

Die Änderungen des Klimas seit der letzten Vergletscherung in der Schweiz

Autor(en): **Brockmann-Jerosch, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wissen und Leben**

Band (Jahr): **7 (1910-1911)**

PDF erstellt am: **17.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-750362>

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.

DIE ÄNDERUNGEN DES KLIMAS SEIT DER LETZTEN VERGLETSCHERUNG IN DER SCHWEIZ

Unsere heutige Pflanzen- und Tierwelt ist in erster Linie das Produkt des heutigen Klimas. Der Verlauf der Temperatur, die Größe und Verteilung der Niederschläge, der Feuchtigkeitsgehalt der Luft usw. bestimmen sowohl durch ihre mittleren Größen als auch durch ihre Extreme die Existenz der Pflanzen und Tiere. Durch diese heutigen Klimafaktoren können wir vieles in der organischen Welt erklären, aber scheinbar doch nicht alles. Man nimmt deshalb an, dass nicht nur die heutigen Verhältnisse, sondern auch die vergangenen eine Rolle spielen. Deshalb ist die Frage nach den Klimaverhältnissen der letzten geologischen Periode seit lange das Studium der Naturforscher gewesen, und unter ihnen waren es besonders die Biologen, welche das Material zu ihrer Beantwortung zusammentrugen. Wir stellen uns deshalb die Frage nach dem einstigen Klima vom Standpunkte des Biologen aus, um zu sehen, ob sich dadurch die heutigen Verhältnisse besser verstehen lassen.

Wir müssen dabei zum mindesten zurückgehen bis zu den Verhältnissen, wie sie zur Zeit der größten Ausdehnung der letzten Vergletscherung herrschten. Darauf haben wir zu untersuchen, ob sich das damalige Klima stets im gleichen Sinne änderte, um auf den heutigen Stand zu kommen oder ob dazwischen oder später noch andere Klimaabschnitte vorhanden seien. Zur Beantwortung dieser beiden Fragen haben wir folgende Ausgangspunkte:

1. die geologischen Ablagerungen,
2. die Paläontologie,
3. die heutige Verbreitung der Organismen,
4. die prähistorischen und historischen Zeugnisse des Menschen.

Die geologischen Ablagerungen an und für sich sagen relativ wenig aus. Sie geben die Grenzen der Vereisung an, sie zeigen durch die Mächtigkeit der Ablagerungen die Dauer der betreffenden Verhältnisse; aber genauere Angaben über den Charakter des damaligen Klimas lassen sich nur in kleiner Zahl gewinnen. Doch

sind wir anderseits nur durch die geologischen Ablagerungen über die *Art des Verlaufes* der Klimaänderung orientiert.

Der Rückzug der Gletscher am Ende der letzten Eiszeit war unregelmäßig, unregelmäßig sowohl in seiner Geschwindigkeit, als auch in bezug auf die gleichzeitigen Gletscherstände an verschiedenen Orten. So konnten die verschiedenen Rückzugsetappen der Bayerischen und Tiroler Alpen am Rheingletscher nur unsicher nachgewiesen werden. Der Rhonegletscher lässt sich ebenso wie die südalpinen schon gar nicht mehr mit den ostalpinen vergleichen. Diese Unregelmäßigkeit in der Ausdehnung der verschiedenen Gletscher während des Rückzuges macht es wahrscheinlich, dass die Gletschergröße nicht eine Funktion eines Faktors war, der auf *größere Distanzen gleichmäßig* wirkte, sondern eines solchen, der lokal verschieden war, dass man also hier nicht an eine Temperaturerniedrigung, sondern an feste Niederschläge denken muss.

