



Neujahrsblatt

herausgegeben von der

Naturforschenden Gesellschaft

auf das Jahr 1883.

LXXXV.

Druck von Zürcher & Farrer in Zürich.

Die
Flora der Eiszeit

von
Dr. C. Schröter.

Mit einer Tafel.

ZÜRICH.
Druck von Zürcher & Furrer.
1882.

Formales:

Die Original-Orthographie wurde erhalten. Der Umbruch ist seitentreu aber nicht zeilentreu. Omnipage machte etwa 10 Fehler pro Seite.

Papier, Format, Druck etc.

Papier etwa 70 g, Holzschliff, die Qualität könnte besser sein, vergilbt (Lightness noch 81 statt 99 %) und brüchig; gut gestrichen. Der Umschlag war ursprünglich gelb. und das Papier weiss. Umschlag color="#dec6a2"; Seite: color="#dfd0ba", beides in Seitenmitte.

Papier Format: 20.7 x 25.9 cm. Satzspiegel inkl. Seitenzahl 12.7 x 17.5 cm.

Dicke: Seite 0.062 mm, Heft: 1.92 mm

Bleisatz. Schrift: eine Antiqua Serifenschrift, etwa Times. 11 pt.

Klebe-Nähbindung.

Eine Falttabelle 31 x 36.5 cm (umgeschrieben auf DIN A4)

eine Tafel zweifarbig (schwarz/blau, wovon blau gerastert) 32 x 25.8 cm

(Rahmen 22.2 x 25.7 cm, hier auf 80% verkleinert)

Autor:

Carl Schröter (1855-1939), Poly-Diplom 1876, Professor spez.Bot ETH 1884-1926., also 2 Jahre nach diesem Neujahrsblatt.

Wer in der zweiten Hälfte des Juni unsern vielbesuchten Uetliberg, Eisenbahn und sogar Fussweg verschmähend, auf einem der zahlreichen Gräte erklimmt, der kann, wenn Zufall oder kundige Führung ihn an die rechte Stelle leitet, ein eigenthümliches Vegetationsbild schauen. Im obersten Theil einer jener zahllosen Runsen, in denen der lose Mergelboden und die Sandsteinbänke nackt zu Tage treten, fällt unser Blick auf eine in dieser Umgebung befremdende Pflanzengestalt. Dem lockern Boden entspringen einzelne graulich-niedrige ausgebreitete Büsche, mit violetten Blüthen geschmückt. Wir verlassen neugierig, den Grat und erreichen in raschem Traversiren über weiches nachrutschendes Terrain die Fremdlinge. Das schmale, meergrüne, dickliche Blatt, die endständige Traube aus langgespornten violetten Löwenmaul-Blüthen mit hochgelbem Gaumenfleck lässt uns eine alte Bekannte aus den Alpen wiedererkennen, das Alpenleinkraut (*Linaria alpina* Mill.). Wie oft hat uns sein dem steinlosen Boden entquellender Blüthenschmuck das mühselige Erklimmen alpiner Geröllhalden erträglicher gemacht! Eine weitere Umschau zeigt uns, dass noch andere Gefährten aus den Alpen ihm hieher gefolgt sind: das zierliche Weiden-röschen alpiner Flusskiese (*Epilobium Fleischeri* Hochst.) und der weissfilzige Lattich (*Petasites niveus* Baumg.), der mit seinen langen Rhizomen weit im losen Terrain umherkriecht.

Wie kommen diese Kinder der Alpen hieher? Unwillkürlich hebt sich der Blick, um durch die Bäume den Hochgipfel zu suchen, dem rinnendes Wasser sie entführt haben könnte (denn das Leinkraut treffen wir im Kies der Alpen-ströme bis weit in's Thal herunter, vom Wasser herabgeführt). Aber durch das Grün des Laubes schimmert uns nur blauer Himmel entgegen; wir haben bei circa 850m den Kamm des Uetli schon erreicht und die nächsten alpinen Standorte unserer Vordringlinge liegen am Rigi, in gerader Linie circa 3-4 Stunden entfernt. Oder haben die Samen auf den Flügeln des Föhns oder im Gefieder eines Vogels die weite Strecke zurückgelegt? Für die mit windfangendem Haarschopf ausgerüsteten kleinen Sämchen ausgerüsteten (resp. Früchtchen) des Weidenröschens wie Lattichs hätte diese Annahme nichts Unwahrscheinliches,

wohl aber für die glatten, nur ganz schmalflügeligen Samen des Leinkrauts. Wenn also der jetzige Zustand der Dinge zu einer Erklärung dieses sporadischen Vorkommens von Alpenpflanzen im Hügelland nicht ausreicht (wir werden später sehen, dass sich unsern alpinen Urobewohnern zahlreiche analoge Fälle anreihen), so haben wir vielleicht den Grund in einem früheren Zustand der Dinge zu suchen, vielleicht in andern klimatischen Verhältnissen, die unserem Alpenleinkraut ein allmähliges Durchwandern der trennenden Strecke gestatteten.

Und so verhält es sich in der That: sobald wir aus dem engen Kreis unserer persönlichen Erfahrungen heraustreten, lernen wir das Klima, die Vertheilung von Wärme und Feuchtigkeit auf der Erde, als eine variable Grösse kennen, die im Verlauf der geologischen Perioden der Erdgeschichte ganz bedeutende Veränderungen zeigt.

Zur Beurtheilung der klimatischen Verhältnisse vergangener Erdperioden dienen uns die fossilen Reste der Organismen, der Thiere und Pflanzen. Gestützt auf diese haben die Geologen ein ziemlich vollständiges Bild der klimatischen Umwälzungen herzustellen vermocht, die die Geschichte unseres Erdballs von den ältesten geologischen Epochen bis zur Gegenwart begleiten.

Von der Steinkohlenperiode bis zur Kreidezeit herrschte auf der ganzen Erdoberfläche, an den Polen so gut wie am Aequator, ein gleichmässiges und tropisches Klima. Vielleicht schon in der mittleren Kreide, jedenfalls aber mit der Tertiärzeit beginnen die Pole sich abzukühlen, die tropische Vegetation gegen den Aequator sich zurückzuziehen. Dieser Process setzt sich, wie aus den klassischen Untersuchungen Heer's über das Klima der Tertiärperiode hervorgeht, während der Tertiärzeit continuirlich fort, um am Ende derselben ungefähr die jetzige Vertheilung der Wärme zu erreichen. Nun aber, in der Diluvialperiode (Quartärzeit, Pleistocen, Glacialperiode) tritt eine merkwürdige, unerklärliche Anomalie auf: die Temperatur sinkt an sehr vielen Punkten der Erdoberfläche einige Grade unter das jetzige Mittel, die Gletscher der Gebirge und des Nordens, erhalten eine gewaltige Ausdehnung und bedecken grosse Flächen des ebenen Landes: wir kommen in die Eiszeit, die mit einer oder mehreren wärmeren Zwischenperioden während vieler Jahrtausende dauert. Dann hebt sich die Temperatur allmählig wieder auf die jetzige Höhe.

Welches war während dieser Eiszeit das Pflanzenkleid unserer Gegenden, und in welchen Beziehungen zur gegenwärtigen Flora steht dasselbe? Diese verwandte Fragen wollen wir auf den folgenden Blättern zu lösen suchen.

I. Die Oberfläche unseres Landes während der Glacialperiode.

Bevor wir an eine Betrachtung der Vegetation gehen können, müssen wir uns ein Bild zu entwerfen suchen von der Beschaffenheit der Oberfläche unseres Landes zur Eiszeit.

Es wurde schon in einem frühern Neujahrsblatt (Die Wasserverhältnisse der Stadt Zürich und ihrer Umgebung von Prof. Dr. A. Escher v. d. Linth und A. Bürkli, Stadtgenieur 1871) gezeigt, welche Erscheinungen im geologischen Bau unseres Landes es sind, die nur durch die Annahme einer ehemaligen Vergletscherung desselben befriedigend erklärt werden können. Eine kurze Aufzählung dieser «erratischen» Phaenome mag deshalb hier genügen

1. Die grossen, zum Theil gigantischen Blöcke (Fündlinge, erratische Blöcke), die von ihrem Ursprungsort in den Alpen weit entfernt in zonenweiser Verbreitung (d. h. in von dem Ursprungsort ausgehend oft fächerförmig ins Flachland ausstrahlenden Gebieten) das Vorland der Alpen weithin bedecken. Ihre oft enorme Grösse, eckige Form, ihre häufig ganz sonderbaren Aufeinanderthürmungen, ihre Verbreitung und das Vorherrschen ihres Vorkommens an den Thalgehängen (nicht auf der Thalsohle), lassen keine andere Erklärung zu, als Transport auf dem Rücken mächtiger Gletscher.

2. Die in vielen Thälern des Alpenvorlandes in mehr oder weniger gut erhaltenem halbmondförmigem Bogen quer durch's Thal setzenden oder sich längs der Gehänge hinziehenden, aus ungeschichteten Massen von Sand, kleinen und grössern eckigen oder gerundeten und dann gekritzten (siehe unten) Gesteinstrümmern aufgehäuften Wälle, die nur als End- oder Seiten-Moränen eines ehemaligen Gletschers eine befriedigende Erklärung finden.

3. Das Vorkommen zahlreicher «polirter» und «gekritzter» («geschrämter») Steine aus alpinem Material im Flachland; die ganz charakteristische Oberflächenbeschaffenheit dieser Gesteinstrümmern kann nach allen bisherigen Erfahrungen von keinem andern uns bekannten Agens als fließendem Eis, also Gletscher, herrühren. Es finden sich Steine mit Gletscherkritzten namentlich in den eben erwähnten alten Moränen, in der sogenannten «löchrigen Nagelfluh» (durch Kalksinter verkittetem Gletscherschutt) und in den als «Alluvions an-ciennes, Gletscheranschwemmungen, Blocklehm, Geschiebelehm, Boulder-clay, argile à silex, limon à cailloux anguleux» bezeichneten Ablagerungen, die zum grössten Theil als Grundmoränen der alten Gletscher zu deuten sind.

4. Die in vielen Alpenthälern meist bis circa 700m (seltener bis 1000^m oder sogar 1500m) über der jetzigen Thalsole an den felsigen Gehängen und auch in der Ebene vielerorts auftretenden «Rundhöcker» (surfaces moutonnées), sanft gewölbte, glatt polirte und oft mit Schrammen versehene Felsflächen, die mit den Erosionswirkungen fließenden Wassers nichts gemein haben, sondern natürlichen Hobelwirkung ihre Existenz verdanken, welche die gewaltige Eismenge des alten Gletschers durch unter sie gerathene Felsstücke auf ihren Untergrund ausübte.

5. Viele der im anstehenden Gestein oft tief ausgehöhlten kesselförmigen Vertiefungen (Riesentöpfe), entstanden durch die höhlende Wirkung eines durch einen Wasserfall in drehende Bewegung versetzten Felsstücks. Es gehören hieher bloss die Riesentöpfe solcher Stellen, wo die Nicht-Existenz eines frühem Wasserlaufes nachgewiesen werden kann (Gletschergarten von Luzern). In solchen Fällen kann nur eine mächtige Eisbedeckung dem Wasser das nöthige Gefälle gegeben haben, wie wir denn auch heutzutage die in Gletscherspalten sich ergießenden Wasserfälle solche «Gletschermühlen» treiben sehen.

6. Endlich können wir noch eigenthümliche Schichtenstörungen nennen, die den durch einen vorrückenden Gletscher auf seinem Untergrund hervorgerufenen sehr ähnlich sehen und also ebenfalls auf eine Gletscherwirkung hindeuten.

Ein seit den letzten 4 Decennien von den hervorragendsten Geologen betriebenes umfassendes Studium der Verbreitung dieser erraticen Erscheinungen hat zu einer ziemlich detaillirten Kenntniss des Umfangs der ehemaligen Gletscher geführt. In der Schweiz, dem klassischen Boden für die Erforschung der Eiszeit, wo vor ungefähr 50 Jahren (1836) zum ersten Male die «Gletschertheorie» als Ganzes von Versetz und Charpentier aufgestellt, wo das Verhalten der jetzigen Gletscher am eingehendsten studirt wurde, sind die alten Gletscher wohl am besten bekannt.¹). Für unsere Zwecke möge folgende kurze Darstellung genügen:

Als die Invasion des ebenen Landes durch die Gletscher begann, hatte dasselbe im Wesentlichen schon durchaus seine jetzige Configuration erlangt und veränderte dieselbe auch während der ganzen Glacialperiode nur wenig; es geht das ans den Lagerungsverhältnissen der erraticen Bildungen hervor, welche

¹ Der Leser findet hierüber Genauere in Heer's classischer «Urwelt der Schweiz»

sich ganz den Formen und Niveauverhältnissen unserer Thäler anschmiegen. Wir erhalten ein richtiges Bild der ehemaligen Vergletscherung unseres Landes, wenn wir uns die jetzigen Flussläufe mit Eisströmen erfüllt denken, die im Quellgebiet eine enorme Mächtigkeit zeigen, um nach unten in schwachem Gefälle abzunehmen und sich, untereinander verschmelzend, als kontinuierlicher Eismantel, als ein Meer von «Inlandeis» über das Alpenvorland auszubreiten, aus dem nur wenige höhere Vorberge inselartig hervorragen. Eine lebendige Vorstellung davon können wir uns verschaffen, wenn wir an einem hellen Wintertag den Uetliberg besteigen, wo die Tiefe bis zum Albiskamm ein Nebelmeer bedeckt, so weit das Auge reicht: denken wir uns statt des Nebels ein Eismeer und die Oberfläche desselben statt horizontal etwas gegen die Alpen ansteigend und wir haben eine Landschaft aus der Eiszeit vor uns.

So war es zur Zeit der grössten Ausdehnung der alten Gletscher. Das Eismeer entstand aus den mit den Rändern sich berührenden und verschmelzenden Massen von fünf mächtigen Eisströmen, dem Rhone-, Aar-, Reuss-, Linth- und Rheingletscher, zwischen denen einige kleinere von grösseren Gebirgsstöcken der Voralpen herabsteigende zu nennen sind, so der Pilatus- und der Sentis-Gletscher. Die nördliche Grenze der Eisbedeckung geht ungefähr in einer gebogenen Linie von Genf über Basel, Schaffhausen, Sigmaringen und München bis Wels und Steyer.

