischung aus den verschiedenartigsten Bestandteilen verbunden mit dem feinen Korn, das den

eindringenden Pflanzenwurzeln keinen Widerstand entgegensetzt, stampeln diesen zu einem fruchtbaren und leicht zu beackernden Boden, der den steinigen und vielfach sterilen Untergrund überkleidet und verdeckt. Dazu kommt, daß der Löß vorwiegend in Gebieten mit gemäßigtem Klima zum Absatz gelangt ist, wo hinreichende Niederschläge und genügende Sonnenwärme den Anbau sehr verschiedenartiger Kulturgewächse, besonders aber der Kornfrüchte, begünstigen. Polwärts von den Lößgebieten, die sich in Asien, Europa und in den beiden Amerikas zwischen dem 50. und 30. Breitengrade ausdehnen, treffen wir auf die Gebiete glazialer Auffchüttung, in denen zwar ebenfalls ein buntes Gemisch der verschiedenartigsten Gesteine angehäuft liegt, wo aber ein steiniger blockreicher Boden vorherrscht, der viel schwieriger zu bearbeiten ist. An der Grenze der beiden Gebiete zieht sich gewöhnlich eine ausgesprochene Sandzone hin, in der der gröbere Sand sich angehäuft hat, der aus den Moränen ausgewaschen und ausgeblasen wurde. Das verhältnismäßig sterile Land der Lüneburger Heide und der Mark bezeichnet in Norddeutschland dieses Grenzgebiet.

9. Glaziale Kreisläufe.

Eine so erhebliche Ausdehnung der Eismassen auch in Gebieten der gemäßigten Zone, wie sie zur Diluvialzeit stattgefunden hat, können wir uns nur vorstellen als Folge einer sehr beträchtlichen Vermehrung der schneeigen Niederschläge in den Gegenden, wo die Gletscher und Eisströme ihren Ursprung genommen haben. Dies kann aber auf zweierlei Art und Weise geschehen. Einmal dadurch, daß bei sonst gleichbleibenden klimatischen Verhältnissen größere Mengen von Niederschlägen überhaupt fallen, so daß der Überschuß an winterlichem Schnee im Sommer nicht aufgezehrt werden kann. Eine solche Vermehrung der Niederschläge würde sich natürlich auch auf den Sommer ausdehnen und dadurch die Sommertemperaturen herabsetzen, wodurch zugleich das Abschmelzen des Winterschnees beeinträchtigt wird. Bekanntlich bestehen heute derartige Verhältnisse in manchen Gegenden der Südhalbkugel, z. B. in Patagonien. An der Westseite dieses Landes herrscht ein ausgesprochen ozeanisches Klima mit sehr reichlichen, fast über das ganze Jahr ziemlich gleichmäßig verteilten Niederschlägen und mit verhältnismäßig geringen Som-

mer temperatures. Daher werden dort in Breiten von etwas über 50° , wo auf der Nordhalbkugel der Getreidebau noch lange nicht seine Grenze erreicht, Körnerfrüchte nicht mehr reif, und daher steigen dort noch in einer Breite von 46° die Gletscher fast bis zum Meeresspiegel hinab, während sie in gleicher Breite in den noch dazu höheren Alpen schon in 2000 m Meereshöhe endigen. Die Grenze des ewigen Schnees liegt dort eben auch entsprechend niedriger als in den Alpen. Ebenso würde aber auch ein beträchtliches Anschwellen aller Gletscher erfolgen und viele Gebirge, die heute keine Gletscher tragen, würden sich mit solchen bedecken, wenn ohne gleichzeitige Vermehrung der Niederschläge die Durchschnittstemperatur um einige Grade fiel. Denn dann würde ein großer Teil der Niederschläge, der jetzt als Regen fällt, als Schnee herunterkommen, und die verminderte Sonnenwärme würde diesen Überschuß nicht schmelzen können. Heute sind wir noch nicht in der Lage zu entscheiden, ob dem Eintreten einer Eiszeit nur ein Kälterwerden des Klimas oder auch eine gleichzeitige Vermehrung der Niederschläge zugrunde liegt, und es würde uns zu weit führen, wenn wir hier alle die Tatsachen würdigen wollten, die sich für die eine oder die andere Erklärung verwerten lassen. Für eine allgemeine Vermehrung der Niederschläge zur Diluvialzeit kann man die Tatsache geltend machen, daß in Gegenden, die heute sehr regenarm oder gar regenlos sind, wie in der Wüste Sahara, in der Wüste Atacama und anderorts, deutliche Spuren von viel erheblicheren Niederschlägen hervortreten, als sie heute fallen, und zwar aus einer nicht allzuweit zurückliegenden Zeit. Tiefe, von Wasser ausgewaschene Täler, in denen sich heute kaum jemals Wasser sammelt, ausgedehnte Geröllmassen, die nur das Wasser zusammengeführt haben kann, eingetrocknete Seen, deren Reste uns heute als Salz Sümpfe oder als Salzlager entgentreten, Knochen von großen Diluvialtieren, wie Megatherium in den regenlosen Salpetergebieten Atacamas — das alles und noch vieles mehr muß als Anzeichen einer früheren Regen- oder Pluvialperiode gedeutet werden. Diese haben wir in die Diluvialzeit zu versetzen und dürfen sie mit der Eiszeit in den kühleren und niederschlagsreicheren Gebieten der Erde in Parallele stellen. Andererseits will man in den Alpen bestimmt beobachtet haben, daß in den

Nährgebieten der heutigen Gletscher der Eiszeit zur Eiszeit nicht höher gewesen sei als heute, mit anderen Worten, daß damals im Hochgebirge nicht mehr Schnee gefallen sei als heute. Hieraus würde sich also nur eine Verminderung der Temperatur, aber keine Zunahme der Niederschläge zur Eiszeit ergeben.

Nach welcher Seite hin die Entscheidung aber auch fallen mag, so viel steht fest, daß eine merkbare Erniedrigung der Temperatur — etwa um $5-6^{\circ}$ — zur Eiszeit Platz gegriffen hat. Diese wird ja nicht nur in der Ausdehnung der glazialen Erscheinungen selbst erkennbar, sondern in gleichem Maße auch in der Verschiebung, die Tiere und Pflanzen zu jener Zeit erfahren haben. Muscheln und Schnecken, die heute in Grönland leben, drangen zur Eiszeit bis ins Mittelmeer vor, Pflanzen und Tiere, die heute den hohen Norden bewohnen, lebten am Rande der Eisdecken in Mitteleuropa und haben sich nach deren Schwinden einerseits nach dem Norden, andererseits in die kühlen Höhen der Gebirge Mitteleuropas zurückgezogen, wo sie jetzt wesentlich die gleichen Lebensbedingungen vorfinden wie ehemals im Tieflande. Andererseits wissen wir aber aus den Resten von Tieren und Pflanzen, daß dicht vor Beginn der Diluvialzeit bei uns eine wesentlich ähnliche Tier- und Pflanzengesellschaft bestanden hat, wie heute. Damals kann also das Klima von dem heutigen auch nicht wesentlich verschieden gewesen sein. So erkennen wir also in der Diluvialzeit bestimmt eine klimatische Veränderung, die von einem gemäßigten, milden Klima, ähnlich dem heutigen, zu einem um etwa $5-6^{\circ}$ kühleren, eiszeitlichen und von diesem wieder zurück auf das heutige führt — einen glazialen Zyklus, wie wir sagen.

Schon früh hat man im alpinen Gebiete Erscheinungen beobachtet, die darauf hindeuten, daß die Diluvialzeit nicht ein einfacher derartiger Zyklus gewesen sein kann. Man fand nämlich in der gleichen Gegend zweierlei glaziale Schotter, die einen relativ frisch, wenig verwittert, die anderen sehr stark zersetzt, letztere in höherer Lage, erstere in tieferem Niveau eingelagert in Tälern, die in die höheren eingeschnitten waren. Ähnliche Verhältnisse hat man aber in allen größeren Gebieten früherer Vereisung angetroffen. So kennen wir jetzt von allen unmittelbar oder mittelbar glazialen Gebilden, von den Moränen, von Schottern, von Löß verschiedenartig erhaltene Massen, denen

wir nicht das gleiche Alter zuschreiben dürfen, sondern die offenbar zu ganz verschiedenen Zeiten entstanden sind. So gibt es Stellen am Alpenrande, wo zwei Moränen oder Schotter von ganz verschiedenem Erhaltungszustande übereinander liegen, frische oben, stark verwitterte darunter und ebenso folgen in den größeren Lößgebieten häufig übereinander zwei verschiedene Lößarten, eine ältere, die eine dicke Verwitterungsdecke trägt, und darüber eine jüngere, nicht oder nur oberflächlich zersetzte. Da nun die Verwitterung allgemein von der Oberfläche aus mehr oder weniger gleichmäßig nach der Tiefe fortschreitet, so müssen wir in allen diesen Fällen folgenden Schluß ziehen.

Zuerst hat sich die tiefere Lage der Moräne, des Schotters oder des Löß gebildet, dann hat die Bildung aufgehört und es ist ein Zeitraum gefolgt, in dem nichts Neues aufgeschüttet wurde, sondern die Oberfläche sich mit Pflanzenwuchs bekleidete und die Verwitterung einsetzte, von der Oberfläche allmählich in die Tiefe dringend, bis endlich auf der verwitterten Oberfläche eine erneute Bildung von Moränen, Schotter oder Löß Platz griff. So werden wir notgedrungen zu der Vorstellung geführt, die Eiszeit ist nicht ein einheitlicher Vorgang gewesen, nicht ein einfacher Glazialzyklus, der sich im einmaligen Vorrücken und Wiederabschmelzen der Eismassen erschöpfte, es haben vielmehr eine oder mehrere Unterbrechungen in der Eiszeit stattgefunden. Das Eis muß, nachdem es einmal eine gewisse beträchtliche Ausdehnung erreicht hatte, zurückgegangen und von neuem vorgestoßen sein, und ein solches Zurückweichen des Eises zwischen zwei Vorstößen kann nur verursacht worden sein durch eine vorübergehende Änderung des Klimas, die in einer Erwärmung mit oder ohne Verminderung der Niederschläge bestanden hat. Solche eingeschobenen Zeiten wärmeren Klimas nennen wir im Gegensatz zu den Eiszeiten Zwischeneiszeiten oder Interglazialzeiten.

Aus dieser Kenntnis wachsen nun zwei bedeutsame Fragen heraus. Erstens wieviele solcher Zwischeneiszeiten hat es zur Diluvialzeit gegeben, eine oder mehrere? und zweitens, wie weit zog sich das Eis während dieser Zwischenzeiten zurück, und wie lange dauerten sie? Mit anderen Worten: besaßen diese Rückzüge nur die Bedeutung untergeordneter Schwankungen, die nicht mit einem tiefgreifenden Wechsel des Klimas zusammenhängen, oder zog sich

das Eis weit zurück, etwa bis auf seinen jetzigen Stand, so daß für längere Zeit ein trockeneres und wärmeres Klima, etwa dem heutigen vergleichbar, Platz griff? In diesem Falle wären wir genötigt, von verschiedenen Eiszeiten und Zwischeneiszeiten während der Diluvialperiode zu sprechen. Diese beiden wichtigen Fragen werden nun heute keineswegs von allen Forschern in gleichem Sinne beantwortet, vielmehr steht hier noch vielfach Meinung gegen Meinung, allein das Schwergewicht der täglich sich mehrenden Tatsachen drängt doch deutlich zur Entscheidung.

Nicht alle Vereisungsgebiete eignen sich gleich gut als Prüfstein. Das leuchtet schon aus folgender Überlegung ein. Wenn sich in der gleichen Gegend mehrere Male nacheinander eine Eisdecke ausgebreitet hat und keine sonstigen Änderungen eingetreten sind, so wird die spätere Vereisung die Spuren der vorhergehenden zum großen Teil zerstören, da ja, wie wir wissen, das Eis den Untergrund sehr erheblich ab- und aushobelt. Auch werden die Moränen der früheren Vereisung dort, wo sie nicht zerstört werden, von den jüngeren zumeist überdeckt und dadurch unsichtbar werden, und in ähnlicher Weise werden sich die Schotter der verschiedenen Eiszeiten über- und ineinander lagern, so daß es schwer hält, sie voneinander zu sondern. Erfährt gar das Gebiet, wo sich die Moränen und Schotter absetzen, eine Senkung, so wird das Jüngere das Ältere fast überall verdecken. Wenn dagegen ein solches Gebiet während der Diluvialzeit aufgestiegen ist, so daß die Flüsse sich immer tiefer in den Untergrund einschneiden mußten, dann kommen die Ablagerungen der älteren Eiszeit jeweils höher zu liegen als die der nächstfolgenden. Sie werden zwar durch die sich eintiefenden Flüsse zum Teil zerstört werden, aber was von ihnen übrig bleibt, wird sich schon durch seine höhere Lage gut von dem Jüngeren abheben, das sich in einem tieferen Niveau unter ihm bildet. Hierdurch erklärt es sich, daß man am Rande der Alpen, die während der Diluvialzeit, soweit wir wissen, langsam emporgestiegen sind, die Absätze verschiedener Eiszeiten, sowohl die Moränen als auch die Schotter, in wohl getrennten Höhenlagen abgestuft finden, und zwar derart, daß die jüngsten Gebilde in der Tiefe der Täler, die ältesten auf den Höhen liegen. Hier hat man daher auch die Verwicklungen während der Diluvialzeit am sichersten feststellen können. Durch langjährige und über das ganze Alpengebiet

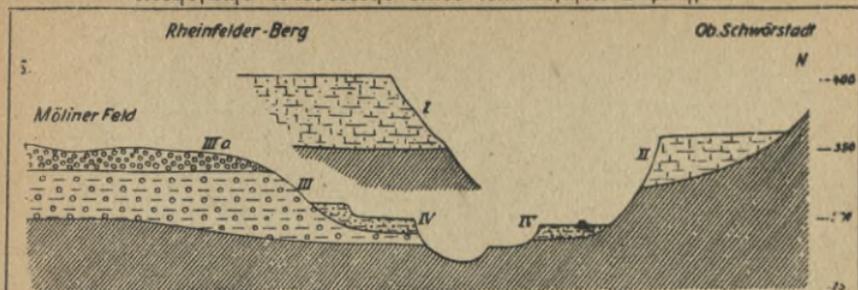


Abb. 13. Profil durch die diluvialen Schotterabfälle des Rheintals oberhalb Basel. Es sind vier verschiedenartige Schotter, I, II, III, IV, erkennbar, die der Reihenfolge ihrer Entstehung entsprechend ineinander geschichtete liegen, so daß die jüngsten (IV) unten im Tale, die ältesten über 100 m höher liegen. Auf III liegen Moränen derselben Periode (IIIa). Nach Brüdner.

- I Schotter der 1. (Günz-)Eiszeit (älterer Deckenschotter).
- II Schotter der 2. (Mindel-)Eiszeit (jüngerer Deckenschotter).
- III Schotter und Moränen (IIIa) der 3. (Riß-)Eiszeit (Hochterrassenschotter).
- IV Schotter der 4. (Würm-)Eiszeit (Niederterrassenschotter).

und sein Vorland ausgedehnte Forschungen ist jetzt wohl einwurfsfrei nachgewiesen, daß während der Diluvialzeit das Eis vier mal bis in das nördliche Vorland des Gebirges vorgestoßen ist und sich dazwischen wieder ins Gebirge zurückgezogen hat. Am deutlichsten spiegelt sich diese mehrfache Wiederkehr einer klimatischen Depression in den Schottern wieder, die jedesmal vom Eisrande aus in den Tälern abwärts verfrachtet worden sind und die man an einigen Stellen heute noch deutlich gegen das Gebirge zu in Moränen übergehen sieht. Im Rheintal zwischen Basel und Schaffhausen und in der Umgebung des Bodensees sehen wir vier solche Schotterlagen, die durch verschiedene Merkmale mehr oder weniger auffallend voneinander geschieden sind. Einmal durch ihre verschiedene Höhenlage (vgl. hierzu Abb. 13), weiterhin aber auch durch die etwas verschiedene Natur der Gesteinsarten, aus denen sie bestehen, und schließlich durch den sehr verschiedenen Erhaltungszustand. Die jüngsten (IV), die im Tale liegen, sind fast ganz frisch, sie tragen nur eine dünne Verwitterungsdecke, die etwas älteren, nächsthöheren (III) sind stärker zersetzt, und die höchsten (II und I) oft fast in ihrer ganzen Masse tiefgründig verwittert. Zwischen die Bildungsperiode je zweier aufeinanderfolgender Schotter fällt offenbar ein Zeitraum, in dem das Tal nicht mehr mit Schottern aufgefüllt, sondern im Gegenteil

durch den Fluß weiter vertieft wurde, so daß sich die nächstfolgende Schotterauffüllung auf einer tieferen Talsohle absetzen mußte. Da nun erfahrungsgemäß sehr beträchtliche Zeiträume nötig sind, um das Bett eines Flusses um 20—30 m zu vertiefen, wie das zwischen zwei Eisvorstößen der Fall gewesen ist, so können wir aus jenen Verhältnissen nicht nur auf eine entsprechende Zahl von Vereisungen, sondern auch auf eine entsprechend lange, jedenfalls nach vielen Tausenden von Jahren zählende Zwischenperiode zwischen je zwei Vereisungen schließen. Wir dürfen das mit um so größerer Sicherheit tun, als ganz ähnliche Verhältnisse zwischen den vier Diluvialschottern noch in weiter Entfernung von den eigentlichen Glazialgebieten, z. B. im Rheinischen Schiefergebirge wiederkehren.

Kann somit über die Tatsächlichkeit von mindestens vier Eiszeiten kein berechtigter Zweifel aufkommen, so besitzen wir auch Mittel, um zu bestimmen, welche klimatische Bedeutung den Unterbrechungen in der Ausbreitung des Eises zukommt, ob ihnen nur ein unbedeutendes Zurückweichen des Eises entsprochen hat oder ob sich die Eisströme etwa bis auf den heutigen, beschränkten Stand zurückgezogen haben.

In verschiedenen Alpentälern finden sich Absätze aus Seen, die während der Zwischeneiszeiten hier bestanden haben, und diese enthalten mehrfach Tierreste und Blattabdrücke von Pflanzen, die damals im Gebirge gelebt haben. Schon allein aus der Lage dieser interglazialen Seen zum Eisrande, wie er vorher und nachher bestanden hat, läßt sich entnehmen, daß das Eis sich weit in das Gebirge zurückgezogen haben muß. Denn Innsbruck, wo sich in der „Höttinger Breccie“ der wichtigste Fundpunkt für eine derartige Pflanzenwelt aus der letzten Zwischeneiszeit findet (1150 m Höhe), liegt rund 120 km hinter der äußeren Gletschergrenze zurück, und wenn hier ein See und eine reiche Pflanzenwelt vorhanden gewesen ist, so muß das Eis noch ein beträchtliches Stück weiter aufwärts geendet haben. Dazu kommt nun aber die besondere Beschaffenheit dieser Pflanzengesellschaft. Die Mehrzahl der dort gefundenen Pflanzen wächst heute auch in der Gegend von Innsbruck, einige kommen auch heute noch in Tirol vor, aber nur in tieferer Lage, und zwei Arten, nämlich der Buchsbaum und das pontische Rhododendron, fehlen jetzt auf dem Nordabhange der Alpen ganz. Der Buchs gedeiht in Mitteleuropa wild

nur an sonnigen und warmen Kalkgehängen des schweizerischen Jura und des obersten Moseltals, die pontische Alpenrose dagegen fehlt nördlich der Alpen ganz; sie verlangt ein etwas wärmeres Klima, als es heute bei Innsbruck herrscht. Dagegen fehlen alle die Pflanzen, die wir in der Eiszeit oder heute an die Nähe des Eises geknüpft sehen. Daraus ergibt sich der unvermeidliche Schluß: Zwischen den beiden letzten großen Gletschervorstößen, die auf der Nordseite der Alpen stattgefunden haben, schiebt sich eine warme Zwischeneiszeit mit einem um etwa 2° milderen Klima als das heutige ein, und folglich hatte sich damals das Eis mindestens so weit wie heute, wahrscheinlich aber noch etwas weiter, also bis auf die äußersten Höhen des Gebirges zurückgezogen. Diese Zwischeneiszeit kommt somit einem vollständigen Schwunde der ausgedehnten Eisdecken gleich, die vorher und nachher ins Vorland der Nordalpen vorstießen. Das setzt einen ungeheuren Zeitraum voraus, der sich zwischen die beiden letzten Eiszeiten eingeschoben haben muß, und hierin liegt zugleich eine wichtige Bestätigung des Ergebnisses, das wir aus dem abgestuften Auftreten der Schotterterrassen in der Nordschweiz erhalten hatten. Wir sind berechtigt und genötigt zu sagen: Was man Diluvialzeit nennt, besteht nicht aus einer einzigen Eiszeit, sie setzt sich vielmehr aus mehreren, soviel wir jetzt wissen, vier, vollständig getrennten Eiszeiten zusammen, die durch warme Zwischeneiszeiten, etwa mit den Merkmalen der Jetztzeit, unterbrochen waren; in die Diluvialzeit fallen also vier Glazialzyklen. Diese unumstößliche Tatsache ist das Ergebnis von zahlreichen und vielfach sehr mühsamen Untersuchungen, die im Laufe der letzten Jahrzehnte in verschiedenen Ländern Europas und in Amerika durchgeführt worden sind. Es hat sich dabei gezeigt, daß überall, wo die natürlichen Verhältnisse einem Eindringen in den Aufbau der Diluvialbildungen günstig sind, die zusammengesetzte Natur der Diluvialgebilde hervortritt, und die Übereinstimmung von weit voneinander entfernten Gegenden, wie Europa und Nordamerika, ist erstaunlich. Sie bezieht sich auch nicht etwa nur auf die großen Erscheinungen der Eiszeiten, auch die interglazialen Bildungen, wie der Löß, nehmen drüben eine ganz ähnliche Lage zu den glazialen Bildungen verschiedener Zeiten ein wie bei uns.

