

# Wesen und Ursache der Eiszeit.

Von **Eugen Geinitz**-Rostock.

(Mit 1 Tafel.)

Seitdem vor 30 Jahren O. Torell den deutschen Geologen das Wesen des Diluviums oder der Eiszeit richtig gedeutet und daraufhin die Inlandeisttheorie statt der Drifttheorie allgemein angenommen worden, ist das früher unfruchtbare Gebiet der Untersuchungen über unser sogenanntes „Schwemmland“ Gegenstand zahlreicher Bearbeitungen geworden. Die überreiche Diluvialliteratur hat gar manches zu Tage gefördert, auch von der Spreu war oft einiges gute herauszulesen; aber Verallgemeinerungen, vorgefasste Meinungen oder „moderne“ Anschauung traten bisweilen als hindernde Schatten auf.

Als ich 1902 für die Einheitlichkeit der quartären Eiszeit eintrat,<sup>1)</sup> war ich auf mehrseitigen heftigen Widerspruch gefasst; derselbe ist auch nicht ausgeblieben, gibt es doch noch manche nicht ganz klar liegende Fälle. Den einen Erfolg hatte die Arbeit aber jedenfalls: man ist vorsichtiger geworden in bezug auf Auffassung von fossilführenden Ablagerungen als interglazial und legt strengere Kritik an die verschiedenen Beobachtungen und deren Deutung.

Wenn ich heute, unter gleicher Anschauung des quartären Eiszeitphänomens als einheitliche Erscheinung, noch weiter gehe und Wesen wie Ursache der Eiszeit auf eine vereinfachte Basis der Erklärung zurückführen möchte, so hoffe ich, der Zustimmung eines Teiles der Geologen gewiss zu sein

---

<sup>1)</sup> E. Geinitz: Die Einheitlichkeit der quartären Eiszeit. Beilageband 16 z. N. Jahrb. f. Min., 1902. — Das Quartär von Nordeuropa. Stuttgart, 1904.

und möchte andererseits die Bitte hinzufügen, die vorgetragene Anschauung vorurteilsfrei prüfen und auf die geologischen Verhältnisse anwenden zu wollen. Ich hoffe, dass in dieser einfachen Beleuchtung auch die bisher widerstreitenden Auffassungen sich werden vereinigen lassen.

Wohl allen Betrachtungen, denen wir über das Wesen der Eiszeit begegnen, liegt die Anschauung zugrunde, dass die Eiszeit durch niedrige Temperatur ausgezeichnet war, dass diese Temperaturerniedrigung mit zum Begriffe der Eiszeit als einer Kälteperiode, teilweise sogar zur ursächlichen Erklärung gehöre. Wir finden diese Anschauung in allgemein populären Darstellungen, wie in sachlichen Auseinandersetzungen. Auch die Annahme von periodischen Wiederholungen der Eiszeiten, in deren Zwischenzeiten die Gletscher bis annähernd in ihre jetzigen beschränkten Grenzen zurückgewichen seien, hat die gleiche Anschauung von Klimaänderungen als Grundlage und leicht kommt man alsdann zu dem Schluss, dass die Ursache der Eiszeit in diesen Temperaturerniedrigungen zu suchen ist, dass kosmische Verhältnisse die Grundursachen der, in grossen Perioden wiederholten, Erscheinung sind.

So liest man z. B.: „Die Klimaschwankungen, der Wechsel zwischen der lebenbedingenden Wärme und der den Organismen todbringenden Kälte, wiederholten sich; die Epochen der Erstarrung der Lebewelt sind getrennt durch Perioden eines langandauernden Auflebens der Fauna und Flora (Interglazialzeiten).“

Oder: „Die Eiszeit erscheint als ein von bestimmten Gesetzen beherrschtes klimatisches Phänomen, ein System mehrerer periodisch wiederholter grosser Schwankungen des Klimas unseres Planeten;“ wir dürfen „an erster Stelle Temperaturschwankungen und im Gefolge derselben Veränderungen der Niederschlagsmengen als Ursache für die diluvialen Glazial- und Interglazialzeiten annehmen;“ das „Eintreten niederer Temperaturen ist

nicht etwa ein lokales gewesen, sondern hat mit einer allgemeinen Verschiebung der Isothermen gegen den Aequator in Verbindung gestanden;“ aus dem Betrag der Depression der Schneelinie um 1000 Meter würde man auf eine Temperaturerniedrigung um 6 Grad schliessen können, doch dürfte nach Rud. Credner „der wirkliche Betrag der eiszeitlichen Temperaturerniedrigung gegen jetzt, unter Berücksichtigung der Mitwirkung der gesteigerten Niederschlagsmengen, auf kaum mehr als 3—4 Grad zu veranschlagen sein.“

Weber sagt geradezu, dass man sich „zu der Zeit, als der Rand des Landeises im südlichen Ostseebecken lag, das Klima Norddeutschlands ungefähr wie das von Lappland gegenwärtig, und mit einer ähnlichen Vegetation, vielleicht noch etwas extremer, vorzustellen“ habe.

Und damit erklärt sich auch der Standpunkt der Interglazialisten, nach welchem eine Süsswasserablagerung, deren Fossilien auf ein wärmeres Klima hinweisen, „damit eine echte Interglazialbildung darstellt“.

Gegenüber Auffassungen, welche noch an die sonst ja gänzlich verlassenen Katastrophentheorien anklingen, zeichnen die Worte Neumayr's einen Standpunkt, den ich hier wiederholen möchte:

Der Uebergang von der älteren zu der neuen Entwicklung fand (während des Pleistocäns) nicht plötzlich statt, sondern allmählich. Weder von den älteren noch den jüngeren Bildungen lässt sich das Pleistocän durch irgend eine scharfe Grenzlinie scheiden. Trotzdem birgt es viele Eigentümlichkeiten — — — weitaus die wichtigste Erscheinung ist hier die grosse Ausbreitung von Eismassen. „Wir begegnen einer Kälteperiode, deren Temperatur jedenfalls um einige Grade niedriger war als die jetzige.“ „Allerdings war nicht die ganze Pleistocänzeit dadurch ausgezeichnet. Zu Anfang und zu Ende war das Klima von dem heute herrschenden wenig verschieden, und auch um die Mitte der quartären Periode machten sich mannigfaltige Schwankungen geltend: Zwischenzeiten, wo die Temperatur stieg und das Eis zurückging.“

Meine Auffassung von dem Wesen und der Ursache der Eiszeit ist in kurzen Worten folgende:

1. Die Ursache der Eiszeit war keine kosmische, sondern eine terrestrische, meteorologische, nämlich: Vermehrte Niederschläge, bedingt durch die eigenartige Konfiguration der Kontinente am Schlusse der Tertiärzeit.

2. Die Eiszeit ist nicht als allgemeine Kälteperiode aufzufassen. Im Gegenteil, zu Beginn und zum Teil auch noch während der Eiszeit hat nicht kälteres Klima geherrscht, sondern ein gegenüber dem heutigen sogar etwas wärmeres, oder wenigstens das heutige

Infolge der meteorologischen Verhältnisse des älteren Quartärs haben sich dann wahrscheinlich die Jahresisothermen nach und nach etwas nach Süden verlegt; aber wenn in denjenigen Gebieten, die eine Vergletscherung erfuhren, eine Verschlechterung des Klimas und Sinken der Temperatur stattfand, so war dies doch, im Vergleich zum Gesamtcharakter des quartären Klimas überhaupt, nur eine, wenn auch ausgedehnte, Lokalerscheinung; eine die gesamte Erde betreffende „eiszeitliche“ Klimaerniedrigung hat nicht stattgefunden. Es darf hier daran erinnert werden, dass das diluviale Glazialphänomen nach Pencks Ausspruch nichts als eine gewaltige Vergrößerung der heutigen Gletscherverhältnisse war.

Periodische Unterbrechungen dieses einheitlichen Ganges haben nicht stattgefunden.

Es ist nichts neues, wenn ich sage, dass am Schlusse des Tertiärs etwa dieselben (nur um etwas milderen) klimatischen Verhältnisse auf der Erde herrschten wie heute.<sup>1)</sup> In der Zeit des Pliocän muss sich der für uns so gewaltige Umschwung voll-

<sup>1)</sup> Die Möglichkeit ist nicht von der Hand zu weisen, dass es schon in der Pliocänzeit Gletscher gegeben hat. Auch damals werden die Hochgebirge Kondensatoren für Schneeniederschläge abgegeben haben. Wenn auch aus dieser Zeit keine Moränen oder Gletscherschliffe und Scheuersteine erhalten sind,

zogen haben, der in den arktischen Gebieten aus den temperierten oder subtropischen Verhältnissen des Miocäns zu den heutigen eisigen Verhältnissen geführt hat. Es waren die Landverschiebungen, die jenen kolossalen Effekt erzielten. Im Miocän finden wir ausgedehnte Wasserflächen in anderer Verteilung als heute; dies verursachte durchaus andere meteorologische Bedingungen, denen man die wärmere Temperatur des Miocäns jener genannten Gebiete zuschreiben darf.