Solche ungeheure Mächtigkeit und Ausdehnung besaßen einst die Gletscher unseres Landes; heutzutage stellen sie nur noch kümmerliche Reste ihrer vergangenen Grösse dar. Als sprechendsten Beleg dafür habe ich in Fig. 51 das von Falsan und Chantre entworfene Längsprofil des Rhonegletschers in reducirtem Massstab wiedergegeben: der Vergleich zwischen dem winzigen Fleck, der den heutigen Rhonegletscher darstellt, und der gewaltigen Zunge seines eiszeitlichen Vorfahren ist wohl geeignet, uns eine richtige Vorstellung von der Grösse der ehemaligen Eismassen zu geben.

Es sprechen viele Gründe, aus Documenten der unorganischen und organischen Natur entlehnt (die letzteren werden wir später genauer kennen lernen), übereinstimmend dafür, dass während einer langen Zwischenperiode das Eis sich völlig aus unserem Hügelland zurückzog und das Klima sich wieder dem heutigen näherte, um dann einer zweiten Vereisung zu weichen (in unserm Lande wahrscheinlich von geringerer Mächtigkeit; anderwärts liegt das Maximum der Vereisung in der zweiten Periode). Aus der Zeit des allmäligen Rückzugs zweiten Eisbedeckung sind uns mächtige Endmoränen erhalten, die als

zusammenhängende oder unterbrochene Schuttwälle, oft in mehrfacher Anzahl hintereinander, unsere Flussthäler durchsetzen und einen jeweilig längere Zeit stabilen Zustand des Gletscherendes andeuten. Im Limmatthal finden sich sechs derselben, auf einem ist unsere Stadt Zürich erbaut (vide Neujahrsblatt 1871); namentlich sind aber die Seitenthäler der Aare im Kanton Aargau durch eine ganze Reihe von wohl erhaltenen Moränen ausgezeichnet, die besonders bei Mellingen eine typische «Moränenlandschaft» bilden (siehe die sorgfältige Untersuchung Prof. Mühlbergs über die erraticen Erscheinungen des Aargau).

Dass die Glacialperiode nicht nur bei uns auftrat, kein bloss locales Phaenomen ist, sondern auf beiden Hemisphaeren in weitester Verbreitung analoge Erscheinungen die der Gegenwart vorausgehende Epoche bezeichnen, geht aus dem weitverbreiteten Auftreten der Erratica hervor. Im Duerothal Portugals erstreckte sich das Eis bis zum Meer, der Atlas, die Sierra Nevada Spaniens, die Pyrenäen, Sevennen, ja selbst der Morvan, die Auvergne und die niedrigen Berge des Lyonnais und Beaujolais hatten ihre eigene Eisbedeckung; in den Alpen hatten nicht nur die oben erwähnten Eisströme eine mächtige Ausdehnung: auch über den Langensee, Comer- und Gardasee bis in die Poebene, sowie über das Vorland zu beiden Seiten der östlichen Alpen erstreckten sich riesige Gletscherzungen. Der Schwarzwald, die rauhe Alp, die Vogesen, das Riesengebirge und der Thüringerwald, die Carpathen und siebenbürgischen Alpen waren vergletschert; auf dem Kaukasus, dem Libanon und Himalaya hat man Spuren einer Eiszeit gefunden, ebenso in den Gebirgen Nordamericas. Auf der südlichen Hemisphäre sind es Gebirge Brasiliens, Chiles, Patagoniens, Südafricas und Neu-Seelands, welche Anzeichen der Glacialperiode tragen.

Penck hat nachgewiesen (Vergletscherung der deutschen Alpen 1882), dass wie auch heutzutage die Gletscherentwicklung in der alten und neuen Welt eine Abnahme von West nach Ost zeigt, so auch die Eisbedeckung der Glacialperiode. Die Balkanhalbinsel war frei von grossen Gletschern, auch die hohen Gebirge Central- und Nordasiens zeigen nicht die Eisentwicklung der viel niedrigeren Alpen; in den sibirischen Gebirgen fehlt sie ganz. Es erscheint also das Glacialphaenomen der Eiszeit als eine Steigerung des heutigen.

Am grossartigsten aber trat das Phaenomen im Norden unseres Continentes auf: Die ganze skandinavische Halbinsel war mit Gletschern bedeckt, die das Becken der Ostsee überbrückten und die ganze norddeutsche Ebene vereisten, ja sogar am südlichen Rand derselben an dem Fuss des Riesengebirges, Erzgebirges und Thüringer-Waldes anstiegen. Auch England und Schottland waren

zum grossen Theil übergletschert; wie Scandinavien, so machten auch die britischen Inseln während der Glacialperiode mehrere Hebungen und Senkungen durch. Endlich ist auch für Grönland, Spitzbergen und das Grinellland eine ehemalige stärkere Vereisung nachgewiesen.

Auch die Vertheilung von Wasser und Land war zur Diluvialzeit eine etwas andere: England und Frankreich hingen zusammen, ebenso zeitweise Africa und Südeuropa (bei Gibraltar und Sicilien). Anderseits hatte das Diluvialmeer eine bedeutendere Ausdehnung als heutzutage. Die Sahara, die Donau-niederungen, das aralo-caspische Depressionsgebiet, ein grosser Theil von West-Sibirien waren unter Meer; auch in Nordamerica überfluthete dasselbe einen grossen Theil des jetzigen Continents. Wir können also als Signatur der Glacialperiode aufstellen : eine ganz allgemein grössere Ausbreitung des Wassers in flüssiger und fester Form, eine bedeutend höhere Feuchtigkeit.

Wie verhielt sich nun der zweite Factor des Klimas, die Temperatur? Sehen wir, welche Anhaltspunkte uns zu ihrer Beurtheilung die Erscheinungen der unorganischen Natur geben: Die Gletscher sind die Eisströme, welche den alljährlichen Ueberschuss von Schneefall der Tiefe zur Abschmelzung zuführen. Die Ausdehnung derselben wird bedingt durch das Verhältnis zweien einander entgegenwirkender Factoren: der Ernährung und der Abschmelzung. Folgen mehrere schneereiche Jahre aufeinander, so nimmt die Ernährung des Gletschers zu: er wächst; wird die Ernährung durch Schneefall spärlicher, so vermag sie die Abschmelzung, nicht mehr auszugleichen: der Gletscher schwindet zusammen, was am auffälligsten im Rückzug seines Endes sich ausspricht. Ein Vorrücken des Gletschers kann aber auch durch Herabminderung der Temperatur zu Staude kommen, indem dadurch die Abschmelzung verringert wird, so dass Ernährung und Bewegung überwiegen. Dass die eine Bedingung der Zunahme der Gletscher, die grössere Feuchtigkeit, zur Diluvialperiode erfüllt war, haben wir oben gesehen. die beträchtliche Ausdehnung der Diluvialmeere allein ist hiefür Beweis genug. Nehmen wir noch dazu die damals zweifellos grössere schneesammelnde Oberfläche der höheren Thalstufen in den Alpen (wir haben uns ja den ganzen Betrag der enormen Mengen von Detritus, der seit der Glacialperiode über das ebene Land geführt wurde, als Bodenerhöhung in die Gebirgsthäler zurückversetzt zu denken), so würden diese combinirten Ursachen für die Alpen wenigstens genügen, auch ohne eine primäre Erniedrigung der Temperatur das gewaltige Vorrücken der Gletscher zu erklären.

Wenn wir aber die weite geographische Verbreitung der glacialen Erscheinungen im Auge behalten, namentlich auch den Umstand, dass sogar in der tropischen und subtropischen Zone sich Anzeichen derselben finden, wenn wir ferner sehen, dass selbst ein extrem maritimes Klima wie das Neu-Seelands, einen Rückgang der dortigen Gletscher in der Jetztzeit nicht hindern konnte, kann eine solche locale Erklärung nicht mehr genügen und die Annahme eines ganz allgemeinen Sinkens der Temperatur als Ursache der Eiszeit (nicht nur eines bloss lokalen als Folge der durch andere Umstände bedingten Vergletscherung scheint unabweislich.*¹)

Ob die Temperaturverhältnisse Ursache oder Folge der Vergletscherung waren, das bleibt sich für die ihrem Einflusse unterworfenen Organismenwelt jedenfalls gleich. Wie dem auch sei, zweifellos herrschte während der grossen Ausdehnung der Gletscher nicht nur in ihrer Nähe, sondern sicher auch in ganz Mitteleuropa ein kälteres Klima als heutzutage. Gewiss trugen dazu die enormen skandinavischen Gletscher nicht wenig bei: die in diesem ungeheuren «Kältereservoir» stattfindende Absorption der Wärme musste durch die Nordwinde auch auf unser Land erkältend wirken. Schrieb man doch die Ungunst der Witterung im verflossenen Sommer (1882) dem Einflusse einer stärkeren Eisbedeckung des Nordens zu; denkt man sich dieselbe bis zu den mitteleuropäischen Gebirgen ausgedehnt, so scheint eine Depression der mittleren Temperatur um 4-5° nichts Erstaunliches.

II. Die Vegetation der Eiszeit.

Nachdem wir uns im Vorhergehenden mit der Bodenbeschaffenheit und dem Klima unseres Landes zur Eiszeit einigermaßen vertraut gemacht, wollen wir zu unserer Hauptaufgabe gehen, die Flora derselben nach den Documenten zu schildern, die uns darüber berichten.

¹ Durch welche kosmischen Ursachen diese allgemeine Abkühlung unserer Erde unter das jetzige Mittel bewirkt wurde, darüber sind die Acten noch nicht geschlossen: Man hat sie in einer Aenderung der Lage der Pole gesucht, oder in einer Aenderung der Stellung der Erde zur Sonne (Wechsel der Excentricität der Erdbahn), oder auch in einer niedrigeren Temperatur des von unserem Sonnensystem zur Eiszeit durchmessenen Theils des Weltraumes.

1. Pflanzenreste aus Ablagerungen der Eiszeit.

Die Ablagerungen der diluvialen Periode sind zum grossen Theil viel zu turbulenter Natur, um die Erhaltung pflanzlicher Reste zu ermöglichen: wie sollten sie in dem Geschiebelehm, in den Geröllmassen und Sanden der diluvialen Ströme oder gar in den Knochenbreccien der eiszeitlichen Höhlen zarte Pflanzenblätter in erkennbarem Zustand uns aufbewahrt werden? In der That hat denn auch die Untersuchung dieser Schichten bis jetzt nur Thierreste (Säugethier- und Vögelknochen, sowie Muschel- und Schneckenschalen) und zwar in grosser Zahl ergeben. Um auch in pflanzlichen Resten Zeugen der Pleistocenzzeit zu hinterlassen, hat die Natur drei verschiedene Wege befolgt: Torfmoore wurden von glacialeem Schutt überdeckt und unter dem mächtigen Druck der auf ihnen lastenden Massen im Lauf der Jahrtausende zu Schieferkohlen (Ligniten) verwandelt, in denen wir (sei's in den Kohlen selbst, sei's in den zwischenlagernden Lehmändern) die Vegetation der Moore und ihrer Ufer wiederfinden. Oder es haben aus kalkreichen Quellwassern sich absetzende mächtige Tuffmassen zarte Blätter und andere Pflanzentheile in grösster Treue nachmodellirt; oder endlich es geriethen die organischen Reste in einen feinen, aus ruhigem Wasser sich absetzenden Lehm, der in manchen Fällen uns die Pflanzensubstanz selbst in wunderbar frischem Zustand erhielt.

Wir haben schon oben erwähnt, dass die Lagerungsverhältnisse der diluvialen Schichten uns vielerorts die Annahme einer langen Zwischenperiode geringerer Vergletscherung und milderem Klimas wahrscheinlich machen. Eine solche musste der Erhaltung von Pflanzenresten besonders günstig sein; in der That müssen wir denn auch die grosse Mehrzahl der Fundorte diluvialer Floren als «interglaciale» bezeichnen. Hat ja doch das Studium einer solchen Flora (derjenigen der Schieferkohlen von Utznach und Dürnten) Heer die unumstösslichsten Beweise für die Existenz einer Interglacialzeit geliefert.

Beinahe sämmtliche Tuff- und Lignitlager der Pleistocenperiode und eine Anzahl pflanzenführender Lehmlager gehören der interglacialen Zeit an; die Flora dieser Schichten enthält daher keine oder nur sehr spärliche Zeugen einer Eiszeit, eines kältern Klimas; die pflanzlichen Spuren eines solchen, meist in Lehmschichten enthalten, sind viel spärlicher und erst seit wenigen Jahren bekannt. Wir wollen zunächst die Flora der Zwischenperiode behandeln.

A. Interglaciale Flora.

Die bis jetzt bekannten Fundorte interglacialer Pflanzen sind folgende:

In der Schweiz: die Schieferkohlen von Wetzikon und Dürren im Kanton Zürich;

die Schieferkohlen von Uznach und Mörschwyl im Kanton St. Gallen ;(die Schieferkohlen am Thunersee gehören den Lagerungsverhältnissen nach ebenfalls hieher, haben aber keine Pflanzenreste ergeben) ;
ein Lehmlager bei St. Jakob a. d. Birs.

In Deutschland: die Schieferkohlen bei Sonthofen im Allgäu, Bayern (die analogen Kohlenlauer von Gross-Weil am Kochelsee sind pflanzenleer);
die Schieferkohlen von Steinbach bei Baden-Baden ; die Schieferkohlen von Lauenburg, Norddeutschland; die Tuffe von Cannstadt und Stuttgart;
die Höttingerbreccie bei Innsbruck (enthält nur unsicher bestimmbare Pflanzenreste).

In Frankreich: die Lignite von Chambéry und Sonnaz in Savoyen;
die Kalktuffe der Provence (Aygaldes, Marseille, Meyrargues, Belgencier, les Arcs);
die Kalktuffe von Montpellier;
die Kalktuffe von Celle bei Paris.

In Italien: die Lignite von Leffe bei Gandino.

In England: das sogenannte «Waldbett» (Forest-bed) an der Küste von Norfolk, bei Cromer.

In Schottland: das Lignitlager von Cocadon Glen, südwestlich von Glasgow.

In Spitzbergen: das sogenannte «Mytilusbett», eine pflanzen- und conchylienführende alte Strandbildung aus Geröll, Sand und Lehm.

In Nordamerika endlich sind ähnliche Bildungen neuerdings bekannt geworden: ein «Waldbett» (Reste eines früheren Waldes) im Gebiet des Ohio; analoge Torfbildungen in Iowa, Wisconsin und Minnesota.