Am deutlichsten tritt eine solche Gleichförmigkeit der Vorgänge an weit voneinander entfernten Stellen der Erdoberfläche für den Zeitabschnitt des Rückganges der letzten Eiszeit hervor.

Als die Eismassen der letzten Eiszeit den Stand ihrer größten Ausdehnung erreicht hatten, haben sie vor ihrem Rande Endmoränen von sehr bedeutendem Umfange aufgehäuft. Diese sind uns bis heute fast unverändert erhalten geblieben, weil sie nicht mehr wie die früheren aufs neue vom Eise bedeckt und zerstört wurden, und weil sie auch in der verhältnismäßig kurzen Zeit, die seit ihrer Bildung verflossen ist, nicht durch andere Vorgänge, im besonderen nicht durch die Tätigkeit des fließenden Wassers und der Verwitterung erheblich verändert worden sind. Daher bilden diese Haupt-Endmoränen der letzten Eiszeit in allen früheren Glazialgebieten die auffallendsten Zeugen der früheren Eisverbreitung, und wo man schlechthin von eiszeitlicher Moränenlandschaft spricht, hat man fast ausnahmslos diese Jung-Endmoränen und die mit ihnen verknüpften Gebilde im Auge. Die beträchtliche Höhe der Blockwälle an manchen Orten (im Moränenamphitheater von Ivrea erreichen sie gegen 300 m Höhe), die große Zahl einzelner Wälle und die Breite der Moränenzone an anderen Orten vergewissern uns darüber, daß das Eis sehr lange Zeit hindurch ungefähr die gleiche Ausdehnung besessen hat, wenn auch Schwankungen innerhalb geringerer Grenzen nicht gefehlt haben. Von diesem ausgedehntesten Stande zur letzten Eiszeit haben sich nun im Laufe der Nacheiszeit die Gletscher bis auf ihre heutige ganz beschränkte Ausdehnung zurückgezogen. Wäre das Eis gleichförmig und ohne Unterbrechung abgeschmolzen, so dürfte der ganze frühere Gletscherboden zwischen den Hauptendmoränen und dem heutigen Eisrande nur mit einem dünnen Schleier von Grundmoränen und einzelnen Blöcken bedeckt sein, der hier dicker, dort dünner sein oder stellenweise auch ganz fehlen könnte. Aber wallartige Endmoränen, die stets einen längeren Stillstand des Eises anzeigen, müßten fehlen. Das ist aber durchaus nicht der Fall. Vielmehr werden in allen größeren Vereisungsgebieten, ja vielfach in jedem einzelnen Tale, das von einem Gletscher eingenommen war, soz. Rückzugsmoränen angetroffen, die eine mehrfache Unterbrechung des Rückzugs anzeigen. Wir müssen an-

nehmen, daß jedesmal, wenn es zur Bildung einer solchen Rückzugsmoräne kam, das Klima wieder für eine Zeit, deren Dauer wir nach der Größe der betreffenden Endmoräne roh bemessen können, kälter oder feuchter wurde, so daß sich vor dem Gletscherende das Moränenmaterial wallartig anhäufen konnte. Es liegen sogar deutliche Anzeichen dafür vor, daß die rückwärtige Eisbewegung bisweilen nicht nur zum Stillstand gekommen ist, sondern daß das Eis auch wieder ein beträchtliches Stück vorgestoßen ist. Es handelt sich also in diesen Fällen um einen Glazialzyklus im kleinen. Da aber diese Eisvorstöße bei weitem nicht das Maß der Eisausbreitung zu den vier großen Eiszeiten erreichten, sondern nur durch untergeordnete Schwankungen des Klimas während des Gesamtrückzuges der letzten Vereisung bewirkt wurden, so unterscheiden wir sie von den eigentlichen Eiszeiten als Rückzugsstände der Späteiszeit.

In den Alpen hat man drei solcher Stände, also unter Zurechnung des ausgedehntesten Standes der Hauptendmoränen im ganzen vier unterscheiden können. Ein fünftes, sehr unbedeutendes, wird durch die Endmoränenwälle vorgestellt, die sich zumeist ganz dicht vor den heutigen Gletscherenden, vereinzelt aber, wo die Gletscher kürzlich sehr stark zurückgegangen sind, auch 1—2 km davon entfernt finden. An diesen Ständen besitzen wir nun ein ausgezeichnetes Hilfsmittel zur Entscheidung der Frage, ob auch die geringeren klimatischen Schwankungen der Diluvialzeit, die diese Stände erzeugt haben, von universeller Bedeutung gewesen sind oder nicht. Zu diesem Zwecke betrachten wir zunächst die oberrheinischen Gebirge, die den Alpen benachbart, ebenfalls zur Diluvialzeit vergletschert waren. Auch hier treten die Bildungen der letzten Eiszeit am deutlichsten zutage, so besonders in den höchsten Regionen des Schwarzwaldes, die sich um die Erhebung des Feldberges gruppieren (Abb. 14). In allen größeren Tälern, die von diesem Gebirgsstocke ausstrahlen, erkennen wir die frischen Hauptendmoränen der letzten Eiszeit, die sich am Rande von Gletschern bis zu 16 km Länge gebildet haben (Abb. 14, 1). Steigen wir von diesen aus gegen die Höhe des Gebirges zu, so treffen wir Rückzugsmoränen in verhältnismäßig ähnlichen Abständen, wie in den Alpen, freilich nur deren zwei (2 und 3), da das Gebirge nicht hoch genug ist, um die beiden letzten hervortreten zu lassen.

Zur Zeit der größten Ausdehnung der Gletscher fanden diese ihr Ende an den Hauptendmoränen (I. Phase—1). Der Schluffsee liegt im Sungenbecken eines solchen Gletschers. Hinter den Endmoränen der II. Phase (2) liegen außer dem Eissee und Windgfallweiher mehrfach größere Sumpfobermoorfächen, wie bei Hinterrgarten, im Haslachtale der Ursee. Von einer Endmoräne III. Phase werden umschloffen der See bei und das Moortodeshochkopfs. Zwei größere Flußoberlegungen haben in diesem Gebiete stattgefunden. Im Norden wurde das zwischen Winder, hinterwaldkopf und Weis-tannenhöhe gelegene Gebiet, das früher nach Osten zu in die Gutach entwässerte, dem Hüllental tributpflichtig gemacht. Daher sind die höheren Teile der Täler hier auch mehr oder weniger ausgesprochen nach Westen gerichtet. Im Süden wurde der Abfluß eines noch größeren Gebiets, das gegen SO zur Mettma entwässerte, durch die Endmoränen der I. Phase gestaut und dadurch gewonnen, nach Süden zu in das Flußgebiet der Schwarzarza überzuführen.

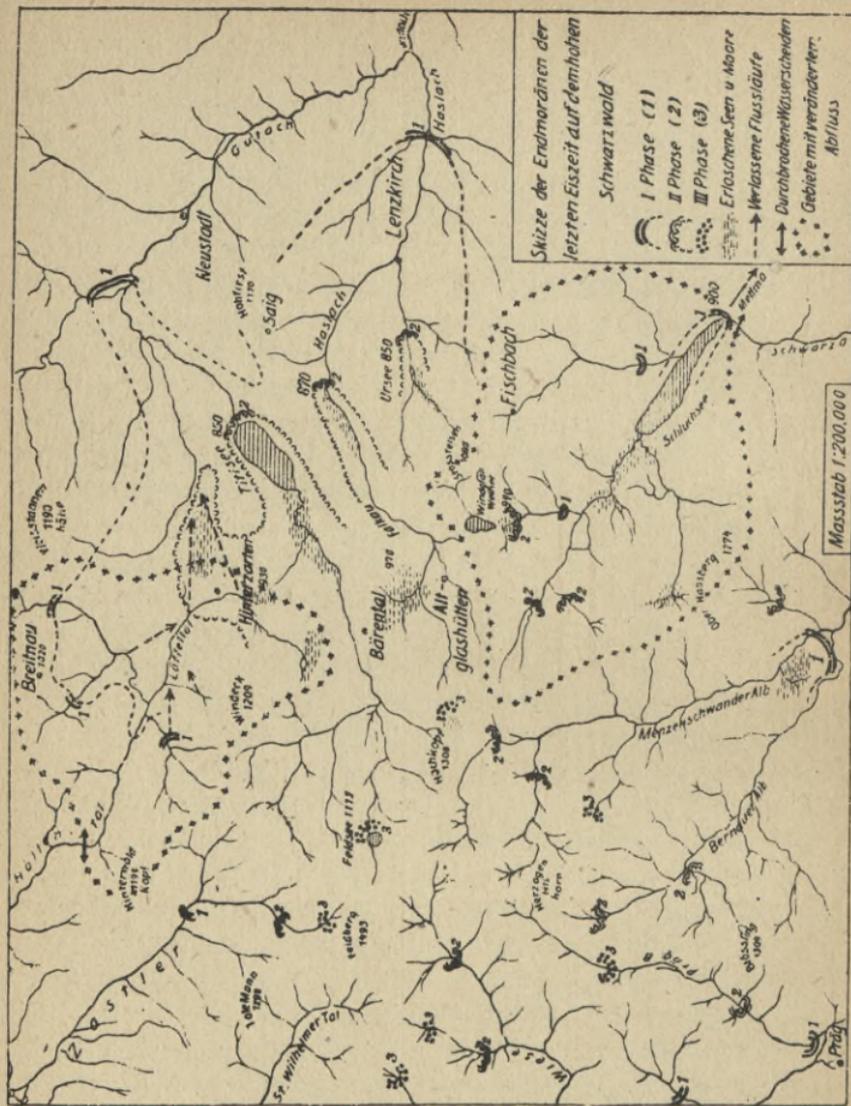


Abb. 14. Kartenskizze der Erscheinungen der letzten Eiszeit auf dem hohen Schwarzwald.

Denn zur Zeit, als sich diese in den Alpen bildeten, befand sich hier die Schneegrenze schon über 1500 m hoch, und es existierten daher überhaupt keine Gletscher im Gebirge mehr. Nun wenden wir uns zu einem Gebirge der Südhalbkugel, der Kordillere Südamerikas. Diese hat bei der beträchtlichen Höhe, zu der sie aufragt (6000—7000 m), selbst in den äquatorialen Gebieten von Ecuador und Peru ausgedehnte Gletscher getragen, und ihre Bergriesen besitzen solche noch heute. Auch dort folgen hinter der Hauptendmoräne, die am Fuße der höchsten Berge (Huascarán 6730 m) bis hart an die Region des Zuckerrohrbaues hinabgestoßen sind, mehrere deutlich erkennbare Rückzugsmoränen in ähnlicher Lage zu den Hauptmoränen und zu den heutigen Gletschern, wie in den Alpen. Nur völlige Übereinstimmung auch der geringfügigen Klimaschwankungen auf dem Erdball vermag einen solch vollständig parallelen Gang der Ereignisse zu erklären.

Wie spiegelbildlich ähnlich selbst mittelbare Wirkungen der früheren Eisbedeckung auf beiden Halbkugeln sich ausprägen, dafür noch ein Beispiel. Das große, abflußlose Becken, das sich im nordamerikanischen Westen zwischen den Rocky Mountains und der Sierra Nevada ausbreitet, gehört zu den sehr niederschlagsarmen, fast wüstenartigen Gebieten der Erdoberfläche. Die in über 1000 m Meereshöhe liegenden tiefen Depressionen, welche sich zwischen seinen bis 4000 m Höhe aufsteigenden Gebirgstetten hinziehen, sind heute von dünnen Stein-, Sand- und Stauflächen, sowie von salzigen Seen eingenommen; erst der Bienenfleiß der Mormonen hat diese öden Gebiete der Kultur erschlossen. Auch hier haben sich von den Höhen des Gebirges die diluvialen Gletscher wiederholt in die Niederungen herabgesenkt, aber ihre Schmelzwasser konnten über den Rand der vertieften und geschlossenen Becken nur zeitweise und zum geringen Teil abfließen, sie stauten sich zu Süßwasserseen von großem Umfange und beträchtlicher Tiefe auf. Heute noch verfolgt das Auge ihre alten Strandlinien und Tuffabfälle hoch an den Gehängen der Bergketten auf viele Meilen hin. Als am Ende der Eiszeit das Klima wieder trockener wurde, verdunsteten die Seen bis auf die spärlichen Reste, wie sie heute vorliegen, und in ihnen und ihren Absätzen zog sich der schwache Salzgehalt der ungeheuren Wasserkörper und der hier verdunsteten Zuflüsse zu Salzseen und -pfannen zusammen. In

dem wechselnden Stande, den diese Seen zu verschiedenen Zeiten eingenommen haben, spiegeln sich die jüngsten Klimaschwankungen der Eiszeit wieder. Mächtige Absätze von Kalktuff, darunter eigenartige, sonst kaum irgendwo beobachtete Gebilde (Thinolith), haben sich beim Eintrocknen aus diesen Seen ausgeschieden.

Nun suchen wir eine Gegend in der Kordillere Südamerikas auf, die sich klimatisch mit dem großen Becken am besten vergleichen läßt, das Hochland Boliviens, das ebenfalls abflußlos ist und seitlich gleichfalls von höheren Ketten eingefast wird. Es liegt zwar dem Gleichler um 20 Grad näher, dafür erhebt es sich aber auch zu fast 4000 m Höhe, und die Bergspitzen reichen über 6000 m hinauf. Abflußlose Salzseen und Sümpfe, in deren größten der Abfluß des mächtigen Titicacasees verschwindet, öde Schotterfelder, fast unbewachsene Sand- und Lehmwüsten trennen die Inselberge und -ketten. An den höheren Bergen werden die Spuren früherer Vereisung erkennbar, in den Niederungen aber und an den tiefen Teilen der Gehänge die Absätze von Kalktuff aus ungeheuer ausgedehnten Süßwasserseen der Diluvialzeit. Sie deuten ebenfalls auf verschieden hohe Wasserstände hin, ähnlich denen der erloschenen Seen des Nordens, und unter den Kalkabsätzen finden wir zu unserem größten Erstaunen die gleichen, rätselhaften Gebilde des Thinoliths wieder!

Nur ungern beschränke ich mich auf diesen einen Hinweis, der schlagend dartut, wie überraschend gleichartig der Verlauf der Vorgänge zur Diluvialzeit in klimatisch ähnlichen, wenn auch noch so weit voneinander entfernten Gegenden der beiden Erdhälften gewesen ist, wie wenig die durch sie entstandenen Bildungen voneinander verschieden sind. Die Gesetzmäßigkeiten, die gerade in Einzelheiten zum Ausdruck gelangen, lassen sich kaum erschöpfen, ebensowenig wie die Beziehungen, die sich zwischen den Vorgängen jener Zeit und dem heutigen Zustande der Erdoberfläche, sowie unseren Kulturbedingungen ergeben. Nur auf einiges will ich noch hinweisen.

Als Eindampfungsreste großer diluvialer Wasserkörper haben wir auch die technisch wichtigen Lager verschiedener Salze zu betrachten, die sich in jetzt sehr niederschlagsarmen oder vollständig wüstenartigen Gegenden vorfinden. Unter ihnen stehen die Salpeterlager in erster Linie, von denen die Technik und der Ackerbau

der Kulturländer nur noch einige Jahrzehnte werden zehren können. Sie sind unter eigenartigen und örtlich eng begrenzten, noch keineswegs ganz aufgeklärten, jedenfalls aber klimatisch von den heutigen wesentlich verschiedenen Verhältnissen entstanden. Neben diesen wären die bedeutsamen Torflager in den verschiedensten Gegenden der Erde zu nennen, die zum großen Teil Erzeugnisse der Eiszeit und Nacheiszeit sind und sich daher fast ganz auf die Gebiete früherer Vereisung beschränken. Groß ist auch die Zahl der durch diluviale Vorgänge gebildeten Goldseifen und Lagerstätten anderer wichtiger Metalle und Mineralien. Wo wir imstande sind, ihre Entstehung vergleichend zu verfolgen, überrascht uns stets aufs neue die Gesetzmäßigkeit, die als Ausfluß der Gleichartigkeit der diluvialen Klimaschwankungen dabei zutage tritt.

Fast überall auf der Erdoberfläche hat die Diluvialzeit deutlich erkennbare Spuren hinterlassen, in den erloschenen Tälern der Sahara wie auf den Höhen der tropischen Gebirge. Am wenigsten auffällig sind sie in den regenreichen Tiefländern der Tropen mit ihren geschlossenen Urwäldern, da hier ein gewisses Mehr an Niederschlägen oder die Herabminderung der Temperatur um einige Grade nicht von nennenswertem Einfluß auf die Pflanzenwelt gewesen sein kann, höchstens die Ausdehnung des geschlossenen Urwaldes auf die Grasflächen befördert haben dürfte. Überall sonst aber haben die Klimaschwankungen die Lebewelt mehr oder minder tiefgreifend beeinflusst, Tiere und Pflanzen zu Spaltung ihrer Gemeinschaften, zu wiederholten Wanderungen und Verlegungen ihrer Wohngebiete veranlaßt, wobei begreiflicherweise die auch zur Diluvialzeit fortgehenden Änderungen im Umriß der Festländer und Meere mitgewirkt haben. Endlich erscheint auch das Menschengeschlecht vielfach deutlich ein Spielball der Klimaschwankungen, seine Vorgeschichte aufs innigste mit den großen Vorgängen der Natur verknüpft. Doch begreifen wir heute wohl nur ganz unvollkommen, wie innig der Werdegang der meisten Völker, mögen sie heute als Kulturnationen oder als Wilde erscheinen, von der Eiszeit und ihren Folgen beeinflusst worden ist. Aber auch das wenige, was wir jetzt wissen, ist lehrreich und hilft uns, unser eigenes Wesen und unsere Geschichte zu begreifen.

Wenn der Gang der Ereignisse zur Diluvialzeit in Europa und in Nordamerika der gleiche gewesen ist, so können nur Ursachen

von allgemeinem Charakter den Klimaschwankungen zugrunde gelegen haben. Damit fallen alle die Voraussetzungen und Hypothesen, die den Eintritt und das Schwinden der Eiszeiten auf örtliche Ursachen zurückzuführen versuchen. Wenn nun gar, wie das tatsächlich zutrifft, die wesentliche Gleichförmigkeit der Ereignisse nicht nur für verschiedene Gebiete der Nordhalbkugel, sondern auch für die südliche nachgewiesen werden kann, so ist damit das klimatische Problem der Diluvialzeit als ein ganz allgemeines erkannt, und dadurch werden auch alle die Theorien ausgeschaltet, die die Vereisungen auf eine abwechselnde ungünstige Beeinflussung der beiden Halbkugeln durch astronomische Vorgänge wie wechselnde Exzentrizität der Erdbahn usw. zurückführen. Wenn wir auch über die wahre Ursache der Eiszeiten heute keine bestimmte Erklärung abgeben können, so dürfen wir doch behaupten, daß sie nur durch einen Wechsel der Wärmezufuhr verursacht sein können, der in gleichmäßiger Weise die gesamte Erde betroffen hat.