Außer dieser Hinweisung geben uns die geologischen Ablagerungen keine Anhaltspunkte über den Charakter des Klimas. Dieses zu rekonstruieren ist vornehmlich ein *biologisches Problem, das auf Grund der Fossilien gelöst werden muss.*

Wir haben nun allerdings nur eine Fundstelle, von der meines Erachtens mit Sicherheit behauptet werden kann, dass sie aus der *Höhe* der letzten Eiszeit stammt, nämlich St. Jakob an der Birs. Mitten im Niederterrassenschotter wurden dort gefunden: Schilfrohr, Haselstrauch, Hagebuche, behaarter Schneeball und anderes. Diese Flora ist mit der heutigen identisch; alle nachgewiesenen Arten könnten heute noch am Fundort gedeihen. Das verlangt nun den Schluss, dass die Temperaturverhältnisse während der letzten Eiszeit nicht wesentlich von den heutigen verschieden gewesen sein konnten. Da aber trotzdem die Gletscher eine solche große Ausdehnung hatten, so mussten die Niederschläge, mit den heutigen verglichen, groß sein. Sie mussten es gewesen sein, die in fester Form die Vergrößerung der Gletscher veranlassten. Es war demnach das Klima während der Höhe der letzten Eiszeit ein extrem ozeanisches, wie heute etwa in Alaska, Patagonien usw. Alle reicheren Fossilfundstellen aus dem Rückzuge der letzten Vergletscherung stellen die gleiche Forderung nach einem solchem Klima. Man findet nämlich aus dieser Zeit eine Reihe von heute

subalpinen und alpinen oder subarktischen Pflanzen und Tieren, zugleich aber auch Organismen, die dem heutigen Klima durchaus entsprechen.

Vom faunistischen Standpunkte aus am interessantesten, daneben am besten und ohne Voreingenommenheit untersucht ist das Kesslerloch bei Thayngen. Hier finden sich aus der Zeit, als der Rheingletscher sich hinter die inneren Moränen, das heißt aus der Gegend von Zürich, Andelfingen und Überlingen zurückziehen begann und aus der direkt darauffolgenden Zeit von den großen diluvialen Säugern von tertiärem Typus der Mammut, das behaarte Rhinoceros, von den heute arktisch-alpinen Arten Rentier, Schneehase, Gemse, Steinbock, Moschusochse und andere; zugleich aber von den heutigen Waldtieren Wolf, Fuchs, Maulwurf, Edelhirsch, Reh. Mit diesem Tiergemisch zusammen konnten Haselnuss und Fichte nachgewiesen werden.

Am Südfuß der Alpen ist nur eine Fundstelle mit einem ähnlichen Gemisch von Arten bekannt, nämlich bei Rè im Vigezzotale, auf italienischem Gebiete nahe der Schweizergrenze. Hier finden sich Weißpappel und Feldahorn gemischt mit unsern Gletscherweiden.

Diese Gemischtheit der Flora und Fauna, die mit dem Namen Kosmopolitismus gut bezeichnet wird, ist für die Zeit des Rückzuges der Gletscher, wie überhaupt für das ganze Diluvium charakteristisch. Sie verlangt die Annahme eines Klimas, das in den Temperaturansprüchen dem heutigen nahe stand, denn nur dann konnten die wärmeliebenden Arten, die ja heute noch die Vegetation bilden, existieren. Zugleich aber mussten die Niederschläge viel bedeutender gewesen sein als heute, besonders die Schneemengen mussten unvergleichlich viel höher gewesen sein, weil durch sie das Anschwellen der Gletscher hervorgerufen sein musste. Aber nicht nur der Gedanke an die großen Gletscher, sondern auch das Gemisch von Arten, die heute über viele Höhenzonen verteilt sind, verlangt allein schon das extrem ozeanische Klima, weil wir nur in einem solchen ähnliche Mischungen heute noch sehen, so zum Beispiel im niederschlagreichen Tessin, wo die Alpenrosen bis in die Kastanienzone hinabreichen. Noch bessere Beispiele bietet Irland, wo alpine Arten beinahe bis an den Meeresspiegel hinabreichen, während die Gebiete mit kontinentalem Klima

immer eine viel reinlichere Scheidung der Arten nach der Höhenzone haben.

