

Kritik der Nathortschen Hypothese

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft**

Band (Jahr): **49 (1908-1909)**

PDF erstellt am: **24.07.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

was ja voraussetzt, dass die Gletscher noch nicht hinter die Randseen der Alpen zurückgegangen waren, also noch eine wesentlich grössere Ausdehnung besaßen als zur Zeit des Bühlvorstosses.

Wenn also, wie wir gesehen haben, die allgemein herrschende Meinung über die Vegetation der Eiszeit so stark geworden ist, dass selbst sonst völlig selbständige Forscher ihre eigenen Ergebnisse dieser Meinung zuliebe schliesslich aufgeben, so glaube ich, damit die Schwierigkeit dargetan zu haben, die jemandem erwächst, der gerne seine Beispiele an Hand der schon vorhandenen Literatur vermehren möchte. Ich verzichte deshalb darauf, anzugeben, welche andere Fossilfunde mir nicht interglazial, sondern glazial zu sein scheinen. Hoffentlich wird es mir in der Zukunft gelingen, noch für das eine oder andere Fossilager das Alter auf Grund geologischer Verhältnisse allein klarzulegen.

Ich hoffe, dass diese Arbeit — wie sie auch aufgenommen werden wird — doch das Gute haben wird, dass man sich in Zukunft bemühen wird, auf Grund der geologischen Verhältnisse allein, soweit dies möglich ist, das Alter neuer Fossilager zu bestimmen. Auf diese Weise, das ist meine feste persönliche Überzeugung, werden noch mehrere Fossilager wie das von Güntenstall sich auffinden lassen.

III. Kritik der Nathorst'schen Hypothese.

1. Begründung und Inhalt dieser Hypothese.

In intramoränischen Tonlagern fand zuerst Nathorst 1870 Fossilien von Pflanzen vor, die heute an diesen Orten nicht mehr gedeihen, sondern sich in das arktische und alpine

Gebiet zurückgezogen haben. Unter ihnen ist *Dryas octopetala* recht häufig, daher spricht man kurzweg von einer Dryasflora, von Dryastonen und der Dryaszeit. Diese Flora wurde in Grossbritannien, Dänemark, Schweden, Norwegen, Nord- und Mitteldeutschland, Westrussland, Finnland und im nördlichen Alpenvorland in der Nordostschweiz gefunden.¹⁾ Da nun zu gleicher Zeit in diesen Torflagern Reste einer Baumvegetation meist nicht nachgewiesen werden konnten und die arktischen und alpinen Arten heute öfters Bestandteile einer tundraähnlichen Vegetation ausmachen, so glaubte sich Nathorst zu dem Schlusse berechtigt, dass eine baumlose Tundra die Vergletscherungen in breitem Streifen umsäumt habe, und dass diese Vegetation das Gebiet zwischen der nördlichen und der Alpenvereisung beherrscht habe; hierdurch sollte nach Nathorst nachgewiesen sein, dass während der Eiszeit tiefe Temperaturen geherrscht haben, eben jene Temperaturdepression, die die Ursache der Vergletscherung war.

Diese Hypothese herrscht nun etwa 30 Jahre, und wenn sie auch öfters von verschiedener Seite Modifikationen erlitt, so blieb der Grundgedanke doch immer erhalten. Ja, es fügten sich noch einige andere Tatsachen hinzu, die diese geistreiche und für sich einnehmende Hypothese scheinbar stützten. Schon längst war die Verwandtschaft der nordischen und alpinen Flora bekannt, und nach dieser Hypothese hatte es den Anschein, dass sich diese Verwandtschaft leicht durch einen gegenseitigen Austausch der Flora während der Eiszeit erklären lasse.

Die alpine und subalpine Flora machen nicht am Rande der Alpen plötzlich Halt, sondern in immer lichter werdenden

¹⁾ Wir berücksichtigen nur die Phanerogamen und die Fundorte, die solche geliefert haben.

Reihen finden sie sich unregelmässig zerstreut in den Vorbergen, im schweizerischen Mittelland und selbst in Süddeutschland vor. Da man in der Regel solch zersplitterte Areale als Reste früher zusammenhängender grösserer Reviere betrachtet, so nimmt man meist an, dass die Vorposten der alpinen und subalpinen Flora aus der Eiszeit stammen und dass sie mithin Reste der Dryasflora darstellen. Sie heissen deshalb kurzweg „Glazialrelikte“.

Das sind nun in der Tat eine Anzahl von Tatsachen, die sich alle scheinbar gegenseitig stützen und die alle gegen meine früher entwickelte Ansicht sprechen. Allein bei näherem Zusehen lässt sich zeigen, dass die Nathorst'sche Hypothese auf ungenügendem Material aufgebaut ist und dass auch die andern Gründe nicht stichhaltig sind.

2. Die Flora der alpinen Zone hat zum mindesten die letzte Eiszeit im Innern der Alpen selbst überdauert.

In meiner Arbeit über Flora und Vegetation des Puschlav hatte ich bereits diesen Satz aufgestellt und begründet (1907, pag. 383 ff.). Es ergab sich aus ihm die Folgerung, dass die Nathorst'sche Hypothese, die ein solches Überdauern völlig ausschliesst, nicht richtig sein kann. Deshalb schloss ich schon damals eine Kritik der auf die Dryasflora gegründeten Schlüsse an. Seit dieser Zeit habe ich die Frage des Überdauerns im Innern der Alpen genauer verfolgt und bereits über diesen Gegenstand ein schönes, wenn auch noch nicht publikationsreifes Material gesammelt, wobei mir eine grosse Zahl schweizerischer und italienischer Floristen behilflich waren. Durch diese vorläufige Zusammenstellung wird nun mit aller Deutlichkeit das, was ich in der genannten Arbeit über das Puschlav auf Grund bekannter Tat-

sachen, zu denen ich eine Reihe von neuen hinzufügen konnte, gesagt habe, völlig bestätigt und teilweise erweitert.

Die zugrunde liegenden Tatsachen sind die folgenden: Die innern schweizerischen Alpenketten besitzen in ihrer alpinen Zone, also oberhalb der Baumgrenze, eine Anzahl von Arten, die den äussern Alpenketten fehlen. Diese Pflanzen haben meist eine disjunkte Verbreitung in den Schweizeralpen, sie finden sich also nur an einer beschränkten Zahl von Fundorten; es sind „seltene Arten“. Nun gibt es gewisse Gebiete, in denen sich solche Arten besonders anhäufen, z. B. im Oberengadin und in den Walliseralpen, so dass diese ausser den verbreiteten noch viele seltene alpine Arten besitzen, was sie zu den reichsten Gebieten der Schweizeralpen macht. Es ist nicht eine bestimmte Gruppe von Arten, die diesen Reichtum bedingt, sondern es sind endemisch alpine und arktische, Felsen- und Sumpfpflanzen, kalkliebende und silikole. Wäre die alpine Flora während der Vergletscherung im Innern der Alpen ausgestorben oder hätte sie sich nur in spärlichen Resten erhalten können, so wären diese Tatsachen nicht zu erklären. Wie sollten dann diese Gebiete reicher sein, als die äussern Alpenketten,¹⁾ welche von der den wieder zurückweichenden Gletschern folgenden Flora hätten durchwandert werden müssen? Wie sollte man sich vorstellen, dass die wieder einwandernde Flora nicht von den ihr nahe-

¹⁾ Es sei nochmals betont, dass hier stets nur von Arten der alpinen Höhenzone die Rede ist. Etwas ganz anderes ist es mit den subalpinen und montanen Arten: sie sind im Innern der Alpen weit weniger reich vertreten, als in den randlichen Ketten (man vergleiche z. B. das Puschlav mit der Region des Comersees). Sie sind es, die (zum Teil wohl als tertiäre Relikte), den spezifischen floristischen Reichtum z. B. der südlichen Alpenketten und Voralpen ausmachen und somit im Gegensatz zu den alpinen Arten stehen, von denen oben ausschliesslich die Rede ist.

liegenden äussern Alpenketten Besitz ergriffen hätte? Wie sollte durch jene Annahme die Tatsache, dass innere, unzugängliche Gebiete einen z u s a m m e n g e d r ä n g t e n Reichtum an alpinen Arten besitzen, erklärt werden? Es lassen sich eben diese Tatsachen nicht in Übereinstimmung bringen mit der Annahme, dass die Alpen während der Vergletscherung vegetationslos gewesen seien, sondern nur damit, dass die Flora der alpinen Höhenzone im wesentlichen in den Alpen selbst überdauert habe. Die Gebiete der Massenerhebung, besonders das Oberengadin und die Walliser Alpen, besitzen heute ein durch die orographischen Verhältnisse verursachtes, relativ günstiges Klima — verglichen mit gleich hohen andern Orten — mit höhern Temperaturen. Baum- und Schneegrenze liegen denn auch in diesen Gebieten höher, als anderwärts in den Alpen. Eine ähnliche Begünstigung muss auch während der Eiszeit bestanden haben, denn damals herrschten ähnliche orographische Verhältnisse, und die Massenerhebung war durch die die Täler füllenden Gletscher in gewissem Sinne verschärft. Es hatten demnach auch damals das Oberengadin und die Walliser Alpen ein, mit ihrer Umgebung verglichen, mehr kontinentales Klima. Deshalb muss auch hier die Besiedelung eine stärkere gewesen sein, als in den Alpenrändern, die wie heute auch damals ein ozeanisches Klima besessen haben mussten. Auf diese Weise erhielten sich Reste der frühern, vorglazialen oder interglazialen alpinen Flora in den Gebieten der Massenerhebung in höherm Masse, als in andern Alpenketten, und daher stammt ihr heutiger Reichtum an seltenen alpinen Arten. Die Stellen, an denen diese Vegetation während der Vergletscherung wuchs, lagen über 2200 m, also in der damaligen Schneezone. Diese war demnach in jener Zeit nicht nur reicher besiedelt, als die heutige Nivalzone, sondern sie war an Arten nicht oder nur unwesentlich

ärmer, als die heutige alpine Zone. Daraus geht hervor, dass die Temperaturverhältnisse der damaligen Nivalzone günstiger waren, als die der heutigen: eine blosse Temperaturerniedrigung konnte also die Eiszeit nicht verursacht haben, sondern sie musste ihre wesentlichste Begründung in den Niederschlagsverhältnissen gehabt haben. Für alle Einzelheiten sei auf die eingangs zitierte Arbeit verwiesen.