Die tektonischen Vorgänge, welche zur Tertiärzeit die Umwandlungen mit den Kontinenten hervorriefen, haben (in abgeschwächter und veränderter Form) noch bis ins Quartär fortgedauert; aus präglazialer, glazialer, spät- und postglazialer Zeit sind ihre Wirkungen bekannt.<sup>1)</sup> Erst kürzlich

so kann man doch vielleicht in den enormen Mengen grober Konglomerate, wie Nagelfluh und Molasse Äquivalente unserer heutigen oder quartären Fluvioglazialbildungen erblicken: sie entsprechen unseren quartären Schotterfeldern. Die gewaltigen Wassermengen, welche zum Transport solcher Schotter nötig waren, lassen sich am leichtesten erklären, wenn man sie als Schmelzwasser von Gebirgsgletschern ansieht; bloße kurzläufige Ströme und Wildwässer werden nur schwer im Stande gewesen sein, derartige Wirkungen hervorzurufen. Es darf daran erinnert werden, dass schon einzelne Glazial- oder Fluvioglazialbildungen auch von anderen Geologen als pliocän angesehen werden (vergl. z. B. Sundgauer Schotter nach Penck; Neuseeland nach Hutton).

Auch beim Studium der Abhandlung Stolleys über die, aus dem Ostbaltikum und Schweden stammenden cambrischen und silurischen Gerölle des Kaolinsandes der Insel Sylt (Stolley: Geol. Mitt. v. d. Insel Sylt, II, 1900. Arch. Anthropol. u. Geol. Schleswig-Holst. IV, 1.), zu welcher der Hinweis Deeckes auf die säkulare Verwitterung des skandinavischen Schildes, Zentrbl. f. Min. 1905, einen wichtigen Beitrag liefert, wird man auf das Vorhandensein von Eis in der mittleren Tertiärzeit hingeführt.

Die präglaziale Landoberfläche mit ihrer Peneplaine und ihren Schollen-Mittelgebirgen muss natürlich schon unter gleichen Bedingungen wie später bearbeitet worden sein: eine plötzliche Katastrophe ist auch hier nicht anzunehmen; die Gletscher entwickelten sich langsam, ebenso wie sie später langsam wieder zurückgingen. — Ob die Alpen zur Präglazialzeit teilweise noch nicht den Charakter eines Hochgebirges hatten, wie Penck meint, muss noch dahin gestellt bleiben.

<sup>1)</sup> Dass bei den folgenden Betrachtungen nicht in dem alten Sinne an einfache „Hebung“ oder „Senkung“ gedacht wird, dass vielmehr die Bewegungen kompliziert und nicht gleichmässig waren, ist selbstverständlich; der Kürze halber mögen die einfachen altmodischen Ausdrücke Hebung und Senkung entschuldigt werden.

beschrieb Holzapfel solche junge Dislokationen aus der Gegend von Aachen, die sich eng an die dort bekannten alten anschliessen.

Für unsere folgenden Betrachtungen ist es von Wichtigkeit, sich eine Vorstellung zu machen über die

### Geographischen Verhältnisse der Präglazialzeit.

Skandinavien lag mindestens 400 Meter höher als heute; es bildete ein sich hoch über das Meer erhebendes Hochplateau, begrenzt von dem auch heute bestehenden ozeanischen Tiefenabsturz.<sup>1)</sup> Schottland lag 90 Meter höher als gegenwärtig, Grossbritannien gehörte mit zum Kontinent. Die Funde von Seichtwassertieren an verschiedenen, jetzt tiefen Stellen des nördlichen Eismeres (z. B. zwischen Island und Jan Mayen) werden als Beweise angesehen für die einstige Landverbindung zwischen Island und Grönland,<sup>2)</sup> die erst im Quartär allmählich versank. Eine „kontinentale Plattform“ umgibt die Kontinente in verschiedener Breite, bis zur Tiefe von 100 bis 200 Faden; auf ihr sind noch deutlich die alten Taläufe der Kontinentströme zu erkennen.

Für Amerika ist ein gleiches nachgewiesen, Spencer hat den „Antillen - Kontinent“ rekonstruiert, der Zentralamerika mit Südamerika vereinigte und den Golf von Mexiko zum Binnensee verwandelt hatte.<sup>3)</sup>

Europa wie Amerika waren bedeutend grösser, sie erhoben sich breiter und höher

<sup>1)</sup> Vergl. die norwegische „Küstenebene“, nach Vogt (Qu. Nordeur. S. 85). Die spätere Eisscheide lag nach De Geer vielleicht 8000 Meter über dem Meere, Nunatakr ragten darüber hinaus.

<sup>2)</sup> Jensen, s. Jahrb. f. Min. 1902, II, 328.

<sup>3)</sup> Vergl. hierzu u. a.: W. Huddleston, On the eastern Margin of the North Atlantic Basin. Geol. Magazine 6, 1899, 97, 145, Taf. 3.

Spencer, On the continental elevation of the glacial period. Geol. Mag. 5, 1898, 32.

E. Hull, On the suboceanic Terraces and Rivervalleys of the coast of western Europe. London, Vict. Inst. 1899, 3 Taf.

E. Hull, Another possible Cause of the Glacial Epoch. London, Vict. Inst. 1898, Tafel! (Vergl. auch die knochenreichen Aestuarbildungen von Florida und Umgebung.)

über das Meer.<sup>1)</sup> In rohen Zügen ist die Landausdehnung zur präglazialen Zeit aus der Hüllschen Karte von 1898 ersichtlich; Details, besonders der Mündungstrichter der Ströme oder schmale Meeresarme, sind dabei nicht berücksichtigt. Von diesen Details vermag ich z. Z. auf anliegender Tafel nur diejenigen skizzenhaft nachzutragen, die sich auf das nordeuropäische Gebiet beziehen. Wie man aus dem Zusammenvorkommen von marinen und Land- resp. Süsswasserbildungen erkennt, handelt es sich hier immer nur um verhältnismässig kleine und eng begrenzte Wasserflächen, welche allerdings für Verbreitung der Tierwelt u. a. grosse Bedeutung gehabt haben werden.

Wahrscheinlich ist die sog. „Landverbindung“ zwischen Europa und Grönland nicht in der Art anzusehen, dass sie eine völlig trockene, ununterbrochene Landbrücke darstellte, sondern etwa aus neben einander liegenden Inseln und Halbinseln bestand, also einen durch Wasserarme unterbrochenen Landzug darstellte.

Weiter verdienen Beachtung die verschiedenen Wasserflächen jener Zeit:

Aus den neuen Untersuchungen W. Ramsays (s. u. S. 19) ergibt sich die wichtige Tatsache, dass im nördlichen Russland, in der Umgebung des Weissen Meeres zur Präglazialzeit eine grössere Ausdehnung des Meeres nachgewiesen ist, dass in prä- und altglazialer Zeit „die See in den jetzt mit glazialen Bildungen erfüllten Gebieten wogte“ und dass damals dort ein gegen heute milderer Klima herrschte.

Es ist das Gebiet der, allerdings von Ramsay gegenüber den älteren Angaben etwas eingeschränkten, Ausdehnung des Meeres der „borealen marinen Transgression.“ (Vergl. Karte in Geinitz, Quartär v. Nordeuropa.)

<sup>1)</sup> Diese Maximal-Landausdehnung änderte sich bald nach Beginn der Eiszeit, bis zur Jetztzeit folgten vielfache Niveauschwankungen.

Das schon vor der grösseren Eisausbreitung solche teilweise, (wahrscheinlich ungleichmässige) und verhältnismässig geringe Senkungen erfolgt sind, ergibt sich aus dem marinen Vorkommen von Cromer, dem präglazialen Marin der cimbr. Halbinsel, des Baltikums und des Weissen Meeres.

Weiter darf an die grossen Wasserflächen erinnert werden, die in Europa und Amerika als Reste der jungtertiären Seeflächen übrig geblieben sind (und im weiteren Verlauf des Quartärs die bekannten Veränderungen erfuhren), die Umgebung des Kaspischen Meeres, (nach Sjögren ein Wasserbecken fast so gross wie das heutige halbe Mittelmeer), die Flächen des Lake Bonneville u. a. m.