Durch die geologische Lagerung der einzelnen Pflanzenfundstellen lässt sich nun zeigen, dass die Vegetation im Alpenvorland während der Eiszeit nicht gleichmäßig, sondern dass sie durch die Nähe der windbringenden Gletscher stark beeinflusst war. Das ihnen am nächsten liegende Gebiet, also ein *innerer* Gürtel, trug nur eine ganz dürftige, armselige Vegetation von einigen alpinen und subalpinen Arten, dazwischen einzelne Exemplare der heutigen Flora, während im *äußern* Gürtel bedürfnislosere Bäume, zum Beispiel Föhren vorkamen, die ersten Vorposten der *eigentlichen Vegetation der unvergletscherten Gebiete, des diluvialen Eichenwaldes*. Dieser bestand aus ozeanischen Laubbäumen, so aus der Stieleiche, Sommerlinde, Haselnuss, Ahorn und Pappel. Im Halbschatten wuchsen die immer grüne Eibe, die Stechpalme und der Buchs. Während dieser Zeit fehlt der heute herrschende Laubbaum, die Buche, noch völlig.

In den von Natur aus lichten Wäldern fanden damals die großen Säuger des Diluvium, die Elefanten, Rhinocerosarten usw. im Sommer und Winter eine ausreichende Nahrung. Mit dieser kosmopolitischen Fauna, mit den großen Dickhäutern, den nordischen und alpinen Tieren, gleichzeitig mit diesen Eichenwäldern lebte bereits ein Mensch, der Paläolithiker. Dem Menschen standen diese lichten Wälder nicht verderblich gegenüber, sondern gaben ihm Schutz, Feuer und Nahrung. Der Paläolithiker hatte während der ganzen Zeit seines Auftretens die gleiche Bewaffnung; auch änderte sich das Mengenverhältnis seiner verschiedenen Artefakte nicht. Er stand also fortwährend der gleichen Fauna gegenüber; denn seine Jagdtiere blieben immer die gleichen. Damit stimmen ja auch die Fossilfunde überein.

* * *

Je mehr die Gletscher-Enden beim Rückzuge in den Vorbergen der Alpen verschwinden, desto mehr verwischen sich die verschiedenen, die Gletscher begleitenden Vegetationsgürtel. Schon beim Eintritt in die Gebiete der gestauchten Molasse reichen die Laubwälder wenigstens seitlich direkt bis an den Gletscher heran, was die fossile Flora von Kaltbrunn beweist. Mit ihrem weitem Zurückweichen werden Flora und Fauna den heutigen ähnlich.

Im Mittelland starben zu dieser Zeit die Dickhäuter, wie auch die nordischen Tiere, so besonders das Ren, aus. Keines von diesen allen folgt den Gletschern bis ins Innere oder nur auch bis in die äußeren Täler der Alpen; ein Zeichen dafür, dass damals schon das Klima dem heutigen nahe stand und zugleich auch ein Beweis für die Ansicht, dass das *Vorkommen dieser Tiere im Mittelland durch das ozeanische Klima der Eiszeit* veranlasst war und *nicht* durch eine Temperaturerniedrigung, deren Annahme so nahe liegt. Zugleich starben im Mittelland eine Anzahl ozeanischer Laubbäume aus oder wurden doch mehr oder weniger selten, wie Buchsbaum, Weißpappel, Linde, Ahornarten und andere.

Zu dieser Zeit der Verarmung von Flora und Fauna wandert die Buche ein und in unduldsamer Weise gewinnt sie rasch die Oberhand, wodurch das Verdrängen vieler ozeanischer Bäume beschleunigt wurde. Diese wurden deshalb im Mittelland selten und fehlen auf weite Strecken. Nur am Alpenrand, teilweise auch längs des Jura können sie sich noch in größerer Menge halten, wie zum Beispiel der Bergahorn in unsern Voralpen.

Auch der Mensch verschwindet zur Zeit der Herrschaft dieser dichten, dunklen und ungastlichen Buchenwälder und der verarmten Fauna. Es folgt die menscheleere Zeit, der Hiatus. Erst später wandert ein neuer Mensch ein, der Neolithiker. Er kennt bessere Werkzeuge, ist nicht nur Jäger, sondern auch Viehzüchter und Ackerbauer und nimmt mit Erfolg den Kampf gegen Vegetation auf.