Es steht also die heutige Verbreitung der Flora der alpinen Zone mit der Nathorst'schen Hypothese in Widerspruch. ¹⁾

¹⁾ Briquet verfißt mit andern Pflanzengeographen eine gegenteilige Ansicht. Nach ihm hat sich die Flora der Alpen während der Eiszeit auf die äussern Alpenketten und auf die eisfreien Gebiete am Rande der Gletscher geflüchtet, während die innern Alpenketten gänzlich vegetationslos waren oder doch keine nennenswerte Besiedlung besaßen. Diese Theorie der peripheren Refugien hat Briquet (1907) zum letztenmal an der Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Freiburg verfochten und dabei auf die ganze Schweiz ausgedehnt. Bei dieser Gelegenheit unterwirft er meine Hypothese einer Kritik. Briquet geht bei allen seinen Ansichten von der Annahme aus, dass die Vergletscherung beinahe nur durch Temperaturerniedrigung hervorgerufen worden ist und auf Grund dieser Hypothese, die ich ausdrücklich ablehnte, beurteilt er auch die meinige. Sobald Briquet die Beweise zu erbringen vermag, dass diese Grundlagen seines Gesichtspunktes richtig sind, hat er mit seiner Kritik völlig recht. Allein in dieser Arbeit selbst gibt er ja zu, dass die Wasserflora der Dryastone wenigstens einige Beweiskraft für die Beurteilung der damaligen Zustände gehabt habe (s. unten): „Et si les horizons profonds des tourbières relèvent un étage à Dryas, le fait que cette espèce est associée à diverses plantes aquatiques non arctiques montre bien que le climat en aval des glaciers ne possédait nullement un caractère extrême.“ Damit gerät Briquet mit sich selbst in Widerspruch.

3. Die Verwandtschaft der arktischen und der alpinen Flora.

Was nun die Florenverwandtschaft der Arktis mit den Alpen anbetrifft, so ist zu betonen, dass nicht nur der hohe Norden, sondern auch mehrere Gebirge eine grössere Zahl von Arten mit den Alpen gemein haben, wie dies aus der Zusammenstellung von M. Jerosch (1903) leicht ersichtlich ist. Wenn nun z. B. die Alpenflora mit den Pyrenäen, mit Korsika, ja mit der Sierra Nevada, mit dem Kaukasus, den Karpathen Arten gemein hat, so kann diese Verbreitung nicht durch die Eiszeit erklärt werden, was Briquet (1906, pag. 135) mit Recht ausdrücklich betont. Es wäre ja wohl denkbar, dass der Florenaustausch der alpin-arktischen Flora zwischen den beiden Gebieten während der Eiszeit erfolgt ist, aber diese Möglichkeit berechtigt doch nicht zu dem Schluss, dass einst so tiefe Temperaturen geherrscht haben, damit der Florenaustausch durch schrittweise Wanderung erfolgen konnte. Denn mit dem gleichen Recht dürften wir aus dem Vorkommen von alpinen Arten in der Sierra Nevada schliessen, dass auch einst in Spanien ein alpines Klima geherrscht habe.

Wenn einerseits also — rein theoretisch gesprochen — die Möglichkeit vorliegt, dass der Florenaustausch der Arktis und der Alpen während der Eiszeit erfolgte, so muss andererseits betont werden, dass phytopaläontologisch jeder Anhalt für eine schrittweise Wanderung fehlt, wovon oben (pag. 85) bereits in andern Zusammenhang die Rede war. Übrigens ist auch eine sprungweise Einwanderung aus der Arktis in die Alpen wenigstens für das Ende der Eiszeit wenig wahrscheinlich, denn die Verbreitung der alpin-arktischen Flora in den Alpen deutet darauf hin, dass letztere schon lange hier war, auf alle Fälle schon vor dem letzten Höhepunkt der Eiszeit. Das geht aus dem vorangehenden Abschnitt

hervor, wenn es auch nicht ausdrücklich betont wurde. Ich verweise auch hier wiederum auf meine im vorigen Abschnitt zitierte Arbeit.

4. Die Glazialrelikte im schweizerischen nördlichen Alpenvorlande.

Früher nahm man allgemein an, dass die sogenannten Glazialrelikte ihre heutigen Standorte der ehemaligen Ausdehnung der Gletscher verdanken. So sollten sogar die Moose der erratischen Blöcke auf den Felsen selbst durch die Gletscher an die jetzigen Plätze gebracht worden sein. Die übrigen zerstreuten Alpenpflanzen im Vorlande der Alpen sollten Reste der ehemaligen Vegetation der Eiszeit sein.

Nun stellen aber die Glazialrelikte beinahe nur Teile der subalpinen Flora dar, während doch nach der Nathorst'schen Hypothese die alpine Vegetation selbst die Ebenen besiedelt haben sollte. Ferner steht die Verbreitung der Glazialrelikte weder mit den ehemaligen Grenzen der Gletscher, noch mit den glazialen Ablagerungen in irgend welchem Zusammenhang. Auch zeigte Amann (1894), dass die Moose der erratischen Blöcke nur mit der Bodenstetigkeit, nicht aber mit der Vergletscherung in Verbindung gebracht werden dürfen.

Die ganze Erscheinung der Glazialrelikte gipfelt in der Frage: könnten diese Arten von den Alpen aus ihre heutigen Standorte auch jetzt noch gewinnen, oder muss angenommen werden, dass dazu solche Verhältnisse nötig sind, wie sie der Nathorst'schen Hypothese zufolge in der Eiszeit herrschten?

Nun haben wir in der Schweiz mehrere sehr schöne Beispiele dafür, dass wir annehmen dürfen, dass die Pflanzen sich nicht nur schrittweise, sondern auch sprungweise verbreiten können. Ein solches Beispiel ist die Verbreitung von *Trientalis europaea* in der Schweiz. Diese Art ist an den

Humus der Wälder und der Moore gebunden. Sie konnte im Innern der Alpen während der Eiszeit nicht überdauern, denn ihre heutigen Standorte waren alle unter den Gletschern begraben. Trotzdem finden wir diese Art heute in der Schweiz nur in den Alpen vor und zwar in einem ganz unzusammenhängenden Areal, das nur durch vereinzelte und mehrfache Einwanderung erklärt werden kann. Diese Art hat einen Standort in Savoyen, dann kommt sie je in nur kleinen Flecken vor bei Einsiedeln (Kt. Schwyz), Urserental (Kt. Uri), bei Wildhaus (Kt. St. Gallen). Ferner hat diese in Nord-europa so häufige Art noch drei näher aneinander liegende Standorte, nämlich im Rosegtal, im Morteratschtal und bei Cavaglia, also nördlich und südlich des Berninapasses. Aber auch hier sind die drei Lokalitäten klein und völlig getrennt, obschon eine Unmenge von Standorten zwischen ihnen vorhanden wären. Ebensogut wie diese Art in den Wäldern Norddeutschlands gedeiht, so könnte sie bei uns verbreitet sein. An ihren Standorten zeigt sie auch gar keine Kümmerformen, sondern gedeiht recht fröhlich.

Beispiele anderer Art der sprungweisen Einwanderung lassen sich aus den Zentralalpen gewinnen, wo selbst kleine, unansehnliche Kalklinsen mitten im Urgebirge, die bei der Vereisung unter dem Gletscher begraben lagen, in postglazialer Zeit eine kalkstete Flora erhielten, die über die Urgebirgsregionen nicht schrittweise wandern konnte.¹⁾

Wenn wir bei diesen Arten solche Sprünge sehen, warum sollten wir bei dem Abflauen der subalpinen, ganz selten alpinen Arten nach Norden im Alpenvorlande annehmen

¹⁾ Die Theorie, welche solch sprungweise Wanderungen nicht glaubt annehmen zu dürfen, müsste hier unbedingt auf früher andere Klimaverhältnisse schliessen, also in diesem Fall auf eine — — kalkreichere Periode.

müssen, dass dieses unregelmässige Ausklingen durch die Eiszeit entstanden sei? Es ist ja gewiss möglich, dass die sogenannten Glazialrelikte ihre Standorte während der Eiszeit gewonnen haben, aber es scheint mir der Rückschluss nicht erlaubt zu sein, dass die Glazialrelikte beweisen, dass die Vegetation des Alpenvorlandes einst eine subalpine oder gar alpine gewesen sei. Auch ist es nicht zulässig, aus der Annahme, dass die subalpinen Arten im Alpenvorlande während der Eiszeit diese Standorte gewonnen haben, schliessen zu wollen, die Eiszeit habe im Alpenvorlande ein subalpines (oder gar alpines) Klima besessen.