Was sagen nun die Lagerungsverhältnisse dieser Schichten über ihr Alter aus? Dass sie nicht nach der Glacialperiode gebildet wurden, das geht aus

der mit wenigen Ausnahmen constatirten Ueberlagerung mit Erratica hervor; postglacial können sie also nicht sein. Bei Uznach und Dürnten z. B. liegen über dem Kohlenflötz erratische Blöcke aus Sernifit und bunter Nagelfluh; das Waldbett von Cromer wird vom Boulder-clay» (Geschiebe-Lehm, Grundmoräne des alten Gletschers) bedeckt u. s. w. Nun ist aber bei vielen derselben (Schieferkohlen von Wetzikon, Mörschwyl, Uznach(?), Sonthofen, Lettelager von St. Jakob, Höttinger-Breccie, Forest-bed, americanische Waldbetten) ganz unzweifelhaft nachgewiesen, dass auch unter ihnen glaciale Schichten liegen. In Wetzikon z. B. entdeckte Messikommer unter den Schieferkohlen gekrizte Blöcke aus schwarzem Alpenkalk und sogar von Puntaiglas - Granit aus dem Rheinthal ; unter dem englischen Waldbett findet sich eine marine Ablagerung (Chillesford-bed), in welcher unter 40 Muschelarten 26 arctische nachgewiesen sind, ein deutliches Zeichen einer vorausgegangenen kälteren Periode. Der Schluss ist also unabweisbar, dass die Bildung dieser Schichten in eine Zwischenperiode der Eiszeit fällt, wo die Gletscher sich sehr weit zurückgezogen hatten. Sehr weit, denn Uznach liegt den Alpen sehr nahe und Innsbruck sogar innerhalb derselben. Auch die Aenderung im Klima und die Dauer dieser Periode ist viel zu bedeutend , als dass man sie als blosse «Oscillation» betrachten dürfte.

Werfen wir nun einen Blick auf die Pflanzenwelt dieser Interglacialzeit!

Am besten bekannt ist die Flora unserer schweizerischen Schieferkohlen durch die Untersuchungen Heer's. In zahlreichen mächtigen, wohlerhaltenen Stämmen, auch in Zapfen und nadelbesetzten Zweigen findet sich da die Föhre und zwar sowohl die gemeine der Ebene (*Pinus silvestris* L.) wie die Bergföhre (*Pinus montana* Mill.). Auch Birkenstämme, noch mit der leicht sich abblätternden Rinde bedeckt, durchsetzen in grosser Menge die Kohle. Andere Bäume und Sträucher dieser Flora sind die Eibe (*Taxus baccata* L.), die Fichte (*Picea excelsa* Dur.), die Lärche (*Larix decidua* Mill.), die Eiche (*Quercus robur* L.) , der Bergahorn (*Acer pseudoplatanus* L.), die Haselnuss und zwar in denselben zwei Formen, die sie noch heutzutage bildet, die kurzfrüchtige (*Corylus Avellana ovata* W.) und die langfrüchtige (*Corylus Avellana* L.). Unter den krautartigen Pflanzen dominirt der sumpfliebende Fieberklee (*Menyanthes trifoliata* L.) und das Schilfrohr (*Phragmites communis* Trin.); ferner sind die Seebirse (*Scirpus lacustris* L.), die Himbeere (*Rubus Idaeus* L.) und das Sumpflabkraut (*Galium palustre* L.) in unzweideutigen Früchten vorhanden; zweifelhaft ist die Bestimmung des Wasserpfeffers (*Polygonum Hydro-*

piper L.), der Wassernuss (*Trapa natans* L.) und der Preiselbeere (*Vaccinium Vitis Idaea* L.).

Diese sämtlichen Arten, mit Ausnahme der Bergföhre, finden sich auch jetzt noch an denselben Standorten; die Bergföhre, wenn auch in Utnach, Wetzikon und Dünnten verschwunden, steigt doch wenigstens anderorts bis in unser Hügelland herab (am Uetliberg bis zur Manegg). Die einzige ausgestorbene Blütenpflanze ist eine Seerose (*Holoptelea Victoria Casp.*), von der nur die Samen gefunden wurden und die mit der tropischen *Victoria regia* näher verwandt ist als mit unserer weissen Seerose. Endlich sind noch einige Moosarten zu nennen, von denen 4 mit jetzt dort lebenden Formen identisch oder nahe verwandt sind, eines aber (*Hypnum priscum* Schimp.) dem *Hypnum sarmentosum* aus Lappland und den Sudeten sehr nahe steht.

In den Imberger Kohlen (bei Sonthofen in Bayern) fanden sich bis jetzt nur Reste der Föhre, in der Steinbachen Kohle solche von Fieberklee; in denen Savoyens Fichte, Birke und zwei Weiden (*Salix cinerea* L. und *repens* L.); in Leffe Fichte, Lärche, Haselnuss, Wassernuss, Rosskastanie und eine nicht mehr lebende Nuss (*Juglans tephrodes* Ung., mit der americanischen *cinerea* nahe verwandt); die Lauerhunger Lager weisen Eiche, Haselnuss, Hainbuche, Feldahorn und Wassernuss auf. Das Lettenlager von St. Jakob an der Birs, endlich ergab ausser schon angeführten Arten noch eine torfliebende Abart der Kiefer (*Pinus silvestris* var. *reflexa* Heer), die Hainbuche (*Carpinus Betulus* L.), die geöhrt Weide (*Salix aurita* L.), den Faulbaum (*Rhamnus Frangula* L.), Liguster (*Ligustrum vulgare* L.), Schneeball (*Viburnum. Lantana* L.), Hornstrauch (*Cornus sanguinea* L.) und die Sumpfheidelbeere (*Vaccinium uliginosum* L.). Auch in dem englischen und den americanischen Waldbetten und den schottischen Ligniten finden sich lauter noch jetzt an denselben Orten lebende Pflanzen (mit Ausnahme auch hier der Bergföhre, die im englischen «Forest-bed» auftritt: Endlich zeigt die Flora des Mytilusbettes Spitzbergens einen arctischen Character wie die heutige, hier aber mit Anzeichen eines etwas wärmeren Klimas,

Wir sehen also, dass im grossen Ganzen die Flora der interglacialen Schieferkohlen und verwandter Bildungen auf ein dem jetzigen analoges Klima hinweist. Immerhin aber ist es der Beachtung werth, dass dem Gros mit jetzigen identischer Formen einzelne der Gegend jetzt fremde Arten von unter sich ganz entgegengesetztem klimatischem Character beigemischt sind; die mit tropischen Formen verwandte Seerose einerseits, das nordischen Typen nahe stehende Moos und die Bergföhre anderseits.

Die Flora der interglacialen Tuffe setzt in Deutschland ebenfalls ungefähr das heutige Klima voraus: von 29 Arten des Cannstadter Tuffs kommen nur 4 nicht mehr in Württemberg vor, nämlich 3 überhaupt ausgestorbene (die Mammuth-Eiche, *Quercus Mammuthi* Heer, eine Pappel, *Populus Fraasii* Heer und ein mit americanischen Formen verwandter Nussbaum) und der Buchs, der eher ein etwas milderes Klima andeuten würde. — Anders in Frankreich: zur Zeit der Tuffbildung lebte der Feigenbaum (*Ficus Carica* L.) und der edle Lorbeer (*Laurus nobilis* L.) bei Paris : in der Provence waren vereinigt der edle und der Lorbeer der Canaren (*Laurus Canariensis* Webb.), die Feige, der Zürgelbaum (*Celtis australis* L.), die Manna-Esche (*Fraxinus Ornus* L.), die Weinrebe (*Vitis vinifera* L.), der Judasbaum (*Cercis Siliquastrum* L.) und *Vi-burnum Tinus* L. (immergrüner Schneeball), also südliche Typen , mit der Schwarzkiefer (*Pinus Salzmanni* Dun, einer Form von *Pinus Laricio* Poir), der Legföhre (*Pinus montana* var. *pumilio* Haenke), der Ulme (*Ulmus campestris* Sm. und *montana* Sm.), Haselnuss (*Corylus Avellana* L.), Silberpappel (*Populus alba* L.) u. s. w. Der canarische Lorbeer, die Manna-Esche und vielleicht der Judasbaum kommen jetzt nicht mehr wild in der Provence vor und deuten ein milderes Klima an, während die Schwarzkiefer, Legföhre, Linde und Andere sich auf die Berge zurückgezogen haben, wohl wegen ihres grösseren Feuchtigkeitsbedürfnisses. Saporta schliesst nach dieser Pflanzengemeinschaft, dass das Klima damals milder, feuchter und gleichmässiger gewesen sei als jetzt, etwa wie auf den Canaren.

Die Pflanzenwelt der interglacialen Bildungen, mit der heutigen nahe verwandt, sagt uns also, dass zur Zeit ihrer Ablagerung das Klima dasselbe war wie heute oder etwas wärmer. Die Thierwelt derselben Periode, auf die wir auch einen kurzen Blick werfen wollen, zeigt ein viel fremdartigeres Gepräge. Wir finden da neben einer allerdings stattlichen Reihe bekannter Gestalten (Pferd, Hirsch, Elenn, Reh, Rennthier, Fuchs, Wolf, Eber, Biber, Dachs, Murmelthier, Eichhörnchen, Spitzmaus, Maulwurf, Luchs) etwa 18-20 fremde, heute erloschene Formen , vor allein einige riesige Dickhäuter. Da ist der Urelephant (*Elephas antiquus* Fab.) dem indischen am nächsten stehend, und *Elephas meridionalis* Nesti, ein Verwandter des africanischen ; neben ihnen ihr in dichten Haarpelz gehüllter Vetter, das Mammuth. Auch von den Rhinoceronten ist eines sicher langhaarig (*Rhinoceros tichorrhinus* Cuv.), ein anderes, *Rhinoceros Merkii* Jacqu., ist mit dem des Cap am nächsten verwandt; ob es auch ein Haarkleid trug, wissen wir nicht. Auch der riesige Höhlenbär (*Ursus*

spelaeus Blum.) mit unserem Alpenbär verwandt, aber grösser, der Ursus arvernensis Croiz, kleiner als unser einheimischer und dem chilenischen Schmuckbären (Ursus ornatus) am nächsten stehend, überlebten die Eiszeit nicht. Dasselbe Schicksal theilten ferner der Höhlenlöwe (Felis spelaea Goldf.) und die Höhlenhyäne (Hyaena spelaea Goldf.), die der gefleckten des Cap nahe verwandt ist; ihre Namen verdanken diese Raubthiere dem Umstand, dass ihre Reste vorzugsweise in Höhlen der Diluvialzeit sich fanden. Der Urochse (Bos primigenius Boj.) dagegen und der Aurochse (Wisent, Bos priscus Ow.) überdauerten die Eiszeit; der erstere lebte noch zur Pfahlbauzeit und ist als Stammvater eines grossen Theiles unserer Rindviehrassen wichtig; der letztere wird heute noch in Lithauen gehegt. Endlich fanden sich im englischen Waldbett Reste eines mit dem africanischen nahe verwandten Nilpferdes (Hippopotamus major Desm.).

Was sagt nun diese Thiergesellschaft über das Klima aus? Die Elephanten und Rhinoceroten (mit Ausnahme der behaarten) und das Nilpferd weisen auf ein wärmeres Klima, bestätigen also den aus der französischen Tuffflora gezogenen Schluss. Höhlenlöwe und Höhlenhyäne sind als Raubthiere vom Klima unabhängiger: dehnt ja doch auch der bengalische Tiger seine Streifzüge bis nach Sibirien aus. Andererseits aber mischen sich der Fauna einige Elemente nördlichen und alpinen Characters bei: das Rennthier des lappländischen Nordens grasst neben dem Elephanten des tropischen Africa; das Elennthier, das Murmelthier bewohnen unsere Gegenden; also auch hier ein eigenthümliches Zusammentreffen von Formen entgegengesetzten klimatischen Characters; die einen die Nachzügler früherer, die anderen die Pioniere kommender Klimate.

Fügen wir noch hinzu, dass auch Conchylien und Insecten der Interglacialzeit ein ähnliches Verhalten zeigen: Von 285 Meeres- und Binnenconchylien sind ca. 20 ausgestorben, 22 zeigen nordisch-alpinen Verbreitungsbezirk, ca. 15 entschieden südlichen Character, die grosse Masse aber lebt heute noch in der Gegend ihres interglacialen Fundortes.

Endlich dürfen wir die wichtige Thatsache nicht unerwähnt lassen, dass damals schon der Mensch im Kampfe mit den Raubthieren und Dickhäutern seine rohen Steinwaffen schwang; Spuren seiner Anwesenheit sind in den Schieferkohlen von Wetzikon (zugehauene Stäbe), in gleichzeitigen Sanden von Mosbach (gespaltene Knochen) und in den Tuffen von Cannstadt (Brandkohlen und gespaltene Knochen) gefunden worden.

Schon auf die Organismenwelt der warmen Zwischenperiode warf, wie wir eben sahen, die Kälte der sie zeitlich einschliessenden beiden Eisperioden ihre Schatten. Wir wollen nun an die Untersuchung solcher Ablagerungen deren ganzer Character auf jene Kälte hinweist, die also während einer Periode grösserer oder grösster Gletscherverbreitung entstanden sind. Wir können die Flora derselben als eine «glaziale» bezeichnen.

B. Glaciale Flora.

Bis zum Jahre 1870 kannte man nur spärliche pflanzliche Funde glacialen Characters. Dahin gehören Reste der alpenbewohnenden Arve in Torfmooren bei Ivrea (in Piemont an der Dora Baltea) und in diluvialen Geröll der Mur in Steiermark, ferner der subalpinen und hochnordischen Zwergbirke und zweier Weiden (*Salix cinerea* und *-myrtilloides*) in diluvialen Lehm von BoveyTracey in Devonshire im südlichen England (1861 von Heer entdeckt), von *Pinus Mughus* (einer Form der Bergföhre) in Torfmooren von Irland und endlich von *Pinus obliqua* saut. (einer andern Form der Bergföhre) in Torf-lagern des sächsischen Erzgebirges (Binder 1844). Diese vereinzeltten Funde, die immerhin deutlich genug für eine frühere grössere Ausdehnung der nordisch-alpinen Flora, sprechen, durch ein allgemein strengeres Klima, sprechen in höchst erwünschter Weise ergänzt durch eine wichtige Entdeckung des schwedischen Geologen Dr. A. Nathorst. Derselbe fand bei Aenarpe in Schonen (südl. Schweden) in einem glacialen Süsswasserthon wohlerhaltene Blätter von einer grossen Zahl theils arctischer, theils alpiner Pflanzen als unwiderlegbare Zeugen eines frühern kältern Klimas. Sehen wir uns zunächst diese schwedischen Fundstätten einer arctisch-alpinen Vegetation etwas näher an.