Aus dieser Erkenntnis ergibt sich sodann ein weiteres wichtiges Resultat. Wenn die vier Eiszeiten und auch die geringfügigen Schwankungen des Klimas, wie die Rückzugsstände, sich auf der ganzen Erde zu gleicher Zeit geltend gemacht haben, dann besitzen wir in den durch sie geschaffenen Moränen, Schottern, Lößbildungen usw. eine ungemein wichtige Grundlage einer Zeitrechnung für die Diluvialzeit. Wir können alle sonstigen Ereignisse und Erscheinungen auf ein gesichertes relatives Zeitmaß beziehen, wenigstens überall dort, wo die Klimaschwankungen derartige Spuren zurückgelassen haben. Ist das Zeitmaß auch fast nur relativ und können wir auch die Zeitdauer der älteren Abschnitte nicht einmal auf zehntausend Jahre genau feststellen, so sind wir doch unter geeigneten Umständen in der Lage auszusagen, ob Vorgänge, die sich in weit voneinander entlegenen Gegenden wie Europa und Südamerika abgespielt haben, gleichzeitig stattgefunden haben oder nicht, und welches früher und welches später eingetreten ist. Da nun in die Diluvialzeit zwar nicht der Anfang der Menschengeschichte, aber doch der bedeutsamste Teil seines Ablaufes fällt, so gestattet uns die ermittelte Gliederung der Diluvialgebilde die einzelnen Stufen in der Vorgeschichte des Menschen auf ein gesichertes relatives Zeitmaß zu beziehen.

Den allerjüngsten Abschnitt der Diluvialzeit können wir aber heute schon auch nach Jahren einigermaßen genau abschätzen; wie das möglich geworden ist, möge kurz angedeutet werden.

Als sich das nordische Inlandeis am Schlusse der letzten Eiszeit von Norddeutschland aus gegen Scandinavien hin zurückzog und das Ostseegebiet eisfrei wurde, bildete sich die heutige Ostsee. Anfänglich stand sie über Finnland und das nordwestliche Rußland mit dem Eismeere und über das südliche Schweden mit der Nordsee in Verbindung, später wurden beide Verbindungen aufgehoben und es bestand zeitweise ein Süßwassersee, bis dieser schließlich wieder mit der Nordsee in Verbindung trat und der jetzige Zustand hergestellt wurde. Vor dem zurückweichenden Eise setzte sich im Meere und in den Binnenseen, die in größerer Zahl in Scandinavien entstanden, feiner Schlamm ab, der aus den Moränen ausgespült wurde. Dieser sogenannte Bänderthon Scandinaviens zeigte einen sehr regelmäßigen Wechsel von Lagen aus feinerem und gröberem Korn, und daraus entsteht die Bänderung. Es konnte nun gezeigt werden, daß jedes Band dem Zeitraum eines Jahres entspricht, derart, daß die Zahl der Bänder an einer bestimmten Stelle die Zahl der Jahre verzeichnet, die zur Bildung des Tones erforderlich waren. Indem man nun plangemäß die Zahl der Bänder im südlichen und mittleren Schweden untersuchte, konnte man nach Jahren den Zeitraum berechnen, den der Rückzug des Eises während der Spät- und Nacheiszeit auf jener Strecke gedauert hat. Wenn auch diesem Versuche vielleicht noch einige Mängel anhaften, so lieferte er doch zum ersten Male eine Handhabe zur sicheren Einschätzung der gewaltigen Zeiträume, die die Quartärzeit umfaßte. Der schwedische Forscher De Geer hat auf diese Weise für die Spät- und Nacheiszeit, d. h. für die Zeit, während welcher sich das Eis der letzten Eiszeit vom südlichen Schweden bis auf seinen heutigen Stand im schwedischen Hochgebirge zurückzog, den Betrag von 12000 Jahren herausgerechnet. Um aber den Zeitraum zu bemessen, der seit Beginn der letzten Eiszeit verflossen ist, müssen wir noch dazu rechnen die Rückzugszeit vom baltischen Höhenrücken bis Südschweden, ferner die Zeit, während welcher das Eis im Bereiche des Höhenrückens verharrte; schließlich den jedenfalls recht erheblichen Zeitraum, den das Eis brauchte, um aus den skandinavischen Gebirgen bis zu

dieser Linie vorzurücken. Das alles zusammen ergibt aber wohl kaum weniger als etwa 30 000 Jahre. Verlegt man aber, wie es norddeutsche Eiszeitforscher tun, die Südgrenze der letzten Vereisung noch erheblich über den baltischen Höhenrücken nach Süden, so sind wohl noch 9000—10 000 Jahre hinzuzuzählen. Können diese letzten Berechnungen auch keinen Anspruch auf Genauigkeit erheben, so liefert uns doch die Zahl von etwa 40 000 Jahren für den Kreislauf der einen, letzten Vereisung einen gewissen Anhalt für die rohe Abschätzung der Diluvialzeit überhaupt, und das wird, wie wir später sehen werden, von Bedeutung für unsere Vorstellungen vom Alter des Menschengeschlechtes in Europa.

10. Die Tier- und Pflanzenwelt der Diluvialzeit.

Die Klimaschwankungen während der Diluvialzeit spiegeln sich aufs deutlichste in dem Verhalten der Pflanzen- und Tierwelt wieder, denn die Abnahme der Temperatur und die Ausbreitung der Eismassen zwangen beide wiederholt zum Verlassen ihrer Wohngebiete, und sie konnten diese erst wieder besiedeln, wenn das Eis abgeschmolzen war und das Klima ungefähr seine frühere Beschaffenheit wieder erlangt hatte.

So bestand vor Beginn der Diluvialzeit in Mitteleuropa eine Pflanzengesellschaft, die von der heutigen nicht wesentlich verschieden war und die ein Klima voraussetzt, das dem heutigen ähnlich, wohl aber noch etwas milder war. Zu wiederholten Malen wurde diese Pflanzengesellschaft von dem vorrückenden Inland-eise Nordeuropas nach Süden gedrängt, in den Zwischeneiszeiten kehrte sie wenigstens teilweise wieder in ihre alten Wohngebiete zurück. Vor dem Eise aber schoben sich Kältepflanzen, wie sie heute im hohen Norden oder in den höheren Teilen der Alpen leben, nach Mitteleuropa hinein, und diese zogen sich mit dem zurückweichenden Eise immer wieder in die früheren Wohngebiete zurück. Nur hier und dort blieben einzelne Kältepflanzen an dazu geeigneten Orten, besonders in den Mittelgebirgen und in Norddeutschland, übrig, und diese Überbleibsel der Eiszeiten fallen jetzt als Fremdlinge in unserer Pflanzenwelt auf. Ein bekanntes Beispiel hierfür ist die Zwergbirke, die, eine ausgesprochen nordische Pflanze, heute vereinzelt in Norddeutschland noch lebt.

Ganz ähnliche Verschiebungen erfuhren auch die Schnecken und

Muscheln, sowohl die meerbewohnenden als auch diejenigen des süßen Wassers und des festen Landes.

Nicht minder wurde die höhere Tierwelt von solchen Verschiebungen der Wohngebiete betroffen. Tiere, die heute nur im hohen Norden leben, wie das Renttier, der Eisfuchs, der Moschusochse u. a. waren zur Diluvialzeit durch Mitteleuropa weit verbreitet, und in den Zeiten des Eisrückganges, wo ein kühles Steppenklima herrschte, breiteten sich hier Lemming, Ziesel, Pferdесpringer, Murmeltier u. a. aus.

In besonderem Maße wird unsere Aufmerksamkeit aber durch gewisse große Säugetiere der Diluvialzeit in Anspruch genommen, weil diese nicht nur Verschiebungen ihrer Wohngebiete erfuhren, sondern weil sie im Laufe der Diluvialzeit gänzlich verschwunden sind.

Zu diesen Tieren gehören in Europa vor allem die Elefanten, unter denen das Mammut während der jüngeren Diluvialzeit besonders häufig war. Fast überall, selbst in Südeuropa, findet man seine Knochenreste, besonders die auffälligen Backzähne. Auch nach dem letzten Rückzug des Eises lebte es noch in Sibirien, und dort hat man im Eise eingefroren Leichen mehrfach gefunden. An dem Pelz von langen Haaren erkennt man deutlich, daß es in einem kalten Klima lebte; seine Nahrung bestand aus den gleichen Pflanzen, die heute in den Ländern Sibiriens vorkommen. Ein ganz ähnliches Schicksal hatte das wollhaarige Nashorn, das das Mammut zumeist begleitete. Zu den verschwundenen Tieren gehören ferner der Riesenhirsch, verschiedene Rinderarten, das Pferd; ferner große Raubtiere, wie der Höhlenbär und Höhlenlöwe, die an den rechten Wildherden eine gute Beute fanden.

Manche dieser Tiere sind erst im Laufe der geschichtlichen Zeit gänzlich verschwunden, wie das Wildpferd, oder sie leben noch in spärlichen Nachkommen weiter, wie das Wisent, während sie sich früher in ganzen Herden über Mitteleuropa verbreiteten.

Auch außerhalb Europas wird die gleiche Erscheinung beobachtet, so in Nord- und Südamerika, in Australien und anderorts. Fast überall sind es nur die großen Tiere, die im Laufe der Diluvialzeit, vielfach auch erst nach ihrem Ablaufe verschwinden; auch vollzieht sich dieser Vorgang in wärmeren Gegen-

den; die nicht unmittelbar von den Wirkungen der Vereisung betroffen waren. Eine befriedigende Erklärung für diese auffallende Erscheinung werden wir später kennen lernen.

11. Der vorgeschichtliche Mensch.

Mit der Erforschung der Erscheinungen der Diluvialzeit verknüpft sich aufs engste die Frage nach der Vorgeschichte des Menschengeschlechts. Denn man weiß schon lange, daß die Spuren des Menschen nicht nur weit hinter die geschichtliche Zeit zurückreichen, sondern daß auch ein erheblicher Teil seiner Vorgeschichte in die Diluvialzeit fällt. Aber erst in allerjüngster Zeit ist es gelungen, die diluvialen Funde mit einiger Sicherheit zeitlich zu ordnen und in die erkannten Abschnitte der Diluvialzeit einzureihen. Verbietet uns auch der beschränkte Raum, die vorgeschichtliche Entwicklung des Menschengeschlechts in ihren einzelnen Stufen ausführlich darzulegen und die allmählichen Fortschritte menschlicher Urkultur zu schildern, so können wir uns doch einen Einblick in die Grundlagen seines anfänglichen Werdeganges und seiner Fortentwicklung verschaffen, das mutmaßliche Alter des Geschlechtes zu ermitteln versuchen und den Einfluß schildern, den der Mensch im Laufe der Zeit auf die Natur ausgeübt hat.

Der sicherste Anhalt für die Existenz des Menschen in vorgeschichtlichen Zeiten ist uns in den Überresten seines Skeletts selbst gegeben. Leider gehören aber solche Funde heute noch immer zu den Seltenheiten, wenigstens soweit der Naturmensch der Diluvialzeit in Frage steht. In älteren Zeiten ist eben die Zahl der Menschen im Vergleich zu später und besonders zu heute geringer gewesen, und eine regelrechte Bestattung hat auch erst von einer gewissen Kulturhöhe an stattgefunden; dagegen scheint Menschenfresserei ziemlich verbreitet gewesen zu sein. So erklärt es sich, daß Skelettfunde aus älteren Zeiten fast ebenso selten und zufällig vorkommen, wie etwa die Funde von fossilen Menschenaffen, die uns bis jetzt auch nur ganz spärlich zugeflossen sind.

Dennoch ist es durch eine Anzahl von glücklichen Funden von Skeletten und Skeletteilen in den letzten Jahren möglich geworden, die Existenz des Menschen bis fast zum Beginn der Diluvialzeit zurück zu verfolgen. Begreiflicherweise richtet sich das wissenschaftliche Interesse auf diese diluvialen Funde im aller-

höchsten Maße, weil sie in erster Linie uns sichere Auskunft über die Herkunft des Menschen erteilen können. Reichen sie auch nicht sehr weit zurück und genügen sie noch keineswegs, um etwa die Vorgeschichte des Menschengeschlechts und seiner Rassen vollständig aufzuhellen, so haben sie doch immerhin schon einige wichtige Ergebnisse gezeitigt.

Vor allem lehren sie uns, daß während der Diluvialzeit Menschenformen bestanden haben, die sich von den heutigen Menschenrassen durch gewisse Merkmale unterschieden. Der Mensch der älteren und mittleren Diluvialzeit weicht namentlich in der Kopfbildung nicht unerheblich vom heutigen Menschen ab, doch stehen primitive Menschen, wie die Australier, dem früheren Zustande in mancher Beziehung noch nahe. Die mehr tierische oder affenartige Ausbildung des altdiluvialen Menschen gelangt besonders deutlich in dem ältesten Reste zum Ausdruck, den wir bis jetzt kennen, in dem Unterkiefer aus dem älteren Diluvium von Mauer bei Heidelberg (*Homo Heidelbergensis*, Abb. 15). Diesem fehlt noch vollständig die Vorwölbung des Kinns, die den heutigen Menschen ausnahmslos zukommt (Abb. 16); zugleich ist der ganze Knochen derart massiv, daß man ihn gar nicht für den

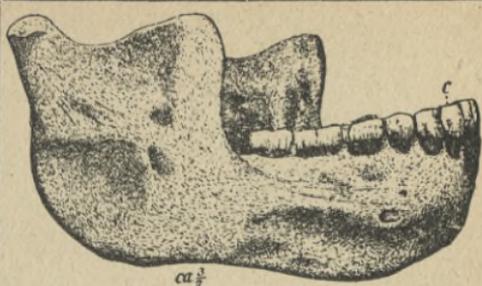


Abb. 15. Der älteste bis jetzt bekannte menschliche Rest, der Unterkiefer von *Homo Heidelbergensis*. (Nach Schoetensack.) Aus dem älteren Diluvium von Mauer bei Heidelberg. c Eckzahn, nicht durch besonders starke Ausbildung von den übrigen Zähnen unterschieden, wie solches bei den Menschenaffen der Fall ist.

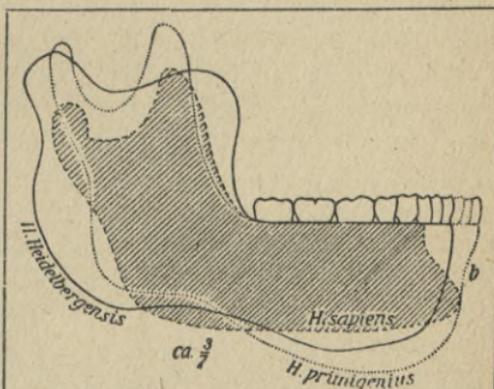


Abb. 16. Profillinien der Unterkiefer von *Homo Heidelbergensis* (volle Linie), *Homo primigenius* (punktirte Linie) und *Homo sapiens* (schraffierte Fläche). b beginnende Kinnebucht von *Homo primigenius*.

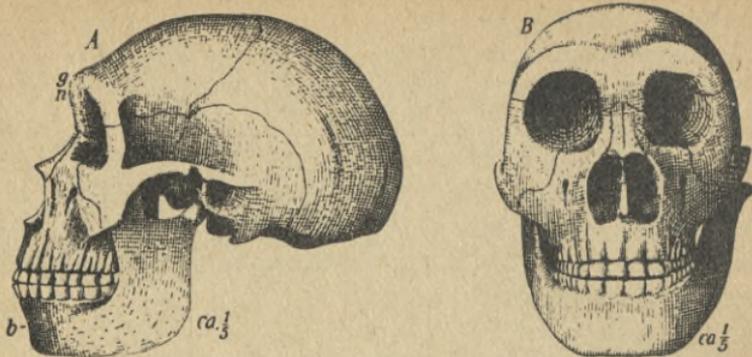


Abb. 17. Ergänztcr Schädel des Neandertalmenschen (*Homo primigenius*).
Nach Klaatsch. A von der Seite, B von vorn, gn Überaugenwulst, b beginnende Kinnbucht.

eines Menschen, sondern eher für den eines Menschenaffen halten müßte, wenn nicht die glücklichweise erhaltenen Zähne durchaus menschlich wären. Denn die starke Ausbildung der Eckzähne, wie sie für alle Affen bezeichnend ist, geht ihm vollständig ab (c).

Viel reichere Funde liegen aus der mittleren Diluvialzeit vor, d. h. aus Zeiten, die etwa der vorletzten Eiszeit und dem Beginn der letzten Zwischeneiszeit angehören. Den damals in Europa weit verbreiteten Menschen (*Homo primigenius* genannt, weil man bei seiner Auffindung ältere Reste noch nicht kannte) hat man zuerst im Niederrheingebiet (im Neandertal bei Düsseldorf), später aber auch in Belgien, Kroatien, Südfrankreich u. a. a. O. gefunden, zum Teil in vollständigen Skeletten. Wir haben es hier zweifellos mit einem aufrecht, vielleicht noch etwas kniebeinig gehenden Wesen zu tun. Sein Unterkiefer ist ebenfalls noch fast kinnlos, aber doch schon menschenähnlicher als beim Heidelberger Funde (Abb. 16). Der Schädel, den wir hier zum erstenmal vollständig kennen lernen (Abb. 17, A, B), zeichnet sich durch seine fliehende Stirn und durch die starke Ausbildung der Überaugenwülste (gn) aus; diese Merkmale finden sich in stark abgeschwächter Ausbildung unter den heutigen Menschen noch beim Australier wieder. Die Augenhöhlen sind kreisrund und verhältnismäßig sehr weit. Diese Kennzeichen sowie der im Vergleich zum heutigen Menschen etwas geringere Rauminhalt des Schädels (Abb. 18 C und D) verleihen diesem Diluvialmenschen das Gepräge einer tiefer stehenden Rasse, wenn auch bei ihm von einem

wirklich affenartigen Habitus nicht wohl mehr geſprochen werden kann.

Schließlich dürfen wir den vielumſtrittenen Fund des menſchenähnlichen Weſens aus dem älteren Diluvium von Trinil auf Java nicht unerwähnt laſſen, das von Dubois den Namen Pithecanthropus erectus erhalten hat. Wir kennen von ihm nur das Schädeldach, einen Oberſchenkelknochen und ſpärliche Zahnreſte. Der Bein- knochen deutet auf aufrechte und damit menſchenartige Haltung ſeines Trägers. Der Schädel dagegen iſt viel niedriger als der irgendeines lebenden oder foſſilen Menſchen (vgl. Abb. 18 A, B, C, D) und ſteht in dieſer Beziehung den Menſchenaffen näher als den Menſchen, in ſeiner Größenentfaltung erhebt er ſich aber weit über alle bekannten Menſchenaffen, denn bei dieſen letzteren ſteigt der Rauminhalt des Schädels nie über 600 ccm, während er bei Pithecanthropus 850 ccm beträgt, bei tiefftehenden kleinen Menſchenraſſen nicht unter 930 ccm ſinkt. Bei Homo primigenius verzeichnet man 1230, und bei Europäern ſchwankt er zwiſchen 1480 und 1550 ccm. Pithecanthropus kann man daher nicht wohl den Menſchenaffen zurechnen, ſondern muß ihm eine Art Mittelſtellung zwiſchen dieſen und den Menſchen anweiſen. Man hatte auch anfangs geglaubt, in ihm den Ausgangspunkt für die Menſchen überhaupt erblicken zu dürfen, da es ſchien, als ob er ein höheres Alter beſäße als alle diluvialen Menſchen, nämlich ein pliozänes. Nun wird aber behauptet, daß er vielleicht nur mittel- oder fröhdiluvialen Alters iſt, und daraus folgte dann

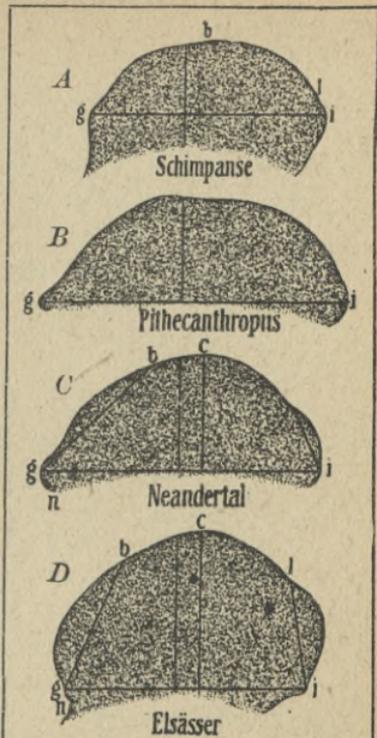


Abb. 18. Profilcurven der Schädelmittellinie. A vom Menſchenaffen (Schimpanſe), B von Pithecanthropus, C von Homo primigenius und D vom Homo sapiens (Elsäſſer). Nach Schwalbe. g Überaugenwuſt, bei Pithecanthropus und Homo primigenius ſtark ausgebildet, beim heutigen Menſchen durch die Vorwölbung der Stirn faſt ganz verſchwunden. Die Höhe der Schädelkalotte iſt beim Pithecanthropus und beim Homo primigenius erheblich geringer als beim heutigen Menſchen.