Damit will ich aber — um zu keinem Missverständnis Anlass zu geben — nicht sagen, dass die Glazialrelikte nicht während der Eiszeit ihre jetzigen Standorte gewonnen haben können; sondern im Gegenteil, gerade gewisse subalpine, feuchtigkeitsliebende Waldarten, also z. B. subalpine hohe Kräuter, könnten während der Eiszeit bei der von mir angenommenen Vegetation günstigere Bedingungen gefunden haben als jetzt. Gerade ein feuchterer und kühlerer Sommer musste für solche Arten günstig sein. Bei andern aber, die den Wald fliehen, heute an gerodeten Stellen gedeihen, müssen wir eine Einwanderung nach dieser Rodung oder doch eine nachträgliche Ausbreitung annehmen.¹⁾ Es will also jeder einzelne Fall für sich diskutiert werden. — Das, was ich nicht anerkennen will, ist also nur der Rückschluss auf ein kälteres Klima während der Eiszeit.

¹⁾ Wie kompliziert das Problem der „Glazialrelikte“ in einem selbst relativ gut durchforschten und kleinen Gebiete ist, das geht aus den Arbeiten von Hegi (1902), Nägeli (1903) und Schmid (1905, 1906), die nur die Nordostschweiz betreffen und die zum Teil ganz verschiedene Erklärungen geben, aufs deutlichste hervor.

5. Die Dryastone.

Auf die unverwitterte Grundmoräne aufgelagert, finden sich intramoränisch, d. h. innerhalb des äussern Jungmoränen-Gürtels, sowohl im Gebiete der nördlichen als der Alpenvereisung Tone vor, die Ablagerungen des Gletscherwassers sind und pflanzliche, seltener tierische Reste einschliessen. Meist handelt es sich um kleine, muldenförmige Tonlager, die zwischen den welligen End- und Grundmoränen liegen und in denen das Schmelzwasser der zurückweichenden Gletscher den Grundmoränenschlamm ablagerte. Teilweise sind die Mulden vollständig mit Ton ausgefüllt, meist aber liegen auf ihnen Torfmoore.

Diese gebänderten Tone bildeten sich also unterhalb des Gletschers in stillem Wasser. Es entsprechen deshalb jeweils diese Ablagerungen der Abschmelzungsregion des zurückweichenden Gletschers.

Diese Glazialtone sind bei uns im schweizerischen Alpenvorland häufig. Meist waren es kleine Moränenseen, seltener Gletscherstauseen, in denen sie sich ablagerten. Sie sind durchweg sehr arm an Fossilien und es gehört ein grosser Zeitaufwand dazu, hier auch nur einigermaßen ein Bild der damaligen Flora und Fauna zu erhalten.

Es ist nun sehr bemerkenswert, dass die Dryasflora in der Schweiz, wenigstens nach unsern heutigen Kenntnissen, nur im Glazialton vorkommt. Daraus müssen wir schliessen, dass die Dryasflora nicht die allgemeine Vegetation darstellte, sondern dass sie dem Gletscher auf dem Fuss folgte und nur solange vorkam, als der betreffende Ort sich im Abschmelzungsgebiet des Gletschers befand. Die Dryasflora bedeckte hier also nur einen relativ schmalen Streifen am Ende des Gletschers, eine Folgerung,

zu der wir später auch noch aus andern Gründen gelangen werden.

Am Rande der nördlichen Vereisung war die Sache, so viel ich wenigstens übersehen kann, etwas anders; dort kommt die Dryasflora nicht nur in der glazialen Ablagerung, sondern auch hier und da noch in der darüber liegenden Gytja vor, wo sie sich dann mit der Birken- und Espenflora, ausnahmsweise selbst mit der Kiefernflora mischt. Demnach überdauerte die Dryasflora wenigstens hier und da die Abschmelzungsperiode der Gletscher und mischte sich mit den nachfolgenden ersten Bäumen.¹⁾ Aber auch hier bildete die Dryasflora nur einen, wenn auch offenbar breiten Gürtel um die Gletscher herum. Auch hier müsste die Dryasflora, hätte sie die allgemeine Vegetation dargestellt, in den oberhalb der Glazialtone liegenden Ablagerungen als selbständige Schicht auftreten, ebensogut, wie sich die einzelnen Reste erhielten, die sich in die Birken- und Espenfloren eingesprengt finden.

Da die Dryastone der Abschmelzungsregion der Gletscher entsprechen, ist es klar, dass die Tone verschiedener Orte nicht gleich alt sind. So entsprechen z. B. im nördlichen Alpenvorland die Dryastone von Mellingen dem Momente, als der Reussgletscher am Schlusse der Würmzeit sich zurückziehen begann. Der Dryaston vom Krutzelried bei Schwerzenbach dagegen stammt aus einer viel spätern Zeit, nämlich aus der „Inner-Moränenzeit“, d. h. der Zeit, als die Gletscher lange hinter den Moränen von Zürich, Schwerzenbach, Andelfingen usw. gestanden hatten und sich zurückziehen be-

¹⁾ Eine ganz eigene, schwer zu deutende Stellung nehmen Torfmoore Schottlands ein, wo die arktische Vegetation mehrere Horizonte bildete, unterbrochen von Baumvegetation (vergl. Lewis 1905, 1906, 1907).

gannen. Gleich alt sind die Tone von Bonstetten und etwas jünger die bei Hedingen (Kt. Zürich). Einer noch spätern Zeit entspricht die Dryasflora von Niederwil bei Frauenfeld und diejenige von Schönenberg (Kt. Zürich). Die Funde von Wauwil (Kt. Luzern) können nur unsicher in der Zeit der Ablagerung mit den genannten parallelisiert werden. Damit sind die bis jetzt bekannten Fundorte der typischen Dryasflora am Nordrande der Alpen bereits erschöpft. ¹⁾

Ganz in derselben Weise stellen die am Rande der nördlichen Vereisung gefundenen Dryasfloren nicht eine Ablagerung einer allgemein herrschenden Flora dar, sondern sie entsprechen der jeweiligen Abschmelzungsperiode. Allerdings muss zugegeben werden, dass dort die Verhältnisse offenbar nicht so klar liegen wie bei uns, wo wir neuerdings durch die Arbeit von J. Hug (1907) sehr gut orientiert sind, der durch Verfolgung der glazialen Abflussverhältnisse die verschiedenen Endmoränenwälle der diluvialen Gletscher miteinander parallelisieren konnte.

Dass die Dryasflora am Nordrande der Alpen nur solange gelebt hat, als der Gletscher Ton ablagerte, das lässt sich bei Schwerzenbach sehr schön verfolgen. Dort liegt zwischen einem äussern und einem innern Endmoränenwall auf der undurchlässigen Grundmoräne ein kleines, nunmehr stark ausgebeutetes und durch Tieferlegen des Grundwasserstandes eingeschränktes Torfmoor, das Krutzelried (vergl. Neuweiler 1901 pag. 6 ff.). Auf die liegende Grundmoräne folgt ein feiner Glazialton, in den eingelagert sich Dryasflora gemischt mit andern unten zu besprechenden Fossilien vorfindet. Die Dryasflora geht nun durch den ganzen Ton

¹⁾ Das Kolbermoor in Bayern, das auch zur Dryasflora gerechnet wird, enthält nur *Betula nana* in einem Torf, von dem wir nicht wissen, wann er abgelagert ist (s. Nathorst 1892).

hindurch, selbst die obern Lagen enthalten die gleichen Fossilien; plötzlich hören sie dann auf, wo über dem Ton der Torf folgt. Dieser beginnt nach den Untersuchungen von Neuweiler direkt mit Arten der heutigen Flora, allerdings sind die Mengenverhältnisse derart, dass zuerst Kiefernreste sich ziemlich häufig finden, woraus man schliessen muss, dass dieser Baum vorerst kurze Zeit vorherrschend war. Aber gemischt damit finden sich schon andere Arten, die die heutigen Wärmeverhältnisse verlangen. Zu betonen bleibt mir noch, dass zwischen dem Glazialton und dem Torfmoor sich keine trennende Schicht befindet. Der Übergang vollzieht sich so, dass nach oben in den Ton kleine Schmitzen Lebertorf eingelagert sind; rasch bekommt der letztere die Oberhand und ohne nochmaliges Auftreten von Ton geht der Lebertorf nach oben in den Fasertorf über. Die Übergangsschicht des Tones in Lebertorf ist nur 1—1 $\frac{1}{2}$ cm dick.

Da im Tone das Eisenoxydul bis in die oberste Schicht geht, da ferner die eingeschlossenen Fossilien auch in den obersten Lagen des Tones erhalten geblieben sind, so muss die Überlagerung mit Torf sofort nach der Ablagerung des Tones erfolgt sein. Diese hörte sofort auf, nachdem der Gletscher sich nur wenige Kilometer zurückgezogen hatte, denn im ganzen Tonprofil fehlen irgendwelche Sandschichten oder andere Einlagerungen, was Neuweiler mit Recht betont. Sobald also der Gletscher sich zurückzieht, tritt eine Flora mit den heutigen Wärmeansprüchen auf und mit diesem Momente ist die Dryasflora hier völlig verschwunden; obschon sich im Torfmoore Standorte genug fänden (s. unten), an denen sich diese Dryasflora zum Teil noch lange Zeit, ja bis in die Jetztzeit hinein hätte erhalten können, so bleibt sie schon in den untersten Torfschichten vollständig aus. Aus diesem Grunde muss angenommen werden, dass die Vegetation

mit den heutigen Wärmeansprüchen in nächster Nähe war, um sofort die vom Eise befreiten Gebiete zu besiedeln, woraus andererseits hervorgeht, dass die Wärmeverhältnisse derart waren, dass diese Flora sofort und mit aller Macht auftreten, und die Dryasflora wenigstens in dem oben näher ausgeführten Fall völlig verdrängen konnte.