In rohen Zügen sind alle jene Verhältnisse auf den anliegenden Karten der Taf. 1 eingetragen; auf gute zeichnerische Ausführung musste verzichtet werden, wie auch die weiteren meteorologischen Verhältnisse nur skizzenhafte Darstellungen erfahren haben, die vielleicht später vervollständigt und verbessert werden könnten.

Dass derartige geographische Verhältnisse auf die Verteilung der atmosphärischen Minima und Cyclonenwege und damit auf die atmosphärischen Niederschläge (ebenso wie auf die Meeresströmungen) von Einfluss waren, ist ganz selbstverständlich; auch bei gleichen sonstigen klimatischen Verhältnissen der Erde mussten sich damals unter den anderen Bedingungen andere atmosphärische Beziehungen entwickeln, als heute.

In diesen palaeometeorologischen Verhältnissen sehe ich Ursache und Wesen unserer quartären Eiszeit.

Schon Harmer hat den Einfluss der Winde auf das eiszeitliche Klima betont;<sup>1)</sup> seine hochinteressanten Betrachtungen knüpften an die Zeit der Maximalvereisung an, ich gehe von der Zeit vor der Vereisung aus, unter der wohl nicht unbilligen Voraussetzung, dass auch damals schon gleiche meteorologische Gesetze herrschten, also z. B. die Wege der barometrischen Minima wie heute eine im allgemeinen

---

<sup>1)</sup> F. W. Harmer: Influence of the Winds upon Climate during the Pleistocene Epoch. Quart. Journal Geol. Soc. London. 1901, 405.

west-östliche Umkreisung des Nordpolargebietes machten.<sup>1)</sup>

Um auf diesem hypothetischen, mir nicht ganz geläufigen Gebiete nicht auf Irrwege zu geraten, bat ich meinen Kollegen Prof. Dr. Kummell um seine freundliche Unterstützung, für welche ich ihm meinen besten Dank auch hier aussprechen darf. Kummell schreibt über diese Frage folgendes:

„Der Gedanke, die Vergletscherung Europas nicht aus allgemeinen, sondern aus lokalen Ursachen zu erklären, hat nach Hull zur Voraussetzung, dass der Golfstrom zur damaligen Zeit nicht bis in das nördliche Eismeer gelangen konnte, weil durch die Barre, die durch die Erhebung des Meeresbodens zwischen Grönland-Island-Schottland zwischen dem atlantischen Ozean und dem Eismeer die Verbindung abgeschnitten war. Hull rechnet durchaus einwandfrei nach, dass durch den Golfstrom eine gewaltige Wärmemenge jährlich nach Norden geschafft und dort zur Erwärmung der Luft verbraucht wird. Man wird nichts dagegen einwenden können, dass das Vordringen des Golfstromes bis an die Küste von Norwegen indirekt die Ursache des wärmeren Klimas des nordwestlichen Europas ist, dagegen dürfen wir uns diese Wirkung nicht als eine unmittelbare vorstellen, vielmehr wird man zur Bedingung machen müssen, das westliche und südwestliche Winde die thermische Energie des Golfstroms dem Festland zuführen; ohne diese Annahme würden unsere Gegenden in ähnlichen klimatischen Verhältnissen sich befinden, wie der unter gleichem Breitengrad liegende Teil Nordamerikas. Dieser Gedanke, dass es das Vorherrschen der westlichen Winde ist, das unsere Gegenden erwärmt, findet sich ausgesprochen in der Abhandlung von Harmer, der nun wieder dadurch, dass er die Vermutung ausspricht, dass zur Eiszeit nicht westliche, sondern nördliche Winde über Nordwesteuropa geweht hätten, die damalige Vergletscherung erklären will. Ich schliesse mich dieser Ansicht durchaus an, bin

---

<sup>1)</sup> Vergl. v. Bebbler: Handbuch der Witterungskunde II. S. 295. 1886.

jedoch über die Ursache der nördlichen Winde abweichender Ansicht.

Wenn wir die heutigen Witterungsverhältnisse ins Auge fassen, so sehen wir, dass infolge der vom Golfstrom aufsteigenden warmen und der von Nordwesten zuströmenden kalten Luft sich gewöhnlich im Winter eine Zone niedrigen Luftdrucks südwestlich und in unmittelbarer Nähe von Island ausbildet (s. Karte 1), während umgekehrt der östliche und südöstliche Teil Europas anticyclonisch ist, indem der hohe Luftdruck von Zentralasien sich über Mitteleuropa ausdehnt. Ausserdem berührt das in der Nähe des Wendekreises des Krebses über dem Ozean liegende Luftdruckmaximum die Spitze der iberischen Halbinsel. Durch diese Luftdruckverteilung erfährt unser Winterklima eine bedeutende Erwärmung, während in Mitteleuropa mehr trockene Kälte herrscht; und zwar wirkt hier die Luftdruckverteilung nicht in der Weise, dass durch die von ihr hervorgerufenen Luftströmungen die Winterkälte gemindert wird, vielmehr übt sie ihre Hauptwirkung dadurch aus, dass sie die Bahnen der vom westindischen Ozean kommenden Cyclonen beeinflusst. Man hat gefunden, dass diese sehr häufig gewissen Zugstrassen folgen, von denen die für den Winter wichtigsten auf Karte 2 dargestellt sind:

Die mit I bis III bezeichneten Zugstrassen sind die weitaus häufigsten.

Bewegt sich eine Depression auf der Zugstrasse I, so bewirkt sie, dass warme ozeanische Luft nach Nordwesteuropa strömt, warmes regnerisches Wetter ist die Folge. Häufiger noch ist Zugstrasse II und III, eine auf ihnen ziehende Depression bringt für die rechts von ihr (also südlich) gelegenen Gegenden stürmisches, regnerisches Wetter mit bedeutender Temperaturerhöhung, links (d. h. nördlich) erhebliche Abkühlung und Schnee.

Die auf den Zugstrassen I bis III ziehenden Depressionen sind es demnach vorzugsweise, die indem sie warme ozeanische Luft uns und den britischen Inseln zuführen, mässigend auf die Winterkälte einwirken; ihren Einfluss wird man um so besser verstehen, wenn man bedenkt, dass im Winter fast die Hälfte aller Depressionen überhaupt diesen

Zugstrassen folgt (die O-Isotherme für Januar zeigt deutlich diesen Zusammenhang).

Ganz abweichend hiervon verhält sich eine auf Zugstrasse V sich bewegende Depression. Für Nord-europa ist jetzt die linke Seite der Depression auf das Wetter von Einfluss, es wehen deshalb nördliche Winde während und nach ihrem Vorübergang und die Temperatur sinkt ganz erheblich, während insbesondere in den Küstenländern bedeutende Schneefälle stattfinden. Indessen ziehen die Depressionen auf dieser Zugstrasse nicht allzuhäufig, etwa nur 8% der Gesamtheit bewegen sich auf ihr. Erscheinen jedoch häufig Depressionen auf ihr, so sind abnorm kalte und schneereiche Winter die Folge.

Will man nun des weiteren den Versuch machen, die Vergletscherung der britischen Inseln und unserer Gegenden durch andere meteorologische Verhältnisse zu erklären, so wird man auch hier zunächst vom Golfstrom ausgehen müssen. Durch den Verschluss des Eismeereres ist der Golfstrom genötigt gewesen, schon viel früher, etwa bei 50 Grad nördlicher Breite nach Westen abzuschwenken. Demnach wird die von ihm aufsteigende warme Luft bedeutend südlicher zur Bildung einer Zone niedrigen Luftdruckes Veranlassung haben geben müssen, es wird das jetzt bei Island lagernde Druckminimum erheblich nach Süden verschoben sein. Vereint damit wird eine Ausdehnung des hohen Druckes nach dem nord-westlichen Europa zu denken sein, während der hohe ozeanische Druck über der Spitze der iberischen Halbinsel nach Südwesten zurückgewichen ist. Dass eine solche Druckverteilung mehr kontinentales Winterklima, d. h. Temperaturerniedrigung auf die jetzigen Küstenländer gebracht haben muss, ist ohne weiteres einzusehen; Temperaturerniedrigung allein wird aber zur Vergletscherung nicht ausgereicht haben, vielmehr müssen starke Niederschläge mit ihr Hand in Hand gegangen sein.

Woher diese starken Niederschläge ohne Temperaturerhöhung über den britischen Inseln und unseren Gegenden aber ihren Ursprung genommen haben, ist eine Frage, die viel schwieriger und sehr viel unsicherer zu beantworten ist, wie die Frage nach der Temperaturerniedrigung.