Man hatte auch anfangs geglaubt, in ihm den Ausgangspunkt für die Menſchen überhaupt erblicken zu dürfen, da es ſchien, als ob er ein höheres Alter beſäße als alle diluvialen Menſchen, nämlich ein pliozänes. Nun wird aber behauptet, daß er vielleicht nur mittel- oder fröhdiluvialen Alters iſt, und daraus folgte dann

das Ergebnis: es haben zur älteren oder mittleren Diluvialzeit nebeneinander Wesen bestanden, die sich auf dem Wege zur Menschwerdung, aber auf verschiedener Entwicklungshöhe befanden. Ob aus allen auch Menschen im Sinne der heutigen geworden sind, muß dabei zunächst noch unentschieden bleiben; ebensowenig sind wir zu der Behauptung berechtigt, daß diese Vor- oder Halbmenschen von einem niedrigen, etwa menschenaffenartigen Wesen entsprungen sind. Denn ein einheitlicher Ursprung des Menschengeschlechts läßt sich bisher weder aus diesen Funden noch aus allgemeinen Gründen wahrscheinlich machen, ja ein solcher darf nach Analogie mit der Herausbildung anderer Tiergattungen sogar als unwahrscheinlich bezeichnet werden.

Zur letzten Interglazialzeit haben neben dem in Europa verbreiteten Neandertaler (*Homo primigenius*) offenbar auch schon andere, deutlich von ihm verschiedene Menschenformen bestanden. Manche Funde zeichnen sich nur durch ein wohlentwickeltes Kinn, andere durch einen negerartigen Habitus aus, doch reichen die spärlichen Funde noch nicht aus, um die Geschichte der einzelnen Menschenrassen zu ergründen.

Während nun Skelettreste des Menschen oder eines dem Menschen ähnlichen, aufrechtgehenden Wesens aus vordiluvialen Schichten bis jetzt noch nicht bekannt geworden sind, glauben doch manche Forscher sein Vorhandensein an den unverweslichen Steinwerkzeugen bis in eine noch frühere Zeit zurückverfolgen zu können. Schon vor einigen Jahrzehnten vermeinte man primitive Steinwerkzeuge, wie sie nur von einem Wesen mit menschenartiger Intelligenz gefertigt werden, in Ablagerungen der mittleren Tertiärzeit (im Miozän) gefunden zu haben. Allein diese Funde haben der Kritik nicht standgehalten. Neuerdings hat besonders der belgische Gelehrte Rutot die Aufmerksamkeit auf solche Gegenstände gelenkt und darzutun versucht, daß sehr einfache, aber echte Werkzeuge aus Feuerstein, sog. *Eolithe*, nicht allein in altdiluvialen Ablagerungen, sondern auch in solchen der jüngeren und auch der älteren Tertiärzeit, stellenweise sogar in großer Häufigkeit, vorkämen. Freilich ist die Unterscheidung zwischen solchen einfachsten Werkzeugen und natürlichen Erzeugnissen keineswegs leicht, und wir begreifen daher auch, daß manche Forscher den Werkzeug-

Charakter dieser Colithe ebenso energisch bestreiten, wie andere ihn vertreten. Um nun dem Leser einen Einblick in diese strittige, aber höchwichtige Frage zu gewähren und um zugleich verständlich zu machen, wie die Menschheit auf niedrigster Kulturstufe allgemein dazu gekommen ist, Steine als Werkzeuge zu benützen, wollen wir uns die Anfänge der Menschwerdung zu verdeutlichen versuchen, wie wir sie uns auf erdgeschichtlicher Grundlage zu denken haben.

Ein Vergleich der verschiedenen Organisationen der höheren Säugetiere lehrt uns, daß bei kletternden und aufrecht gehenden Tieren sich der Verstand höher entwickelt als bei laufenden, kriechenden oder fliegenden. Das begreift sich auch leicht, denn bei kletternder oder aufrecht gehender Lebensweise bilden sich Gesicht, Gehör und Tastsinn gleichzeitig aus, was für die anderen Lebensweisen nicht gilt. Daher kommen auch die Affen dem Menschen in dieser Beziehung am nächsten. Wir dürfen somit auch voraussetzen, daß der Mensch aus affenähnlichen Tieren hervorgegangen ist, wofür bekanntlich auch die gesamte Organisation des Menschen spricht. Man kann sich nun die Umbildung eines affenartigen Vormenschen zum Menschen sehr wohl auf dem Wege einer Änderung seiner Lebensweise, durch das Vertauschen der vierhändigen, kletternden mit der zweibeinigen, aufrechten Fortbewegung vorstellen. In der Erwerbung des aufrechten Ganges liegt nach allgemeiner Annahme zweifellos der ursprüngliche Grund für die Menschwerdung. Die Ursachen hierfür können aber in natürlichen Veränderungen der Lebensbedingungen gegeben sein. Wenn z. B. eine Waldgegend, die von affenartigen Vormenschen bewohnt war, einem allmählichen Klimawechsel anheim fiel, wie er sich häufig im Laufe der Erdgeschichte vollzogen hat, derart, daß die Niederschläge spärlicher wurden und infolgedessen der geschlossene Wald sich in eine Parklandschaft auflöste und schließlich zum Buschland wurde, so konnten jene Wesen ihre kletternde Bewegungsweise nicht beibehalten. Entweder mußten sie, wie die Paviane es tun, sich auf allen vieren schreitend bewegen, oder, falls ihre Nahrung hauptsächlich aus Beeren, Knospen und Blättern von Sträuchern, aus Vogeleiern und dgl. bestand, mußten sie immer mehr eine aufrechte Stellung und Fortbewegung annehmen, zumal wenn sie, wie die Menschenaffen, sich schon gelegentlich zweibeinig bewegten. In dieser Änderung lag nun zu-

gleich der Keim zur Fortentwicklung ihrer Sinne und ihres Verstandes.

Nun wissen wir aus der Lebensweise der Paviane, daß sie auf der Suche nach Kerbtieren kaum einen Stein unumgewendet lassen, und so werden auch jene Vormenschen, sobald sie sich in steinbedeckte Ebenen begaben, mit der verschiedenartigen Beschaffenheit der frei umherliegenden Steine bekannt geworden sein. Unter diesen zeichnet sich eine Klasse durch besondere Eigenschaften aus: dem Feuersteine und verwandten Mineralien und Gesteinen wie Chalcedon, ebenso Quarzit und Obsidian kommt die Fähigkeit zu, nach vorausgegangener starker Erwärmung durch die Sonne bei eintretender Abkühlung, oder auch durch Aufschlagen in muschelartige Splitter zu zerspringen, die gewöhnlich mit schneidenden, oft messerscharfen Kanten versehen sind und dadurch natürliche Werkzeuge darstellen, mit denen sich ausgezeichnet schaben und schneiden läßt. Gegenüber unseren metallenen Werkzeugen haben sie nur den Nachteil, daß sie sich rasch abnützen. Da nun derart beschaffene Gesteine in der einen oder anderen Abart in jedem größeren Gebiete und an vielen Orten massenhaft auftreten, so konnte, ja mußte der Vormensch schließlich mit ihnen bekannt werden; und so wird er, wenn auch nur ganz allmählich, ihre Eigenschaften schätzen und nützen gelernt haben, besonders für manche Verrichtungen, zu denen er sonst seine Zähne oder Nägel benutzte, zum Entfernen ungeeigneter Teile der Nahrung, schließlich zur Entzündung von Zweigen und zur Bearbeitung von hölzernen Werkzeugen, zum Zerschneiden von Fellen u. dgl. Denn wie Affen durch geeignete Gegenstände, wie Zweige (oder in der Gefangenschaft durch Matten), sich gegen Sonnenbrand oder Regen zu schützen wissen, so werden auch jene Wesen, wenn sie sich in einem wechselwarmen Klima befanden, zu ähnlichen Schutzmaßregeln gegriffen haben. Für alle derartigen Verrichtungen bot aber die Natur nur ein Werkzeug überall in reichlicher Fülle, das einfache rohe Steinmesser, das schon ohne Zutun der Menschen brauchbar war und das sich überall geradezu aufdrängte. Mit der nicht nur gelegentlichen, sondern allmählich regelrecht werdenden Verwendung eines Werkzeuges ist aber die Grenze überschritten, die den Menschen von den affenartigen Vormenschen und damit von allen übrigen Geschöpfen trennt. Läßt sich naturgemäß in diesem Vor-

gange der immer häufiger werdenden Verwendung von Werkzeugen keine scharfe Grenzlinie ziehen, dehnt sich vielmehr die Auf- findung und systematische Benützung des Werkzeuges über einen menschlich gesprochen sehr beträchtlichen Zeitraum aus, so werden wir doch praktisch dann vom Menschen sprechen dürfen, wenn wir benützte oder gar hergerichtete Feuersteinsplitter in größerer Zahl vorfinden. Aber woran erkennen wir mit Bestimmtheit die erfolgte Benützung?

Wie gesagt zerfallen Feuersteine und verwandte Gesteine schon durch natürliche Vorgänge in scharfkantige Splitter. Diese können auf natürlichem Wege: durch Transport im fließenden Wasser, im Getriebe der Brandungswoge oder in der Grundmoräne oder durch Pressung von seiten rutschender Gesteinsmassen abgestumpft werden, indem von den Kanten kleine oder auch größere Splitterchen abspringen oder abgesprengt werden. Das wird im allgemeinen derart geschehen, daß die vorspringenden Ecken zuerst und am stärksten davon betroffen werden, während die einspringenden, konkaven Kanten relativ geschützt bleiben. Auch werden die Absplitterungen im allgemeinen ganz unregelmäßig, bald an dieser, bald an jener Stelle, bald nach dieser, bald nach jener Seite hin erfolgen, jedenfalls ohne eine bestimmte Gesetzmäßigkeit. Auch wird sich der Vorgang nicht nur an handlichen Stücken, sondern an solchen jeglicher Größe vollziehen. Anscheinend nicht wesentlich davon verschieden, ja in manchen Fällen nicht davon unterscheidbar sind nun die Feuersteinsplitter, die als ursprüngliche Werkzeuge, *Colithe*, aufgefaßt werden und nach deren Vorkommen man die Existenz des Menschen in früheren Zeiten selbst dann mit Sicherheit glaubt feststellen zu können, wenn die Reste seines Skeletts fehlen. In Wirklichkeit hält es nun aber keineswegs immer leicht, solche primitive Werkzeuge von den Naturprodukten sicher zu unterscheiden. Das wird am besten durch die Tatsache beleuchtet, daß gewisse derartige Funde, z. B. die Feuersteinvorkommnisse aus dem Oberoligozän von Boncelles in Belgien, von manchen Forschern ebenso bestimmt für *Colithe* angesprochen werden, wie andere sie für natürliche Erzeugnisse erklären und ihnen jegliche Bedeutung für die Urgeschichte des Menschen absprechen. Und dabei knüpft sich gerade an dieses Vorkommen ein besonderes Interesse, weil es das älteste derartige ist, und

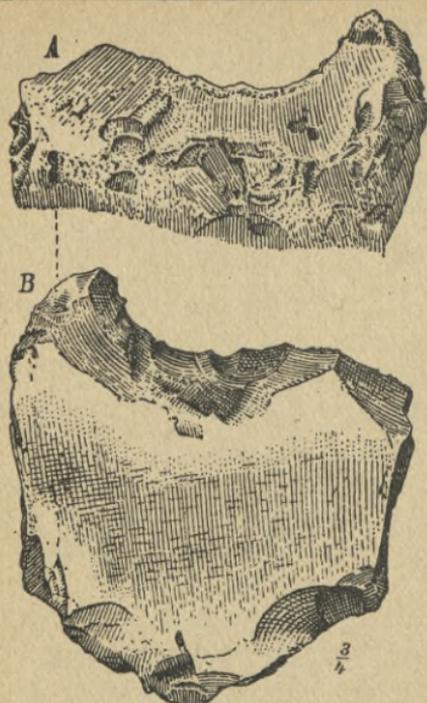


Abb. 19. Ein auf natürlichem Wege entstandener Feuersteinsplinter aus dem Oligozän von Bonnelles bei Lüttich. (Sammlung Bonnet.)

Die Absplitterungen beschränken sich fast ganz auf die hohle Kante und sind fast alle nach einer Seite gerichtet (B). Dadurch entsteht eine gewisse Ähnlichkeit mit einem „hohlhahber“.

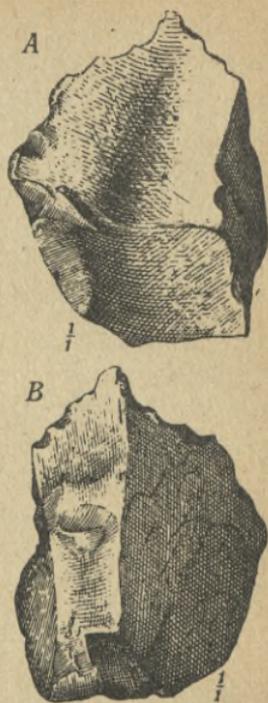


Abb. 20. Ein Stück vom gleichen Fundorte wie Abb. 19. Die zwei in der Spitze zusammenlaufenden Kanten sind mit Absplitterungen versehen, die fast ausschließlich nach einer Seite (A) liegen. Dadurch gewinnt das Stück eine gewisse Ähnlichkeit mit einem „bohrerartigen Spitzhahber“.

weil die Vorgeschichte des Menschen ganz ungeheuer viel weiter in die Tertiärzeit zurückreichen würde, als man noch vor kurzem für möglich gehalten hatte, vorausgesetzt, daß es sich dort wirklich um *Colithe* handelt.

Nun läßt sich keineswegs leugnen, daß manche der dort gefundenen Feuersteinsplinter den zweifellosen Feuersteinwerkzeugen aus jüngerer Zeit außerordentlich ähnlich sehen (Abb. 19, 20). Ja man kann sogar eine ganze Reihe verschiedenartiger Werkzeugtypen unterscheiden, die zu verschiedenen Verrichtungen hätten dienen können. Dennoch führt die Würdigung der geologischen Verhält-

nisse jener Örtlichkeit zu der Überzeugung, daß hier nicht Werkzeuge, sondern Naturprodukte vorliegen, nämlich Feuersteinsplitter, die im Getriebe der Meeresbrandung zertrümmert sind und sich aneinander abgenutzt haben. Sie sind auch weder künstlich verschleppt noch zusammengetragen, sondern liegen in der verschiedensten Größe und Form mit Kieseln und Sand gemischt auf einer ungestörten natürlichen Lagerstätte. Es kann dabei nicht wundernehmen, daß man unter Splintern der verschiedensten Form und Größe auch solche findet, die zufällig große Ähnlichkeit mit einfachen Werkzeugen besitzen, solche, die nur an bestimmten Stellen und nach einer Seite hin abgekantet sind und die zugleich eine mehr oder weniger handliche Größe und Form aufweisen (Abb. 19, 20). Aber wie wollte man wahrscheinlich machen, daß der Urmensch im Bereiche einer Meeresbrandung, die schwere Blöcke rollen und abkanten konnte, sich seine Werkzeuge nicht nur gesucht, sondern sie hier auch gehandhabt haben sollte?

Scheiden damit diese ältesten „Eolithen“ der Oberoligozänzeit als Beweis für das Vorhandensein des Menschen naturgemäß aus, so gilt doch nicht das gleiche von dem erheblich jüngeren, aber doch immer noch der Tertiärzeit angehörenden Funde von Aurillac im Cantal. (Abb. 21—24.) Dort haben sich an mehreren Stellen in Sand- und Gerölllagern eines altpliozänen Flusses Feuersteine in nicht allzu großer Zahl gefunden, denen man die absichtliche Herstellung durch ein verständiges Wesen schon eher zuerkennen kann. Die betreffenden Stücke sind z. T. scharfkantig, wie sie durch Zerschlagen entstehen, und zeigen zuweilen die bezeichnenden Merkmale der Abschlüge in der Form von Abschlagmarken und Schlagbüchel (Abb. 23). An einer oder zwei Kanten besitzen sie eine mehr oder minder fortlaufende Reihe von einseitig gerichteten Gebrauchsmarken. Es fehlt auch nicht an festen Kernstücken (oder nucleis), d. h. an Feuersteinen, von denen mehrere größere Splitter abgeschlagen wurden und die daher mit mehreren ungefähr in gleicher Richtung verlaufenden Abschlagsflächen versehen sind (Abb. 24). Solche Stücke kann man sich nicht leicht anders als durch menschliche Tätigkeit entstanden denken, und die Annahme, daß es sich hier um eine Stätte uralter Kultur und nicht wie bei Bonnelles um ein natürliches Vorkommen handelt, wird mit einem gewissen Rechte so lange aufrecht erhalten werden können, als

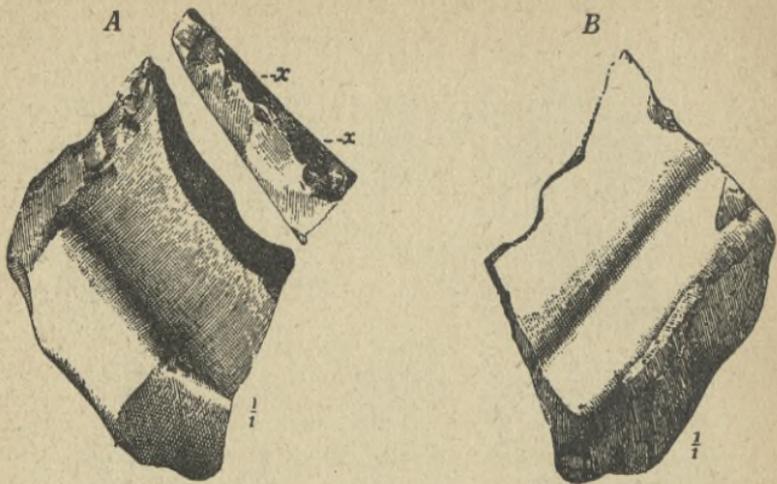


Abb. 21. Ein Spießhader aus dem Altpliozän von Puy Boudieu im Cantal. (Sammlung Bonnet.)

Auf den zwei gegen die Spitze zusammenlaufenden Kanten sind zahlreiche Abschläge sichtbar, die alle nach einer Seite hin gerichtet sind; sie fehlen an den übrigen Kanten. Die rechte obere Kante zeigt zudem deutliche Nutspuren in der Gestalt kleiner stumpfer Abspaltungen (x).