Wenn das sich in diesem einzelnen Fall beweisen lässt, so kann es an den andern Orten des Alpenvorlandes nicht oder wenigstens nicht wesentlich anders während des gleichen Gletscherstandes gewesen sein. Am Rande der nördlichen Vereisung sind die Verhältnisse jedoch komplizierter, was aus dem nächsten Kapitel hervorgeht.

6. Flora und Vegetation der untern Schichten der postglazialen Torfmoore.

Stellen wir uns einen Moment auf den Boden der Nathorst'schen Hypothese, so müssen wir unbedingt zwischen der fossilen sog. arktisch-alpinen und der heutigen Vegetation Übergangsschichten erwarten, in denen nach und nach die wärmebedürftigern Elemente auftreten würden. Es müsste auf die alpine Vegetation eine subalpine, hierauf die der obern, dann die der untern Montanzone und endlich die Ebenenflora folgen. Es sind nun seit langem innerhalb des früher von Eis bedeckten Gebietes der nördlichen Vereisung wirklich Schichten bekannt, die diese Deutung erfahren haben. Auf den Ablagerungen der Eiszeit fanden sich nämlich dünne Lagen von Resten der Zitterpappel (*Populus tremula*) und der Moorbirke (*Betula pubescens*) vor, welche von einer mächtigern Lage von Resten der Kiefer überdeckt werden. Erst darauf folgen die Ablagerungen mit vorherrschender Eiche, wie ich das in anderm Zusammenhang bereits erwähnte.

Es ist nun ohne Zweifel richtig, dass diese erstgenannten Bäume sowohl in den Alpen hoch steigen, als auch weit nach Norden gehen. Doch kann meines Erachtens die Deutung, dass diese Übergangsschichten durch die allmählich zunehmende Wärme bedingt gewesen seien, nur teilweise richtig sein. Die krautige Begleitflora dieser beiden Schichten besteht nicht etwa, wie man nach der Nathorst'schen Hypothese erwarten müsste, aus subalpinen resp. subarktischen Arten, sondern sie gehört schon der heutigen Flora an. Echt subalpine Typen sind nur vereinzelt, es sind zudem nur jene Arten, die auch schon in den Dryastonen vorkamen. Aber ein allmähliches Anschwellen des subalpinen Elementes findet nicht statt, sondern ein direktes Ersetzen der Dryasflora durch die heutige Vegetation.

Andersson, der, wie wir unten sehen werden, in vieler Beziehung Ansichten äusserte, die mit den meinigen grosse Übereinstimmung zeigen, erwähnt auch, dass die dem Eise folgenden Birkenwälder wärmeliebende Arten besessen haben, die den heutigen Birkenwäldern des Nordens fehlen. Als solche Arten erwähnt Andersson *Salix caprea*, *S. aurita* und *S. cinerea*. Andere solche Arten, die ihrem Wärmebedürfnis nach — zufolge den Verhältnissen in der Schweiz — erst weit unterhalb der Baumgrenze erscheinen, sind für Schweden (der von Andersson (1906) sorgfältig zusammengestellten Tabelle entnommen): *Hippophaë Rhamnoides*, *Myriophyllum spicatum*, *Castalia (Nymphaea) alba*, *Phragmites communis*, *Potamogeton natans* usw.

Ganz das Gleiche finden wir in der Kiefernzone, wo wir nach der gleichen Zusammenstellung folgende wärmeliebende Arten finden: *Alnus rotundifolia*, *Calla palustris*, *Ceratophyllum demersum*, *Cicuta virosa*, *Cladium Mariscus*, *Oxalis*

Acetosella, *Corylus Avellana*, *Rhamnus Frangula*, *Tilia europaea*, *Taxus baccata* und noch viele andere. Es finden sich also schon in dem Gürtel mit vorherrschender Kiefer Arten vor, die viel wärmebedürftiger sind, als die erst später als herrschende Art auftretende Eiche, woraus wiederum der Schluss gezogen werden muss, dass es nicht die zunehmende Temperatur war, die der Eiche erst das spätere Auftreten gestattete. Es kann also nicht die allmählich zunehmende Wärme gewesen sein, die diese Sonderung in einen Wald mit vorherrschenden Zitterpappeln und Birken, später mit vorherrschender Föhre veranlasste. Die wirkliche Ursache erblicke ich in der Nähe des Eises. Die grossen Inlandeise verursachten starke Winde, die im Sommer einer anspruchsvollern Laubwaldvegetation verderblich werden mussten. Auf dem Eise schlägt sich der Wasserdampf der Luft als Tau nieder und wenn der Wind vom Gletscher weg weht, so ist er nicht nur kühl, sondern zugleich trocken, also in einer der Vegetation am allerunzutraglichsten Form. Bedenken wir sodann, wie arm der frische Moränenboden an gewissen Nährstoffen gewesen ist, wie ungünstig seine physikalischen Verhältnisse, wie beweglich der Boden durch die Aufschüttung der Sandr und Schotter; berücksichtigen wir ferner die unregelmässigen Überflutungen durch das kalte Schmelzwasser inmitten des Sommers, so scheint mir das genug Grund dafür zu sein, dass diese drei Bäume die Pioniere der Baumvegetation waren. Auch heute sind diese drei bei uns noch an ähnliche Standorte gebunden. Nur da, wo diesen bedürfnislosesten Arten keine Konkurrenz von andern Bäumen droht, kommen sie häufiger vor, so in alten Kiesgruben und Steinbrüchen, auf Mooren usw. Nur *Pinus silvestris* allein bildet heute noch ganze Bestände, aber nur da, wo durch Konkurrenz andere Bäume ausgeschlos-

sen sind, nämlich in den Gebieten des kontinentalen Klimas (vergl. für die Schweiz Brockmann-Jerosch 07 pag. 250 ff.).

Mit der Schlussfolgerung, dass die Birken und Zitterpappeln einerseits, die Kiefern andererseits nicht Perioden, sondern Gürtel darstellen, die dem zurückgehenden Inlandeise folgten, stimmt es völlig überein, dass bei uns aus der Zeit, als das sich zurückziehende Eis durch die Höhenrücken des Mittellandes bereits in einzelne Zungen geteilt war, diese Gürtel nicht oder nur in Anklängen nachzuweisen sind. Ein einziger Fall nur wurde beschrieben und zwar durch Neuweiler (1901), der im Krutzelried bei Schwerzenbach (Kt. Zürich) eine dünne Lage mit Kiefern auf den Glazialtonen fand (s. pag. 109).

Andersson beobachtete in Schweden zu seinem eigenen Erstaunen, dass „je näher wir den zentralen Teilen des vereisten Gebietes kommen, desto weniger arktisch die Flora wird, die unmittelbar nach dem Rückzug des Eises das Land besetzt hat.“ „Wenn also in dem peripherischen Gebiet während der ersten Phasen des Abschmelzens noch eine ausgeprägte zonale Gliederung in arktische Weidentundra, Birkenwald, Koniferenwald zu finden war, so wurde in dem grossen Seengebiet Schwedens der Unterschied zwischen den beiden ersten ausgeglichen, und an dem zurückweichenden Eisrand lebte ein an arktischen Pflanzen reicher Birkenwald, in welchem allmählich die Kiefer sich verbreitete“ (1906, pag. 59/60). Es betrachtet auch Andersson die verschiedenen Floren nicht als Perioden, sondern dem Eise folgende Regionen, die nach diesem Autor aber grössere Dimensionen gehabt haben müssen, als nach meinen eben entwickelten Ansichten. Immerhin geht auch Andersson so weit, als Arbeitshypothese die Frage aufzuwerfen, „ob es meteorologisch richtig wäre, sich ein abschmelzendes Inland-

eis in Südschweden gleichzeitig mit Eichenwäldern in Jütland zu denken“ (1906, pag. 54/55). Andersson glaubt, dass sich für diese Hypothese „jedenfalls viele Tatsachen ins Feld führen lassen werden“.

7. Die wärmeliebenden Pflanzen der Dryastone selbst und ihre Beweiskraft.

Aber nicht nur die Torfhorizonte mit Birke und Kiefer sind mit diesen wärmeliebenden, der heutigen Flora entsprechenden Arten durchsetzt, sondern die Dryastone selbst enthalten solche Arten. Das erhellt am besten aus der nachfolgenden Tabelle, die allerdings kein vollständiges Bild der Gesamtflora enthält. Ein solches erhält man aus den Arbeiten von Weber (1900), Range (1903), Reid (1899), Andersson (1896) und Schröter (1904), wobei hier allerdings einige Fundorte ausgeschieden werden müssen, weil ihr glaziales Alter nicht feststeht.¹⁾

Sparganium erectum L.	Salix repens L.
Potamogeton natans L.	*Salix hastata L.
„ perfoliatus L.	*Salix myrsinites L.
Zannichellia palustris L.	*Salix arbuscula L.
Alisma Plantago aquatica L.	*Salix polaris L.
Phragmites communis L.	*Betula nana L.
*Salix reticulata L.	*Oxyria digyna (L.) Hill.
*Salix herbacea L.	*Polygonum viviparum L.
*Salix retusa L.	*Saxifraga oppositifolia L.