Einigen Anspruch auf Glaubwürdigkeit scheint mir folgende Hypothese zu haben:

In den oben stehenden Ausführungen über unser jetziges gemässigttes Winterklima habe ich betont, dass zur rechten Seite der Depression warmes, regnerisches Wetter, zur linken kaltes, schneereiches herrscht. Es würde demnach eine Verschiebung der Zugstrassen II und III nach Süden das Ergebnis haben, dass eine südlich von uns und den britischen Inseln ziehende Depression, zwar reichliche Niederschläge in der Form von Schnee, aber keine Erwärmung mit sich brächte. Eine Bedingung für die Verschiebung der Zugstrassen nach Süden ist gegeben durch die Verschiebung der sie beeinflussenden Zone niederen Luftdruckes über dem Ozean nach Süden und Ausbildung hohen Druckgebietes im Norden Europas. Es wäre demnach die Möglichkeit, dass die Depressionen zur Eiszeit einer Zugstrasse vorzugsweise folgten, die mit unserer jetzigen V einige Aehnlichkeit hat, nicht ganz von der Hand zu weisen, insbesondere auch, wenn man bedenkt, dass die Ostsee, die auf die Zugstrassen II und III besondere Anziehungskraft ausübt, infolge der Bodenerhebung fast ganz verschwunden war.

Karte 3 und 4 mögen die hypothetischen Druckverhältnisse und die angenommenen Zugstrassen anschaulich machen. Nehmen wir, wie es auch jetzt noch sehr häufig vorkommt, gleichzeitig an, dass, vielleicht wegen der grösseren Wasseransammlung in der Gegend des kaspischen Meeres, das asiatische Maximum von dem europäischen durch eine Zone niederen Druckes geschieden war, so ist gleichzeitig die Möglichkeit gegeben, durch das Vordringen der, warme Luft auf der rechten Seite führenden Depressionen bis zum weissen Meere, zu erklären, weshalb Westsibirien damals wärmer war wie heute.

Will man versuchen, auch für nordamerikanische Gletscherbildung eine ähnliche Erklärung aufzustellen, so scheint mir diese ebenfalls aus einer Verschiebung der Zugstrasse der Depressionen möglich zu sein:

Die Zugstrasse der Depressionen über Nordamerika ist heute sehr einfach; eine Zugstrasse von Westen nach Osten (s. Karte 2) gibt den Weg für die sehr grosse Mehrzahl aller Nordamerika durch-

wandernden Depressionen an; die Verhältnisse während oder nach dem Vorübergang sind die gleichen wie bei uns: links Abkühlung, rechts Erwärmung. Eine Verschiebung dieser Zugstrasse mehr nach Süden (bedingt durch die grossen Seen der damaligen Zeit, denen die Depressionen gern folgen, und die Ausbreitung höheren Luftdruckes im Norden, infolge der südlichen Verschiebung der ozeanischen Depression) würde erklären können, weshalb Nordamerika früher stärker vergletschert war wie heute.“

Zusammenfassend dürfen wir also sagen:

Nach der Tertiärzeit, im Präglazial, war das Allgemeinklima der Erde ein dem heutigen ähnliches, um etwas milderes und verblieb so, ohne sprungweise Änderung.

Die veränderte Landkonfiguration bedingte meteorologische Verhältnisse, welche den heutigen im grossen und ganzen zwar ähnelten, von ihnen aber dadurch verschieden waren, als die Zugstrassen der barometrischen Minima gegenüber den heutigen wahrscheinlich derart verschoben waren, dass a) diejenige von Nordamerika etwas südlicher verlief, b) in Europa neben der Strasse I eine der heutigen Strasse V analoge, nur etwas nach Süden verschobene, vorherrschte.

Dadurch wurden nördlich jener Hauptzugstrassen reichlichere Niederschläge (in Form von Schnee) und kühleres Wetter verursacht, während südlich davon, z. B. in den Mittelmeerlandern, reichliche Niederschläge die „Pluvialperiode“ bedingten.

Erhöhte Niederschläge ergeben bei geeigneten orographischen Bedingungen, d. h. Vorhandensein von Gebirgen, die Ausbildung und Vergrösserung von Gletschern.

Natürlich herrschten diese Verhältnisse nicht das ganze Jahr über; wie auch heute, wechselte „schlechtes Wetter“ mit guten Normalzeiten, deren Bestand das Gedeihen von Tier- und Pflanzenwelt erlaubte. Und jedenfalls waren die ungünstigen Klimabedingungen, betrachtet zum ganzen Erdkörper, immer nur lokalisierte Erscheinungen.

Als weiteres Resultat ist das wärmere Klima Westsibiriens zu jener Zeit hervorzuheben.

Endlich ergibt sich hierbei auch die Möglichkeit einer gleichzeitigen Eiszeit von Europa und Amerika.

Dass die gleichen Verhältnisse auch auf der südlichen Halbkugel existierten, ist sehr wahrscheinlich, nur lassen sie sich z. Z. wegen mangelnder meteorologischer Vergleichsmaterialien noch nicht graphisch darstellen. Ganz gleiche Vorstellung über Herausbildung der Eiszeit hat auch Hutton, welcher für Neuseeland eine bedeutende Hebung (um 3—4000 Fuss) im älteren Pliocän annimmt, unter deren Einfluss (nicht infolge kälteren Klimas) die Gletscher auf der Südinsel ihre grosse Ausdehnung gewannen. (Vergl. N. Jahrb. f. Min. 1904, II. 94.)

Versuchen wir, die angedeuteten Verhältnisse in Einklang zu bringen mit den Erfahrungen über unser Quartär. Ich beschränke mich dabei vorerst im wesentlichen auf das europäische Quartär.

Festzuhalten ist dabei an der Behauptung, dass die Temperatur zur Präglazial- und Hauptglazialzeit dieselbe war wie heute, sogar noch etwas milder.

### **Cromerküste.**

Die Serie von Cromer (nicht überall vollständig vorhanden!) zeigt uns den komplizierten Wechsel von ungleicher Hebung und Senkung unmittelbar nach dem eigentlichen Pliocän (Coralline Crag) und lehrt, dass schon im Red Crag Eisberge in der alten Rheintalrinne existierten, das Meer arktische Formen erhielt, während zu Lande die gemässigt milden Tierformen verblieben, bis endlich, nach dem Forestbed, an einigen Stellen arktische Süsswasserablagerungen folgten, als Vorboten oder besser unmittelbare Mitbringsel des nunmehr heranrückenden Inlandeises (Comertill); die überlagernden Glazialbildungen werden auch von Geikie alle zu ein und derselben Epoche der Vereisung gerechnet. Es ist für dort somit das

Geikiesche I. Interglazial, „Norfolkian“, präglacial und zeigt mildes Klima an; nur als lokale Erscheinung marine kältere Formen und nur am Schlusse (unmittelbar unter der Grundmoräne, zwischen derselben und dem Forestbed) arktische Pflanzen.

Interessant ist der Nachweis von präglazialem (oberpliocänem) Cromer - Forestbed im südlichen Holland durch Dubois, unter altdiluvialen Schichten, welches auf ein wärmeres Klima hindeutet. Der Ton in beiden Gebieten wird als Absatz des Rheines angesehen, welcher damals über Ostengland zur Nordsee floss.<sup>1)</sup>

Das „arktisch freshwaterbed“ gehört nicht mehr zum Forestbed, sondern als Liegendes zur Moräne; seine arktischen Pflanzen bedeuten nicht allgemeine Klimaverschlechterung, sondern sind als an das vorrückende Eis gebundene, lediglich zu diesem gehörige Begleiter anzusehen, wie an so vielen anderen Orten (s. u.).

Die alte Eisbergdrift von Cromer zeigt ebenso wie die borealen Muscheln, dass schon zur Zeit, als hier noch die mildklimatischen, älteren Cromerablagerungen sich bildeten, im Norden die Vergletscherung ihren Gang genommen hatte, zeigt also wieder, dass „Eiszeit“ nicht identisch ist mit allgemeiner Klimaerniedrigung.

### Präglaziale Binnenablagerungen.

In den Ablagerungen mit Pflanzen (welche übrigens für Beurteilung des Klimas geeigneter sind als die beweglichere Tierwelt) oder tierischen Resten, die als Zeugen für wärmeres oder kälteres Klima angeführt werden, finden wir fast immer eine Vergesellschaftung mit Formen, welche noch heute an Ort und Stelle leben, also indifferenten Formen. Unsere ganze Diluvialfauna zeigt das Gepräge auffälliger Mischung (vergl. die Darstellung Frechs in Quartär Nordeuropas, S. 21); Wanderung und Verdrängung spielten in der Fauna wie in der Flora eine hervorragende Rolle.