In jener Gegend finden sich zahlreiche Torfmoore in den Vertiefungen des «Geschiebelehm» (Grundmoräne eines ehemaligen Gletschers); unter dem Turf zunächst meist «Seekreide», dann ein geschichteter sandhaltiger Lehm, und zu unterst, auf der Grundmoräne aufruhend, ein homogener feiner plastischer Lehm, nach Nathorst wahrscheinlich direct aus dem Gletscherbach abgelagert. Die pflanzenführende Schicht liegt meist an der untern Grenze des sandhaltigen Lehms. Die Lagerungsverhältnisse der sämtlichen 22 Fundstellen Schoners sind ganz analog; überall liegt die Fundschicht unter Torf oder Wiesenmoor, so dass man diese Oberflächengestaltung geradezu als leitend für die Fundstätten arctisch-alpiner Pflanzen bezeichnen kann. Die in Schonen

vorkommenden Pflanzenreste wollen wir später gemeinsam mit den übrigen Funden betrachten.

Sehr wichtig für die Kenntniss der allmäligen Aenderung des Klimas nach der Glacialperiode sind weitere Funde Nathorst's in Dänemark. Durch die Untersuchung der dortigen Torfmoore hatte Steenstrup nachgewiesen, dass in Dänemark successive die Zitterpappel, die Föhre und zuletzt die Eiche die herrschenden Waldbäume waren, was einem allmäligen Milderwerden des Klimas entspricht. Hieran schloss sich nun ganz folgerichtig nach unten die von Nathorst in Seeland und von Hansen bei Jaegenborg (Kopenhagen) gefundene Lehmschicht mit arctisch-alpinen Pflanzen.

In England kannte man, wie oben bemerkt, unsern Glacial-Lehm schon seit 1861, wo Pengelly und Heer Zwergbirke und 2 Weiden im Lehm über dem «Boulder-clay» (einer dem Geschiebe-Lehm entsprechenden Grundmoräne) entdeckt haben. Nathorst fand an einer benachbarten analogen Lokalität noch mehrere andere arctisch-alpine Pflanzen. Von hohem Interesse ist ferner das von Nathorst constatirte Vorkommen solcher im Lehm des «WeybourneBeds» unter dem Boulder-clay und über dem interglacialen Forest-bed.

In Mecklenburg, bei Nezka zwischen den Stationen Oerzenhof und Sponholz, fanden sich in einem «alt-alluvialen Sand, in den ehemaligen glacialen See aus dem umgebenden Geschiebelehm niedergeschwemmt», Blätter von Birken. und Weiden, theils arctisch-alpiner, theils subarctischer und gemässiger klimatischer Natur.

In Bayern lieferte das Kolbenmoor, in der Nähe der Eisenbahnstation gleichen Namens im Südosten des Landes dem unermüdlichen Forscher eine interessante Fundstelle. Dort zog nämlich in 8 Fuss Tiefe unter der Oberfläche des Torfs eine beinahe ausschliesslich aus Resten von Zwergbirke bestehende Schicht weit unter dein Moore hin, als Beweis, dass das Moor einst beinahe ausschliesslich diesen Strauch trug.

Aus Oberschwaben kennen wir einen postglacialen Kalktuff bei Schussenried, der an Pflanzen arctische Moosarten aufweist, neben zahlreichen, zum Theil ebenfalls nordisch-alpinen Wirbelthieren.

Aus Frankreich ist ein Fund zu erwähnen, der seinem geognostischen Character nach zwar zu den Schieferkohlen gehört, durch seine Flora aber unserem Glacialthon sich näher anschliesst: das Lignitlager von Jarville bei Nancy, in welchem Fliche im Jahre 1875 neben der Moorbirke, Lärche und

Fichte auch die Alpenerle, Bergföhre, sibirische Fichte und *Elyna spicata*, ein hochalpines und nordisches Riedgras, nachwies.

In der Schweiz endlich entdeckte Nathorst im Jahre 1872 den Glacialthon im «Krutzelried» bei Schwerzenbach am Greifensee, einem kleinen, rings von Moränenhügeln umgebenen und auf Moränenschutt aufruhenden Wiesenmoor, dicht beim Gehöfte «Gfenn» (ca. 445m ü. M.). Unter dem Torf findet sich auch hier zunächst ein geschichteter sandhaltiger Lehm, der nach unten in eine homogene plastische Masse übergeht, welche auf der Grundmoräne aufruhet. Die Blätter nordisch-alpiner Pflanzen finden sich im geschichteten Lehm, zum Theil in ganzen Nestern. Auch bei Hedingen (jenseits des Albis) fand Nathorst unter ganz ähnlichen Verhältnissen dasselbe Lager.

Ausserdem fand ich pflanzenführenden Glacial-Lehm an folgenden Orten:

Im Gschwendmattried bei Schönenberg im Südwesten des Kantons Zürich, in einer Gegend, wo die äusserst mächtigen erratischen Schuttmassen (nach Escher v. d. Linth der westlichen Längsmoräne des Linthgletschers entsprechend), als zahllose kleine, unregelmässig zerstreute Moränen-Hügelchen auftreten. Man könnte auch auf diesen Höhenzug die von Guyot für die analog gestaltete Oberfläche des Plateaus zwischen Neuheim, Menzingen und Sihl gewählte Bezeichnung einer «vulkanischen» Gegend anwenden. Die Vertiefungen zwischen den Hügeln sind beinahe ausnahmslos mit wohl aus den Schuttmassen ausgewaschenem Lehm ausgefüllt, auf dem sich Wiesenmoore gebildet haben. Die sanft und gleichmässig gerundeten Abhänge prangen im gleichmässig Abhänge prangen im Grün saftiger Matten, die Kuppen der kleinen Hügel ziert häufig ein gewaltiger Nussbaum, während jeder Strasseneinschnitt an den mächtigen, regellos zerstreuten erratischen Blöcken aus Sernifit, schwarzem Alpenkalk und Speernagelfluh, wohl auch Molassesandstein, die erratische Natur dieser so originell gestalteten Bodendecke leicht erkennen lässt. Auch hier fanden sich die Blätter der Zwergbirke und *Dryas* wenige Fuss unter dem Torf.

Im Banne der Gemeinde Niederwyl bei Frauenfeld findet sich ein kleines Torfmoor, im NO. und SW. von ca. 20m hohen Moränenhügeln begrenzt. In der Nähe der von unserm bekannten Antiquar Messikommer (der mir bei meinen Nachsuchungen in verdankenswerther Weise seine treffliche Hülfe lieh) ausgebeuteten Pfahlbaustation liegt unter ca. 2' mächtigem Torf und 1' dicker ausgebeutete Doppleritschicht (einer braunen homogenen gallertigen, an der Luft hart und spröde werdenden Masse) unser geschichteter Lehm in ca. 2' Mächtigkeit, mit Blättern der Zwergbirke, *Dryas* und einer alpinen Weide. Darunter wieder,

wie in Schonen, der feine, plastische, homogene, äusserst zähe Lehm von ca. 2-3' Mächtigkeit, der auf der Grundmoräne aufliegt.

Endlich fand ich noch in dem grossen Torfmoor von Bonstehen, ca. 15' tief unter dem Torf in einem Abzugsgraben, ein einziges Blättchen der Zwergbirke.

Im Canton Luzern entdeckte Nathorst in Begleit von Hrn. Prof. Mühlberg aus Aarau in dem grossen, auf glacialem Lehm aufruhenden und von Moränenwällen umzogenen Wauwyler Moos, westlich vom Nordende des Sempachersees, im Lehm eines kleinen Gräbleins östlich von Seewagen, Blätter der Zwergbirke und einer Weide.

Da auch negative Ergebnisse Interesse haben, will ich noch hinzufügen, dass Nathorst die Moore von Uster bis zum Gfenn und die jurassischen Torfmoore, Prof. Mühlberg das Bünzermoos und die Sümpfe bei Niederhallwyl, ich selbst die Lehmschichten unter und über den Schieferkohlen von Utznach vergeblich nach Pflanzenresten durchsucht haben.

Es ist also bis jetzt im Ganzen in sieben weit auseinanderliegenden Gegenden (Shonen in Schweden, Devonshire und Norfolk in England, Seeland und Kopenhagen in Dänemark, Mecklenburg, Bayern, Schwaben, Frankreich und Nordschweiz) und zwar überall (mit Ausnahme der Lignite von Jarville und der Tuffe von Schussenried) unter ganz analogen Lagerungsverhältnissen (glacialer Lehm unter Torf) die Schicht mit arctisch-alpinen Pflanzen gefunden worden. Sämtliche Fundorte (Jarville vielleicht ausgenommen) liegen in früher übereistem Gebiet.

Bevor wir zur nähern Betrachtung der nachgewiesenen Species übergehen, wollen wir noch ein Wort über die Natur der Fundschicht und die Erhaltungsweise der Blätter sagen. Der geschichtete Lehm ist meist durchzogen von zahllosen verwesten Wurzeln, die durch ihre verticale Richtung einen willkommenen Anhaltspunkt zur Ermittlung der dazu senkrechten Schichtung bieten. Stellenweise trifft man auf cylindrische Kanäle, die den Lehm in verticaler und horizontaler Richtung durchziehen und bei näherer Untersuchung als Reste von recenten Schachtelhalm-Rhizomen sich ergeben, von denen nur noch die resistente ebenholzglänzende Epidermis erhalten, das Innere herausgefaut ist. Brechen wir nun den Lehm auseinander, so dringt uns von der frischen Spaltfläche ein sehr charakteristischer Sumpfgasgeruch entgegen, zum Beweis, dass die organische Materie noch in Zersetzung begriffen ist. Auf der Schichtfläche der meist braungrauen Einschlussmasse

zeichnen sich in scharfen Contouren die meist glänzend braun gefärbten Blättchen der Zwergbirke und anderer Species ab, oft so wohlerhalten, als wären sie eben erst eingebettet worden. Die Substanz selbst ist noch vollständig zusammenhängend, so dass man die Blättchen, allerdings nur mit grösster Sorgfalt und unter Mithilfe des feinen Strahls einer Spritzflasche, abheben kann.*¹⁾ Immerhin ist das Vorkommen brauchbarer Blattreste so selten, dass Nathorst vollkommen Recht hat, wenn er die Präparierung eines bestimmbar Restes als befriedigendes Resultat einer Tagesarbeit bezeichnet.

Dasselbe, was eben über die Erhaltung der Blättchen gesagt ist, gilt auch für die nicht seltenen Käferflügeldecken: sie zeigen häufig einen ganz wunderbar frischen Metallglanz, sie leuchten dem Suchenden förmlich entgegen. Die merkwürdige Conservirung dieser organischen Reste durch Jahrtausende mag im Zusammenwirken verschiedener günstiger Umstände ihre Erklärung finden. Erstens sorgte das strenge Klima zur Zeit ihrer Ablagerung dafür, dass die Verwesung bis zum Moment des Einschlusses wenig oder gar keinen wenig zerstörenden Einfluss ausübte; zweitens bedingte die Schlammfülle der glacialen Gewässer, dass die Einbettung in das umhüllende luftabschliessende Medium nicht zu lange auf sich warten liess und drittens mögen die constante Durchfeuchtung der Lagerstätte und ihr in Folge dessen geringerer Temperaturwechsel das ihrige dazu beigetragen haben, um so mehr, als von dem später darüber entstehenden Torf herrührende Säuren diesen conservirenden Einfluss verstärken mussten.

Lassen wir nun die einzelnen Arten unserer Schicht reden und suchen wir aus ihren Aussagen uns ein Bild des damaligen Vegetationscharacters zusammensetzen.

Am häufigsten ist in dem besagten Lehm die Zwergbirke (*Betula nana* L.). Die rundlichen, zierlich gekerbten Blättchen mit der unterseits so deutlich hervortretenden Aderung (s. Fig. 1-8) sind sehr charakteristisch

¹ Ich pflege sie dann durch kurzes Eintauchen in schwaches Schulze'sches Reagens (Lösung von chlorsaurem Kali in Salpetersäure) etwas zu bleichen, so dass sie durchsichtig werden; nachdem die dabei auftretenden Gasblasen durch Alkohol entfernt sind, werden die Blättchen in Glycerin-Gelatine nach Art mikroskopischer Präparate eingeschlossen (auf einem dickern Glasstreifen liegend und von einem ganz dünnen Gläschen bedeckt). Es ist das die einzige Möglichkeit, sie unverändert und der Untersuchung (eventuell durch das Mikroskop) stets zugänglich aufzubewahren.

und mit nichts anderem zu verwechseln. Daneben finden sich auch nicht selten die zierlichen, mit glänzend brauner glatter Rinde bedeckten Zweigchen, oft noch mit daran sitzenden Knospen; in der beinahe ausschliesslich aus dieser Art bestehenden Schicht des bayrischen Kolbermoors fand Nathorst sogar blattbesetzte Zweige; in Schonen auch Kätzchen.

Die Zwergbirke bildet, ganz unähnlich ihren stattlichen Verwandten der Ebene, ein niedriges, 1-3dm hohes Sträuchlein, deren sparrege Zweige kleine rundliche, ringsum gekerbte Blättchen und in den Achseln derselben kuglige Kätzchen tragen.

Die geographische Verbreitung zeigt, dass unsere Art ihr Hauptareal im hohen Norden hat und nach Süden nur in vereinzelten Posten ausstrahlt. Sie ist circumpolar, im ganzen arctischen Cirkel verbreitet und erreicht in einer etwas abweichenden Varietät (var. *relicta* Th. Fries, mit keilig verschmälerten Blättchen) ihren nördlichsten Punkt in Spitzbergen (Kol-Bay, bei 78 ° N. B.). In Grönland wurde sie bis 73°, im Taymirland (Sibirien) bis zu 74 ° gefunden, allerdings in ganz zwerghaften Gestalten (höchstens 6-7— hoch). In den Tundren der Samoeden überzieht sie, mit niedrigen Weiden gemischt, grosse Strecken. In Scandinavien ist sie allgemein verbreitet, immerhin mit wenigen Ausnahmen auf die subalpine Region beschränkt, ebenso in Schottland. Sie kommt ferner vor in Irland, im ganzen nördlichen und mittleren Russland, im Caucasus und Himalaya.