¹⁾ Vergl. zu dieser Liste die als Anhang beigefügte Zusammenstellung, die ich meiner l. Frau verdanke. Die dort genannten Arten sind wohl alle als sicher glazial zu betrachten. Die Anzahl dieser Pflanzen ist jedoch noch grösser, allein bei der Sichtung der Fundorte mussten viele, weil nicht sicher glazial, weggelassen werden. Die betreffende Begründung ist jeweilen beigefügt.

Callitriche autumnalis L.	*Arctostaphylos alpina (L.)
*Empetrum nigrum L.	Sprengel
Myriophyllum spicatum L.	Calluna vulgaris (L.) Hull.
Hippuris vulgaris L.	Stachys silvaticus L.
Oenanthe aquatica (L.) Poiret	Lycopus europaeus L.
*Loiseleuria procumbens (L.)	Bidens tripartitus L.
Desv.	usw.
Andromeda polifolia L.	
*Arctostaphylos uva ursi (L.)	
Sprengel	

Schon auf den ersten Blick geht aus dieser Zusammenstellung hervor, dass wir es hier mit zwei ganz verschiedenen Elementen zu tun haben, nämlich mit den Dryaspflanzen i. e. S. (= *), das heisst mit Pflanzen, ungefähr von den Wärmeansprüchen von *Dryas*, die heute an den Fundorten nicht mehr leben, und solchen, die den heutigen Wärmeverhältnissen am Fundort der Fossilien entsprechen und die deshalb hier auch noch vorkommen können.

Aber nicht bloss diese „Beiflora“, von der unten noch ausführlicher die Rede sein wird, beweist ein wärmeres Klima während der Ablagerung der Dryastone, als man meist anzunehmen geneigt ist; auch die Dryasflora im engern Sinne zeigt uns, dass sie sich im ganzen zum mindesten innerhalb der Baumgrenze befunden hat. Ausschliesslich der alpinen Höhenzone gehören heute nur vier Arten an, nämlich: *Salix herbacea*, *Salix polaris* (heute nur arktisch), *Oxyria digyna* und *Saxifraga oppositifolia*. Allerdings steigen sie auch heute etwas, wenn zum Teil auch nur unbedeutend, unter die Baumgrenze herab. Daneben gibt es aber noch andere, in den Alpen typisch subalpine Arten, wie *Arctostaphylos uva ursi*, *A. alpina* und *Calluna vulgaris*, welche

nicht oder nur ganz vereinzelt über die Baumgrenze emporsteigen. Die übrigen Arten der Dryasflora i. e. S. sind subalpin und alpin zugleich.

Eine ganz besondere Stellung nimmt *Betula nana*, die Zwergbirke, ein. Diese war in der Dryasregion eine der allerhäufigsten Arten. Obschon sie auch am Nordrande der Alpen das häufigste Fossil der Dryastone ist, gehört sie heute im nördlichen Alpenvorlande zu den beinahe ausgestorbenen Arten. Sie meidet die Voralpen heute beinahe völlig, die Zentralalpen gänzlich und findet sich nur noch in einigen Mooren der montanen Zone. Sie steigt in der Schweiz heute höchstens bis 1000 m, also ungefähr so hoch wie die Eiche und selbst etwa 500 m weniger hoch wie die Buche. Dieser so auffällige Unterschied des heutigen und des diluvialen Vorkommens der Zwergbirke zeigt deutlich, dass es nicht die Temperaturverhältnisse gewesen sein können, welche die Dryasflora verursachten. Hätten während der Eiszeit im diluvialen Verbreitungsgebiete der Zwergbirke alpine Verhältnisse geherrscht, so müsste heute dieser Strauch sich gerade in den Alpen und zwar in der alpinen Zone finden. Dass dies nicht der Fall ist, deutet darauf hin, dass das diluviale Klima im Alpenvorlande kein „alpines“ gewesen ist.

Auch andere Tatsachen sprechen in diesem Sinne. *Betula nana* erhält sich am längsten von der Dryasflora i. e. S. Sie geht in Schweden durch die verschiedenen Gürtel hindurch und reicht bis in die „Fichtenzeit“. Deshalb ist die Zwergbirke trotz ihrer Häufigkeit absolut kein Leitfossil für die Dryastone und aus ihrem Vorkommen in einer Ablagerung ist auch gar kein Schluss auf das Alter der letztern zu ziehen. Auf keinen Fall darf man nur aus diesem Grunde auf gla-

ziales Alter schliessen. — Es ist nun sehr bemerkenswert, dass die übrigen Arten heute in den Alpen gar keine gemeinsame Pflanzengesellschaft bilden, ja dass einige Arten sich sogar gegenseitig ausschliessen, wie z. B. die kalkstete *Dryas octopetala*, *Salix reticulata* und *S. retusa* einerseits und die kalkfliehende *Salix herbacea* und *Loiseleuria procumbens* anderseits. Auch aus dieser Tatsache geht deutlich hervor, dass sich die Verhältnisse zur Zeit der Ablagerung der Dryastone nicht mit den heutigen in den Alpen vergleichen lassen, während vielleicht ein Vergleich mit der Arktis näher liegt, ohne dass ich hier zurzeit etwas Bestimmtes zu sagen vermöchte. Wenn wir also auch gestehen müssen, dass wir weit davon entfernt sind, die Vegetation der Dryastone und die Bedingungen, durch welche sie hervorgerufen wurde, aus den Fossilien rekonstruieren zu können (vergl. pag. 121 f.), so geht doch jetzt schon mit Sicherheit aus dem dargelegten hervor, dass es die Temperaturverhältnisse allein nicht gewesen sein können, welche die Dryasflora veranlassten.

Wenn wir nun die klimatischen Ansprüche der in der Gesamt-Dryasflora als Fossilien erhaltenen Arten überblicken, so fällt es uns auf, wie verschieden dieselben sind. Wollen wir daraus auf das damalige Klima schliessen, so suchen wir in erster Linie nach einem Ort auf der Erde, wo das gleiche Artengemisch vorkommt. Es gibt aber heute keine Vegetation mehr, die den gleichen kosmopolitischen Charakter aufzuweisen hätte. Es ist ja nun allerdings richtig, dass ein Teil dieser Beiarten der Dryasflora in den Teilen der Alpen mit kontinentalem Klima heute relativ hoch steigt, aber sie haben doch nur ganz vereinzelte Standorte. An diesen Orten liegt aber auch die Baumgrenze und damit die untere Grenze der alpinen Zone hoch, so dass auch diese vereinzelt

hohen Standorte weit unter der eigentlichen alpinen Zone zurückbleiben. — Nun ist es aber eine ganz allgemeine Erscheinung, dass überall da, wo die Dryasflora genauer untersucht worden ist, auch diese Beiflora gefunden werden konnte. Während also im Dryasgürtel diese heterogenen Elemente während der Eiszeit immer zusammen vorkamen, finden sie sich heute nie mehr in ihrer Gesamtheit bei einander, höchstens nähert heute sich die eine oder andere Wasserpflanze nur ausnahmsweise und vereinzelt unter günstigen Verhältnissen dem Verbreitungsbezirk der Arten der Dryasflora i. e. S. (vergl. Früh u. Schröter 04).

Das merkwürdige kosmopolitische Artengemisch der Flora der Dryastone ist schon von jeher einzelnen Botanikern aufgefallen. Ganz besonders war es schon früh Ernst H. L. Krause, der darauf hinwies, dass die Temperaturverhältnisse zur Zeit der Ablagerung dieser Tone doch nicht alpin oder arktisch gewesen sein könnten, weil neben der Dryasflora i. e. S. noch wärmebedürftige Wasserpflanzen vorkämen. In neuerer Zeit hat Gunnar Andersson mit aller Entschiedenheit darauf hingewiesen und seither treten die meisten Pflanzengeographen auf diesen wichtigen Punkt ein. Die meisten Autoren versuchen nun aus diesem kosmopolitischen Artengemisch ein subarktisches oder subalpines Klima abzuleiten, indem sie gewissermassen die Mitte zwischen den extremen Wärmebedürfnissen ziehen. Wenn dieses Klima aber geherrscht hätte, dann müsste eben das subarktische resp. das subalpine Element vorherrschend gewesen sein, also der Koniferenwald und die typische subalpine Flora müsste sich in erster Linie finden. Aus der Tabelle am Schlusse der Arbeit geht jedoch mit aller Deutlichkeit hervor, dass das nicht der Fall ist. Ferner wären dann die wärmeliebenden Pflanzen noch immer unmöglich.