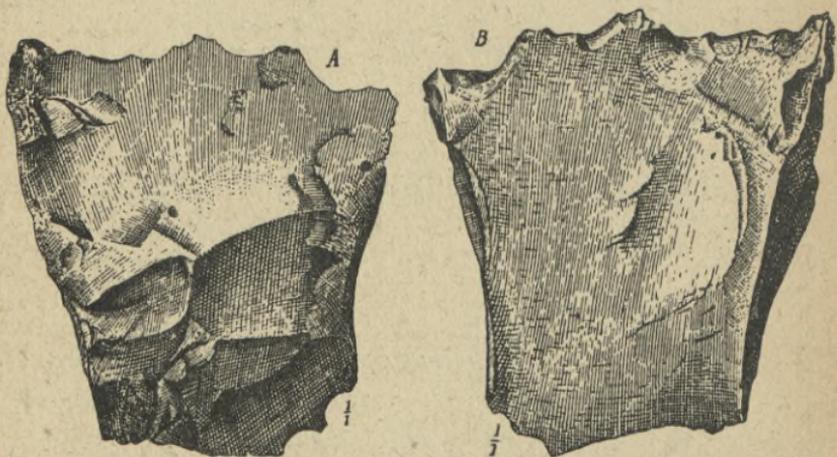


Abb. 22. Ein meißelartiges Werkzeug aus dem Altpliozän von Puy Boudieu im Cantal. (Sammlung Bonnet.)

Die obere Kante allein ist durch gehäufte Abschläge zugerichtet; diese sind alle nach einer Seite hin gerichtet (B). Das ganze Stück ist offenbar aus einer Knolle herausgeschlagen.

es nicht gelingt, nachzuweisen, daß sich derartige Stücke auch ohne Zutun des Menschen bilden. Um sie von den Colithen, die auf natürlichem Wege entstanden sind, zu unterscheiden, hat man sie mit dem besonderen Namen der Archäolithen bezeichnet.

Während nun diese Funde und ebenso gewisse Colithen aus der Diluvialzeit von manchen im Sinne menschlicher Werkzeuge, von anderen im Sinne von natürlichen Erzeug-

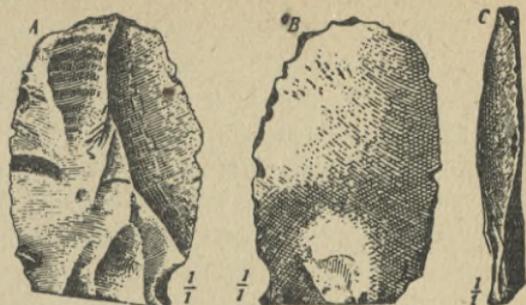


Abb. 23. Ein messerartiges Werkzeug aus dem Altpliozän von Puñ Boudieu im Cantal. (Sammlung Bonnet.) Das Stück ist als dünne Lamelle von einem Kernstück abgeschlagen. Man sieht in Abb. B unten den gewölbten Schlagbuckel (hell). Die ursprünglich scharfen Seitenkanten zeigen kleine, durch Abnützung erzeugte Abspalterungen nach beiden Seiten, woraus man schließt, daß das Stück zum Schaben oder Sägen gebraucht worden ist.



Abb. 24. Ein Kernstück aus dem Altpliozän von Puñ Boudieu im Cantal. (Sammlung Bonnet.) Oben die natürliche rauhe Oberfläche des Feuersteins. Die herablaufenden Kanten bezeichnen die gemachten Abschläge.

nissen bewertet werden, die nichts für das Vorhandensein des Menschen beweisen, führen uns die zweifellos absichtlich hergestellten Stein- und Knochenwerkzeuge aus verschiedenen Zeiten des jüngeren Diluviums den allmählichen Aufstieg menschlicher Kultur deutlich vor Augen.

Wohl überall, wo der Mensch der ältesten Zeiten mit den besonderen für ihn so wertvollen Eigenschaften des Feuersteins bekannt geworden ist, hat sich eine andere nicht minder wichtige Erfindung daran geschlossen, die sich ihm ebenso naturgemäß dargeboten hat, wie die Verwertung des Feuersteins zu Werkzeugen, nämlich der Ge-

brauch des Feuers. Denn beim Zerschlagen und Zurichten der Feuersteine mußte der Mensch mit der Entstehungsweise des Feuers bekannt werden, sobald ein leicht entzündlicher Gegenstand von dem dabei entstehenden Funken getroffen wurde. Das Bedeutsame dieser Art der Feuererfindung dürfte aber darin liegen, daß der Mensch auf diese Weise mit einer jederzeit leicht anzuwendenden Methode zähmbares Feuer zu erzeugen bekannt wurde. Wann das Feuer zuerst erfunden worden ist, läßt sich heute noch nicht mit Sicherheit angeben; bestimmt wissen wir nur, daß zur mittleren Diluvialzeit sein Gebrauch dem Menschen bekannt war. Möglicherweise reicht aber auch diese Erfindung noch weiter zurück. Nächst der Erfindung des Steinwerkzeuges hat aber wohl die des Feuers am meisten mit dazu beigetragen, die Entwicklung des Menschen zu heben. Namentlich ist er dadurch in den Stand gesetzt worden, sich auch dauernd in kälteren Klimaten aufzuhalten, und manche Erfindung jüngerer Zeiten gründet sich darauf, vor allem die Töpferei und Metallkultur. Jene beiden grundlegenden Erfindungen, die des Steinwerkzeuges und die des Feuers, sind aber sicherlich nicht nur ein einziges Mal gemacht worden, vielmehr werden sie sich früher oder später überall aufgedrängt haben, wo natürliche Verhältnisse zur Menschwerdung führten. Nicht dem überlegenen Genie eines einzelnen Wesens verdankt somit die Menschheit die ersten und wichtigsten Grundlagen ihrer Kultur, die Natur selbst hat sie ihr freigebig dargeboten, und wir lernen daraus begreifen, daß ebenso wie der Mensch selbst, so auch die menschliche Kultur nicht zufällig zustande gekommen, sondern ein notwendiges Erzeugnis natürlicher Verhältnisse und Vorgänge ist.

12. Das Alter des Menschengeschlechts.

Unsere Vorstellungen über das Alter des Menschengeschlechtes haben sich im Laufe der Zeit mit dem Fortschritt der Wissenschaft erheblich geändert. Lange Zeit wurde das diluviale Alter des Menschen fast allgemein durchaus bestritten. Selbst noch vor wenigen Jahrzehnten konnte Virchow — freilich gegen eine immer mehr steigende Opposition — die Ansicht verfechten, daß der Mensch nicht mit den ausgestorbenen Diluvialtieren zusammengelebt habe, trotzdem man doch schon seit längerer Zeit Knochengерäte aus Frankreich kannte, auf denen das Mammut mit unverkennbarer

Eigenart wiedergegeben war. Als vor zwei Jahrzehnten die Reste von Pithecanthropus entdeckt wurden, den man anfänglich für einen noch affenähnlichen Vorfahren des Menschengeschlechtes von vordiluvialem Alter hielt, glaubte man berechtigt zu sein, die Entwicklung des Menschengeschlechtes ganz in die Diluvialzeit zu verlegen. Der Fund des altdiluvialen Kiefers von Heidelberg und andere noch nicht vollständig klargestellte Funde in Südengland lassen es aber nicht nur als möglich, sondern sogar als wahrscheinlich erscheinen, daß der Mensch schon zur Tertiärzeit bestanden hat.

In Wirklichkeit steht einem derartig hohen Alter des Menschengeschlechtes auch gar kein Bedenken entgegen, wie man zuweilen meint. Es ist zwar von einem verstorbenen Wirbeltierpaläontologen ein schwerwiegender Gegengrund in der Tatsache gefunden worden, daß seit dem Alttertiär die Tierwelt mehrere Male beträchtlich gewechselt hat, während der Mensch in dieser ganzen Zeit keine merkbare Veränderung durchgemacht haben sollte. Hiergegen läßt sich aber mit Recht geltend machen, daß fast alle höheren Affen, die wir vom Miozän an kennen, sich auch nur ganz unbedeutend von den heutigen unterscheiden, sich fast ohne Zwang in die jetzt lebenden Gattungen einreihen und mit den lebenden Arten vergleichen lassen. Überhaupt stellt sich, je tiefer wir in die Geschichte der Vorwelt eindringen, um so deutlicher heraus, daß die heutigen Tier- und Pflanzenformen allgemein schon viel länger mit ihren bezeichnenden Merkmalen gesondert nebeneinander bestanden haben, als man bisher gewöhnlich angenommen hat, und daß ihre Veränderungen im Laufe der Zeit viel langsamer vor sich gegangen sind, als man sich vorzustellen gewöhnt war. Der vielfache und häufig schroffe Wechsel der Tier- und Pflanzengesellschaften im Laufe der Zeit muß viel mehr auf Ab- und Zuwandern dieser Gesellschaften, denn auf ihre stammesgeschichtliche Änderung zurückgeführt werden. Warum sollte der Mensch eine Ausnahme von dieser Regel machen? Je größere Zeiträume uns aber für die aufsteigende Entwicklung des Menschengeschlechtes zur Verfügung stehen, desto leichter begreifen wir diesen Vorgang, der auf alle Fälle einen gewaltigen Zeitraum erfordert. Wie groß dürfen wir diesen denn nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse veranschlagen?

Unsere geschichtliche Zeitrechnung führt nur auf 10—14 000

Jahre zurück, und am Beginn dieses Zeitraumes steht schon der Kulturmensch da, der sich im Besitze aller grundlegenden Elemente der heutigen Kultur befindet: des Ackerbaues, der Viehzucht, der Metallverarbeitung, der Töpferei usw. Den vorgeschichtlichen Zeitraum vermögen wir heute wohl in gut bestimmte Abschnitte zu gliedern, deren Reihenfolge mehr oder weniger sicher steht, allein die Abschätzung des absoluten Zeitmaßes für die einzelnen Abschnitte begegnet noch erheblichen Schwierigkeiten, und die Schätzungen verschiedener Forscher weichen erheblich voneinander ab. Immerhin ist es nicht ohne Interesse zu erfahren, in welcher Größenordnung sich diese Schätzungen bewegen. Nach Penck sind seit der letzten Eiszeit ca. 50 000 Jahre verflossen, die gesamte Diluvialzeit umfaßt einen Zeitraum zwischen $\frac{1}{2}$ —1 Million Jahre, die pliozäne Periode des Cantal liegt demnach ungefähr 2—4 Millionen Jahre zurück. Neben diese höchste Schätzung wollen wir eine geringste setzen, die sich auf die sicher ermittelten Zeiträume der Spät- und Nacheiszeit stützt (S. 80), nämlich 40 000 Jahre für die Zeit, die seit Beginn der letzten Eiszeit verflossen ist, 200 000 für die Diluvialzeit, 400 000—500 000 Jahre für den Zeitraum, der seit der Cantalzeit verflossen ist. Zwischen diesen Extremen möge der Leser wählen. Will man sich die schwer vorstellbaren Zeiträume faßlicher machen, so braucht man sie nur in Generationen (drei auf ein Jahrhundert) umzurechnen. Dann entsprechen 100 000 Jahren 3000 Generationen, einer Million Jahren nur 30 000 Generationen. Diese Ziffern erscheinen wahrlich nicht sehr groß, wenn wir bedenken, daß gerade die ersten Schritte menschlicher Kultur, die bis zur Verfertigung bestimmt geformter Werkzeuge und ihrer planmäßigen Verwendung führen, die schwierigsten und damit zugleich die langsamsten gewesen sein müssen.

13. Der Einfluß des Menschen auf die Natur.

Wie uns die Erdgeschichte lehrt, ist der Werdegang der belebten Natur von dem ältesten uns bekannten Zustande an sehr einförmig und gleichartig verlaufen. In der allmählichen Umbildung der Tier- und Pflanzenwelt im Laufe der Zeit gelangen die Veränderungen zum Ausdruck, die die unbelebte Natur erfahren hat und die es dem Leben ermöglicht haben, nach und nach alle bewohnbaren Teile des Planeten zu erobern, das Wasser, das feste Land

und die Luft. Mit dem Heranwachsen des Menschen beginnt ein neues Rad in den Gang der Ereignisse einzugreifen, es tritt ein Wesen auf, das anfänglich von der umgebenden Welt noch vollständig abhängig erscheint, aber sich immer mehr von ihrer Gebundenheit befreit und sie zu beherrschen beginnt. Die ältesten Vorkmenschen haben jedenfalls das Feuersteinmaterial, das die Natur darbot, so benützt, wie sie es fanden, aber schon in der regelmäßigen und fortgesetzten Benutzung und Abnützung der Scherben liegt ein neues, vorher nicht gekanntes Vorgehn im Naturgeschehen. Denn es wird jetzt ein bestimmtes Naturerzeugnis, fast überall, wo es sich vorfindet, absichtlich in ganz bestimmtem Sinne verändert und zugleich häufig an Orte verschleppt, wohin es durch natürliche Vorgänge nie hätte gelangen können. Gerade an diesen, dem bisherigen Naturgeschehen fremden Vorgängen glauben wir ja bestimmt die Anwesenheit des Menschen zu erkennen. Die Eigenart des Vorganges tritt aber noch deutlicher hervor, sobald der Mensch beginnt, die Feuersteine zu zerschlagen, und den natürlichen Vorgang, durch den sie nur unter ganz bestimmten Bedingungen zerfallen, zu steigern. Das ist der Anfang der planmäßigen Ausbeutung und Verwertung der Bodenschätze, die sich seit jenen entlegenen Zeiten immer mehr gesteigert und auf immer zahlreichere Arten von Naturerzeugnissen ausgedehnt hat. Heute sind in diesen Ausnützungsvorgang alle Gesteine und Mineralien einbezogen, die für unsere verwickelte Kultur irgendwelche Bedeutung besitzen, die Erze und Metalle, die Ziegel- und Töpfererden, jede Art Bau- und Zementsteine, die Kohlen, Erdöle, Salze, alle Art Dungstoffe, selbst die zu Leuchtkörpern geeigneten seltenen Erden. Was die Natur durch mannigfaltig und meist langsam wirkende Vorgänge in unendlichen Zeiträumen geschaffen, was sie an seltenen Stoffen auf beschränktem Raum zusammengeführt hat, die in Kohle und Erdöl ungeheuer verdichtete Heizkraft früherer Pflanzen- und Tierwelten, das alles wird nun vom Menschen der Erde entnommen, durch den Verbrauch verändert, zerkleinert, zerstreut oder seiner Kraftentfaltung beraubt. Führt dieser Verbrauch der Nutstoffe auch nicht zu einer Zerstörung der letzten Einheiten der Stoffe selbst, so greift er doch so tief, so gewaltsam und so rasch in den natürlichen Haushalt und Kreislauf der Stoffe ein, daß die Natur in absehbarer Zeit keinen Ersatz dafür zu schaffen

vermag. Was der Mensch in einem Jahrhundert verbraucht, bildet sich vielfach erst in Millionen von Jahren wieder. In manchen Fällen vermag aber die Natur das zerstreute Material überhaupt nicht wieder in der ursprünglichen Weise zu sammeln und zu verdichten. So bildet sich niemals wieder ein Erzgang aus den Metallen, die der Mensch auf der Erdoberfläche ausgestreut oder in äußerst verdünnter Lösung dem Meere zugeführt hat. Mit dieser tiefgreifenden Veränderung der unbelebten Natur durch den Menschen geht aber ein anderer Vorgang einher, der die belebte Natur in Mitleidenschaft zieht. In ihr räumt der Mensch noch viel endgültiger auf.

Bekanntlich vermögen nur die Pflanzen die Stoffe der unorganischen Natur aufzunehmen und aus ihnen belebte Stoffe zu erzeugen, und alle Tiere sind in ihrer Ernährung entweder auf die Pflanzen oder auf andere Tiere angewiesen. In dieser gegenseitigen Abhängigkeit der meisten Lebewesen voneinander besteht aber für gewöhnlich ein vollständiges Gleichgewicht, wenigstens im großen und ganzen. Im besonderen besitzen wir trotz gegenteiliger Annahme keinen Beweis dafür, daß ohne ein gleichzeitiges Eingreifen des Menschen eine Tierart eine andere vollständig ausgerottet hätte; die Vermehrungsfähigkeit der Natur ist eben groß genug, um die entstandenen Lücken immer wieder zu ersetzen. Dieser natürliche Gleichgewichtszustand ist im Laufe der Zeit freilich häufig gestört worden durch die beständigen Veränderungen, denen die Meere und Festländer in ihren Umrissen, in ihren Höhen und Tiefen und in ihren klimatischen Verhältnissen ausgesetzt gewesen sind. Durch Austrocknen abgeschnürter Meeresbecken und durch Versinken von Inseln und Festlandmassen im Meere sind wohl stets Bruchteile der Tier- und Pflanzenwelten ausgeschaltet worden. Da aber alle solche Vorgänge sich in der Natur nur langsam vollziehen, so ist den Tieren und Pflanzen auch meist reichlich Gelegenheit gegeben, rechtzeitig auszuwandern oder sich an die neuen Verhältnisse zu gewöhnen. Wo aber solche geologischen oder klimatischen Vorgänge in den Bestand des Lebens eingreifen, steht die davon betroffene Tier- oder Pflanzenwelt in keinem anderen Verhältnisse zu ihnen, als in einem zufälligen. Ob dieser oder jener Teil der Lebewelt davon betroffen und vernichtet wird, ist nicht in dieser selbst bedingt, sondern durch Ursachen, die wesent-

lich außerhalb der lebenden Welt liegen. Auch in dieser Beziehung bedeutet der Eintritt des Menschen in die Natur eine nie dagewesene Neuerung, die sich in dem Bestande der Lebewelt in auffälliger Weise geltend macht. Um dies zu verstehen, greifen wir am besten auf die Anfänge menschlicher Kultur zurück.

Es darf als wahrscheinlich gelten, daß die Vorfahren des Menschen eine ähnliche Ernährungsweise besessen haben, wie die heutigen Menschenaffen, d. h. sie haben von Früchten und Nüssen, kleinem Getier, Eiern u. dgl. gelebt. Mit der Entdeckung und Benutzung von Steinwerkzeugen und durch die Verwendung des Feuers wurde aber die Möglichkeit gewonnen, auch brauchbare Jagdwaffen, in erster Linie Keulen und Speere aus Holz zu verfertigen, und wenn uns auch solche Gegenstände aus verweslichem Stoff nicht überkommen sind, so dürfen wir doch voraussetzen, daß der Entdeckung der Steinwerkzeuge und des Feuers die der Holz Waffen, der Schleudersteine und der Wurf schleuder ganz natürlich gefolgt ist. Es bliebe sonst auch schwer zu erklären, zu welchem Zwecke die Menschen älterer Zeiten so ungeheure Mengen von Steinwerkzeugen überhaupt benutzt hätten. Besonders in gemäßigten Klimaten, wo die Natur keine Überfülle von Früchten u. dgl. bietet, wo ferner baumarme Steppen die Jagd auf größere Tiere geradezu zur Notwendigkeit machen, wird der Mensch bald gelernt haben, den Jagdtieren, die in solchen Gegenden meist in reichlicher Fülle lebten, planmäßig nachzustellen. Mit wachsendem Verstande hat er wohl bald gelernt, den Wechsel der Tiere zu benutzen und auch die einfachsten Arten der gemeinsamen Jagd, das Hezen gegen natürliche Widerstände, wie Flüsse, Schluchten und Steilgehänge zu üben, was selbst noch bei Jägervölkern geschieht, die sich im Besitze sehr vervollkommneter Jagdwaffen befinden.

Solange nun die Bevölkerung noch spärlich war, kann der Bestand der jagdbaren Tierwelt durch das Eingreifen des Menschen zunächst nur unwesentlich beeinflusst worden sein, aber mit der Zeit, in dem Maße als die Zahl der Jäger zugenommen und ihr Aufenthalt in der gleichen Gegend sich verlängert hat, muß ein merkbarer Rückgang des Wildbestandes eingetreten sein. Dieser wird seinerseits den Scharfsinn, die Erfindungsgabe und die Ausdauer der Jäger gesteigert haben, und das hat wiederum den Rückgang der Jagdtiere befördert. Zudem erfordert fast ausschließliche

Fleischkost, wie sie bei Jägervölkern in gemäßigten Klimaten, z. B. bei den Indianern Nord- und Südamerikas die Regel war, ununterbrochen ganz gewaltige Mengen von Nahrung. Menschen auf dieser Kulturstufe kennen natürlich keine Schonzeit, sie töten auch, was ihnen unter die Hände kommt, oft weit über den augenblicklichen Bedarf hinaus. So vereinigen sich eine Anzahl von Umständen zu einem für gewisse Teile der Tierwelt verderblichen Vorgange, der vollständigen Vernichtung gewisser Arten von jagdbaren Tieren.