In Mitteleuropa ist es eine Pflanze der Bergregion ; in der norddeutschen Ebene soll sie sich nach Koch (Synopsis der deutschen und Schweizer Flora) an 2 Orten, bei Osterode und bei Thorn in Ostpreussen, in Mooren noch finden. Nach freundlichen brieflichen Mittheilungen der HH. Prof. Ascherson in Berlin und Caspary in Königsberg ist sie jetzt an beiden Orten verschwunden, war aber nach einem in des ersteren Herbar vorhandenen Exemplar früher sicher wenigstens bei Thorn und zwar in einem Moor bei Gzin (höchstens 70m Meereshöhe, mittlere Jahrestemperatur circa 6-7° C. Der angebliche Fundort bei Osterode dagegen beruht auf einer Verwechslung mit *Betula humilis* Schr.

Dagegen findet sie sich auf dem Brocken, den Sudeten, Carpathen und einigen der grossec Moore Bayerns (420-475- m ü. M.). Bei uns ist sie auf die Torfmoore des Jura (ca. 1000m ü. M.), einige freibergische (ebenfalls ca. 1000^m) und das grosse Einsiedler Moor (ca. 900 m ü. M.) beschränkt, in der Alpenkette selbst fehlt sie.

Die mittlere Jahrestemperatur ihrer Fundorte bewegt sich zwischen den weiten Grenzen von -8° C. (Spitzbergen) und ca. 6° C. (Einsiedeln, Thorn, die jurassischen Moore nach Martins). Ihr Vorkommen bei uns, im Kanton Zürich, lässt also auf eine Erniedrigung der mittleren Temperatur um mindestens 3° schliessen (im Maximum um 17°).

Sie findet sich beinahe an sämtlichen oben erwähnten Fundorten ; bei uns in Schwerzenbach, Niederwyl, Bonstetten, Hedingen und Schönenberg; meist ist sie in den obern Lagen der Fundschicht häufiger; steht sie ja auch in ihren klimatischen Ansprüchen der Gegenwart viel näher, als die meisten übrigen Funde. Auf dem Kolbermoor in Bayern scheint sie in ähnlicher Weise dominirt zu haben, wie noch jetzt auf den Torfmooren des nördlichen Scandi-naviens oder auf den Tundren der Samojuden.

Die Polarweide (*Salix polaris* L.) ist ein niedriges, kaum 4cm- hohes Sträuchlein mit kleinen, 3--9 blüthigen Kätzchen am Ende der kurzen, meist nur 2 Blätter tragenden Triebe; der Hauptstamm kriecht an oder sogar unter der Erde und nur die Spitzen der Triebe treten über den Boden hervor. Die rundlichen, glänzenden, etwas ledrigen Blättchen sind ganzrandig (Fig. 9-16). Wie schon der Name andeutet, ist diese Art arctisch: «im ganzen arctischen Cirkel gemein», sagt Andersson, der schwedische Weidenkenner. In Spitzbergen ist sie nach Nathorst eine der häufigsten Blütenpflanzen. Ausserhalb des arctischen Gebiets findet sie sich nur auf dem Dovre-Field in Norwegen, den Bergländern von Herjedalen und Samtland in Schweden.

Sie weist also mit aller Entschiedenheit auf ein arktisches Klima hin, mit einem Jahresmittel von höchstens 0° . Von grösstem Interesse ist namentlich ihr Vorkommen im Vorland der Alpen, bei Schwerzenbach; denn sie ist bis jetzt aus den mitteleuropäischen Gebirgen nicht bekannt (es ist freilich bei ihrer nahen Verwandtschaft mit *Salix herbacea* die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass sie bis jetzt übersehen, mit dieser verwechselt wurde). Die fossilen Stationen derselben in Mecklenburg, Dänemark, England und Schonen verbinden unsern schweizerischen Fundort mit dem jetzigen Areal der Pflanze.

Mit der Polarweide nahe verwandt ist die krautartige Weide (*Salix herbacea* L.); auch hier haben wir es mit einem halb-unterirdischen oder platt auf dem Boden ausgebreiteten Strauch zu thun, mit ganz kurzen Endtrieben, die nur 2 kleine rundliche, zierlich gesägte Blättchen und ein endständiges Kätzchen tragen (Fig. 22-24).

Ihr Verbreitungsbezirk ist ein typisch arctisch-alpiner: sie ist circumpolar (auch in Spitzbergen) und bewohnt die oberste Region der meisten europäischen Gebirge; nur auf den Orkney-Inseln geht sie bis 500m herab (bei einem Jahresmittel von ca. 5,1° C.). In den Alpen gehört sie zu den eigentlichen Nivalpflanzen und findet sich erst in einer Höhe von ca. 2300m aufwärts. Sie weist also ebenfalls auf ein arctisches Klima hin. Immerhin ist zu beachten, dass sie bei uns in Alpenanlagen gedeiht, wenn sie gut gegen Frost geschützt wird. Reste von ihr fanden sich in Schonen, Dänemark und Hedingen.

Auch unsere beiden andern alpinen Zwergweiden, die netzadrige (*Salix reticulata* L.) und die stumpfblättrige (*Salix retusa* L.) haben ihre Spuren in dem glacialen Lehm hinterlassen. Sehr charakteristisch sind die dickledrigen, oberseits glänzenden, unterseits weisslichen und stark geaderten Blätter der ersteren (Fig. 25-30). Sie hat einen ähnlichen Verbreitungsbezirk wie *herbacea*, geht aber in unsern Alpen nicht so weit hinauf und steigt bedeutend weiter herab (stellenweise bis 1100m); auch gedeiht sie in Culturen des Tieflandes vortrefflich, besitzt also offenbar grössere Acclimatisationsfähigkeit an höhere Temperaturen als *herbacea*. Sie ist bis jetzt in Schonen, in Mecklenburg, in Schwerzenbach und in Niederwyl in glacialen Lettenefunden worden. — Was von ihrem klimatischen Verhalten gesagt gilt auch für *Salix retusa*. Ihre länglichen, nach unten keilig verschmälerten Blättchen sind vorne stumpf und häufig etwas ausgerandet; besonders charakteristisch sind die unter äusserst spitzem Winkel vom Hauptnerven abgehenden, beinahe longitudinal verlaufenden Seitennerven (s. Fig. 17-21). Auch sie ist eine Pflanze der alpinen, ja nubnivalen Region der Pyrenäen und Alpen; im Norden dagegen ist sie nicht sicher nachgewiesen.¹ Sie steigt in den Alpen sehr weit herab (im Linththal z. B. bis ca. 800m und geht nur in einer kleinblättrigen, vielleicht als Art verschiedenen Form (— *serpyllifolia*) so hoch wie *herbacea*; sie ist in sichern Resten nur von Schwerzenbach nachgewiesen; der nächste gegenwärtige Standort derselben ist das Schnebelhorn (1297 m)

¹ Wenn man nicht, wie Christ (Ueber die Verbreitung der Pflanzen der alpinen Region der europäischen Alpenkette, in Denkschriften der schweiz. naturf. Gesellschaft 1867) dies thut, die nordischen Weiden *Salix phlebophylla* And. und *-cuneata* And. mit *retusa* vereinigt.

Die vier bis jetzt besprochenen Weiden tragen schon in ihrem zwergigen Wuchs den deutlichsten Stempel ihrer Anpassung an ein arctisch-alpines Klima: die übrigen im glacialen Letten gefundenen Weiden sind höhere Sträucher. *Salix hastata* var. *alpestris* (Schwerzenbach) (Fig. 39-40) ist eine rein alpine Form, — *arbuscula* L. und — *myrsinites* L. (Mecklenburg) sind alpin-nordisch, *myrtilloides* L. (Fig. 31--33) ein kleines Sträuchlein, nordisch und in Deutschland an wenigen Orten gefunden (Schlesien, bayrische Alpen und Moore). Letztere kommt an ihren beiden glacialen Gebieten jetzt nicht mehr vor (Schwerzenbach und Bovey - Tracey). *Salix cinerea* endlich und *Betula alba*, unsere gewöhnliche Birke, die neben *Betula nana* und *Salix myrtilloides* in dem glacialen Thon von Bovey-Tracey sich finden, weisen auf ein dem heutigen analoges Klima, denn sie finden sich noch heute an denselben Standorten; dasselbe gilt von der *Betula pubescens* Ehrh. von Mecklenburg.

Ein Steinbrech, den Steenstrup (nach gef. brieflicher Mittheilung von Prof. Nathorst) im dänischen Glaciallehm fand (*Saxifraga oppositifolia* L.), zeigt schon in seiner äussern Erscheinung deutlich die hochalpine Natur: aus einem dichten Polster weithin kriechender Triebe, mit kleinen dicklichen, zierlich bewimperten Blättchen besetzt, erheben sich auf ganz kurzem Stiel die verhältnismässig enormen dunkelblaurothen Blüthen: so schmückt sie Geröll und Felsen der nivalen Region, steigt bis auf die höchsten Gipfel (Piz Linard 3417 m, Theodulpass 3333 -) und bis in den Spitzberger Norden; sie ist circum- polar, auch auf dein Altai zu Hause, den Siebenbürger Alpen und den Carpathen, den Pyrenäen, dem Apennin und der spanischen Sierra Nevada fehlt sie nicht, ist also eine arctisch-alpine Pflanze weitester Verbreitung. Aber sie hat ein hohes Anpassungsvermögen an wärmere Klimate: ein sprechender Beweis dafür ist ein versprengter Standort am Ufer des Bodensees bei Constanz und bei Friedrichshafen; vielleicht ist sie durch den Rhein hier tierabgeschwemmt, fristet aber nicht, wie anderwärts derartige Flüchtlinge, ein kümmerliches Leben, sondern sie breitet sich in mächtigen Rasen in der Strandzone aus, an Orten, die ihr durch zeitweilige Ueberschwemmungen die Feuchtigkeit der alpinen Heimath ersetzen. An Standorte ähnlichen Characters steigt sie in Schottland an mehreren Punkten herab: in Cantire, in Sutherland und im Norden von Aberdeenshire überzieht sie die Strandklippen, an Orten von 9° mittlerer Jahrestemperatur. Am Theodul hält sie ein Jahresmittel von —5,9° aus: also wieder Differenzen von ca. 14° , wie bei der Zwergbirke. Auch in

unsern Alpenanlagen gedeiht sie vortrefflich, namentlich die vom Bodensee stammenden Exemplare, die sich schon an unser Klima gewöhnt haben.

Dryas octopetala L. ist in Schonen sehr häufig, ferner in Mecklenburg, Dänemark, Schwerzenbach, Niederwyl und Hedingen nachgewiesen, also nach der Zwergbirke das verbreitetste Fossil unserer Schicht (die Nathorst «*Dryas-Formation*» genannt hätte, wenn nicht der Name schon anderweitig verbraucht gewesen wäre). Die Blätter sind ausserordentlich charakteristisch (s. Fig. 34-38), von sehr starker ledriger Consistenz und darum zur Erhaltung Fig. Erhaltung vorzüglich geeignet: am Rande mit starken tiefen Einschnitten, die freilich häufig durch Einrollen des Randes verdeckt sind, und mit oberseits tief eingegrabenen Nerven : ein Blatt, das mit keinem andern verwechselt werden kann.

Die *Dryas* ist das stattlichste Zwergsträuchlein unserer Alpenflora: aus dem glänzenden Grün ihrer weit ausgebreiteten Polster erhebt sich auf schwankem Stiel der leuchtende Schnee ihrer achtblättrigen Kronen; und wenn die Blütenpracht vergangen, entsteigt ein zierliches Pinselchen, aus den silberhaarglänzenden Griffeln zusammengedreht, dem bleibenden Kelch; sind die zahlreichen Früchtchen gereift, so löst sich im Sonnenschein der Pinsel, die Härchen breiten sich weit aus und der leiseste Windhauch entführt die Frucht durch die Lüfte.

Die *Dryas* ist eine circumpolare Pflanze, die bis zur Grenze pflanzlichen Lebens sich vorwagt (auf Spitzbergen bis 80° 24'). Von Gebirgen hat sie den Altai, Ural, die Carpathen, Alpen, den Jura, die Auvergne, die Pyrenäen, die Berge Rumeliens und Griechenlands und den Apennin besiedelt, also eine arctisch-alpine Pflanze weitester Verbreitung. Als eigentliche Nivalpflanze kann sie nicht gelten; nach Sendtner kommt sie in den bayrischen Alpen von 1530-2166- vor; sie zeichnet sich, wie *Salix retusa*, durch eine weitgehende Adaptionsfähigkeit an einen Wärmeüberschuss aus: in unsern Alpenanlagen wächst sie üppig, im südlichen Norwegen gedeiht eine kleine Colonie derselben vortrefflich unmittelbar am Meeresstrand (bei Langwund unter 59 ° B.) und bei München ist sie an der Isar häufig (bei 471 - ü. M.), durch den Fluss herabgeschwemmt. Ihre klimatischen Grenzen liegen also zwischen — 8 und ca. 7 C. Jene Vorkommnisse im Tiefland sind immerhin vereinzelt und bei der allgemeinen Verbreitung derselben im Glacialthron kaum massgebend: sie massgebend deutet durch letztere zweifellos auf eine früher niederere Temperatur.

Dasselbe gilt vom Alpenknöterich, *Polygonum viviparum* L., von dem ein einziges Blättchen bei Schwerzenbach sich fand (Fig. 43. 44), an der

eigenthümlichen Randnervatur leicht zu erkennen. Es ist ein niedriges, einstengliges Kraut, mit wenigen derben dicklichen Blättern und langer dichter Aehre aus Knäueln weisser Blüten. Statt derselben bringt er, namentlich im hohen Norden, oft kleine Zwiebelchen hervor, die später abfallen und zu neuen Pflanzen werden (daher sein Arname «viviparum» = lebendig gebärend). Seine geographische Verbreitung ist ganz analog derjenigen der Dryas: circum-polar, hocharctisch (Spitzbergen bis 80° 24' und dort noch bis zu einer Höhe von 180m ü. M.) und in der Alpenregion der meisten europäischen und asiatischen Gebirge (in den bayrischen Alpen bis 2400 -). Auch er geht stellenweise weit herunter (in Augsburg 450 m, München 470 m, Thierfeld im Linththal 800 m, in den schottischen Hochlanden sogar bis 50 - ü. M., bei einer Jahrestemperatur von ca. 8° C.) und lässt sich bei uns leicht cultiviren.