Meiner Ansicht nach gibt es nur eine logische Erklärung dieser kosmopolitischen Flora, und das ist die, dass es die allgemeinen Wärmeverhältnisse waren, die den wärmeliebendsten Arten ihr Dasein gestatteten, dass das Vorkommen der kälteliebenden Arten aber durch die Nähe des Gletschers bedingt war. Daraus geht aber wiederum mit aller Deutlichkeit hervor, dass dann die Dryasflora sich nur an den Rand der Vereisung anklammerte, also nur eine relativ schmale Region bewohnte. Damit stimmen die Schlüsse überein, die oben auf Grund der geologischen Lagerung der Dryastone und der Flora der überlagernden Schichten selbständig gezogen werden mussten. —

Wenn nun die von mir entwickelte Ansicht richtig ist, dass die Dryasflora nur eine relativ schmale Region um die Gletscher herum bewohnte, dann sollte man erwarten, dass die Mischung der Arten der Dryasregion mit der weiter vom Gletscher entfernten Flora in den glazialen Ablagerungen da häufiger stattfand, wo die Gletscher sich gegen Gebirge stauten, oder wo sich überhaupt das von den Bergen abfliessende Wasser mit dem Wasser der Gletschermischte. Im Schonen im südlichen Schweden hätten wir z. B. am wenigsten solche Mischfloren zu erwarten, grösser ist die Möglichkeit in gewissen Teilen Mitteldeutschlands und stellenweise in der Schweiz und wiederum auf dem Ostabfall der grossbritannischen Gebirge. Wirklich scheint sich nun auch diese Annahme zu bestätigen (s. die Tabelle am Schluss), finden sich doch z. B. in Hoxne in der Grafschaft Suffolk (Reid 1899 pag. 77) mit *Salix myrsinites*, *S. herbacea* und *S. polaris* zusammen *Ranunculus sceleratus*, *Eupatorium cannabinum*, *Bidens tripartitus*, *Lycopus europaeus*, *Oenanthe aquatica* usw. vor; daneben selbst noch *Taxus baccata*, *Sambucus nigra*, *Frangula Alnus*; zu den

letzten bemerkt allerdings Reid, sie seien zugeführt („derivativ“) ¹⁾, ohne sich jedoch darüber näher auszusprechen.

Aber auch an andern Orten fanden sich solche Gemische, so erwähnt Hartz (1902) *Salix polaris* und *Betula nana* zusammen mit *Pinus silvestris*, Johannsen (Disc. 1906) nach Holst *Salix reticulata* und *Dryas* mit der gleichen Konifere.²⁾

Das was bei der diluvialen Fauna so charakteristisch ist (s. Abschnitt IV), der Kosmopolitismus, findet sich also auch bei den Pflanzen, wenn er auch in den Ablagerungen nicht so häufig und so deutlich ist, was seinen Grund darin hat, dass eine Pflanzenfundstelle meist nur Fossilien einer Region enthält, während bei den Fundstellen der diluvialen Fauna meist Tiere oder Menschen die Reste zusammenschleppt haben aus einer weitem Umgegend.

8. Über die Möglichkeit der gleichzeitigen Existenz der Dryasflora und der Eichenwälder in gleicher Meereshöhe während einer Vergletscherung.

In den vorangehenden Abschnitten suchte ich nachzuweisen, dass die sog. Dryas-, die Birken- und Föhrenperiode nicht Zeitabschnitte bedeuten, sondern die Gletscher umrahmende Regionen, die mit den Eichenwäldern gleichzeitig gewesen seien. Nach der über diesen Gegenstand bisher erschienenen Literatur zufolge sah man es jedoch für höchst unwahrscheinlich, ja undenkbar, an, dass auch nur die Möglichkeit eines gleichzeitigen Vorkommens solch heterogener Vegetationen nebeneinander in annähernd gleicher Meereshöhe vorhanden sei. Deshalb sei es mir gestattet,

¹⁾ Von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen, sind alle Reste der Dryasflora „zugeführt“, d. h. verschwemmt oder vom Winde zugeblasen, so dass es gar nichts Besonderes an sich hat, wenn die genannten Arten zugeführt wurden. Hauptfrage ist: sind die Fossilien gleich alt oder nicht? (s. auch pag. 112).

²⁾ Siehe auch Holst (1906).

noch auf einzelne Punkte hinzuweisen, die, wenn sie auch zum Teil bereits bekannt sind, doch in diesem Zusammenhang meines Wissens bis jetzt nicht erwähnt wurden.

In erster Linie haben wir uns ein Bild der innersten Region, der Dryasflora, zu verschaffen. Wenn es sich darum handelt, diese zu beschreiben, so bedient man sich meist nur eines Schlagwortes und spricht von einer „Tundra“. Nun ist das wohl ein geographischer, aber kein genau umschriebener pflanzengeographischer Begriff, so dass wir uns damit auch keine bestimmte Vorstellung der Vegetation machen können. Aus der im Anhang gegebenen Tabelle geht nun deutlich hervor, dass jeweils nur ganz wenige alpine und subalpine Arten in der Dryasflora vorkommen. ¹⁾ Es ist nun allerdings richtig, dass diese Arten meist die gleiche Lebensform haben, nämlich Zwergsträucher sind. Aber vergeblich sehen wir uns in den Alpen danach um, wo eine ähnliche Pflanzengesellschaft vorhanden wäre. So etwas gibt es bei uns nicht mehr. Vor allem fehlen die in unsern Alpen, auch in der Zwergstrauchheide, vorkommenden Gräser und Kräuter. Da, wo diese lokal fehlen, treten Flechtenrasen an ihre Stelle. Da nun aber diese Elemente sozusagen gar nicht in den Tönen vorhanden sind, so müssen wir an eine offene Vegetation denken. Nun kommen auch alle Arten, die bis jetzt häufiger gefunden worden sind, als offene Geröllflur vor. ²⁾ Auch stimmen mit einer solchen

¹⁾ Es kann schon aus diesem Grunde sich hier niemals um die Reste der allgemeinen alpinen Flora handeln. Wäre während der Vergletscherung die alpine Flora aus den Alpen verbannt gewesen und hätte sie am Fusse der Gletscher gelebt, so müssten sich in den Dryastönen Hunderte von Arten, nicht aber so wenige und immer die selben, finden.

²⁾ Bei dieser Betrachtung ist *Betula nana* ausgeschlossen. Auf die noch völlig unaufgeklärte Rolle, die diese Art im Diluvium gespielt hat, habe ich schon früher hingewiesen. Vergl. pag. 116.

Annahme noch andere Tatsachen überein, nämlich die schon an anderer Stelle (pag. 117) erwähnte Mischung von kalk- und kieselsteten Arten. Diese sonst immer getrennten Pflanzen finden sich aber in besiedlungsfähig gewordenem Moränenboden, wo die Konkurrenz noch nicht vorhanden ist, in den Alpen öfters gemischt vor.

Bei dieser Gelegenheit mag übrigens betont werden, dass die Dryasflora i. e. S. nur in herbeigeschwemmten Pflanzenresten erhalten geblieben ist; selten sind es einzelne Pflanzen, meist handelt es sich nur um Blätter. Es fragt sich nun, wo haben diese Pflanzen gestanden? Da das Wasser, das sie mitriss, vom Gletscher herkam, so liegt es nahe, sie sich auf dem Moränenboden wachsend zu denken. Es scheint mir aber gar nicht ausgeschlossen, dass sie zum Teil auf dem Gletscher selbst auf den Obermoränen wuchsen. Wie dem auch sein mag, grosse Ausdehnung dürfen wir der Dryasregion jedenfalls nicht geben, auch handelt es sich um keine geschlossene Vegetationsformation.

Nach meinen oben entwickelten Ansichten soll nun diese Dryasflora in einem Klima gewachsen sein, dessen durchschnittliche Temperatur der heutigen nahestand. Dem widerspricht nun aber scheinbar die Tatsache, dass sich die Alpenpflanzen bei uns in der schweizerischen Hochebene — ich habe speziell diese hier im Auge — nicht gut, ja zum Teil gar nicht kultivieren lassen, obschon gerade in der Kultur eine besondere Begünstigung hinzukommt, nämlich das Fehlen der Konkurrenz. Das heutige Ebenenklima ist also nicht geeignet, die Dryasflora bei uns gedeihen zu lassen. Aber gerade die Art und Weise, wie der Gärtner die Kultur der Alpenpflanzen doch noch zu erzwingen sucht, gibt Winke für die Faktoren unseres Klimas, die den Alpenpflanzen verderblich werden. Obschon viele Arten in den Alpen selbst

starker Sonnenstrahlung ausgesetzt sind, setzt sie der Gärtner in der Ebene gerne in den Schatten oder Halbschatten. Ferner hält er sie mit Vorteil sehr feucht und damit diese Pflanzen der kalten alpinen Zone in der warmen Ebene im Winter nicht „erfrieren“, bedeckt man sie mit Tannenreisig. Das, was man bei der Kultur in der Ebene also nachzuahmen versucht, das ist nichts anderes, als ozeanische Verhältnisse herzustellen. Aber da für die Zeit der Ablagerung der Dryasflora gerade solche ozeanischen Verhältnisse im schweizerischen Mittelland angenommen werden müssen, so gewinnt die damalige Existenz der Alpenpflanzen in der Ebene an Wahrscheinlichkeit.

Im gleichen Sinne spricht die Tatsache, dass Alpenpflanzen an nach Norden exponierten Halden weiter hinabsteigen, als an Südhalden und sich auch häufiger auf diesen in tiefern Zonen finden. Nordhalden haben aber, mit den Südhalden verglichen, wiederum ein mehr ozeanisches Klima, nämlich eine gleichmässige Temperatur und grössere durchschnittliche Luftfeuchtigkeit.

Viel wichtiger aber ist noch das Faktum, dass in Gebieten mit ozeanischem Klima die vereinzelt Alpenpflanzen weit herabreichen. In der Schweiz ist gerade der Kanton Tessin mit seinem ozeanischen Klima für dieses Herabsteigen charakteristisch und unser erster schweizerischer Pflanzengeograph Christ (1882 pag. 38) schildert in meisterhafter Weise, wie sich Alpenrosen und Kastanien, *Alnus alnobetula* und *Adiantum capillus veneris*, *Saxifraga Cotyledon* und *Celtis australis* mischen.