<sup>1)</sup> Der Rhein floss nach Elbert ursprünglich von Wesel nordwärts zum mittleren Emsgebiet, dann weiter an der jetzigen Ostküste Englands zur Nordsee.

Es erscheint zwar von allgemeinen Gesichtspunkten aus nicht gerechtfertigt, von einzelnen Gliedern einer fossilführenden Ablagerung auf das allgemein herrschende Klima zu schliessen, wenn wir aber von zahlreichen Stellen sicher präglaziale Vorkommnisse kennen, die ein dem heutigen entsprechendes oder sogar ein wärmeres Klima bekunden, so ist das doch ein einfacher Beweis dafür, dass eben zu der für dort präglazialen Zeit das entsprechende Klima geherrscht hat und man soll nicht sagen: weil wir hier eine Fauna oder Flora von mildem oder gemässigtem Charakter haben, muss die Ablagerung der Interglazialzeit einer anderen beliebigen Gegend entsprechen.

Beispiele für das dem heutigen entsprechende oder etwas mildere Klima (mit den altdiluvialen Leitpflanzen oder Conchylien wie *Paludina diluviana*, *Corbicula fluminalis* u. a. m.) zur Präglazial- und noch zur Frühglazialzeit gibt es genug: Ich erinnere ausser an Cromer an den Torf mit der südeuropäischen Omorikafichte von Klösterlein in Sachsen, an den Torf von Lüneburg.<sup>1)</sup> In Lüneburg besteht die untere Partie des Aufschlusses aus Waldtorf, in welchem die Omorikafichte vorherrscht; erst in dem obersten torfhaltigen Feinsand tritt die Zwergbirke reichlich hervor. Das präglaziale Torflager von Jusefow im Gouvernement Lublin enthält nach Krischtafowitsch nur Pflanzen, die jetzt noch in Mitteleuropa leben.<sup>2)</sup> Die von Andersson nachgewiesene *Brasenia* aus dem dunkelen Sand bei Kopenhagen, auf sekundärer intramoräner Lagerstätte, deutet ebenfalls auf das präglaziale Vorkommen jener wichtigen Pflanze in Dänemark hin. Vielleicht gehört hierzu auch der Sylter „Tuul“.

Wenn wir endlich die berühmte Höttinger Breccie bei Innsbruck als präglazial ansehen (s. Anhang), so finden wir sogar in den Alpen Pflanzen von wärmerem Klima, wie *Rhododendron ponticum* und *Buxus sempervirens*. Weitere Befunde sind noch mehrere in dem Alpengebiet bekannt.

1) Müller und Weber: Ueber eine frühglaziale und vorglaziale Flora bei Lüneburg. Abhandl. pr. geol. Landesanstalt 40, 1904.

2) Annuaire géol. de la Russie. VII, 4, 1904, S. 95.

Ebenso möchte ich den Kalktuff in dem Thalbecken von Cannstadt als präglazial (frühglazial) ansprechen, mit seiner Conchylien- und Pflanzenwelt, die auf ein dem heutigen sehr ähnliches Klima weisen und bedeckt sind von Glazialbildungen und Löss mit Mammut und *Rhinoceros tichorhinus*. Dasselbe gilt von den Tuffen von Aygelades, St. Prest und La Celle. Heer sagt, dass „das Klima zu dieser Zeit in Westeuropa feuchter, gleichmässiger und wenigstens im Nordwesten von Frankreich etwas wärmer gewesen zu sein scheint, als gegenwärtig“.

(Die Erklärung von arktischen Floravorkommnissen in frühglazialen Schichten s. unten S. 23.)

### Marines Präglazial.

Sehr häufig kommen mit den marinen Alt-diluvialablagerungen Süßwasserbildungen in engstem Zusammenhang vor; ein Zeichen dafür, dass das Meer in schmalen Armen oder Aestuarien in das Land griff oder Archipelartige Küstenkonfiguration vorlag. Tonige Ablagerungen deuten vielleicht die Nähe von Gletscherbächen an.

Die marinen echten präglazialen Bildungen zeigen in ihrem Gesamtcharakter kein arktisches Klima an, sondern im Gegenteil allermeist das heutige resp. etwas mildere. Wo sich arktische (resp. boreale) Formen beigesellen, sind es entweder spätere, z. Z. noch unklare Vermischungen oder sie lassen sich auf den letzten Zeitabschnitt zurückführen, in welchem ja in der betreffenden Gegend das Eis heranrückte und dadurch kalte Meeresbedingungen verursachen konnte; diese sind im ganzen immer lokaler Natur. Die vielerlei späteren Schichtenstauchungen und anderen Störungen erschweren im einzelnen Falle oft die richtige Deutung der Lagerungsverhältnisse, doch meine ich, dass man an der Hand der oben angenommenen Voraussetzung sich besser orientieren wird, als mit der bisherigen vorgefassten Meinung.

Die moränenartige Ausbildung des dänischen „älteren Yoldientones“ enthält Trümmer von Muscheln gemässiger oder borealer Fauna; für viele der Vorkommnisse des gut geschichteten Tones hat Holst kürzlich ein spätglaziales Alter nachgewiesen. Dagegen hat derselbe Autor für den be-

kannten „Cyprinton“ des Baltikums ein präglaziales Alter behauptet, die gestörten Lagerungsformen durch spätere Schollentransporte erklärend.<sup>1)</sup> Unter diesem Gesichtspunkt vereinfacht sich die ganze Sachlage ungemein: die betreffenden Gebiete waren von gemässigter Fauna bevölkert, es herrschte etwa das heutige oder etwas mildere Klima! Diesen Verhältnissen entsprechen auch die Vorkommnisse von „Nordseefauna“ in Schleswig und Holstein, in dem Elbmündungstrichter bis über Lauenburg (mehrfach wieder mit unter- oder nebenlagernden Süßwasserbildungen) und ebenso die als umgelagert präglazial aufzufassende „Nordseefauna“ der Sande des unteren Weichselgebietes, des sogenannten „Neudeckian“.

Von den neuesten Beobachtungen ist diejenige von Gottsche bei Steenigmoos an der Ostküste von Schleswig, Sundwitt, als Beleg anzuführen,<sup>2)</sup> wo auf Süßwassermergel Cyprinton folgt (also wieder „in naher Verbindung mit Süßwasserabsätzen“), der weiter von Tapessand mit gemässigter Fauna überlagert wird; über der ganzen Serie folgt Geschiebemergel und weiter Sande mit gemischter Fauna, zu oberst sandiger Lehm. Auch der englische „shelly boulderclay“ ist in gleichem Sinne zu verwerten.

Einen Widerspruch mit der obigen Voraussetzung scheint die Ablagerung von Elbing zu bieten. Die dortigen Lagerungsverhältnisse sind sehr gestört, durchaus nicht so einfach wie es auf den Tabellen erscheint. Die Mitteilung, dass (abgesehen von der Unterlage durch Süßwasserbildungen) hier erst

---

<sup>1)</sup> Dieser Transport von losgebrochenen Schollen älteren Gesteins durch das Eis ist schon früher von mehreren Geologen angenommen worden; damals schien mir diese Annahme z. B. für die mecklenburgischen Kreidevorkommnisse von Basedow, Klützer Ort nicht recht wahrscheinlich, heute möchte ich den damaligen Widerspruch zurücknehmen. Erst neulich hat O. Schneider wieder ein grossartiges Beispiel davon veröffentlicht. (Jahrb. pr. geol. Landesanst. 24, 1904, S. 410): in dem Gollenberg bei Köslin wies er eine 100 Meter mächtige Scholle von Miocän nach. Vergl. über den Gegenstand auch Jentzsch, Z. d. d. g. G. 1901, 102.

<sup>2)</sup> Gottsche: Tapessand von Steenigmoos. Monatsber. d. d. geol. Ges. 1904, 181.

Yoldienton und dann Cyprinton auf einander folgen, also umgekehrt wie es nach unserer Annahme sein müsste, legt sogar den Gedanken nahe, dass wenn es sich nicht um eigenartige Dislokationen handelt, Elbing nicht präglazial, sondern spätglazial ist, dass wir hier auch auf deutschen Boden diese spätglaziale Eismeersenkung haben. Hoffentlich bringt Jentzsch demnächst Klarheit in diese Verhältnisse.