Am frühesten werden große, aber schwer bewegliche und ungefährliche Tiere ausgerottet sein, ferner große Laufvögel, deren auf dem Boden abgelegte Eier dem Jäger nicht leicht entgehen können. Hierfür können als Beispiele aus jüngster Zeit die Ausrottung der großen Schildkröten auf den Galapagos-Inseln und die der Riesenvögel Neuseelands, der Moas, gelten. Die Moaskelette sieht man häufig in paläontologischen und zoologischen Sammlungen, aber lebende Vertreter gibt es seit der Mitte des 18. Jahrhunderts nicht mehr. Denn die Bewohner Neuseelands, die Maori, hatten, schon bevor die Europäer Besitz von dem Lande nahmen, diese formenreiche Tiergruppe, deren größte Vertreter bis zu 4 m Höhe erreichten, vollständig ausgerottet. Ein ganz ähnlicher Vorgang hat auf Madagaskar Platz gegriffen, wo Skelette und Eier anderer riesiger Laufvögel, die heute nicht mehr leben, nicht selten gefunden werden. Auch in diesem Falle scheint der Zeitpunkt der Ausrottung durch den Menschen nicht weit zurückzuliegen, wenn wir auch keine bestimmten Nachrichten darüber besitzen.

Ein anderer sehr überzeugender Beleg dafür, welche verderbliche Wirkung Jägervölker auf den Bestand der Tierwelt ausgeübt haben, ist erst vor kurzer Zeit im südlichen Patagonien gefunden worden. Noch zur Diluvialzeit war das argentinische Tiefland der Wohnplatz zahlreicher riesiger Gürtel- und Faultiere, von denen heute kein einziger Vertreter mehr lebt. Ihr Skelette findet man auch noch zum Teil in den allerjüngsten Absätzen der Pam-pasformation, die erst nach der letzten Eiszeit entstanden sind. Nun entdeckte man aber in einer Höhle des südlichen Patagonien eine Wohnstätte der patagonischen Urbevölkerung, in der sich die Abfälle ihrer Mahlzeiten vorfanden, und hier lagen Skelettreste mehrerer ausgestorbener Tierarten, eines Raubtieres, eines Pferdes

und eines Riesenfaultieres: *Grypotherium*. Die zerschlagenen Knochen waren noch ganz frisch, es hafteten daran noch eingetrocknete Fleischstücke und Sehnen, und auch das eigenartige, im Inneren mit Knochenplättchen gepflasterte Fell jenes Riesenfaultieres war noch mit den daranhaftenden Haaren erhalten. Auch die Kotballen dieses Tieres fehlten nicht, und ein Vorrat von Futter fand sich vor, das die Eingeborenen in die Höhle gebracht hatten, wo sie vermutlich die Tiere als Wintervorrat gefangen hielten und fütterten. Hier hat man also den unumstößlichen Beweis dafür, daß wohl die letzten Reste jener ausgestorbenen Tierwelt vor gar nicht allzulanger Zeit unter den Händen der patagonischen Jäger zugrunde gegangen sind, denn die Hoffnung, noch lebende Exemplare von *Grypotherium* zu finden, hat sich als unzutreffend erwiesen. Auch das Pferd wurde bekanntlich von den Eroberern Amerikas nirgends mehr angetroffen, obgleich es zur Diluvialzeit im Norden wie im Süden mit zu den häufigsten Erscheinungen gezählt hatte.

Diesen Beispielen aus historischer Zeit, die die ausrottende Tätigkeit der Naturvölker beleuchten, könnte man noch die nachweislich im Laufe der letzten Jahrhunderte durch den zivilisierten Menschen begangenen Ausrottungen größerer Tiere hinzufügen: die Stellersche Seekuh, der Alk, der Solitär, die Dronte u. a. m. Aus den vorgeschichtlichen Funden können wir aber entnehmen, daß das Vernichtungswerk schon sehr früh begonnen und vom vorgeschichtlichen Menschen mit großer Energie betrieben worden ist. Dafür spricht vor allem die Tatsache, daß zur Diluvialzeit in Europa wie auch in Nordafrika und in Amerika vorwiegend Jägervölker gelebt haben. Den ersten Spuren ackerbautreibender oder viehzüchtender Menschen begegnen wir in Europa erst in der Neolithzeit, ja sogar in einem verhältnismäßig späten Zeitpunkte dieser Periode. Bis dahin hatten hier ausschließlich Jägervölker gelebt. Daher treffen wir an den Wohnplätzen des Diluvialmenschen neben seinen Steinwaffen und -geräten gewöhnlich große Mengen von Knochen seiner Jagdtiere, zuweilen von Tausenden von Stücken stammend. Seine ganze Existenz war auf der Jagd aufgebaut, auch die Gegenstände seiner künstlerischen Betätigung sind fast ausschließlich dieser seiner Beschäftigung entnommen.

Für die außereuropäischen Gebiete fehlen uns zwar heute solch

bestimmte Nachrichten aus früheren Zeiten fast ganz, allein die Tatsache, daß bei der Entdeckung Amerikas und Südafrikas solche Jagdvölker in den Grasgebieten noch in größter Verbreitung vorgefunden wurden, spricht deutlich genug für die Allgemeinheit dieser Erscheinung.

Schließlich gibt uns die Geschichte der Tierwelt während der jüngeren Tertiärzeit und während der Diluvialzeit selbst eine brauchbare Handhabe, um zu ermitteln, ob und wie weit die Existenz des Menschen mit einem Rückgange der Tierwelt verknüpft ist. Es ist hier nicht der Ort, die verwickelte Frage nach den Ursachen des Aussterbens von Pflanzen und Tieren im Laufe der Zeit ganz aufzurollen, wir gehen nur von der unbestreitbaren und schon lange festgestellten Tatsache aus, daß während der jüngeren Tertiärzeit und während der Diluvialzeit eine ungewöhnlich große Zahl von größeren Landtieren sicher ausgestorben ist, und daß wir keine natürliche Ursachen ausfindig machen können, die diese Erscheinung befriedigend erklären. Sie befremdet um so mehr, als davon nur eine bestimmte Klasse von Tieren betroffen wird, während die Mehrzahl der Tiere und ebenso die Pflanzenwelt nicht daran teilnehmen. Wenn irgendwo im Laufe der erdgeschichtlichen Entwicklung der Tier- und Pflanzenwelt können wir hier von einer Auslese sprechen. Denn es verschwinden nicht etwa die Bewohner eines bestimmten Bezirks, der von den klimatischen Wandlungen der Diluvialzeit besonders hart betroffen sein könnte, es handelt sich auch nicht um eine bestimmte Gruppe von Tieren, von denen man sagen könnte, daß sie wegen ihrer unzureichenden Organisation ausgestorben wären, es werden vielmehr fast ausschließlich solche Tiere ausgemerzt, die offenkundig in wirtschaftlicher Beziehung zum Menschen stehen, und die zugleich durch die Art ihrer Verbreitung und durch ihre Lebensweise als leicht zu vernichtende Jagdtiere für den Menschen in Frage kommen.

Soweit wir das heute übersehen können, bleiben nicht nur die Pflanzenwelt, sondern auch die niedere Tierwelt und von der höheren Tierwelt alle wasserbewohnenden und fliegenden Formen und fast alle kleinen Tiere davon verschont. Den so übrig bleibenden Rest kann man schlechtthin als jagdbare Tiere zusammenfassen. Allein unter diesen scheiden noch zwei Klassen so gut wie ganz

aus: das sind einmal die Bewohner der Wälder, im besondern der tropischen Urwälder, die auch heute noch den Ausrottungsversuchen des mit furchtbaren und weittragenden Waffen versehenen Menschen zäh widerstehen, andererseits die meisten grasfressenden Herdentiere, deren zahllose Stückzahl die vollständige Vernichtung durch Naturmenschen erschwert, und die erst dem Vordringen einer höheren, mit Viehzucht und Ackerbau verknüpften Kultur vollständig zu erliegen pflegen, soweit sie nicht etwa gezähmt und dem Menschen dienstbar gemacht werden.

So begreifen wir allein aus dem Eingreifen des Menschen den heutigen Zustand: das Fortbestehen der grasfressenden Herdentiere in allen Gebieten, wohin eine höhere Kultur noch nicht gedrungen ist, die Erhaltung der waldbewohnenden Einzeltiere im besondern in den schwer zugänglichen Tropen, den gewaltigen Rückgang aller übrigen Jagdtiere etwa von der jüngeren Tertiärzeit an, der sich in immer größerem Umfange geltend macht, je näher wir der Gegenwart kommen. Wir verstehen daraus das anscheinend Gefeklose der Erscheinung, vor allem die Tatsache, daß manche Tiere schon vor der Diluvialzeit, andere während derselben, wieder andere erst nach der letzten Eiszeit oder gar erst in historischer Zeit verschwinden. Nicht die geologischen Veränderungen der Erdoberfläche, nicht die klimatischen Schwankungen der Diluvialzeit allein, ebensowenig unverständliche Ursachen, wie eine zu weit gehende Anpassung der Tiere oder ein natürliches Altern gewisser Stämme, vermögen diesen Rückgang der Tierwelt zu erklären, wohl aber die Ausbreitung der Jägervölker über die Erde. Daher beschränkt sich das Verschwinden auch nicht etwa auf die Säugetiere, sondern erstreckt sich auch auf Laufvögel und Schildkröten; nicht nur ganz große Tiere, sondern auch solche von mittlerer Größe werden davon betroffen, nicht nur auf einem Erdteil, sondern auf allen greift der Vorgang Platz; er beschränkt sich nicht auf die Gebiete, die von den Vereisungen der Diluvialzeit in Mitleidenschaft gezogen waren, wir sehen ihn auch in subtropischen Gebieten einsehen, wo die Vereisungen keinen oder nur geringen Einfluß gewinnen konnten. Diese planmäßige Vernichtung zahlreicher jagdbarer Tiere, sowie der Raubtiere, die auf diese angewiesen waren, ist das Werk des Menschen; und was die Menschheit auf niederer Kulturstufe begonnen und mit immer

vollkommeneren Hilfsmitteln durchgeführt, das setzt der spätere Kulturmenschen fort, bis er schließlich begreift, daß die planlose Vernichtung unerseßlicher Lebewesen seiner Kulturhöhe unwürdig ist, und zu retten versucht, was noch zu retten ist.

14. Rückblick.

Wenige Jahrzehnte eifriger Erforschung der Erdgeschichte haben das Bild von den Vorgängen der Diluvialzeit und vom vorgeschichtlichen Menschen wesentlich umgestaltet und erweitert. Die Eiszeit gilt uns heute nicht mehr als ein einmaliger, ungewöhnlicher Vorgang, sie erscheint uns aufgelöst in eine mehrfache Wiederholung klimatischer Wechsel von wesentlich gleicher Art und von allgemeiner Bedeutung für die ganze Erde. Wir begreifen aus der besonderen Art der Eiswirkung den ungewöhnlichen Charakter der früher vereisten Gebiete und aus der verschiedenartigen Aufarbeitung des vom Eise fortgeschafften Materials die gesetzmäßige Verteilung von Schotter, Sand und Löß. Wir haben einsehen lernen, daß Eiszeiten, vermutlich von der Art der diluvialen, schon früher den Planeten heimgesucht haben, ja daß sie vielleicht so weit zurückreichen, als uns Spuren des Lebens überliefert sind. Wie klar aber auch die Tatsachen zu liegen scheinen, so dunkel und unerkannt sind heute noch ihre letzten Ursachen.

Wenn früher die Vorgeschichte des Menschengeschlechts ausschließlich mit der Diluvialzeit verknüpft erschien, so hat sich jetzt unsere Vorstellung von seinem Werden historisch vertieft. Fällt auch heute noch fast die gesamte vorgeschichtliche Überlieferung in die Diluvialzeit und können wir nur während dieser Zeit gewisse Zweige des Geschlechts schrittweise in ihrer Entwicklung verfolgen, so glauben wir doch die Wurzeln seiner Existenz schon für die Tertiärzeit annehmen zu können. Diese Erweiterung unseres Wissens gründet sich aber bis jetzt nicht auf die Reste seines Skeletts, nicht auf die leicht erkennbaren Erzeugnisse seiner mehr oder minder hohen Kunstfertigkeit, sondern auf die einfachsten und unscheinbaren Eingriffe, die der Mensch in die unbelebte Natur getan, auf eine dem Lebendigen sonst fremde, zielbewußte Ausnützung der unbelebten und späterhin der belebten Naturprodukte, mithin auf Vorgänge, die ausschließlich an die Existenz des Menschen geknüpft

sind, und deren Folgen durch nichts verwischt oder beseitigt werden können.

Durch die Aufdeckung dieser ältesten Kulturstufen wird der vorgeschichtliche Mensch noch inniger mit der übrigen Natur verknüpft, als es früher schien, noch deutlicher als vorher tritt hervor, wie er bei der Erwerbung seiner ersten einfachsten Kulturelemente von der Natur selbst geleitet wurde und von ihr abhängig war. Sein Herauswachsen aus natürlicher Grundlage, ebenso aber auch der weite Abstand, der ihn heute von der übrigen Lebewelt trennt, wird uns jetzt verständlicher als zuvor, wo der zeitliche Umfang für seine Entwicklung ins Unvorstellbare gewachsen ist. Damit reiht sich sein Werdegang gleichartig neben die Umbildungsvorgänge der übrigen Naturwesen, deren Wandlungen wir immer langsamer und allmählicher einzuschätzen gezwungen sind, je tiefer wir in ihre Geschichte eindringen. Und wie wir jetzt zu begreifen beginnen, daß die Ausgestaltung des Lebens bis zum heutigen Stande nicht ein Ergebnis besonderer, uns unverständlicher Lebenskräfte ist, sondern nur der gesetzliche und notwendige Ausdruck aller erdgeschichtlichen Geschehnisse auf der besonderen, noch unbegriffenen Erscheinung des Lebens, so erscheint uns auch die Menschheit immer deutlicher als ein besonderes, aber naturnotwendiges Glied in der Reihe der Lebewesen.



Die angegebenen Grundpreise sind mit der Schlüsselzahl des Börsenvereins zu vervielfältigen.

Anthropologie. Unter Leitung von Geh. Med.-Rat Dr. *G. Schwalbe*, weil. Prof. an der Universität Straßburg und Dr. *E. Fischer*, Prof. an der Universität Freiburg i. Br. (Die Kultur der Gegenwart, von Prof. Dr. *P. Hinneberg*. Teil III, Abt. V.) Mit 29 Abbildungstaf. u. 98 Abb. i. T. [VI u. 699 S.] gr. 8. 1923. Geh. M. 17.—, geb. M. 21.—, in Halbl. mit Goldoberschn. M. 28.50

Inhalt: Begriffe, Abgrenzung und Geschichte der Anthropologie von *E. Fischer*. — Technik und Methoden der physischen Anthropologie von *Th. Mollison*. — Allgemeine Anthropologie von *E. Fischer*. — Spezielle Anthropologie: Rassenlehre von *E. Fischer*. — Die Abstammung des Menschen und die ältesten Menschenformen von *G. Schwalbe*. — Prähistorische Archäologie von *M. Hoernes*. — Ethnologie von *Fr. Graebner*. — Sozialanthropologie von *A. Ploets*.

Auf ihrem Gebiete führende Forscher haben sich in dem großangelegten, mit zahlreichen Originalabbildungen im Text und auf Tafeln ausgestatteten Werke zu einer Gesamtdarstellung der Anthropologie, Völkerkunde und Urgeschichte zusammengefunden, der nach ihrem wissenschaftlichen Werte und ihrer Bedeutung für die Allgemeinheit nichts Gleiches an die Seite gestellt werden kann.

„An Schwalbes Stelle, der während des Weltkrieges heimging, hat E. Fischer das wertvolle und bedeutende Werk redigiert. Kein anderer ist dafür so geeignet gewesen wie er. Seine Rassenlehre ist ein besonders glänzendes Schmuckstück des Buches von wahrhaft klassischer Ruhe und Überlegtheit des Urteils, keiner Partei zuliebe, keiner zuleide. Dabei fehlt es der wundervollen Studie nicht an der erforderlichen Blutwärme. Bei aller strengen Wissenschaftlichkeit ist das Sammelwerk für den gebildeten Laien wie kein anderes bestimmt. Wenn das ernsthafteste Studium des Menschen stets der Mensch sein muß, so verdient die Schwalbe-Fischersche Anthropologie in die Hände aller Ernsthafte(n) zu gelangen. Sie ist ein Geschenk ersten Ranges.“

(Deutsche Tageszeitung.)

Abstammungslehre, Systematik, Paläontologie, Biogeographie.

Unter Redaktion von Geh. Rat Dr. *R. v. Hertwig*, Prof. an der Universität München und Hofrat Dr. *R. v. Wettstein*, Prof. an der Universität Wien. Mit 112 Abb. [X u. 620 S.] Lex.-8. 1914. (Die Kultur der Gegenwart, hrsg. von Prof. Dr. *P. Hinneberg*. Teil III, Abt. IV, Bd. 4.) Geh. M. 10.—, geb. M. 12.50, in Halbleder mit Goldoberschnitt M. 26.—

Inhalt: Die Abstammungslehre: *R. Hertwig*. — Prinzipien der Systematik mit besonderer Berücksichtigung des Systems der Tiere: *L. Plate*. — Das System der Pflanzen: *R. v. Wettstein*. — Biogeographie: *A. Brauer*. — Pflanzengeographie: *A. Engler*. — Tiergeographie: *A. Brauer*. — Paläontologie und Paläozoologie: *O. Abel*. — Paläobotanik: *W. J. Jongmans*. — Phylogenie der Pflanzen: *R. v. Wettstein*. — Phylogenie der Wirbellosen: *K. Heider*. — Phylogenie der Wirbeltiere: *J. E. V. Boas*.

„Der ganze Band ist eine wissenschaftliche Leistung ersten Ranges, dem weiteste Verbreitung gebührt.“

(Forstwissenschaftliches Zentralblatt.)

Abstammungslehre und Darwinismus. Von Dr. *R. Hesse*, Prof. an

der Universität Bonn. 6. Aufl. Mit 41 Textabb. [IV u. 128 S.] 8. 1922. (ANuG Bd. 39.) Kart. M. 1.30, geb. M. 1.60

Nach Anführung der wichtigsten Beweise der Abstammungslehre aus den verschiedenen Gebieten der Biologie werden die zur Erklärung der Deszendenz seit Darwin aufgestellten Theorien kritisch besprochen.

Experimentelle Abstammungs- u. Vererbungslehre. Von Dr. *E. Lehmann*, Prof. a. d. Univ. Tübingen. 2. Aufl. Mit 27 Abb. im Text. [124 S.]

8. 1921. (ANuG Bd. 379.) Kart. M. 1.30, geb. M. 1.60

Die Grundlagen der Mendelschen Theorie und deren Verknüpfung mit der anatomischen Erforschung der Zelle stehen mit den Fragen der Mutationen und der Vererbung erworbener Eigenschaften im Mittelpunkt der die neuesten Ergebnisse berücksichtigenden Darstellung.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Anfragen ist Rückporto beizufügen

Die angegebenen Grundpreise sind mit der Schlüsselzahl des Börsenvereins zu vervielfältigen.