Sein Auftreten fällt in eine Zeit, in der die Vegetation im wesentlichen mit der heutigen übereinstimmt. Auch der Gletscherstand muss der heutige gewesen sein. — Vom Neolithiker an bis zur Gegenwart sind wir durch die Reste seiner Ansiedelungen, wie auch die Vegetation der Torfmoore darüber unterrichtet, dass das Klima sich gleich geblieben sein muss. Es scheint also, dass das Klima vom Höhepunkt der letzten Eiszeit bis in die Buchenzeit, der das Auftreten des Neolithikers unmittelbar folgt, *sich im gleichen Sinne änderte und dass von dieser Zeit bis zur Gegenwart kein weiterer Klimawechsel stattgefunden hat.*

* * *

Anders scheint die Sache zu liegen, wenn wir die heutige Verbreitung von Pflanzen und Tieren ins Auge fassen. Sie ist

keineswegs so ausgeglichen, wie man meist anzunehmen geneigt ist. Schon auf ganz kleinem Gebiet zeigt sich dies deutlich. Besitzt doch z. B. der Norden des Kantons Zürich eine Reihe von Arten, die dem mittleren und südlichen Teil fehlen. Andererseits finden wir im obern Rhonetal in den untern Höhenlagen viele Arten, die sich nur oberhalb St. Maurice finden, aber der Rhonemündung und der Umgebung des Genfer Sees fehlen. Auch das Rheintal besitzt solch isolierte Kolonien von Pflanzen und Tieren. Hier gehen sie nicht bis unterhalb Landquart, zum Teil nicht nördlicher als Chur.

Das Verbreitungsareal dieser Arten ist in der Schweiz wie auch in den benachbarten Ländern zerrissen, scheinbar unregelmäßig. Zahllose Kolonien von Pflanzen und Tieren im schweizerischen Mittelland und in den Alpentälern sind zusammenhanglos, bald sind sie durch wenige hundert Meter, bald aber durch viele Kilometer oder durch die höchsten Gebirgsketten getrennt. Solche Areale werden in der Regel als Reste früherer größerer Verbreitungsbezirke betrachtet, da man annimmt, dass ein sprungweises Wandern der Pflanzen und der meisten wirbellosen Tiere ausgeschlossen sei und ganz besonders, dass Gebirgsketten wie die hohen Walliser Alpen für die wärmebedürftigsten Arten unter den heutigen Verhältnissen unüberwindliche Hindernisse darstellen. Als solche Relikte werden die trockenheit- und wärme liebenden Arten angesprochen, die sehr in die Augen fallen, weil sie auf ihnen zusagenden Standorten meist in sehr großer Artenzahl vereinigt erscheinen, also Kolonien bilden. Sie werden mit dem Namen xerotherme¹⁾ Kolonien belegt.

Diese Tatsache, verbunden mit der Vorstellung, dass Pflanzen und Tiere ein beschränktes Wanderungsvermögen besitzen, führte zu der *Annahme einer postglazialen xerothermen Periode, also eines Klimas mit steppenartigem Charakter, das die Wälder zurückhielt, den wärme- und trockenheitliebenden Arten jedoch*

¹⁾ d. h. trockenheit- und wärmeliebende Arten in dem Sinne, dass sie einen heißen Sommer verlangen, zugleich aber der Trockenheit sehr gewachsen sind. An feuchten Standorten kommen diese Arten in der Regel auch vor, wenn die Konkurrenz sie hier nicht ausschließen würde. Trotz diesem Verlangen nach einem warmen Sommer sind viele dieser Arten — aber nicht alle — einem trocken-kalten Winter, der besonders für die Pflanzen sehr ungünstig ist, gewachsen.

größere Gebiete einräumte, so dass sich diese leicht verbreiten konnten. Auf diese xerotherme Periode, so stellt man sich vor, kam das heutige mittlere Klima, das besonders durch die Wälder das Gebiet der xerothermen Arten stark einschränkte und sie in einzelne Kolonien trennte, die nun als Relikte betrachtet werden. Die Frage einer xerothermen Periode dreht sich also darum, inwieweit man den Pflanzen und Tieren ein sprunghaftes Verbreitungsvermögen zugesteht. Von diesem Standpunkte aus lässt sich die Frage nach dieser Klimaschwankung nicht gut betrachten, weil die Möglichkeit der sprunghaften Verbreitung noch viel zu strittig ist, wenn sie auch immer mehr an Wahrscheinlichkeit gewinnt.