Wenn erklärt werden soll, was die in den Dryastonen vorkommenden Arten, besonders die Dryasflora i. e. S. und die stets auftretende Wasserflora zusammengeführt haben könnte, so denkt man zuerst an solche Orte, wo diese Wasser-

pflanzen möglichst hoch ansteigen, also in den Alpen besonders an die zentralen Teile, wo durch die Massenerhebung ein kontinentales Klima herrscht, das ein Hinaufschieben der Höhengrenzen bedingt. Hier steigen in der Tat eine Anzahl der gefundenen Wasserpflanzen sehr hoch hinauf. Aber da auch hier wieder die Baumgrenze erhöht ist, so treffen sich auch hier diese Wasserpflanzen nicht mit den alpinen Arten.

Etwas anderes ist es schon im ozeanischen Klima am Alpenrand. Hier gehen zwar die Wasserpflanzen weniger hoch, aber die Alpenpflanzen steigen um so weiter herab, wie ich das gerade für den Kanton Tessin hervorhob. Allein auch hier findet sich das Gemisch, wie es die Dryastone zeigen, noch nicht.

Sehen wir deshalb von den Alpen ab und suchen wir in Gebieten mit extrem ozeanischem Klima nach, ob dort vielleicht eine solche Mischung vorhanden ist, wie sie die Dryastone bieten oder ob gar dort Anklänge von solchen Vegetationsformationen neben einander vorhanden sind, wie ich sie für die Eiszeiten nachzuweisen versuchte.

Eines der Länder, die das am meisten ozeanische Klima und zugleich eine mitteleuropäische Flora besitzen, ist Grossbritannien. Gerade dieses Land hat nun trotz seiner kühlen Sommer eine Anzahl von südlichen Arten, die den andern mitteleuropäischen Florenbezirken allermeist fehlen, wie z. B. *Ruscus aculeatus*, *Arbutus unedo*, *Erica mediterranea*, *Tamus communis*, *Buxus sempervirens*, *Daphne laureola*.¹⁾ An bevorzugten Stellen gedeihen selbst immergrüne Büsche südlicher Herkunft im Freien ohne Bedeckung, während diese an andern Orten im Winter in das Kalthaus gebracht werden müssen. Bekannt ist, dass der Lorbeer (*Laurus nobilis*) auf der Insel Wight selbst in Baumform vorkommt. Zu

¹⁾ Vergl. Engler, 1879, pag. 177 ff.

gleicher Zeit ist Grossbritannien berühmt als das Land prächtiger Laubbäume und schönster Eiben.

Nun ist es höchst interessant, wie gerade in Grossbritannien zu gleicher Zeit kältefordernde Arten vorkommen und sogar sehr tief herabsteigen. Instrukтив in diesem Sinn ist ein kleiner Bericht von Lloyd Präger (1908), der eine Exkursion des Central Committee for the Survey and Study of British Vegetation nach dem Westen von Irland leitete. In der Landschaft Connemara fanden sich an einer Stelle *Quercus Robur*, *Taxus baccata*, *Ilex Aquifolium*, *Ulex Galii*, also eine Gesellschaft, die gerade die typischen Arten der Eichenperiode umfasst. Vereint mit diesen ozeanischen Pflanzen finden sich *Arctostaphylos uva ursi* und *Juniperus communis var. montana* und *Listera cordata*! Das ist nun schon etwas Auffälliges, aber direkt unbegreiflich erscheint es, dass nur wenige hundert Meter höher, bei 581 m ü. M., *Arctostaphylos uva ursi* und *Salix herbacea*, also eine Art, die in den Alpen äusserst selten unter die Baumgrenze herabreicht, wachsen. Im gleichen Gebiete kommen an anderer Stelle bei weniger als 30 m ü. M. *Dryas octopetala*, *Sesleria coerulea*, *Euphrasia salisburgensis*, *Gentiana verna* zusammen mit *Geranium sanguineum* (!!), *Asperula cynanchica* (!), *Galium silvestre*, *Chlora perfoliata*, *Carlina vulgaris* usw. vor.

Eine solche Mischung der bei uns alpinen und subalpinen Flora mit Arten, denen man ein grosses Wärmebedürfnis zuschreibt, oder wenigstens das Zusammentreffen dieser Pflanzen in beinahe gleicher Meereshöhe, ist in den Alpen undenkbar. Es wird hier in West-Irland nur durch das extrem ozeanische Klima ermöglicht.

Übrigens finden wir auch ähnliche Dinge an andern Orten. Ich kann mich noch gut erinnern, welchen Eindruck es auf mich machte, als ich an der holländischen See in den

Dünen und in der Heide *Empetrum nigrum* fand, eine Art, die in den Alpen nur der höhern subalpinen und alpinen Zone, meist aber nur der letztern angehört. Warum steigt diese Art nicht auch in den Alpen in die Täler und in das Vorland hinab? Das Humusbedürfnis und das Verlangen nach kalkfreiem Boden könnte auch hier befriedigt werden. Die durchschnittlichen Wärmeverhältnisse können es nicht sein, die die Pflanze in den Alpen am Herabsteigen verhindern, was das Vorkommen in Holland zeigt; wohl aber müssen wir die Ursache davon in den relativ grossen Temperaturschwankungen, der durchschnittlich kleinen relativen Luftfeuchtigkeit und deren grossen Schwankungen sehen, oder mit einem Wort: in dem mit dem holländischen Klima verglichen, kontinentalen Anstrich der Alpentäler und des Alpenvorlandes.

Gerade diese Beispiele zeigen wieder recht deutlich, dass es nicht in erster Linie die mittlere Jahrestemperatur ist, welche die Verbreitung der Arten bestimmt, sondern dass die Temperaturextreme und zu gleicher Zeit die Feuchtigkeitsverhältnisse viel wichtigere Faktoren sind; oder mit andern Worten gesagt: der ozeanische oder kontinentale Charakter eines Klimas bestimmt in erster Linie die Verbreitungsgrenzen vieler Arten.

Nachdem ich nun oben in diesem Zusammenhang auf das Auftreten von *Dryas octopetala* und *Salix herbacea* mit *Quercus Robur*, *Ilex Aquifolium*, *Taxus baccata*, *Geranium sanguineum* in nächster Nähe und bei nur wenigen hundert Metern Höhenunterschied hingewiesen habe, wird die Möglichkeit des Vorkommens dieser zwei Elemente während der Eiszeit, wo ja noch ein mehr ozeanisches Klima geherrscht haben muss, auf nahezu gleicher Meereshöhe, wo das Eis

noch seinerseits lokal eine gewisse Rolle spielte, kaum anzuzweifeln sein.

* * *

Man ist leicht geneigt, dem Gletschereis einen grossen kältenden Einfluss auf die Umgebung zuzuschreiben. Dass ein solcher vorhanden ist, darauf habe ich an verschiedenen Orten hingewiesen, führte ich doch gerade die Dryas-, Birken- und Kiefernregionen auf diesen Einfluss zum Teil zurück. Allerdings wirkt das wärmeabsorbierende Gletschereis hauptsächlich indirekt, indem es Winde erzeugt. Die direkte Kältewirkung dürfte meines Erachtens nicht sehr gross gewesen sein, weil die Gletscher von Schutt und Schmutz besonders am abschmelzenden Ende bedeckt sein mussten. Allerdings dürfen wir uns nicht vorstellen, dass auf ihnen so viel Moränenschutt lag, dass das Eis nur an wenigen Stellen zum Vorschein kam, wie dies Merzbacher noch jetzt im Tian-Schan-Gebirge beobachten konnte. Dort haben diese grossen Schuttmengen ihre Ursache in dem dortigen kontinentalen, die Verwitterung durch Temperaturextreme befördernden Klima. In den Alpen haben wir wohl solche Verhältnisse zu erwarten, wie sie heute in Südamerika (Patagonien, Argentinien und Chili) herrschen. Dort ist offenbar die Schuttbedeckung eine mässige. Sie genügt aber doch, um den direkt kältenden Einfluss auf die Umgebung abzuhalten.