Azalea procumbens L. (Fig. 48-50), eine Verwandte unserer Alpenrosen, bildet zierliche dichte, rasig ausgebreitete Polster auf alpinen Felsen und Hochmooren, geschmückt mit röthlichen Blütensternchen. Im Verein mit der ebenfalls in Schwerzenbach gefundenen Moor-Heidelbeere (*Vaccinium uliginosum* L.) und andern Verwandten zieht sie einen Gürtel immergrüner Zwergbuschvegetation um die Alpenzinnen. Immerhin hat die *Azalea* einen ausgeprägten hochalpinen Character: sie findet sich nur in Höhen von ca. 1600 bis ca. 2300 m, während die Moorbeere schon bei uns und auch in Norddeutschland in die Ebene herabsteigt. Beide sind auch nordisch, gehen aber nicht bis Spitzbergen.

Die Bärentraube (*Arctostaphylos uva ursi* Spreng.), ein niederliegender Halbstrauch mit glänzenden, ledrigen Blättern (Fig. 41. 42) und zierlichen fleischrothen Blüten, nimmt klimatisch ungefähr denselben Rang ein wie seine Verwandte, die Moorbeere. Sie findet sich bei uns auf den Hügeln des Plateaus (am Irchel bei ca. 600 m, bei Schloss Wölflingen ca. 450 -), in Bayern von ca. 440-1860m ü. M. in Norddeutschland auf Mooren der Ebene, in den westlichen Hochlanden Schottlands geht sie bis 50m ü. M. herab, bei einer Jahrestemperatur von ca. 8° C. Auch im Norden ist sie weit verbreitet, geht aber nur bis zum 70° (in Lappland). Beide sind nur von Schwerzenbach bekannt.

Die Blätter vom Tausendblatt (*Myriophyllum*) (Fig. 45-47) und Laichkraut (*Potamogeton*), die in Schonen und Schwerzenbach gefunden wurden lassen keine sichern Speciesbestimmungen zu, können daher auch keinen nähern Aufschluss über das Klima geben. Nur soviel sei bemerkt, dass die 2 Arten

von Tausendblatt, die man bei uns kennt, in Bayern nur bis ca. 730 - ü. M. gehen und nur eine derselben arctisch ist, während beide die Sümpfe des europäischen Tieflandes bis im Süden Spaniens beleben, also ein extrem arcti-sches Klima unwahrscheinlich machen. Laichkraut - Arten gehen allerdings hoch hinauf (Potamogeton marinus z. B. in den Alpen bis über 2000 m) und 3 Arten sind auch auf Spitzbergen vorhanden, aber die grosse Mehrzahl sind Bewohner der Ebene.

Von den bis jetzt bekannten 29 Moosarten der glacialen Flora (24 aus Schonen, eine über dem Forest-bed, eine beim Signal von Bougy bei Lausanne und 3 aus Schussenried) ist eine ausgestorben, nämlich *Hypnum diluvii* Schimp. (das eiszeitliche Astmoos), verwandt mit dem aus Schussenried bekannten *Hypnum sarmentosum* aus Lappland und den Sudeten. Die 27 übrigen sind meist auch im ebenen Mitteleuropa zu finden, gehen aber zum grössten Theil bis in den hohen Norden (18 sind auf Spitzbergen, eines auf der Bäreninsel, zwei auf Grönland zu Hause).

Wenn wir nun die eben besprochenen Pflanzenreste nach dem Klima befragen, das sie für die Zeit ihrer Ablagerung voraussetzen, so sind wir in der glücklichen Lage, mit lauter jetzt lebenden Arten rechnen zu können, deren klimatische Ansprüche und Grenzen wir genau kennen.

Suchen wir einmal für den uns am nächsten liegenden und ergiebigsten Fundort Schwerzenbach sein eiszeitliches Klima zu ermitteln. Keine der damals dort lebenden Pflanzen, mit einziger Ausnahme des Tausendblattes und wahrscheinlich auch der Laichkräuter, hat sich dort, hat sich überhaupt an Orten von demselben klimatischen Character halten können, sie haben sich alle theils nach dem Norden, theils in die alpine oder subalpine Region unserer Gebirge zurückgezogen, d. h. in kältere Gegenden. Welche Veränderungen in der ihrer ehemaligen Heimath lassen sich daraus erschliessen? Warum kann diese ganze Pflanzengemeinschaft jetzt nicht mehr bei uns gedeihen? Die Antwort auf diese Frage liefert uns klar und deutlich das Experiment: Versetze eine Polarweide, eine unserer alpinen Zwergweiden, die Dryas nach Schwerzenbach, gib ihr ihre mütterliche Erde, den offenen Horizont und die Sonne ihres ursprünglichen Standortes, aber lasse die Temperaturen ungehindert auf sie wirken, schütze sie nicht gegen die brennende Sonnenhitze, nicht gegen die Fröste und namentlich auch nicht gegen das Ueberwuchern durch die vom Klima mehr begünstigte Ebenenflora, und Du wirst sie in kurzer Zeit zu Grunde gehen sehen; ein deutlicher Beweis, dass es die Aenderung der

direct und indirect wirkenden klimatischen Factoren ist, die unsere Schwerzenbacher Flora vertrieb. Es muss also zur Eiszeit Schwerzenbach ein Klima gehabt haben, das dem der jetzigen Areale der vertriebenen Flora ähnlich ist, also ein kälteres.

Um eine möglichst richtige Vorstellung von diesem Klima zu erhalten, müssen wir uns nach einem Ort umsehen, wo auch heutzutage die Mehrzahl unserer Arten zusammen vorkommen. Alle finden sich heute wohl nirgends mehr beisammen: es stimmt eben unser Fundort darin mit den meisten petrefactenführenden Schichten der Glacialperiode überein, dass er ein Gemisch von Formen zeigt, die heutzutage einander ausschliessen, ein Character, der durch die starken klimatischen Schwankungen der Glacialperiode in relativ kurzen Zeiträumen seine hinreichende Erklärung findet. Es ist gerade, als ob die Organismenwelt in der Glacialperiode nicht zu einem Gleichgewichtszustand gekommen wäre: überall finden sich Formen, die in vorrückender, andere, die in zurückweichender Bewegung begriffen sind.

Es liesse sich noch die Frage aufwerfen, ob nicht vielleicht die Blättchen der nivalsten unserer Arten aus grösserer Distanz tiergeschwemmt sein könnten, etwa vom Ende des Gletschers; aber das ist wegen der zum Theil ganz vorzüglichen Erhaltung gerade auch dieser Blättchen sehr unwahrscheinlich. Eher noch liesse sich denken, dass sie mit erraticen Blöcken hertransportirt waren, ähnlich wie auch heutzutage arctisch-alpine Moose, Farrenkräuter und selbst Blütenpflanzen auf Fündlingen im Alpenvorlande sich finden. Die Häufigkeit von *Salix polaris* macht wenigstens für diese Seeies auch diese Annahme sehr unwahrscheinlich.

In Spitzbergen finden sich 5 von unsern 10 Schwerzenbacher Pflanzen, auf dem Gotthard 6, ersteres hat (unter 78° N. B.) eine mittlere Jahrestemperatur von —8°, letzterer (Hospiz) von —3,7. Nun dürfen wir aber den namentlich für die Alpenpflanzen so ausserordentlich wichtigen zweiten Factor des Klimas, die Feuchtigkeit, nicht vergessen. Dass diese zur Glacialzeit bedeutend grösser war als jetzt, ist nach Früherem zweifellos. Wir sehen aber auch heutzutage an Orten, wo die Feuchtigkeit local grösser ist, die Alpenpflanzen tief herabsteigen. So an unsern Seen: am Walensee, Vierwaldstätter-, Thuner-, Briener- und Löwen-See reicht die rostblättrige Alpenrose bis zum Seespiegel (400-500 -) herab und mit ihr eine ganze Schaar von Kindern der Höhe; am Achensee im nördlichen Tirol ist die untere Grenze der alpinen Vegetation nach Kerner um mindestens 300m herabgerückt; das

auffallendste Beispiel ist das üppige Gedeihen der *Saxifraga oppositifolia* am Bodenseeufer und der schottischen Meeresküste.

Es können also unter dem Schutze einer feuchtigkeitsgetränkten Umgebung, das zeigen diese Beispiele deutlich, unsere Alpenbewohner das Terrain gegen die Ebenenbewohner behaupten auch unter Temperaturverhältnissen, die den letztern besser zusagen. Diese Thatsache nöthigt uns, das unter dem Einfluss des jetzigen viel trocknere Klimas unserer arctisch-alpinen Vegetation entsprechende Temperaturmittel der feuchtigkeitschwangeren Atmosphäre der Eiszeit zu Liebe um einige Grade zu erhöhen. Bedenken wir ausserdem die Anwesenheit von Tausendblatt und Laichkraut, und das Zeugnis der Thierreste (s. unten), so scheint ein Mittel von 3-4° nicht zu hoch gegriffen.

Die weite Verbreitung der Zwergbirke, der Dryas und der Polarweide zur Glacialzeit, verbunden mit dem Fehlen des Baumwuchses an allen Fundorten, machen eine mächtige Ausdehnung einer Zwergstrauch-Vegetation zur Eiszeit wahrscheinlich. Die übrigen schweizerischen Stationen sagen bei der Spärlichkeit ihrer Reste nur wenig (nur *Betula nana*, *Salix herbacea*, -*reticulata* und Dryas); das Kolbermoor in Bayern mit seiner Zwergbirken-Schicht stimmt sehr gut dazu, ebenso Oerzenhof in Mecklenburg mit seinen zahlreichen Weiden (die höhere derselben und die baumartigen Birken gehören nach Nathorst einer spätere Zeit an) und Schonen, dessen zahlreiche Moore auf eine Tundra-Vegetation hinzudeuten scheinen. *¹)

Wir können also das Resultat unserer Erörterung der Pflanzenreste des Glacialthons dahin aussprechen, dass zur Zeit seiner Ablagerung an den betreffenden Orten eine niedrige Strauchvegetation geherrscht habe; das Klima war entschieden rauher als jetzt (im Maximum 3-4° C. mittlere Jahrestemperatur), auch die Feuchtigkeit war grösser und die Vegetationsperiode kürzer (was namentlich aus dem Fehlen der Bäume hervorgeht).

Was sagen nun die thierischen Reste unserer Fundschicht zu diesen Schlüssen? Es ist bekannt, dass namentlich die Schalthiere des Festlandes sehr empfindlich gegen Klimaveränderungen sind: Nathorst führt aus den Ablagerungen in Schonen circa 9 sicher bestimmte Arten auf, sämmtlich «über

¹Unter «Tundra» versteht man die im arctischen Gebiet dominirenden weiten Flächen, die vorzugsweise eine Moos- oder Flechtenvegetation tragen; dazwischen sind an manchen Stellen Zwergsträucher eingestreut; so namentlich im arctischen America.

den grössten Theil von Europa verbreitete Conchylien, deren nördliche und verticale Verbreitungsgrenze allerdings zum Theil die südlichste und tiefste der aufgeführten Pflanzen berührt, die aber durchaus keinen specifisch borealen oder alpinen Character tragen» (Sandberger). Dieses Ergebniss lässt uns ein extrem arctisches Klima ganz unzulässig und das aus den Pflanzenresten erschlossene Temperaturmittel von 3-4° keinesfalls zu hoch erscheinen.

Aus Schwerzenbach sind 12 Käferarten bekannt, aus Hedingen eine ^{1*} Fünf davon sind ausschliesslich alpin, zwei vorherrschend alpin, und fünf im Hügelland häufig, aber auch in nordischen Gegenden. Es sprechen also auch die Insecten für ein kälteres Klima, aber weniger entschieden als die Pflanzen.

Wirbelthiere aus mit unserem Glacialthon unzweifelhaft gleichaltrigen Schichten sind bis jetzt nur in dem postglacialen Kalktuff von Schussenried nachgewiesen, nämlich Rennthier, Vielfrass, Wolf, Polarfuchs, americanischer Rothfuchs, Bär, Pferd, Singschwan, endlich auch Andeutungen der Existenz des Menschen (Werkzeuge aus Feuerstein und Knochen, und Klumpen rother Farbe). Davon sind Rennthier, Vielfrass, Polarfuchs und Singschwan hochnordischen Characters, die übrigen finden sich noch jetzt in derselben Gegend. Auch die dort gefundenen Insecten (*Carabus arvensis*, *Otiorhynchus niger montanus* [beide auch in Schwerzenbach], *Pterostichus vernalis* und *Harpalus aeneus*) weisen auf ein kälteres Klima.

Welcher Epoche der Glacialperiode gehören unsere Ablagerungen an? Darüber geben uns die Lagerungsverhältnisse Aufschluss: überall liegen sie auf der Grundmoräne auf; bedeckt sind sie meist von recenten Torfmooren, nirgends findet sich über ihnen ein Zeichen einer nochmaligen Vergletscherung: sie sind also postglacial, d. h. nach dem definitiven Rückzug des Gletschers

¹ Es sind folgende :

Aus Schwerzenbach :

1. Nur in Gebirgsgegenden: *Harpalus laevicollis* Dft., *Otiorhynchus niger montanus* Schh., *Otiorhynchus alpicola* Hr. Schh., *Otiorhynchus rugifrons* Gyll.
2. Vorherrschend in den Alpen, aber auch in's Tiefland herabsteigend: *Carabus arvensis* F. und *Otiorhynchus fuscipes* Ol.
3. In der ebenen Schweiz häufig, auch in nordischen Gegenden : *Pterostichus nigrita* F. sp., *Gyrinus natator* L., *Silpha*, dispar. Hbst., *Donacia sericea* L. sp. und *Melolontha Hippocastani* F.

Aus Hedingen : *Carabus silvestris* (alpin).

aus der betreffenden Gegend gebildet. Immerhin mag das Ende des Gletschers noch nicht allzuweit entfernt gewesen sein, denn auch heutzutage finden wir die Schwerzenbacher Flora in nächster Nähe der Gletscher : vielleicht so lange die Zunge des Linthgletschers bis Rapperswyl reichte, vielleicht auch noch länger mögen sich die Alpenweiden bei uns erhalten haben, um später dem Eis auf seinem Rückzug zu folgen und noch jetzt die spärlichen Reste des ehemaligen Eismeers zu umsäumen.