Das Mittelmeergebiet. Seine geographische und kulturelle Eigenart. Von Geh. Reg.-Rat Dr. *A. Philippson*, Prof. an der Universität Bonn a. Rh 4., verb. Aufl. Mit 9 Fig. i. T., 13 Ansich. u. 10 Kart. a. 15 Taf. M. 3.—, geb. M. 5.—

Mittelmeerbilder. Gesammelte Abhandlungen zur Kunde der Mittelmeerlande. Von Geh. Rat Dr. *Th. Fischer*, weil. Prof. an der Univers. Marburg (Lahn). 2. Aufl. besorgt von Dr. *A. Rühl*, Prof. an der Univers. Berlin. Mit 1 Bildnis Theobald Fischers. [VI u. 472 S.] gr. 8. 1913. Geh. M. 4.50, geb. M. 6.—
Neue Folge. [VI u. 423 S.] gr. 8. 1922. Geb. M. 8.—

Kairo-Bagdad-Konstantinopel. Wanderungen und Stimmungen. Von weil. Generalleutnant *E. von Hoffmeister*, Exz., Heidelberg. Mit 11 Vollbild. und 157 Abb., fast nur nach Originalaufnahmen des Verfassers, im Text sowie einer Kartenbeilage. [X u. 262 S.] gr. 8. 1910. Geb. M. 5.50

Durch Armenien. Eine Wanderung und der Zug Xenophons bis zum Schwarzen Meere. Eine militär-geographische Studie. Von weil. Generalleutnant *E. von Hoffmeister*, Exz., Heidelberg. Mit 5 Vollbildern, 96 Abb., meist nach Originalaufnahmen des Verfassers, 2 Kartenskizzen im Text sowie 2 Kartenbeilagen. [IX u. 252 S.] gr. 8. 1911. Geb. M. 5.—

Rußland. Eine geographische Betrachtung von Volk, Staat und Kultur. Von Dr. *A. Hettner*, Prof. a. d. Universität Heidelberg. 4. Aufl. Mit 23 Textkarten. [X u. 357 S.] gr. 8. 1921. Geh. M. 4.—, geb. M. 5.—

Japan und die Japaner. Eine Landeskunde. Von Dr. *K. Haushofer*, Prof. an der Universität München. [U. d. Pr. 1923.]

Die Großmächte und die Weltkrise. Von Dr. *R. Kjellén*, weil. Prof. an der Universität Upsala. 2. Aufl. [IV u. 249 S.] 8. 1921. Kart. M. 2.—, geb. M. 2.50

Der Gang der Kultur. Von Dr. *A. Hettner*, Prof. an der Universität Heidelberg. [Unter der Presse 1923.]

Wirtschafts- und Verkehrsgeographie. Von Dr. *K. Sapper*, Prof. an der Universität Würzburg. [In Vorb. 1922.]

Geographisches Wörterbuch. I. Allgemeine Erdkunde. Von Dr. *O. Kende*, Prof. an der Staatsoberrealschule in Wien. Mit 81 Abb. im Text. [IV u. 235 S.] 8. 1921. (Teubners kl. Fachwörterb. Bd. 8.) Geb. M. 2.50

Wörterbuch der Länder- und Wirtschaftskunde. Von Dr. *O. Kende*, Prof. an der Staatsoberrealschule in Wien. (Geographisches Wörterbuch II.) Mit zahlreichen statistischen Übersichten und Karten. (Teubners kl. Fachwörterbücher Bd. 13.) [U. d. Pr. 1923.]

Geologisch-mineralog. Wörterbuch. Von Dr. *C. W. Schmidt*, Berlin. Mit 211 Abb. [VI u. 198 S.] 8. 1921. (Teubn. kl. Fachwörterb. Bd. 6) M. 2.50

Verlag von B.G. Teubner in Leipzig und Berlin

Anfragen ist Rückporto beizufügen

Die angegebenen Grundpreise sind mit der Schlüsselzahl des Börsenvereins zu vervielfältigen.

Der Mensch der Urzeit. Vier Vorlesungen aus der Entwicklungsgeschichte des Menschengeschlechts. Von Dr. *A. Heilborn*, Berlin-Friedenau. 3. Aufl. Mit 47 Abb. nach Orig.-Photogr. und Zeichnungen. [VI u. 102 S.] 8. 1918. (ANuG Bd. 62.) Kart. M. 1.30, geb. M. 1.60

Entwicklungsgeschichte des Menschen. 4 Vorlesungen. Von Dr. *A. Heilborn*, Berlin-Friedenau. 2. Aufl. Mit 61 Abb. nach Photographien und Zeichnungen. [98 S.] 8. 1920. (ANuG Bd. 388.) Kart. M. 1.30, geb. M. 1.60

Unsere ältesten Vorfahren. Ihre Abstammung und Kultur. Von Dr. *H. Michaelis*, Königsberg i. Pr. Mit 14 Fig. im Text. [35 S.] gr. 8. 1910. (Urania-Vorträge Heft 4.) Geh. M. —.40

Landschafts-, Wirtschafts-, Gesellschaftskulturtypen. Geographische Skizzen von *L. Chalikiopoulos*. [X u. 111 S.] Lex.-8. 1906. Geh. M. 1.50

Allgemeine Völkerkunde. (Aus Natur und Geisteswelt. 3 Bände.) Kart. je M. 1.30, geb. je M. 1.60 I. Bd. **Feuer. Nahrung. Wohnung. Schmuck und Kleidung.** Von Dr. *A. Heilborn*, Berlin. Mit 54 Abb. im Text. [VIII u. 136 S.] 8. 1915. (Bd. 487.) II. Bd. **Waffen und Werkzeuge. Industrie. Handel u. Geld. Verkehrsmittel.** Von Dr. *A. Heilborn*, Berlin. Mit 51 Abb. i. Text. [VIII u. 116 S.] 8. 1915. (Bd. 488.) III. Bd. **Die geistige Kultur der Naturvölker.** Von Prof. Dr. *K. Th. Preuß*, Direktor am Museum für Völkerkunde in Berlin. 2., wenig ver. Aufl. Mit 9 Abb. im Text. 8. 1923. (Bd. 452.)

Geographie der Vorwelt (Paläogeographie). Von Dr. *E. Dacqué*, Prof. a. d. Univ. München. Mit 18 Fig. im Text. [104 S.] 8. 1919. (ANuG Bd. 619.) Kart. M. 1.30, geb. M. 1.60

Die Tiere der Vorwelt. Von Dr. *O. Abel*, Prof. an der Univers. Wien. Mit 31 Abb. i. T. [IV u. 87 S.] 8. 1914. (ANuG Bd. 399.) Kart. M. 1.30, geb. M. 1.60

Pflanzengeographische Wandlungen der deutschen Landschaft. Von Dr. *H. Hausrath*, Prof. an der Techn. Hochschule in Karlsruhe i. B. [VI u. 274 S.] 8. 1911. (Wissensch. und Hypothese Bd. XIII.) Geb. M. 4.—

Vorgeschichte Europas. Von Dr. *H. Schmidt*, Prof. an der Universität Berlin. (ANuG Bd. 571/72.) Kart. je M. 1.30, geb. je M. 1.60. [In Vorb. 1923.]

Europa. Grundz. d. Länderk. I. Von Dr. *A. Hettner*, Prof. a. d. Univ. Heidelberg 2., gänzl. umg. Aufl. Mit 4 Taf. u. 197 Kärtchen. [VIII u. 389 S.] gr. 8. 1923. Geh. M. 4.30, geb. M. 6.—. Bd. II: Die außereuropäischen Erdteile. [U. d. Pr. 23.]

Länderkunde von Deutschland. Hrsg. von Dr. *N. Krebs*, Prof. an der Univ. Freiburg i. Br. Teil I: **Süddeutschland.** Von *N. Krebs*. [U. d. Pr. 1923.]

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Anfragen ist Rückporto beizufügen

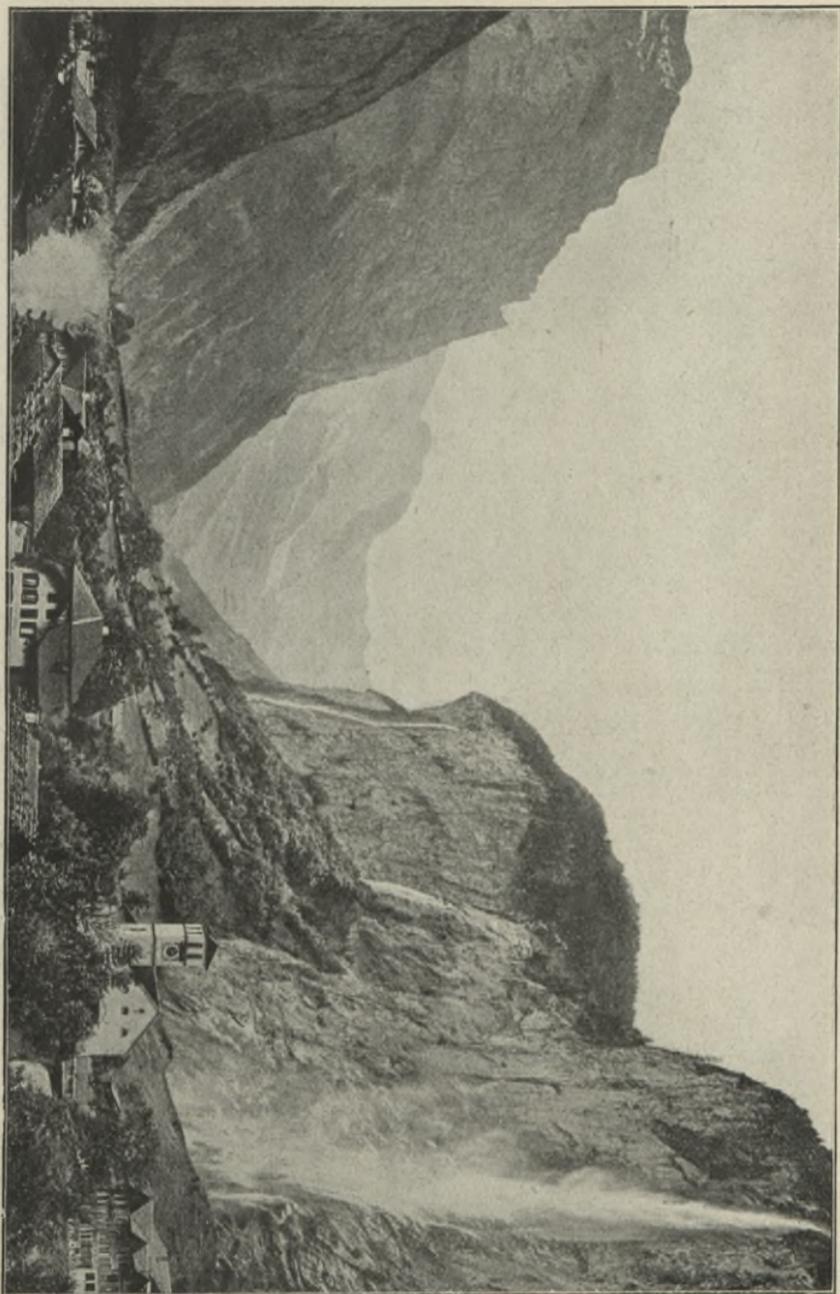


Abb. 2. Das Hellwandige, U-förmige, übersteifte Tal der Weigen Eiskirche oberhalb Zauterbrunn.
 Rechter Rand die Wasserfälle der Aoffälle von drei Hängesteinen, oben der Standort im Dorbergrunde. (Dgl. Abb. 1.) Nach einer Aufnahme der Photograph-Co. in Zürich.

Wildstrubel
3254 m.

Fiser
2556 m.

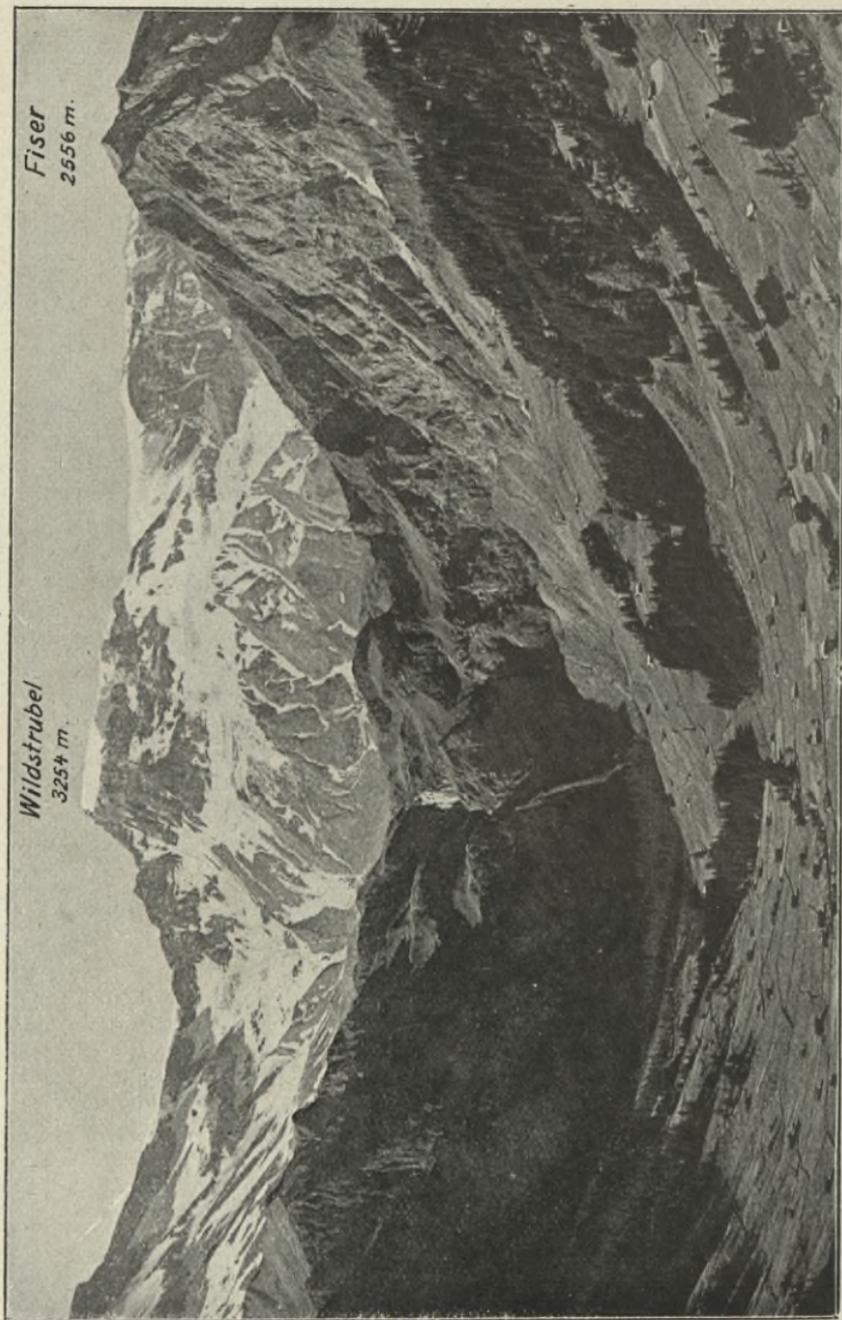


Abb. 3. Das breit U-förmig ausgehöhlte Gletschertal von Adelboden. Hinten abgesehlossenen durch eine 500 m hohe Felsstufe; oberhalb deren die Engstligenalp, ein von den Eisströmen des Wildstrubels ausgehöhlter, zirkusartiger Talteufel. Die Felsstufe, über die der Engstligenbach hinabstürzt, ist selbst in sich mehrfach unterabgestuft. Nach einer Aufnahme der Photoglob-Co. in Zürich.

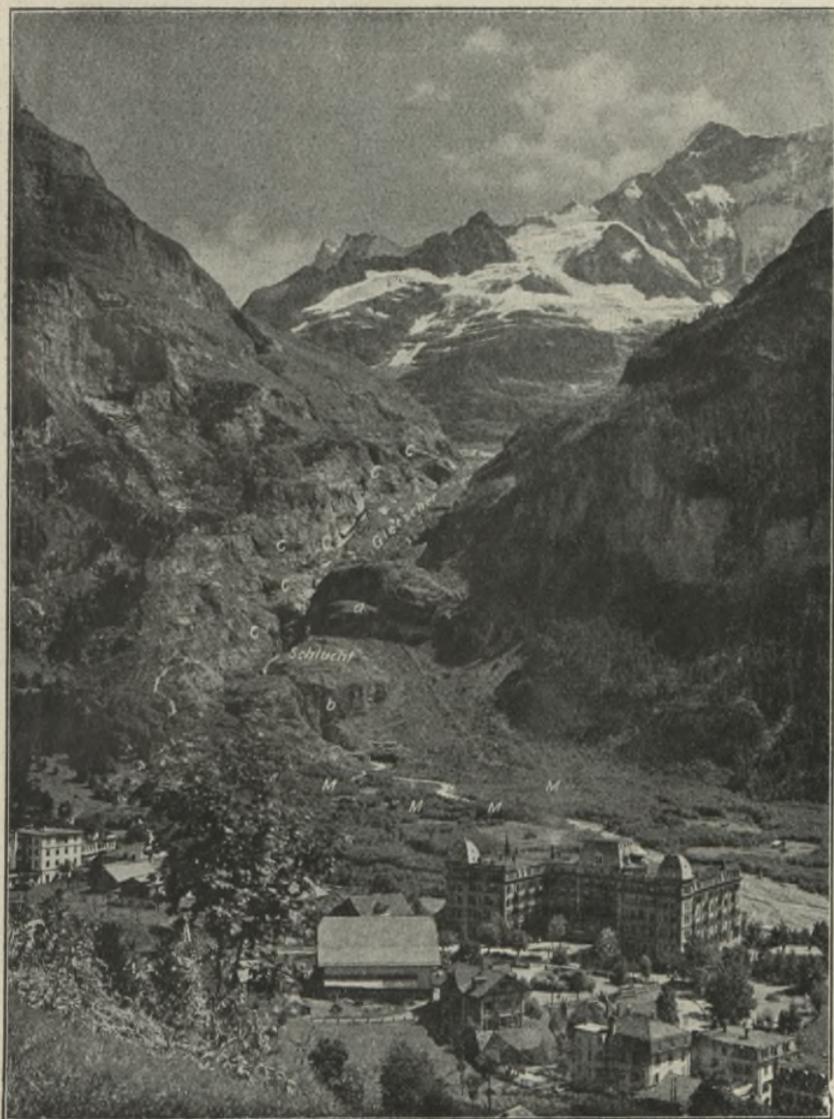


Abb. 5. Der Untergrindelwaldgletscher und davor die noch im 19. Jahrhundert von ihm bedeckte Fläche, deren untere Grenze durch Endmoränen (M) bezeichnet wird. Zwischen den Endmoränen und dem jetzigen Gletscherende fehlt alte Vegetation ganz. Die Seitenwände sind hoch hinauf abgeschliffen und geglättet (c), soweit eben der frühere Gletscherstand reichte, und der frühere Gletscherboden zeigt zwei treppenartig übereinanderfolgende Felsstufen, den oberen (a) und unteren (b) „Schopf“. Der Gletscherabfluß, die Weiße Lüttschine, hat sich in diese als tiefe Schlucht eingeschnitten und arbeitet an ihrer Zerstörung.

Nach einer Aufnahme der Photoglob-Co. in Zürich.



Abb. 6. Glaziallandschaft in der Umgebung des Grimfelsenjoches, durch Wassererosion kaum verübert. Unregelmäßig angeordnete, vom Eise rund geschliffene und polierte Felsköpfe und Rundhöcker, dazwischen Vertiefungen. Der See erfüllt eine im Fels ausgearbeitete Vertiefung. Unten oben sind aus dem abtaumelnden Gletscher Schmelze, steile Felsrippen aufgetaucht, die kaum von der Erosion zerfurcht erscheinen. (Nach einer Aufnahme von Wehrli, Zürich.)