Von dem Ende des Tonador-Ostgletschers besitze ich z. B. eine instruktive Photographie, die ich der Liebenswürdigkeit von Dr. Leo Wehrli verdanke. Auf der Breite von zirka 41 ° endigt der Gletscher in etwa 500 m ü. M. inmitten der Zone der Laubwälder, welche von *Nothofagus* gebildet werden. Diese sind so dicht mit Unterholz durchsetzt, dass es unmöglich ist, ohne sich fortwährend mit dem Haumesser einen Weg zu bahnen, in ihnen vorwärts zu kommen. Die

einzigste Möglichkeit, das Land zu bereisen, bilden die waldfeindlichen Schotter der Flüsse. Das Unterholz besteht nun zum grossen Teil aus immergrünen Arten, wie *Ilex spec.*, *Bambus spec.* und aus Sträuchern, die bei uns nicht winterhart sind, nämlich Fuchsien. Diese Vegetation geht nun in der gleichen Zusammensetzung bis an die Gletscher heran und bedeckt selbst die Endmoräne. Aber auch auf den Gletscher hinauf wagt sie sich und auf der Obermoräne steht ein Wäldchen von zirka zwölfjährigen Buchen. Obschon dieses Gletscherende mit wenig Schutt bedeckt ist, ist also gar kein kältender Einfluss auf die Umgebung zu bemerken. Eine Dryasregion oder eine Umkehr der Vegetationszonen am Gletscherende gibt es nicht. Es reicht also hier die Gletscherzunge in diesem ozeanischen Klima bis in die Laubwälder hinab, wie ich dies für die Eiszeit in den Alpen behauptete. Auch die Wälder von Güntenstall bei Kaltbrunn, von denen ich eingangs ein detailliertes Bild zu entwerfen suchte, standen ja direkt neben dem Gletscher und sie enthielten keine einzige kältefordernde Pflanze. Aber in den beiden herangezogenen Fällen handelte es sich nur um Gletscherzungen. Anders muss der Einfluss auf die Umgebung gewesen sein, wenn es sich um Inlandeis handelte. In der Tat haben wir ja dann auch in der Eiszeit die getrennten Regionen von *Dryas*, Birken, Kiefern. Am Rande der nordischen Vergletscherung, wo diese Regionen so klar ausgebildet sind, verschwinden jedoch auch diese, sobald sich das Eis gegen das Innere von Skandinavien zurückgezogen hat, wie dies Andersson ausdrücklich hervorhebt. Statt der verschiedenen Regionen haben wir dann nur noch einen „an arktischen Pflanzen reichen Birkenwald, in welchem sich allmählich . . . die Kiefer verbreitete“ (vergl. auch oben pag. 113).

An dieser Stelle möchte ich noch beifügen, dass es mir unbegreiflich erscheint, dass, wie die meisten Forscher annehmen, die Gletscher während des Diluviums am Nordrande der Alpen in einer baumlosen Zone geendet haben sollen, gehen doch heute hier die mittlern Gletscher bis in die Nadelwälder, die grössten bis in die Laubwälder hinab.

9. Die Fossilarmut der Dryastone.

Es ist nun von verschiedener Seite gesagt worden, die Tatsache, dass in den Dryastonen keine Reste einer Baumvegetation nachgewiesen werden konnten, beweise, dass auch keine Bäume in der Nähe gewesen seien. Zum mindesten müssten doch Baumpollen gefunden werden.¹⁾ Nun bieten aber die Tone schlechte Erhaltungsbedingungen und dürfen in dieser Hinsicht nicht mit den Torfmooren verglichen werden, wo die Pollen von Anfang an mit Humussäure durchtränkt werden und sich deshalb so gut erhalten (vergl. auch S. 33). Im Tone kommen hier in erster Linie in Betracht: der Luftabschluss durch Wasser und überdeckende Tonlagen und dann das Eisenoxydul. Bis aber diese Mittel erhaltend einwirken können, ist Zeit genug, das langsam sinkende Pollenkorn verderben zu lassen. Übrigens halte ich es nicht für ausgeschlossen, dass auch noch einst im schweizerischen Alpenvorlande im Gletscherton Baumpollen gefunden wird. Aber aus dem bis jetzt negativen Resultat darf man nicht auf eine Abwesenheit der Baumvegetation schliessen. Neuweiler hat bis jetzt die glazialen Tone vom Krutzelried vergeblich

¹⁾ Holst (1906) hat nun, wie es scheint, in Südschweden doch *Pinus*-Pollen z. T. in den gleichen Schichten mit Dryaspflanzen, wie *Salix reticulata* und *Dryas*, gefunden und zwar nicht nur in einer Gytjalage, sondern auch im hangenden und liegenden Glazialton. Der Pollen ist in solcher Menge vorhanden, dass ein Kiefernwald in nächster Nähe angenommen werden muss.

auf Pollen durchmustert. Auch in den Tonen des Güntenstaller Einschnittes (Kaltbrunn) fand er trotz der reichlichen Baumreste keine Pollen vor, während C. A. Weber auf zugesandten Proben die Pollen von *Picea* und *Abies* nachweisen konnte, woraus hervorgeht, wie sehr ein solcher Fund vom Zufall abhängig ist.

Wenn bis jetzt in den schweizerischen Glazialtonen noch keine bedeutendern Reste der Baumvegetation nachgewiesen werden konnten, so scheint mir das ebenfalls leicht verständlich zu sein, wenn wir die Art ihrer Entstehung berücksichtigen. Die Glazialtone sind Gletscherschlamm, der unter dem Gletscher bei verschiedenen Anlässen oft katastrophenartig hervorbricht. Bald entleeren sich Gletscherseen oder es wird, nachdem sich die unterirdischen Abflusswege verstopft hatten, das Schmelz- und Regenwasser plötzlich frei und reisst aus der Grundmoräne den Schlamm mit, der in stillen Gewässern unterhalb des Gletschers abgelagert wird. Deshalb enthalten diese fluvioglazialen Tone überhaupt nur selten Fossilien und es gibt sehr viele Tongruben in ihnen, die noch nie irgend ein pflanzliches oder tierisches Fossil geliefert haben. Ich habe schon viele solche Gruben aufgesucht und beinahe immer ohne Erfolg. Der Gletscherschlamm hat eben nur unter gewissen Verhältnissen Gelegenheit, pflanzliche und tierische Reste aufzunehmen. Pflanzen und Tiere können in dem schlammigen und kalten Gletscherwasser nicht oder nur selten gedeihen. Nur wenn ein Tümpel oder Gletschersee eine Zeitlang vom Gletscherbach abgeschnitten ist, liegt grössere Möglichkeit der Besiedlung vor, was zur Gytjabildung Anlass geben kann. Die meisten Fossilien sind aber auf andere Weise in den Gletscherschlamm geraten. Offenbar rissen die Gletscherschlammströme aus kleinen Tümpeln mit stillerem und deshalb wärmerem Wasser einige Pflanzen oder auf ihrem Wege durch den Moränen-

boden einige der hier vorkommenden Arten mit und betteten sie im abgelagerten Schlamm ein, so dass sie der Nachwelt erhalten blieben. Wie wuchtig und gross diese Wasserausbrüche in den heute noch stärker vergletscherten Gebieten werden können, das zeigen verschiedene Bemerkungen von Merzbacher anlässlich der Beschreibung seiner Reise im Tian-Schan-Gebirge; danach begreift man die Fossilarmut der Glazialtone völlig. Wenn man dann noch hinzufügt, dass die Lokalwinde in der Regel vom Gletscher weg wehen, so muss es ein blosser Zufall sein, wenn Landpflanzen, die unterhalb des Gletschers wachsen, in die Glazialtone hineingeraten. Dass dies wirklich so ist, das lehren uns die mit der Dryasflora i. e. S. zusammengefundenen Landarten, die eine ganz zufällige Auslese aus der Vegetation darstellen.

Aber trotz dieser Zufälligkeiten, von denen das Vorkommen solcher Reste der Landpflanzen in den Dryastonen abhängt, bin ich überzeugt, dass man eines Tages auch Reste der allgemeinen Baumvegetation auch noch ausserhalb Grossbritanniens finden wird, ja vielleicht schon gefunden hat, aber unter dem Einfluss der Nathorst'schen Hypothese zum Interglazial oder zu einer Übergangszeit gezählt hat. Es gibt eine grosse Anzahl von quartären Fossilfunden, von denen angenommen wird, dass sie interglazial seien, bei denen aber die einfachste Erklärung auf Grund der geologischen Lagerung die wäre, dass man sie als glazial betrachten würde, was ich schon an anderer Stelle betonte. Ohne selbst aber die Funde untersucht zu haben, will ich keine bestimmten Zweifel äussern, wie ich dies bereits erwähnte.

Gerade der Nordrand der Alpen bietet günstige Verhältnisse, um bei einer quartären Ablagerung die Zeit der Entstehung mit dem zugehörigen Stande der Vergletscherung

zu parallelisieren; deshalb ist es kein Zufall, dass eiszeitliche Baumvegetation zuerst von hier bekannt wird. ¹⁾ Auch sind am Nordrande der Alpen dadurch, dass die Gletscher Zungen bildeten, die Verhältnisse günstiger, als am Rande der nördlichen Inlandvereisung, damit sich die Baumvegetation wenigstens in einzelnen Bruchstücken in den Glazialtonen wird nachweisen lassen. Wenn dies bis jetzt nicht der Fall war, so liegt dies in erster Linie daran, dass man glaubte, dass weitere Untersuchungen auf diesem Gebiet aussichtslos seien. Ausser dem Krutzelried bei Schwerzenbach ist am Fusse der Alpen noch kein Glazialtonlager erschöpfend untersucht worden und alles, was wir bis jetzt wissen, verdanken wir der Initiative von Nathorst, Schröter und Neuweiler.

* * *

Aus dem in diesem Abschnitt bei Anlass der Besprechung der Nathorstschen Hypothese Gesagten geht nun mit aller Deutlichkeit hervor, dass die Fossilien der Dryas-tone nicht nur gar keine alpinen oder arktischen Klimaverhältnisse verlangen, sondern dass sie ganz allein schon beweisen, dass die durchschnittlichen Temperaturverhältnisse während der Zeit ihrer Ablagerung nicht stark von den heutigen verschieden sein konnten. Jedenfalls mussten die Vegetationsbedingungen in kurzer Distanz vom Gletscher derart sein, dass die heutige Waldflora die nötigen Wärmebedingungen fand.

¹⁾ Auf ähnliche Verhältnisse in Grossbritannien habe ich bereits hingewiesen (pag. 119).