Weisses Meer. Von grosser Bedeutung für unsere angeregten Fragen sind die neulich veröffentlichten Beobachtungen W. Ramsay's über die Halbinsel Kanin.<sup>1)</sup>

In allen drei dort beobachteten Moränen fand Ramsay marine Muschelfragmente, deren Fauna eine auffallende Aehnlichkeit mit derjenigen der „marinen borealen Transgression“ zeigt; es sind entweder indifferente Formen oder in mässig arktischen oder borealen Meeren lebende (in einer Ablagerung ist *Cyprina islandica* die häufigste Form, *Cardium edule* und *Macra elliptica* leben jetzt in den umgebenden Meeren nicht).

Ramsay erörtert bei Besprechung des Vorkommens von timan-uralschen Geschieben auf Kanin sogar die Möglichkeit, dass vor der Entstehung der beiden unteren Moränenbetten und intramoränen Sandschichten (also in prä- oder altglazialer Zeit) „die See in den jetzt mit glazialen Bildungen erfüllten Gebieten wogte“. Da marine Mollusken schon in der ältesten Moräne eingemengt sind, muss man annehmen, „dass präglaziale postpliocäne marine Schichten Material zur Bildung der Moräne geliefert haben“.

(Die Aufschiebung der quartären Bildungen am Timan und der Umgebung des Weissen Meeres könnte vielleicht ebenso wie die nach Ramsay von einem interglazialen Meere verursachten Zerstörungen älterer Glazialablagerungen in jenem Gebiete auch an die Mitwirkung von Packeis Massen statt eigentlicher Gletscher denken lassen.)

Ramsay schränkt die Verbreitung der marinen borealen Transgressionen bedeutend ein, sie erreichte

<sup>1)</sup> W. Ramsay: Beitr. z. Geol. der recenten und pleistocänen Bildungen der Halbinsel Kanin. Fennia, 21, 7. Helsingfors, 1904.

nach ihm nicht so bedeutende Höhen, wie man früher annahm, sondern „das Meer drang nur in Gestalt weiter Buchten in die unteren Teile der grossen Täler ein“.

Er hält allerdings die eigentliche marine Transgression für interglazial, da ausser den meistens nur verschleppten Vorkommnissen dasjenige der unteren Dwina und das von Lamposchnja auf Kanin<sup>1)</sup> nach ihm in situ befindlich sei. Die Erklärung als Schollenverschleppung weist er ab.

Auf Kanin deutet, wie überhaupt die Fauna der grossen nordrussischen Transgression, der Gesamtcharakter der prä- und interglazialen Mollusken auf ein boreales Klima hin, günstiger als das gegenwärtige; die Moränenbetten dagegen beweisen nach R., dass einst langdauernde Kälteperioden geherrscht haben.

(Auch für die Zeiten nach der grossen Vereisung existierten dort für das Pflanzenleben günstigere Bedingungen [Tannenstämme unter dem Torf weit ausserhalb der Waldgrenze].)

Die wenigen übrig bleibenden scheinbar sicheren Interglazialprofile von borealer mariner Transgression kann man entweder als Schollen präglazialer Ablagerungen auffassen, oder als spätglaziale Bildungen und endlich wäre auch — unter Beihalt der Annahme von gemässigtem Klima auch während der Eiszeit — ohne weiteres an eine Fortdauer von marinen lokalen Bedingungen in jenen Gegenden zu denken, wonach gewisse Ablagerungen zeitlich in das „Glazial“ hinein reichten (ähnlich wie bei Binnenbildungen mit Torf- oder Landsäugetierablagerungen s. u.).

Die uns hier zunächst interessierende Tatsache ist, dass im nördlichen Russland, in der Umgebung des Weissen Meeres zur Präglazialzeit 1. ein gegen heute milderes Klima und 2. eine (ungleichmässige, verhältnismässig unbedeutende) Senkung, also grössere Ausdehnung des Meeres nachgewiesen ist.

---

<sup>1)</sup> Der 0,75—1 Meter mächtige Sand auf (vielleicht marinem) Ton enthält Muscheln in situ, eine liegende Moräne ist hier aber nicht beobachtet.

Von grosser Bedeutung ist auch das Auftreten mächtiger mariner Glazialablagerungen mit einer Fauna, die der des heutigen Stillen Ozeans gleicht, am Malaspina, St. Eliasgebirge in Alaska. (Zeitschr. d. d. g. G. 1899, 22.)

In dieser soeben konstatierten Tatsache könnte man einen Haupteinwurf gegen meine oben angeführte Behauptung finden (ja man könnte sie sogar für die Lindvall'sche Drifttheorie verwenden): Erst wurde eine allgemeine Hebung behauptet, jetzt für den Nordosten eine Senkung konstatiert und weiter im Baltikum ebenfalls eine Meeresbedeckung nachgewiesen!

Zur Lösung des Widerspruches bitte ich nicht die heutige Landoberfläche zu betrachten, sondern das präglaziale Land; all die mächtigen Diluvialablagerungen Norddeutschlands, Dänemarks und Russlands existierten noch nicht; tragen wir diese ab, so erhalten wir ein niedriges Gelände, welches sehr wohl teilweise archipelartige Konfiguration haben konnte, ein Land, dessen Uferbegrenzung an diejenige der Jungtertiärzeit mit ihren langsam (im Osten früher als im Westen) trocken gelegten Meeresbuchten erinnerte. Ein vom Skagerag über das Baltikum nach dem Weissen Meere verlaufender Meeresarm würde danach nichts unwahrscheinliches haben; die späteren Untersuchungen werden zu zeigen haben, ob dies der Fall war oder ob die Baltikumsenke (bis zur Weichsel gehend) von der Weissen Meer-Senke durch Land geschieden war. Uebrigens war ja die „Hebung“ auch ungleichmässig.

### Das Klima der Hauptvereisung.

Die oben skizzierten meteorologischen Bedingungen hatten inzwischen die Vergrösserung der Gletscher zu Stande gebracht. Wie beim Rückzuge des Eises, so wird es sich beim Vorrücken in einzelnen breiten Eisströmen bewegt haben, zwischen sich vielfach eisfreie Gebiete lassend, auf denen Pflanzen und Tiere leben konnten, bis diese durch Zusammenschluss der Eisströme verdrängt oder vernichtet wurden; daher das

scheinbar chaotische Neben- und Uebereinander der verschiedenen Ablagerungen, daher die Ton- und Sandbildungen in verschiedenen Horizonten, Ablagerungen früherer grosser Flächen, Becken oder Flüsse, daher z. T. auch das einheimische Material in den Diluvialsanden, eventuelle Verwitterungserscheinungen, der seitliche Uebergang von Moräne in Ton oder die untere Aufschlemmung der Moräne u. a. m. Vielfach wird beobachtet, dass das Glazial alte Talläufe verfolgt, sich der ehemaligen Oberfläche anschmiegt und zum Teil die alte Oberfläche noch jetzt wieder spiegelt.

Auch von der Annahme mannichfaltiger Oscillationen der Eisränder wird man nicht gut abkommen können.

So schob sich das Eis vor in Gegenden mit heutigem Klima, zum Teil noch in grünende Gefilde, ähnlich wie jetzt in die Alpentäler, wie nach der Beobachtung Steinmanns in Patagonien usw. Und dieses Vorrücken kann in verhältnismässig kurzer Zeit erfolgt sein; ich verweise auf die diesbezügliche Arbeit von Tutkowski (Quartär Nord-europas, S. 45), welcher die Dauer des Vorrückens vom 70. bis zum 50. Grad bei einer täglichen Geschwindigkeit von 0,3 Meter auf 18500 Jahre berechnet hat, bei einer täglichen Geschwindigkeit von 1 Meter sogar nur auf 6082 Jahre.

Die Annahme, dass die Waldgrenze immer den gleichen Abstand von der Schneegrenze gehabt habe, ist durch nichts erwiesen; damit fallen auch die Berechnungen der Temperaturerniedrigungen weg.

Vielmehr ist die Annahme berechtigt, dass vor dem Eise Pflanzen und Tiere ihre nötigen Lebensbedingungen fanden.

Die aus fünf Individuen bestehende Mammutherde in dem von Lehm und Kies bedeckten Torflager von Niederwenigen, Kt. Zürich,<sup>1)</sup> lehrt, dass diese Tiere hier am Rande des Gletschers gelebt haben. Wenn wir die diluvialen Säugetiere als der eigentlichen Eiszeit zugehörig ansehen müssen, so folgt schon daraus,

---

<sup>1)</sup> Penck und Brückner: Die Alpen im Eiszeitalter. S. 580.

dass das Land die zu ihrer Ernährung nötige Pflanzen-  
decke besessen haben muss, also eine allgemeine  
Kälteperiode ausgeschlossen ist. In überzeugender  
Weise hat dies auch O. Drude nachgewiesen.<sup>1)</sup>

Er widerlegt den Satz: wo Eisbedeckung, da  
keine Vegetation; mitten im Eisgebiet können bei  
genügender Sommermilde sogar Bäume den Kampf  
um den Boden erfolgreich aufnehmen. Die wichtige  
Tatsache der Eiswälder Alaskas<sup>2)</sup> ist für unsere An-  
nahme nicht hoch genug anzuschlagen.