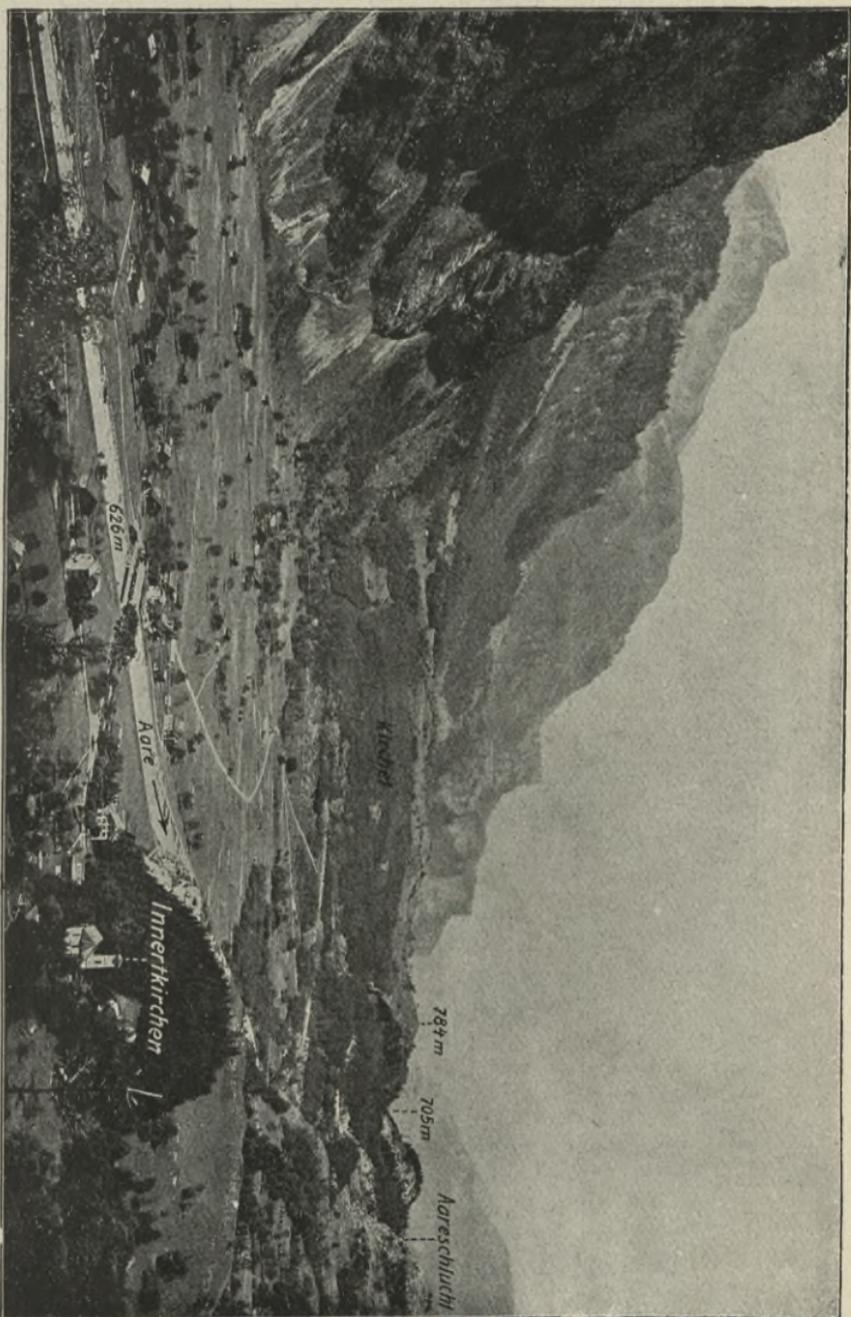


Abb. 8. Ansicht des obersten Selsbakens von Innerkirchen gegen das Kirchjet (NW) zu gesehen. Vgl. dazu Abb. 7. Die fast ebene, mit Moosen und Fäulern bedeckte Fläche ist hier mit Säulen bedeckte Boden eines diluvialen Sees, der durch den Kalfjelln-Kriegel des Kirchjet abgeperrt war. Der Abfluss des Sees hat den Kriegel allmählich durchgehängt, dadurch die enge Aarelnacht (vgl. Abb. 7) geschaffen und so den Seeboden trocken gelagert. Ein früherer Abfluss der glazialen Schmelzwasser wird durch die Kerbe bezeichnet, über die die Sandhänge ins Unterhasi führt (705 m). Das Kirchjet wird von zahlreichen Strömen aus Granit bedeckt und zeigt die begehrte Rundhalden durch Eiswirkung. (Nach einer Aufnahme durch Wehrli, Zürich.)



Abb. 9. Einmündung des Maderanertales in das Reustal bei Amsteg. Das Maderanertal ist ein Hängetal und mündete nach dem Rückgange des Eises in einer mächtigen Stufe, die als Stellabsturz vom Eisenbahnviadukt bis zum ursprünglichen Talboden (helle Fläche mit Häusern) reicht. Der Bach hat sich in diese Stufe später eingeschnitten, das Gefälle ausgeglichen und zugleich die steilwandige Schlucht von V-förmigem Querschnitt geschaffen. (Nach einer Aufnahme von Wehrli, Zürich.)

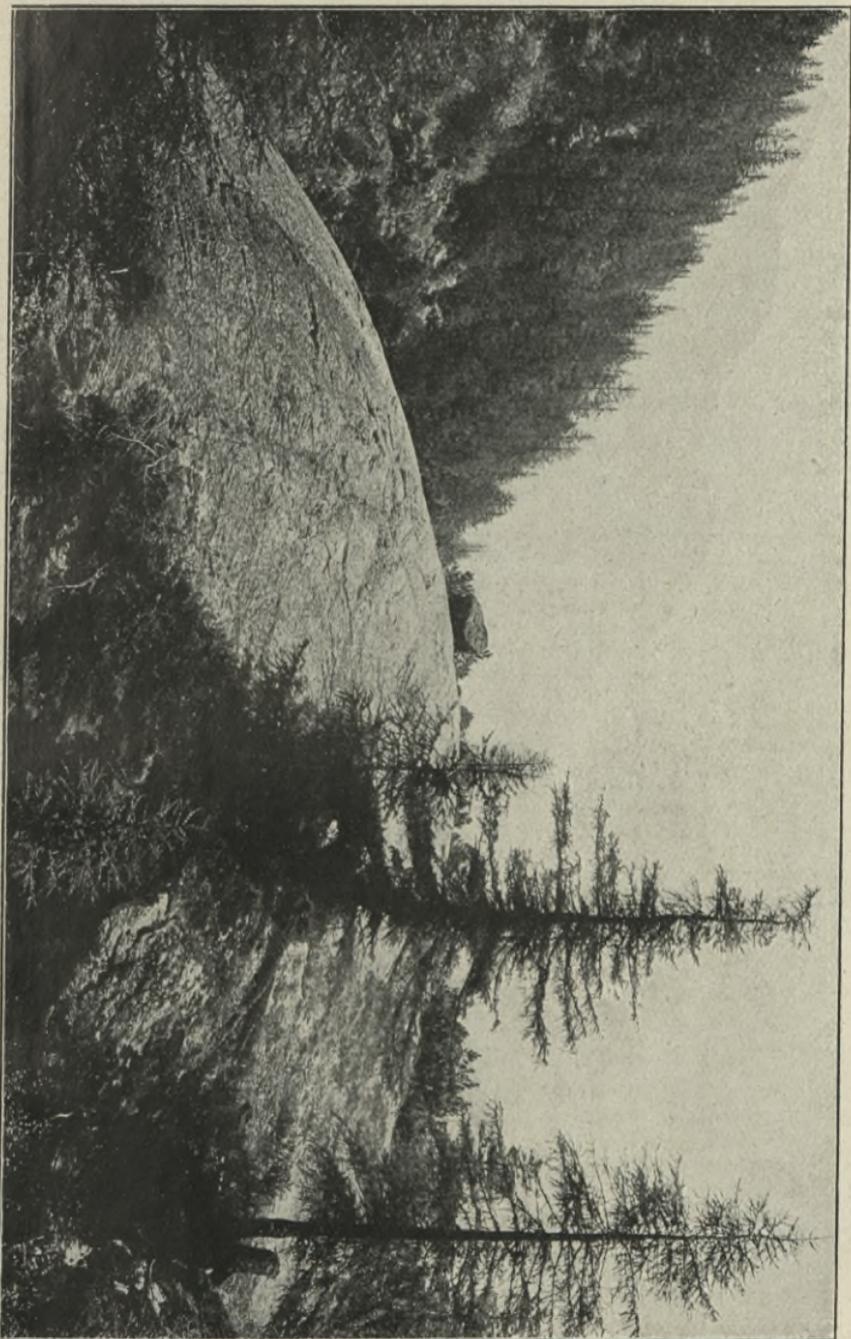


Abb. 10. Ein Rundhöcker aus Granit bei Taogilla an der Berninaroute. Man sieht die glatt gerundete und abgefärfte Stoßseite des Rundhöckers. (Nach einer Aufnahme von Wehrli, Sardin.)

Grundzüge der Länderkunde

Von Prof. Dr. A. Hettner. 2 Bde. m. 466 Kärtchen, 4 Taf. u. Diagr. i. Z. I.: Europa. 3., verb. Aufl. Geh. M. 11.-, in Ganzl. M. 13.-. II.: Die außereuropäischen Erdteile. 1. u. 2. Aufl. Geh. M. 14.20, in Ganzleinen M. 16.-

„Hier haben wir das, was uns gefehlt hat, ein Buch von Meisterhand geschrieben, für die weiten Kreise der Gebildeten. Das Werk ist reich an neuen Gedanken. Ein Prachstück ist z. B. der großartige Überblick über die politische Geschichte Europas vom geographischen Standpunkt gesehen.“
(München-Augsburger Abendzeitung.)

Allgemeine Wirtschafts- u. Verkehrsgeographie

Von Prof. Dr. K. Sapper. Mit 70 kartograph. Darstellungen. Geh. M. 12.-

In diesem Handbuch, das die Weltwirtschaft und den Weltverkehr in ihrer heutigen Ausdehnung auf der ihnen von der Natur gegebenen Grundlage und in ihrem geschichtlichen und kulturellen Zusammenhänge zur Darstellung bringt, werden Produktion, Handel und Verkehr über die ganze Erde hin verfolgt.

Anthropologie

Unt. Red. v. Geh. Med.-Rat Prof. Dr. G. Schwalbe u. Prof. Dr. E. Fischer. M. 29 Abb., Taf. u. 98 Abb. i. Z. (Die Kultur d. Gegenw., hrsg. v. Prof. Dr. P. Hinneberg. Teil III, Abt. V.) M. 26.-, geb. M. 29.-, in Halbl. M. 34.-

Auf ihrem Gebiete führende Forscher haben sich in dem großangelegten, mit zahlreichen Originalabbildungen ausgestatteten Werke zu einer Gesamtdarstellung der Anthropologie, Völkerkunde und Urgeschichte zusammengefunden, der nach ihrem wissenschaftlichen Werte und ihrer Bedeutung für die Allgemeinheit nichts Gleiches an die Seite gestellt werden kann.

Physis

Unt. Red. v. Hofrat Prof. Dr. E. Lecher. 2., verb. u. verm. Aufl. Mit 116 Abb. (Die Kultur d. Gegenw., hrsg. v. Prof. Dr. P. Hinneberg. Teil III, Abt. III, Bd. 1.) Geh. M. 34.-, geb. M. 36.-, in Halbleder M. 41.-

Das Erscheinen einer Neubearbeitung des Bandes, der eine für den Sachmann wie den für physische Probleme interessierten gebildeten Laien gleich wertvolle Darstellung gibt, wird bei der zunehmenden Bedeutung, die die Physis für viele Gebiete wie für die Ausgestaltung und Vereinheitlichung unseres Weltbildes gewonnen hat, besonders begrüßt werden, um so mehr als sich in ihr zahlreiche namhafte Physiker Deutschlands wieder mit den bedeutendsten Vertretern des Auslandes in gemeinsamer Arbeit vereinigt haben.

Teubners Naturwissenschaftliche Bibliothek

„Die Bände dieser vorzüglich geleiteten Sammlung stehen wissenschaftlich so hoch und sind in der Form so gepflegt und so ansprechend, daß sie mit zum Besten gerechnet werden dürfen, was in vollstümlicher Naturkunde veröffentlicht worden ist.“ (Natur.)

Verzeichnis vom Verlag, Leipzig, Poststraße 3, erhältlich.

Mathematisch-Physikalische Bibliothek

Hrsg. v. W. Liebmann u. A. Witting. Jed. Band M. 1.-, Doppelbd. M. 2.-

==== Band 50 ====

Der Gegenstand der Mathematik im Lichte ihrer Entwicklung

Von Oberstudientrat Dr. H. Wieleitner

Das 50. Bändchen der Bibliothek will einen Überblick über das Gesamtgebiet geben, für das sie seinerzeit begründet wurde. Es will aufzeigen, wie die heutige Mathematik geworden ist und was sie will. Der hierzu besonders berufene Verfasser weiß in anschaulicher Weise die sachliche mit der geschichtlichen Entwicklung zu verbinden. Er läßt den Leser, der keiner besonderen Vorkenntnisse bedarf, zunächst das ganze Gebiet überschauen, um ihn dann, von der ja schon hoch entwickelten Mathematik der Griechen ausgehend, der modernen Mathematik zuzuführen und diese in ihren Hauptgebieten: Algebra, Geometrie und höherer Analysis näher zu betrachten. Zum Schluß wird in einem „Mathematik und Wirklichkeit“ überschriebenen Kapitel gezeigt, wieso eine Anwendung der Mathematik auf die Naturerscheinungen möglich ist und in welcher Art sie erfolgt.

Vollständiges Verzeichnis vom Verlag in Leipzig, Poststraße 3, erhältlich

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

35

Teubners Kleine Fachwörterbücher

geben rasch und zuverlässig Auskunft auf jedem Spezialgebiete und lassen sich je nach den Interessen und den Mitteln des einzelnen nach und nach zu einer Enzyklopädie aller Wissenszweige erweitern.

„Mit diesen kleinen Fachwörterbüchern hat der Verlag Teubner wieder einen sehr glücklichen Griff getan. Sie ersetzen tatsächlich für ihre Sondergebiete ein Konversationslexikon und werden gewiß großen Anlang finden.“ (Deutsche Warte.)

„Die Erklärungen sind sachlich zutreffend und so kurz als möglich gegeben, das Sprachliche ist gründlich erfaßt, das Wesentliche berücksichtigt. Die Bücher sind eine glückliche Ergänzung der Bände „Aus Natur und Geisteswelt“ des gleichen Verlags. Selbstverständlich ist dem neuesten Stande der Wissenschaft Rechnung getragen.“ (Sächsishe Schulzeitung.)

Bisher erschienen:

- Philosophisches Wörterbuch von Studentat Dr. P. Thormeyer. 3. Aufl. (Bd. 4.) Geb. M. 4.—
Psychologisches Wörterbuch von Privatdozent Dr. J. Giese. Mit 60 Fig. (Bd. 7.) Geb. M. 3.20
Wörterbuch zur deutschen Literatur von Studentat Dr. H. Köhl. (Bd. 14.) Geb. M. 3.60
*Volkswundliches Wörterbuch von Prof. Dr. E. Fehrle.
Musikalisches Wörterbuch von Prof. Dr. H. J. Moser. (Bd. 12.) Geb. M. 3.20
*Kunstgeschichtliches Wörterbuch von Dr. H. Vollmer. (Bd. 16.)
Physikalisches Wörterbuch von Prof. Dr. G. Berndt. Mit 81 Fig. (Bd. 5.) Geb. M. 3.60
Chemisches Wörterbuch von Prof. Dr. H. Remß. Mit 15 Abb. u. 5 Tabellen. (Bd. 10/11.) Geb. M. 8.60, in Halbleinen M. 10.60
*Astronomisches Wörterbuch von Dr. J. Weber. (Bd. 13.)
*Geologisch-mineralogisches Wörterbuch von Dr. C. W. Schmidt. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 6.)
Geographisches Wörterbuch von Prof. Dr. O. Kende. Allgem. Erdkunde. Mit 81 Abb. (Bd. 8.) Geb. M. 4.60
Zoologisches Wörterbuch von Direktor Dr. Th. Knottnerus-Meyer. (Bd. 2.) Geb. M. 4.—
Botanisches Wörterbuch von Prof. Dr. O. Gertke. Mit 103 Abb. (Bd. 1.) Geb. M. 4.—
Wörterbuch der Warenkunde von Prof. Dr. M. Pietsch. (Bd. 3.) Geb. M. 4.60
Handelswörterbuch von Handelschuldirektor Dr. V. Sittel und Justizrat Dr. M. Strauß. Zugleich fünfsprachiges Wörterbuch, zusammengestellt von V. Armhaus, verpfl. Dolmetscher. (Bd. 9.) Geb. M. 4.60
*Sportwörterbuch. Unter Mitwirkung zahlreicher Sportsleute herausgegeben von Dr. H. B. Müller, Vorsitzender des Leipziger Sportclubs.

* (in Vorbereitung bzw. unter der Presse 1925)

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

S-96

S. 61

Künstlerischer Wandschmuck für Haus und Schule

Teubners Künstlersteinzeichnungen

Wohlfeile farbige Originalwerke erster deutscher Künstler fürs deutsche Haus. Die Sammlung enthält jetzt über 200 Bilder in den Größen 100×70 cm (M. 10.-), 75×55 cm (M. 9.-), 103×41 cm bzw. 93×41 cm (M. 6.-), 60×50 cm (M. 8.-), 55×42 cm (M. 6.-), 41×30 cm (M. 4.-). Geschmackvolle Rahmung aus eigener Werkstatt.

Neu: Kleine Kunstblätter

24×18 cm je M. 1.-. Liebermann, Im Park, Prenzel, Am Wehr, Hecker, Unter der alten Kastanie und Weihnachtsabend. Treuter, Bei Mondenschein. Weber, Apfelblüte, Herrmann, Blumenmarkt in Holland.

Schattenbilder

R. W. Diefenbach „Per aspera ad astra“. Album, die 34 Teils. des vollst. Wandstieles fortlaufend wiederh. (20¹/₂×25 cm) M. 15.-. Teilsbilder als Wandstieles (80×42 cm) je M. 5.-, (95×18 cm) je M. 1,25, auch gerahmt in verschied. Ausführ. erhältlich. „Göttliche Jugend“. 2 Mappen, mit je 20 Blatt (34×25¹/₂ cm) je M. 7,50. Einzelbilder je M. -.60, auch gerahmt in versch. Ausführ. erhältlich.

Kindermusik. 12 Blätter (34×25¹/₂ cm) in Mappe M. 6.-, Einzelblatt M. -.60. **Gerda Luise Schmidts Schattenzeichnungen** (20×15 cm) je M. -.50. Auch gerahmt in verschiedener Ausführung erhältlich. Blumenorakel. Reissenspiel. Der Besuch. Der Liebesbrief. Ein Frühlingsstrauch. Die Freunde. Der Brief an „Iha“. Annäherungsver such. Am Spinnet. Beim Wein. Ein Märchen. Der Geburtstag.

Friese zur Ausschmückung von Kinderzimmern

Neu: „Die Wanderschaft der drei Wichtelmännchen.“ Zwei farbige Wandstieles von M. Ritter. 1. Abschied - Kurze Raft. 2. Hochzeit - Tanz. Jeder Stieles mit 2 Bildern (103×41 cm) M. 6.-

Ferner sind erschienen Hermann: „Aschenbrödel“ u. „Nottöpfchen“; Dauernseind: „Der gestiefelte Kater“ u. „Die sieben Schwaben“; Rehm-Bietor: „Schlaraffenleben“, „Schlaraffenland“ „Englein 3. Wacht“ u. „Englein 3. Hut“ (103×41 cm, je M. 6.-); Dillst: „Hänsel und Gretel“ u. „Nübezahl“ (75×55 cm je M. 9.-)

Rudolf Schäfers Bilder nach der Heiligen Schrift

Der barmherzige Samariter, Jesus der Kinderfreund, Das Abendmahl, Hochzeit zu Kana, Weihnachten, Die Bergpredigt (75×55 bzw. 60×50 cm). M. 9.- bzw. M. 8.-. Diese 6 Blätter in Format **Biblische Bilder** in Mappe M. 4,50, als Einzelblatt je M. -.75 (4 Blätter hiervon sind auch als Lauf-, Trau- u. Konfirmationscheine mit u. ohne Spruch erschienen.)

Karl Bauers Federzeichnungen

Charakterköpfe zur deutschen Geschichte. Mappe, 32 Bl. (36×28 cm) M. 5.-
12 Bl. M. 2.-
Aus Deutschlands großer Zeit 1813. In Mappe, 16 Bl. (36×28 cm) M. 2,50
Führer und Helden im Weltkrieg. Einzelne Blätter (36×28 cm) M. -.50
2 Mappen, enthaltend je 12 Blätter, je M. 1.-

Teubners Künstlerpostkarten

Jede Karte M. -.10, Reihe von 12 Karten in Umschlag M. 1.-.
Jede Karte unter Glas mit schwarzer Einfassung und Schnur edig oder oval, teilweise auch in feinen Holzrähmchen edig oder oval. Ausführliches Verzeichnis vom Verlag in Leipzig.
Ausführl. Wandschmuckkatalog mit etwa 200 Abb. für M. -.75 und 10 Pf
Porto vom Verlag, Leipzig, Poststraße 3, erhältlich.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-301489



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000295957