Diese xerotherme Periode ist die einzige Klimaschwankung, von der man glaubt, dass sie Spuren in der Schweiz hinterlassen habe, und deshalb beschränkt sich die ganze Frage der postglazialen Klimaänderung nur noch auf diesen Punkt. Die Tatsachen, die man zur Beurteilung heranzieht, sind in aller Kürze bereits angedeutet. Außerdem sind noch folgende Punkte von Belang.

Die betreffenden Arten gedeihen an ihren Standorten sehr gut, blühen und vermehren sich. Es ist kein Rückgang dieser Flora und Fauna zu beobachten. Da, wo sich neue Standorte bieten, breiten sich diese Arten aus, wie zum Beispiel auf den neuen Dämmen an Flüssen, in verlassenen Weinbergen, an Standorten, die erst in historischer Zeit entstanden sind, Ruinen, Mauern, Flussaluvionen. Es stehen also diese Arten mit dem Klima in Einklang. Sie können nur wegen ihrer zerrissenen Areale, nicht aber vom klimatischen Standpunkte aus als Relikte betrachtet werden.

Bei der Fragestellung müssen als nicht beweisend die Arten ausgeschieden werden, die, wenn sie auch im Alpenland oder im Mittelland mit den wirklich xerothermen Pflanzen die Standorte teilen und in der Umgebung fehlen, jedoch im kontinentalen Gebiet hoch ansteigen, wodurch sie in den Zentralalpen die Bergketten der Länge und Quere nach überwinden können. Eine solche Art ist das Federgras, *Stipa pennata*, das ja als eine der Hauptstützen der xerothermen Periode gilt, aber in den Zentralalpen bis 2400 Meter steigt.

Wenn wir von diesen und andern Gesichtspunkten aus eine Revision der Pflanzenarten vornehmen, die in Betracht gezogen wurden, so vermindert sich ihre Zahl ganz bedeutend, und es sind eigentlich nur ganz wenige Arten. Die Verbreitung der Tiere ist noch zu wenig bekannt, als dass sich hier Zahlen geben ließen. Dazu ist es nach den heutigen Kenntnissen noch viel zu schwierig, hier zu entscheiden, was als Relikt anzusprechen ist und was nicht (*Stoll*).

Die xerothermen Kolonien in der Schweiz lassen sich nun trennen in solche des Mittellandes und in die der Alpen. Die des Mittellandes sind am besten in der Ostschweiz durch *O. Nägeli* (Zürich), die der Alpen am besten in der Westschweiz durch *Briquet* (Genf) dargestellt.

Die Kolonien des Mittellandes sind von denen der Alpen meist durch einen Streifen mit ozeanischem Klima getrennt, so dass sie sich beinahe nirgends mischen. Aber auch durch die Klimaansprüche der Arten lassen sie sich gut scheiden, sind doch die der Alpen viel trockenheits- und wärmefordernder als die des Mittellandes.

Betrachten wir zuerst die letzteren. Hier kommen nur die „pontischen“¹⁾ in Betracht, weil eigentlich nur diese zugleich auch als xerophil²⁾ bezeichnet werden können. Immerhin würden sie den Namen Steppenarten noch viel weniger verdienen, als die Xerothermen der Alpentäler.

Nägeli hat nun nachgewiesen, dass diese pontischen Arten von der oberen Donau her durch den Höhgau, den Kanton Schaffhausen über den Rhein in die nördlichen Täler des Kantons Zürich hineinreichen, und zwar derart, dass beinahe immer die gleiche Art am weitesten in die Täler hinaufreicht. Die Areale sind auch hier eines von den andern getrennt, doch bezeichnet sie Nägeli nicht als disjunkt, weil auch heute noch solche Sprünge von einem zum andern Standort erfolgen könnten, und weil auch *jeder zusagende Standort* besiedelt ist. Die Frage, ob zur Erklärung der Verbreitung dieser pontischen Arten eine warmtrockene Periode

¹⁾ Pontisch werden diese Arten genannt, weil man annimmt, dass sie nach der Eiszeit aus dem Mündungsgebiet der Donau, dem Pontus, in Mitteleuropa einwanderten, eine Annahme, die nur teilweise richtig sein dürfte.