Für einen Glacialthon bei Thorsjö in Schweden und für die Weybourne-Beds über dem Waldbett der Norfolk-Küste haben wir ein höheres Alter in Anspruch zu nehmen. Der erstere wird von Moräne unter- und über lagert, ist also in einer Zwischenperiode der Vereisung gebildet, nicht nach dem definitiven Rückzug des Eises. Auch die Lagerungsverhältnisse des Lehms der Weybournebeds sind wesentlich andere: sie liegen zwischen dem interglacialen Forest-bed und dem «Boulder-clay» der zweiten Eisperiode, gehören also dem Ende der grossen Interglacialperiode an, entsprechen also einer Zeit wachsender Kälte, nicht abnehmender.

Was endlich das Lignitlager von Jarville bei Nancy betrifft, so weicht dasselbe von allen unsern übrigen Fundorten durch seine petrographische Natur und das Vorherrschen einer Baumvegetation ab; in beiden Punkten schliesst es sich näher an die Schieferkohlen an. Ob es interglacialen oder post-glacialen Alters ist, lässt sich nicht mit aller Sicherheit entscheiden. Mit den interglacialen Schieferkohlen hat es die Lärche, Fichte und Bergföhre gemein, aber die beginnende (oder abnehmende) Kälte der zweiten Eiszeit zeigen schon die Alpenerle, die sibirische Fichte und namentlich die Nivalpflanze *Elyna spicata* an *¹).

¹ Die Alpenerle (*Dros*) bildet in unsern Alpen über der Baumgrenze, mit Alpenrosen vergesellschaftet, einen Gürtel von Buschwald, steigt aber auch ziemlich tief in das Hügelland herab : auf dem Albfis ist sie zu finden, ferner auf dem Irchel und dem niedrigen Höhenzuge zwischen Bülach und Rorbas; in Bayern geht sie bis 300 - herab. Die sibirische Fichte, von unserer durch viel kleinere und dünnschuppige aufrechte Zäpfchen verschieden, streicht von Finnmarken durch ganz Sibirien bis an den Amur und geht bis 70° N. B., hat also hochnordischen Character. Die *Elyna* endlich, ein unscheinbares dichtrasiges Riedgras, ist eine circumpolare und streng hochalpine Art, die nirgends namhaft unter 1900m (also nicht bis zur Baumgrenze) herabsteigt und zur Flora der höchsten Gräte beiträgt ; in Culturen der Ebene gedeiht sie nicht. — Also auch hier wieder Mischung von Formen, die sich heutzutage nicht mehr miteinander vertragen.

Die genauere Parallelisirung unseres Glacialthons mit andern postglacialen Gebilden lässt sich in Ermanglung eines vollständigen Profils nicht sicher durchführen. Der feine Schlamm, den die Gletscherströme zur Zeit des Rückzuges der Gletscher weithin verführten, setzte sich an vielen Stellen der Flussthäler, in geringer Höhe über dem jetzigen Wasserspiegel, als ein kalkhaltiger Lehm (Mergel) ab, den man als «Thai-Löss» bezeichnet. Die Fauna dieser Bildung, aus zahlreichen Conchylien und Wirbelthieren bestehend, ergibt nach Sandberger eine gleichmässig über ganz Europa verbreitete mittlere Jahrestemperatur von circa 4°. Die Zeit der grössten Ausdehnung unserer arctisch-alpinen Vegetation entspricht nach dem Vorausgehenden einer etwas grössern Depression der Temperatur, mag also der Lössbildung vorausgegangen sein; es ist aber leicht möglich, dass zu der Zeit, als diese Vegetation sich in die Nähe der Gletscher zurückgezogen hatte (unsere sämmtlichen Fundorte liegen ja innerhalb des vereisten Gebietes), das übrige Europa schon jene etwas höhere Temperatur von 4° besass; es ist das um so wahrscheinlicher, als wir unter den Organismen unserer Glacialthone eine ganze Anzahl finden, die eine beginnende Milderung des Klimas andeuten, die wir als Vorposten der damals in weiterer Entfernung von den Gletschern herrschenden Flora und Fauna betrachten dürfen: Vorposten insofern, als ja später das Gros nachrückte, um schliesslich der heutigen Vegetation Platz zu machen.

Ausser den schon bei der Besprechung der interglacialen Fauna hervorgehobenen thierischen Zeugen eines hältern Klimas sind in dem eben erwähnten Löss, dann auch in diluvialen Geschiebemassen und Tuffen, namentlich aber in den vielen Höhlen der Gletscherzeit, noch zahlreiche Species gefunden worden. Die 15 bis jetzt bekannten arctisch - alpinen Wirbelthiere der Eiszeit sind:

Der norwegische und der arctische Lemming, der Ziesel, der Alpenhase, der Moschusochse, das Rennthier, Elenthier, der Polarfuchs, Vielfrass, die Alpenmaus, das Murmelthier, Gemse, Steinbock, Singschwan und Schneehuhn. Boyd Dawkins unterscheidet ausser diesen Zeugen eines kälteren Klimas noch drei Gruppen diluvialer Wirbelthiere, nämlich solche, die jetzt noch in der gemässigten Zone von Europa, Asien und Nordamerica leben (29 Species), solche, die jetzt nur noch in wärmeren Gegenden vorkommen (9 Arten) und endlich ausgestorbene Arten (8 Species, die wir alle schon als interglacial kennen lernten). Die mannigfachen, schon oben erwähnten Landbrücken der Diluvialzeit (zwischen Spanien und Nordafrica, Sicilien, Italien und Africa,

England und Frankreich), verbunden mit der Existenz einer wärmeren Zwischenperiode, machen Wanderungen africanischer Formen nach Spanien und sogar bis England erklärlich.

Fügen wir endlich, um das Bild zu vervollständigen, hinzu, dass in zahlreichen glacialen Ablagerungen auch Reste des Menschen gefunden worden sind, namentlich in den diluvialen Flusskiesen (river-drift) und den Höhlen. Es sind primitivste Waffen (Dolche, Pfeilspitzen), durch mühsames Splintern harter Steine, namentlich Feuerstein, hergestellt oder auch aus harten Knochen oder Geweihstücken (Angeln, Pfriemen, Schabmesser) bereitet: der Mensch der Eiszeit war ein Jäger. Interessant ist die weite Verbreitung ganz analoger

«palaeolithischer» Funde: in England, Frankreich, Deutschland, Spanien, Italien und Griechenland, in Algier, Aegypten. und Palästina, ja selbst in Indien und Nordamerica jagte der Wilde der Eiszeit, überall auf derselben Culturstufe stehend. Das einzige Zeugnis einer höhern geistigen Befähigung hat uns der Höhlenmensch in den auf Knochen und Geweihstücken eingeritzten, oft von ganz vortrefflicher Beobachtungsgabe zeugenden Thierbildern hinterlassen, dem ältesten Product der bildenden Kunst.

2. *Indirecte Beweise für die Existenz einer arctisch-alpinen Flora im Tiefland während der Eiszeit.*

Wenn wir die Reste einer Pflanze als Versteinerung finden, so können wir, falls nicht andere Umstände einen Hertransport aus weiter Ferne wahrscheinlich machen, mit aller Sicherheit annehmen, dass diese Pflanze früher an demselben Ort ihre Existenzbedingungen gefunden. Dieses Raisonement benützten wir im Vorhergehenden. Es gibt aber auch andere Thatsachen, die uns einen Schluss auf die frühere Anwesenheit einzelner Pflanzen oder ganzer Pflanzengemeinschaften an einem gegebenen Orte gestatten. Es sind das die Thatsachen der heutigen geographischen Verbreitung der Gewächse, die ja nur einen vorübergehenden Zustand einer langsam, aber stetig sich ändernden Grösse darstellt, bedingt durch den vorausgehenden und den nachfolgenden bedingend.

Der Pflanzengeograph trifft häufig eine und dieselbe Art auf weit auseinanderliegenden Standorten, in Distanzen, die nach Breitengraden messen; die dazwischenliegenden Gebiete schliessen durch ihre gegenwärtige Beschaffenheit

die Möglichkeit einer Durchwanderung für unsere Art vollkommen aus : wie sollen wir ein solches Verhalten erklären? Wenn nicht durch die Beschaffenheit der Samen (Kleinheit, grosse Flugfähigkeit durch Flügel- oder Haarbildung, hakige Anhängsel) ein directer Transport durch den Wind, durch Wasser, oder durch Vögel wahrscheinlich gemacht werden kann, so liegt (wenn man nicht anders eine gesonderte Entstehung einer und derselben Art an verschiedenen Punkten für möglich hält, wofür bis jetzt nur sehr wenige Anhaltspunkte vorliegen) die Vermuthung am nächsten, dass die weit auseinanderliegenden Standorte die jetzt getrennten Reste eines ehemaligen weit grösseren, auch das dazwischenliegende Gebiet umfassenden Verbreitungsbezirkes unserer Art seien; oder zum mindesten, dass das trennende Gebiet früher durch andere klimatische Bedingungen eine Wanderung gestattet habe.

Wenn wir also heutzutage einen grossen Theil unserer Alpenpflanzen (nach der Zählung von Christ ein volles Drittel) im hohen Norden wiederfinden, getrennt durch ein länderweites wärmeres Gebiet, das diese Pflanzen ausschliesst, so werden wir daraus den Schluss ziehen, dass die dazwischenliegenden Gebiete einmal ein Klima besaßen, das diesen Pflanzen eine zusammenhängende Verbreitung von Spitzbergen bis zu den Alpengipfeln gestattete. Wir brauchen auch gar nicht weit zurück die Geschichte unseres Planeten zu durchsuchen, um die obigen Bedingungen zu finden: die Geologen sagen uns (und sie kamen ganz unabhängig von unserem pflanzengeographischen Raison-nement zu diesem Schluss), dass zur Eiszeit, in der jüngstvergangenen Epoche unserer Erdgeschichte, ein solches Klima über ganz Europa herrschte.

Wir haben im Vorhergehenden gesehen, dass in den postglacialen Thonen eine Anzahl dieser «Glacialpflanzen» (unter diesem Namen wollen wir nach Engler's Vorgang alle diejenigen Arten zusammenfassen, die während der Eiszeit ihre Existenzbedingungen auch im Tiefland fanden, also während dieser Zeit ihre jetzige Verbreitung gewinnen konnten) directe Spuren ihrer Anwesenheit in fossilem Zustand hinterlassen haben. Es ist gewiss kein Zufall, dass die sämmtlichen Blütenpflanzen des Glacialthons mit einziger Ausnahme der *Salix retusa* und *- polaris* nordisch-alpin sind. Christ zählt p. 273 seines «Pflanzenleben der Schweiz» von den 100 arctischen Hochalpenpflanzen der Schweiz 13 auf als circumpolar und zugleich in den Alpen massenhaft verbreitet. Von 5 dieser 13 Arten (*Dryas*, *Saxifr. oppositifolia*, *Polyg. viviparum*, *Salix herbacea*, *Azalea procumbens*) sind im Glacialthon verbindende Stationen zwischen ihren jetzigen beiden Hauptbezirken nachgewiesen, ebenso von 2

circumpolaren in den Alpen weniger häufigen Arten (*Salix reticulata* und *Myrsinites*) und von einer in den Alpen seltenen (*Elyna spicata*). Aber noch viel zahlreicher als die fossilen sind diejenigen alpinen und nordischen Pflanzen, die auch heutzutage noch, gleichsam «lebende Fossilien», vereinzelt oder in kleinere und grössere Colonieen im Hügelland und der Ebene, weitab von ihren Verwandten der Alpen und des Nordens, sich erhalten haben, als lebendige Zeugen der Eiszeit, als ein Stück Vorwelt mitten unter den Gewächsen der Gegenwart. Die Standorte dieser «Alpenpflanzeninseln» zeigen uns, dass vornehmlich die reichliche Speisung mit dem Lebenselixir aller und besonders der Alpenvegetation, mit Wasser, es ist, die diesen tapfern Nachzüglern der allseitig sie bedrohenden Concurrenz der Ebenenpflanzen so lange die Spitze bieten liess. Wir finden sie meist in feuchten schattigen Bergschluchten, in Nähe stets sprudelnder Quellen und im Schoos beständig feuchter Moore.

Der Leser wird schon errathen haben, dass jene alpinen Fremdlinge des Uetli, von denen wir ausgingen, eben eine solche Colonie aus der Eiszeit bilden, dass die Erklärung ihrer Anwesenheit in der That, wie wir Eingangs vermutheten, in einem früheren Zustand der Dinge zu suchen ist. Im Kanton Zürich zählt Prof. Heer in der «Urwelt der Schweiz» im Ganzen 40 alpine Arten, die namentlich im obern Tössthal, auf dem hohen Rhonen, dem Albis, der Lägern und dem Irchel sich finden.*¹⁾

¹ Auf dem Uetli und Albis sind es ausser den schon Eingangs angeführten (*Linaria alpina*, *Epilobium Fleischeri*, *Petasites niveus*) folgende : *Saxifraga aizoides* L., ein gelber Steinbrech (auch im Küssnachter-Tobel), *Campanula pusilla* Hinke, ein zierliches Glockenblümchen, *Pinguicula alpina* L., das weissblühende, feuchtigkeitsliebende Schmeerkraut der Alpen (auch auf Sumpfwiesen bei Wytikon), *Rosa alpina* L., das stachelarme Heckenröschen der Alpen, *Alnus viridis* DC., die Alpenerle, *Pinus montana* Mill. f. *uncinata* Ram., die hakige Form der Bergföhre, *Homogyne alpina* Cass., der Alplattich (Albishochwacht), *Nardus stricta* L., das steifborstige, hartrasige Nardgras der Alpenweiden (auch auf dem Torfmoor bei Robenhausen). Auf der Lägern sind es *Draba aizoides* L., eine gelbe Alpendrabe, *Arabis alpina* L., eine weissblühende Gänsekresse, *Ribes alpinum* L., die Alpen-Johannisbeere, *Saxifraga aizoon* L., ein weissblühender Steinbrech, *Adenostyles albifrons* Rchb., der graufilzige Drüsengriffel. Auf Moorwiesen (Wytikon, Oerlikon, an der Thur bei Thalheim) blüht im Frühjahr die wohl auch hierher zu rechnende *Primula farinosa* L., die Mehlsprimel, die auch die Marschen Hannovers schmückt; im Robenhauser Torfried bildet die rasige Binse (*Scirpus caespitosus* L.) der Alpen ihre steifen Polster neben denen des Nardgrases. Aber auch nordische Formen, die den Alpen fehlen, beherbergen unsere Moore; so die *Scheuchzeria palustris* L., ein niedriges, steifes, binsenähnliches Gewächs mit unscheinbaren gelblichgrünen Blüten und sparrig abstehenden Früchtchen; so auch die fadenwurzlige Segge, *Carex chordorrhiza* Ehrh., einen seltenen Bewohner des Katzenssee-Riedes und der Moore bei Pfäffikon, ausgezeichnet durch die fadenartig den «schwingenden Boden» durchziehenden Rhizome, die nur in weiten Distanzen (1-2') einzelne blühende Halme über die Erde senden.