Drude sagt: „hiernach stelle ich mir die Eis-  
zeit in Deutschland hinsichtlich der Vegetation so  
vor, dass der Norden Eisbedeckung und Moränen-  
landschaften mit einer den Funden in Alaska ent-  
sprechenden, in steter Verschiebung begriffenen kalt-  
gemässigten europäischen und arktisch-alpinen Flora  
zeigte, die untere Region der Mittelgebirge im wesent-  
lichen den jetzigen Waldflorenbestand hinhielt und  
dessen Grenzen aufwärts und niederwärts schwanken  
liess, während die oberen Regionen der Besiedelung  
arktisch-alpiner Arten offenstanden“.

### Glazialpflanzen.

Ein einziger, aber scheinbar schwer wiegender  
Einwand gegen meine Auffassung wird der folgende  
sein: Ueberall, wohin die Eisbedeckung vorgedrungen  
ist, hat man echte hochalpine resp. arktische Pflanzen,  
Tundravehältnisse, gefunden. Daraus schloss man  
auf ein allgemeines kaltes (glaziales) Klima der  
Eiszeiten.

Der Widerspruch löst sich sehr einfach:

Die arktische Flora findet sich hauptsächlich in  
spätglazialen Ablagerungen (vereinzelt allerdings auch  
in den oberen Lagen von frühglazialen).

Die allmählich immer grösser werdende Aus-  
dehnung der Eisflächen hatte in den betreffenden  
Gegenden und ihrer weiteren Umgebung ein Herab-  
drücken des Klimas zur Folge, so dass nun die  
nivale Flora und Fauna reichlicher am Eisrande ihre  
Bedingungen finden konnte; sie musste sich mit dem

<sup>1)</sup> Drude: Betrachtungen über die hypothet. vegetations-  
losen Einöden im temperierten Klima der nördlichen Hemisphäre  
zur Eiszeit. Petermanns Mitteil. 35, 1889, S. 282.

<sup>2)</sup> Vergl. Qu. Nordeur. S. 4 und Keilhack, Z. d. d. g.  
G. 1899, S. 22.

Rückzuge des Eises ebenso wieder zurückziehen, dem Eise folgend. (Man erkennt diesen Einfluss auch in den Schieferkohlen; in Dürnten finden wir z. B. in den unteren Lagen Formen wärmerer Bedingungen, als oben).

Der Temperaturrückgang drückt sich auch in der Säugetierwelt aus; vergl. das Auftreten des Mammut, des Renntiers und andere.

Auch C. Weber äussert den Gedanken,<sup>1)</sup> dass möglicherweise „die dritte Eiszeit von einer viel stärkeren Erniedrigung der Temperatur begleitet gewesen ist, als die beiden voraufgegangenen“, „dass während dieser Periode in den mittleren Regionen Europas das Klima besonders trocken und, bei einer tieferen Lage aller Mitteltemperaturen als gegenwärtig, durch weit stärkere Excessivität der Temperatur ausgezeichnet gewesen ist“. Das Erlöschen der tertiären Typen in Europa fällt nach Weber wahrscheinlich erst um die Zeit der dritten (letzten) Eiszeit.

Die eigentlichen sogenannten Glazial- und die Spätglazialvorkommnisse sind daher leicht zu verstehen. Als Begleiter des vorrückenden Eises würden dann auch altglaziale arktische Pflanzenreste zu betrachten sein, wie z. B. die Spuren einer hochnordischen Moostundra bei Oeynhausien.

### Schluss der Eiszeit.

Die Niveauschwankungen der Erdrinde haben während der Eiszeit nicht ausgesetzt, begünstigt wurden sie wohl noch durch den Druck der mächtigen Eismassen, so dass wir recht wohl von einer Mitwirkung des Eisdruckes reden dürfen, wenn wir nicht dieser Eisdrucktheorie den ausschliesslichen Anteil an der Erklärung der Verhältnisse einräumen wollen; sehr ansprechend ist die Anschauung Deekes, nach welcher z. B. das südliche Baltikum ein von vielen Bruchlinien durchzogenes Areal war, in welchem die Gleichgewichtsstörung durch die Be-

<sup>1)</sup> C. Weber: Versuch eines Ueberblicks über die Vegetation der Diluvialzeit in den mittleren Regionen Europas. *Annuaire géologique de la Russie*. V, 6, 1902, S. 180.

lastung des von Norden vorrückenden Eises die alten Spalten wieder beleben liess (vergl. Quartär Nord-europas, S. 45, 143, 328).

Sicher ist, dass schon in der eigentlichen Eiszeit Skandinavien eine teilweise Senkung erfuhr, auch für Nordamerika wird es behauptet. Dieser Senkung folgten spätere Schwankungen, die Holst am besten mit der federnden Bewegung eines elastischen Körpers verglichen hat.

Die Senkung leitete die heutigen meteorologischen Verhältnisse und damit den Schluss der Eiszeit ein, indem sie die heutige Landkonfiguration hervorbrachte, als deren Gefolge wir eben die meteorologischen Verhältnisse erkannt haben.

Es ist sogar nicht unmöglich, dass die Bedingungen zum Rückzuge des Eises schon sich einstellten, als das Eis eben seine Maximalausdehnung erreichte; jedenfalls hat es an seiner äussersten Grenze nicht lange gestanden.

Das Abschmelzen der Eismassen erforderte aber längere Zeit, als das Vorrücken (vergl. Tutkowski) und war im allgemeinen als ein staffelförmiges Zurückweichen charakterisiert.

Ob die Ursache des Rückzuges, die Bodensenkung, einmalig oder mit Unterbrechungen verlief, darüber wissen wir nichts; letztere Annahme würde ohne weiteres die Schwankungen erklären, die man, besonders in den Aussengebieten, an der Ausbildung der Schotterterrassen, den Niveauschwankungen der grossen Binnenseen oder weiter in den spät- und postglazialen Wechselfolgen in Torf- und Kalktufflagern u. s. w. beobachtet hat.

### **Spät- und Postglazial.**

Das baltische spätglaziale Eismeer der Yoldienzeit ist ein Analogon des Dryastones auf dem Lande: es ist der naturgemässe Begleiter des Eisrandes und entspricht einer örtlichen Verschiebung klimatischer Verhältnisse, nicht allgemeiner Temperaturerniedrigung. Auch die Relikten von Crustaceen einiger norddeutscher Binnenseen (*Mysis*, *Pallasiella*, *Pontoporeia*), die mit ihren Lebensbedingungen an kältere Verhältnisse gebunden sind, (vergl. Samter und Weltner,

Zool. Anz. 27, 1904) entstammen der Spät- und Postglazialzeit.

Die durch Florenuntersuchungen nachgewiesenen veränderten klimatischen Beziehungen<sup>1)</sup> der Postglazialzeit ergeben eine meteorologische Gleichgewichtsschwankung, zu vergleichen und vielleicht in genetischem Zusammenhang mit den federnden Niveauschwankungen oder den noch heute im kleinen vorkommenden Wetterschwankungen; auch für sie brauchen wir nicht auf allgemein kosmische Ursachen zu fahnden.

### Gliederung des Quartärs.

Die hier entwickelte Ansicht ist weder revolutionär noch rückschrittlich, sie macht die Einzeluntersuchungen nicht entbehrlich, die Versuche nach einer Gliederung des Quartärs nicht überflüssig.

Wenn man die extrem interglazialistische Auffassung mit der Annahme von allgemeinen Klimawechseln aufgibt, etwa statt Interglazialzeiten nur Vorstoss- und Stillstands-Etappen annimmt, im grossen und ganzen eine einheitliche, nicht von grossartigen Rückzugszeiten unterbrochene Entwicklung des Glazialphänomens festhaltend, so wird man eine glückliche Lösung des Streites finden.

Freilich, mit Parallelisierung der Einzelvorkommnisse wird es schwieriger, als bei den älteren Formationen; hier werden wir uns stets bewusst bleiben müssen, dass es sich um Lokalverhältnisse handelt, dass z. B. ein post- oder präglazialer Fund einer Gegend der Zeit nach gleichwertig mit einer echten Glazialbildung einer anderen Gegend sein kann. Deshalb sehe ich auch von einer Nomenklatur ab und verweise auf mein Schema für das baltische Quartär vom Jahre 1902 (Qu. Nordeur. S. 45.) Man wird auch die einmal geläufig gewordenen Namen der Geikie'schen Gliederung oder für die Alpengebiete die Penck'schen Namen verwenden können, natürlich

<sup>1)</sup> Nach A. Schulz folgten in Mitteleuropa nach der Eiszeit zwei Zeitabschnitte, in denen die Sommer viel kühler und feuchter als gegenwärtig waren; diesen „kühlen Perioden“ gingen jeweilig „heisse Perioden“ voraus, in denen lange Zeit der Umfang der Alpengletscher wesentlich kleiner als heute war. (Vergl. N. Jahrb. f. Min. 1904, II, 437.)

unter der Voraussetzung, dass sie nicht mehr im Sinne jener Autoren selbständige Eis- und Zwischen-eiszeiten bedeuten dürfen.<sup>1)</sup>

Wenn wir die obigen meteorologischen Bedingungen anerkennen, so wird es leicht, auch die permokarbone Eiszeit auf die veränderten Landkonfigurationen der damaligen Zeit zurückzuführen; der Riesenkontinent Australien, Indien, Südafrika stand unter dem Zeichen der Eiszeit, Europa, Amerika und die Nordpolarländer hatten feuchtwarmes, subtropisches Klima, geeignet für Kohlenbildung und mächtige Gerölleablagerungen einer Pluvialperiode.

Und endlich werden sich auch die mesozoischen Wüstenklimate auf gleiche Ursachen zurückführen lassen, deren Bedeutung kürzlich Passarge<sup>2)</sup> entwickelt hat.

Und auch einige der auffälligen Erscheinungen in der Alluvialzeit mögen durch analoge meteorologische Veränderungen infolge von Landverschiebungen zu erklären sein: Die Stürme, welche das Senkungsgebiet der Nordseeküste betrafen (Qu. Nordeur. 371) und hier das riesige Eingreifen des Meeres gegen das Land begünstigt haben, sowie die vermutlich im Altertum noch nicht vorhandenen Dünen schufen, und auch die merkwürdige Erscheinung Grönlands, welches zur Zeit seiner Entdeckung im Jahre 895 auf der Ostküste Wälder und Wiesen trug (daher „grünes Land“) und dann 1408 wegen des an der Küste aufgehäuften Eises nicht mehr zugänglich war.

<sup>1)</sup> Sehr anerkennenswert ist die Zurückweisung der durch nichts gerechtfertigten Uebertragung der vier alpinen Eiszeiten Pencks auf Mitteldeutschland durch Wüst, die kürzlich H. Menzel veröffentlichte (Jahrb. pr. geol. Landesanst. 24. 1903, S. 388.)

<sup>2)</sup> Monatsber. d. d. g. G. 1904, 193.

Fig. 1. Gegenwärtige Januar - Isobaren.

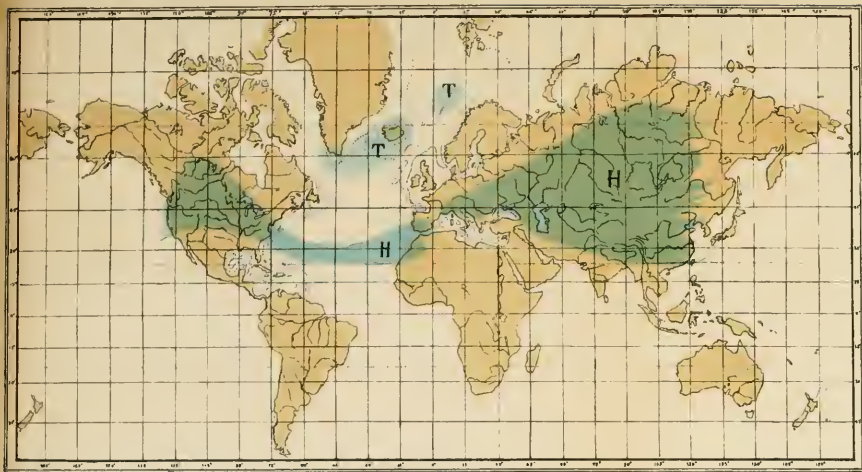


Fig. 2. Wichtigste Cyclonen-Zugstrassen der Jetztzeit, im Winter.  
(I, II und III: 70%. V: 12%.)

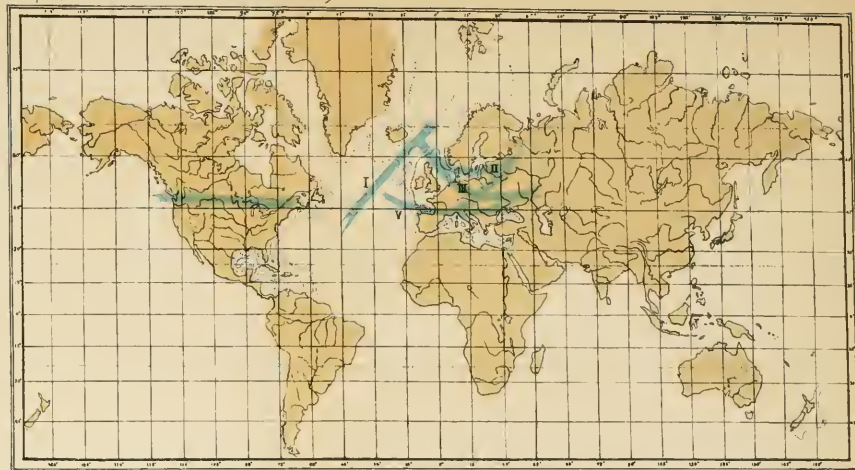


Fig. 3. Mutmassliche barometr. Druckverteilung zur maximalen  
Landverteilung (Anfang der Eiszeit)

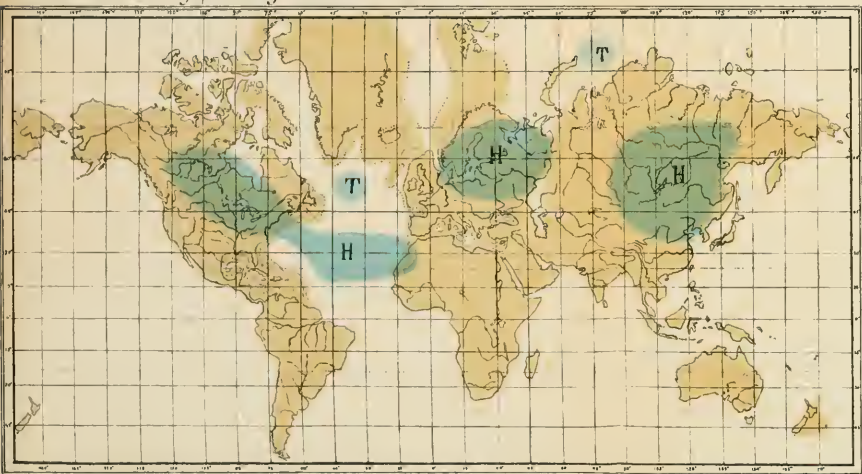
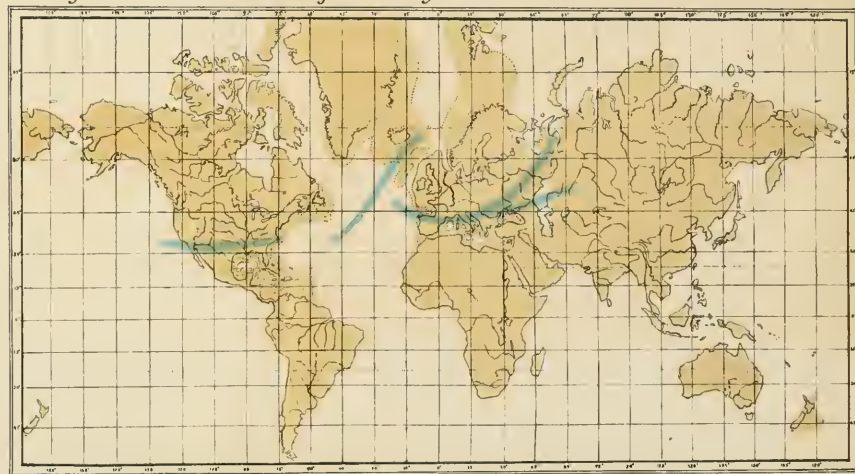


Fig. 4. Mutmassliche Cyclonen-Zugstrassen zur Eiszeit.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv der Freunde des Vereins Naturgeschichte in Mecklenburg](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [59\\_1905](#)

Autor(en)/Author(s): Geinitz Eugen

Artikel/Article: [Wesen und Ursache der Eiszeit. 1-27](#)