Aus dem Kanton Aargau sind durch Prof. Mühlberg ca. 58 Blütenpflanzen alpiner Herkunft bekannt; die auffallendste darunter ist ein schöner, alljährlich blühender Strauch der rostblättrigen Alpenrose im Rütternwald bei Schneisingen, ca. 500m ü. M., den die Umwohner, auf den Werth dieses Zeugen der Eiszeit aufmerksam gemacht, durch sorgliche Umsäumung vor Zerstörung geschützt haben.

Manche dieser Colonisten scheinen direct mit dem mütterlichen Boden in die Ebene gewandert zu sein, sind also im vollen Sinne des Wortes «erratisch»: nämlich solche, die auf Fündlingen der Alpen oder des Nordens wachsen. Der gewaltige «Pflugstein» bei Erlenbach am Zürichersee hat wohl das in seinen Spalten grünende, alpin-nordische Farrenkraut, das sonst unserem Kanton fehlt (*Asplenium septentrionale* Hoffm.) direct aus seinem Ursprungsort am Gandstock im Kanton Glarus mitgeführt. Wahrscheinlich gilt dasselbe von den zahlreichen alpinen oder nordischen Flechten und Moosen, welche Fündlinge der Ebene bewohnen.

Kerner zählt aus Nieder-Oestreichs Voralpenland ca. 50 Pflanzen der Hochalpen auf; sie finden sich ca. 450-600m ü. M., in Thälern, die weit entfernt von der Kette der Hochalpen liegen, deren angrenzende Berge auf ihrem Scheitel keine einzige dieser Alpenpflanzen beherbergen, welche auch nicht von Gewässern durchzogen werden, die aus den höheren Alpen kommen ; auch hier sind die Standorte meist nach Norden liegende, in schattigfeuchte Thalschluchten abfallende Gehänge, und auch hier documentiren diese Colonien ihre Greisennatur durch das Fehlen des Nachwuchses, durch allmähliges Aussterben.

Das ganze Deutschland ist reich an solchen vereinzelt Zeugen der Eiszeit, namentlich die ungeheuren Moore der bayrischen Donauhochebene. Engler zählt auf diesen allein 50 Glacialpflanzen, im übrigen Deutschland etwa 60, wovon auch wieder die Moore Norddeutschlands etwa 24 beherbergen. Auch in Russland und Irland sind Colonien von Glacialpflanzen in der Ebene bekannt. Es ist also auch dieses Document der Eiszeit weit verbreitet.

Wir haben demgemäss in der heutigen Vertheilung der Gewächse ein Mittel, uns den Bestand der Glacialflora indirect wieder zusammenzusetzen. Alle diejenigen Arten, die jetzt dem hohen Norden einerseits und den Alpen oder andern südlichen Gebirgen anderseits gemeinsam sind, ferner solche, die aus dem arctischen Gebiet oder von den Gebirgen herab weit in die Ebene verbreitet sind, und endlich solche, die der alpinen Region einiger durch weite Ebenen getrennten Gebirge eigen sind: all' diese Pflanzen konnten nur während der Eiszeit*¹⁾, da das ihnen zusagende Klima überall herrschte, ihre jetzige Verbreitung erlangen, bilden also die Glacialflora.**²⁾

Aber ein sorgfältiges, vergleichendes Studium der jetzigen Areale dieser Glacialpflanzen sagt uns noch mehr: Wir erkennen in denselben bald die Endstationen, bald einzelne Etappen ausgedehnter Wanderungen; wir erfahren von einem lebhaften wechselseitigen Austausch der verschiedenen Gebiete während der Glacialzeit und sehen den jetzigen Zustand der Dinge als das Resultat mannigfacher Kämpfe zwischen concurrirenden Arten entstehen.

In vielen Fällen lässt sich aus dem Verhalten einer Art in ihren verschiedenen Arealen (namentlich auch aus der Verbreitung der nächsten Verwandten derselben) mit ziemlicher Sicherheit der Schluss ziehen, welches derselben das ursprüngliche ist, wo sie ihre Heimat hat; denn auch die Geschlechter der Pflanzen haben wie die der Menschen ihre Wiege, ihr Entstehungscentrum, von wo aus sie sich auszubreiten suchen; auch die stummen Völker der Gewächse haben ihre Wanderungen, ihre Kämpfe, leidenschaftslos, langedauernd und unblutig, aber mit nicht geringerer Zähigkeit bis zum Unterliegen, bis zur Ausrottung des Gegners getrieben.

Durch die Forschungen von Heer, Hooker, Engler und Christ haben wir ein ziemlich vollständiges Bild der wahrscheinlichen Wanderungen während der Glacialperiode erhalten, das wir hier in seinen Hauptzügen kurz wiedergeben wollen.

¹ Vorausgesetzt dass ein heutiger Transport über weite Strecken unwahrscheinlich ist, was für jede Art gesondert untersucht werden muss.

² Vielleicht haben wir, nach Englers Ansicht, auch noch manche Gewächse hinzuzurechnen, die heutzutage allein noch unsere tiefern Regionen bewohnen, aber zur Vollendung ihres jährlichen Lebenscyclus nur kurze Zeit, also auch relativ wenig Wärme brauchen; so viele unserer Frühlingsblumen, unsere Haidekräuter mit immergrünen Blättern und früher Blüthezeit, ferner solche mit im zweiten Jahre blühenden grundständigen Laubrosetten (Wintergrüne, viele Steinbrecharten).

Wir haben oben gesehen, dass die hohen Gebirge des temperirten Nordasiens (Altai) ihrer continentalen, trocknen Lage wegen keine Spuren einer früheren grössern Vergletscherung tragen. Von dort scheint denn auch ein Hauptstrom von Glacialpflanzen ausgegangen zu sein, der einerseits das arctische Gebiet bevölkerte, anderseits theils über den Ural, Skandinavien, England und Norddeutschland*¹⁾ bis zu den Alpen, Pyrenäen, der Sierra Nevada und den übrigen Mediterrangebirgen vordrang, theils südlich vom Ural längs der Ufer des diluvialen, aralo-caspischen Binnenmeeres zu den Carpathen und Alpen sich wandte. Die ganze Alpenkette verdankt dieser nordasiatischen Colonisation etwa ein Viertel ihrer Flora.**²⁾ Andere Arten wanderten vom Altai direct zum Kaukasus und Himalaya; auch die americanischen Gebirge weisen eine

¹ Manche nordische Arten machten in Norddeutschland Halt und drangen nicht bis zu uns vor: so die zwerghafte schwedische Cornel-Kirsche (*Cornus suecica* L.), die Zwerg-Brombeere (*Rubus chamaemorus* L.), der Schnee-Steinbrech (*Saxifraga nivalis* L.), das Läusekraut der Sudeten (*Pedicularis sudetica* Willd.), die *Cassandra calyculata* Don. u. A.

² Christ («Ueber die Verbreitung der Pflanzen der alpinen Region der europäischen Alpenkette» in den Denkschriften der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft, 1867) gruppirt die von ihm aufgezählten 693 Arten der ganzen Alpenkette (vom Ventoux bis zum Wiener Schneeberg) folgendermassen:

422 finden sich nicht im Norden, sind also Producte der Alpen selbst oder benachbarter Gebirge und Flachländer.

41 kommen im Norden vor, aber so vereinzelt, dass ihre Heimat sehr wahrscheinlich in den Alpen anzunehmen ist.

230 sind nordisch-alpin mit wahrscheinlichem Ausgangsgebiet im Norden.

Von diesen 230 Arten finden sich

182 Arten in den Gebirgen des temperirten Nordasiens (Altai und andere sibirische Ketten, darunter 54, welche Scandinavien fehlen (u. A. das Edelweiss, Alpenaster, Alpenerle, Lärche und Arve).

171 Arten in Scandinavien.

30 nur im arctischen America (aus America stammt auch das subalpine *Galium triflorum* Mchx., ein nord-americanisches, wie Waldmeister duftendes Labkraut, das von Dr. Killias bei Tarasp entdeckt und von Ascherson kürzlich erkannt wurde; in Europa bis jetzt nur aus Lappland und dem nördlichen Russland bekannt; ferner *Botrychium virginianum* Sw., von gleicher nördlicher Verbreitung wie das *Galium* und in Mitteleuropa, in Ost-Preussen, dem Engadin, Berchtesgaden und Oestreich gefunden.

16 nur in Nordeuropa.

nicht geringe Anzahl nordasiatischer Formen auf und selbst die tropischen und sogar antarctischen Gebirge tragen Spuren dieser Flora: ein sprechender Beweis für die gewaltige «Expansionskraft» der altaischen Pflanzengemeinde.

Ein weit weniger mächtiger Zug von Glacialpflanzen entsprang dem arctischen America, colonisirte einerseits über die Behringstrasse das arctische Sibirien und drang anderseits über Labrador, Grönland, Island und England (zum geringen Theil auch Skandinavien) bis zu den Alpen, zum Kaukasus, vielleicht sogar bis zum Himalaya.

Eine noch untergeordnetere Rolle als selbstständiger Vegetationsheerd für arctisch-alpine Pflanzen spielt allem Anschein nach Nordeuropa.

Unsere Alpen selbst sind die Geburtsstätte einer weit ausstrahlenden Flora: auf der Alpenkette entstandene Arten besiedelten Island, Skandinavien, Grönland, Labrador, den Ural; der Jura, die Vogesen, der Schwarzwald, die mitteldeutschen Gebirge, die Pyrenäen, der Apennin, die Carpathen und im fernen Osten der Taurun, vielleicht sogar der Himalaya haben unsern Alpen einzelne ihrer pflanzlichen Bewohner zu verdanken. Das Alter dieser endemischen Erzeugnisse der modernen Eiszeit, d. h. der Alpenregion, mag ein sehr verschiedenes sein. Da ja schon einmal, am Ende der Tertiärzeit, ungefähr die jetzigen Klima-Verhältnisse herrschten, musste sich schon damals auf den eben entstehenden Alpen eine alpine Vegetation gebildet haben, von welcher zweifellos manche Bestandtheile die Glacialperiode überdauert haben: so machen es Verwandtschaftsverhältnisse wahrscheinlich, dass unsere Alpenrosen zu diesen uralten Alpenbewohnern gehören.

Auch die übrigen mitteleuropäischen und südasiatischen Gebirge spielten in grösserem oder geringerem Grade die Rolle von Entwicklungscentren für einzelne Arten.

So erscheint der Pflanzenteppich der Glacialzeit aus zahlreichen Elementen verschiedenen Ursprungs gewirkt.

Wir haben die Flora der Eiszeit aus ihren directen und indirecten Spuren zusammengesetzt, wir haben gesehen, welches ihr Schicksal nach dem Rückzuge des Eises war: ein Rückzug in die jetzt noch der Eisperiode angehörigen Gebiete des Nordens und der Alpen, mit Zurücklassung versprengter Nach-

zügler in der Ebene. Es erübrigt uns noch zum Schlusse, zur Ergänzung unseres Vegetationsbildes, einen Blick auf die Besiedlung der von den Glacialpflanzen geräumten Gebiete durch die heutige Ebenenflora zu werfen.

Die Ausdehnung der unter dem Einflusse der Vergletscherung stehenden Flora mag ihre Grenzen wenig südlich der Alpen und der Pyrenäen gefunden haben. Wenn auch bei uns, in Deutschland und in ganz Nordeuropa die Vereisung die Ebenenflora der vorausgegangenen tertiären Periode beinahe gänzlich vertreiben oder vernichten musste, so gab es doch im wärmeren Mittelmeerbecken Orte genug, wo sie sich ungestört weiter entwickeln konnte, wo der Zusammenhang der tertiären mit der jetzigen Flora keine gewaltsame Unterbrechung erlitt. Dieser ungestörten Entwicklung verdankt die Mediterraneanflora ihren Reichthum an dort entstandenen Arten, wie ja auch die grosse Zahl der eingeborenen Alpenbewohner auf dem Umstand beruht, dass die Eiszeit hier, in der alpinen Region, keinen völligen Unterbruch herbeiführte. Auch in Asien nahm, wie wir schon oben sahen, der geringeren Feuchtigkeit halber das Glacialphaenomen keine bedeutende Ausdehnung an; auch dort konnte die Ebenenflora sich ungestört weiter entwickeln.

Ueber die successiven Veränderungen des Klimas und der Vegetation nach der Eiszeit wissen wir noch sehr wenig. Skandinavische Forscher (Steenstrup, Fries, Blytt, Areschong) berichten von einer Reihenfolge in Torfmooren begrabener Waldvegetationen, die ein allmähliges Milderwerden des Klimas andeuten: in Seeland z. B. folgten Espe, Kiefer, Eiche, Erle und Buche aufeinander.

Von der Einwanderung der jetzigen Ebenenflora Mitteleuropas nach der Eiszeit in die «aus Eis und Wasser auftauchenden Länder» können wir nur die allgemeinsten Züge aus der jetzigen Verbreitung derselben erschliessen. Südeuropa und Asien waren die Quellgebiete der in die neuerschlossenen Ebenen sich ergiessenden Pflanzenströme: die Mittelmeerpflanzen bevölkerten vornehmlich Westeuropa und drangen von dort nach Osten vor; die mittelasiatische Steppenflora konnte die Pusten Ungarns colonisiren und die Sendlinge des ungeheuren Waldgebietes Nordasiens machten den von Westen kommenden Einwanderern das Gebiet der mitteleuropäischen Ebenen streitig.