²⁾ d. h. trockenheitsliebend.

angenommen werden muss, darf nach meiner persönlichen Meinung mit Sicherheit verneint werden. Stehen diese Arten doch mit dem Klima in voller Übereinstimmung, besiedeln sie doch jede ihnen zusagende Stelle, ja selbst verlassene Weinberge, Äcker, Waldränder. Dadurch ist zum mindesten die Reliktnatur der Standorte stark zu bezweifeln.

Stellt man sich auf einen entgegengesetzten Standpunkt, indem man auch selbst so kleine Sprünge bei der Wanderung dieser Arten für unmöglich hält, so müsste man die Zeit der xerothermen Klimaperiode, die diese Einwanderung von der Donau her gestattete oder beförderte, unbedingt nach der Einwanderung der Buche setzen, weil ganz ohne Zweifel die unuld-same Buche sozusagen ohne Ausnahme diese Standorte der pontischen Pflanzen besiedeln und damit die Kolonien durch ihren Schatten verunmöglichen würde. Es läßt sich direkt für sehr viele der Standorte der pontischen Arten zeigen, dass nur der Mensch durch seine Axt sie erhält. Im Norden unseres Kantons sind besonders die Moränenzüge, die Drumlin, mit ihrem für landwirtschaftliche Zwecke ungünstigen Verhältnisse von diesen pontischen Arten besiedelt; meist finden sich unter lichten Föhren an son-nigen, buschigen Orten die Küchenschelle (*Anemone pulsatilla*), der schmalblättrige Lein (*Linum tenuifolium*), *Veronica teucrium* und andere. Diese Lokalitäten geben dem Menschen wenig Nutzen. Er beschränkt sich deshalb darauf, hier alle zwanzig bis dreißig Jahre einmal die Gebüsche und allfälligen Bäume abzuholzen. Wenn wir einen solchen älteren Busch- und Baumbestand näher betrachten, so sehen wir bald ein, dass ein Wechsel in den herrschenden Bäumen eintreten müsste, insofern der Mensch nicht eingreifen würde. Im Schatten der Föhren haben sich nämlich bereits junge Buchen eingenistet, die durch ihre Beschattung den Nachwuchs der lichtbrauchenden Föhre vollständig verdrängen. So ginge im Verlaufe einer einzigen Baumgeneration die Föhre zugrunde. Da aber die pontischen Pflanzen wie die xerothermen Kolonien im Schatten der Buchen unmöglich sind, so ist es eben der Mensch, der jene durch die rodende Axt erhält.

In ganz der gleichen Weise würden die xerothermen Kolonien der wirbellosen Tiere im Buchenwald zugrunde gehen. Gerade die bekannte Fundstelle in der Eierbrecht bei Zürich bietet dieses Bild

An Orten, wo der magere Rasen nicht gemäht wird, siedeln sich allerlei Sträucher an, in ihnen gehen Buchen auf und verdrängen völlig die frühere Fauna und Flora. So gibt es dort Orte, die vor vierzig Jahren noch Weinberge waren, heute jedoch mit Buchen bestanden sind, deren Schatten die xerophilen Pflanzen und Tiere bereits völlig verdrängte.

Es würden also durch die Buchen die pontischen Kolonien ausgerottet. Sie bestehen aber doch und deshalb muss die Zeit der Einwanderung, also auch die etwaige xerotherme Periode bereits in die Zeit *nach der Einwanderung der Buche, also in die prähistorische oder historische Zeit* fallen. Die Wirkung dieser kontinentalen Klimaperiode müsste so stark gewesen sein, dass die Wälder stark zurückgetreten oder dann doch durch Bestände ersetzt worden wären, die den pontischen Kolonien einen ähnlichen Unterwuchs gestattet hätten, also Gebüsche oder zum mindesten Föhrenwälder. Gerade das letztere wäre sehr wohl denkbar; gewinnt ja doch die Föhre in den kontinentaleren Gebieten der Schweiz über die Buche die Oberhand, und ist hier dann ein ähnlicher Unterwuchs vorhanden.

Das Mittelland mit seinem mittleren Klima hat nun eine Waldgrenze von zirka 1500 Meter, Chur mit seinem kontinentaleren Klima, wo bereits an den wärmeren Orten die Föhre dominiert, während die Buche zurücktritt — mindestens in diesem Maße müsste die Buche in der kontinentalen Periode zurückgetreten sein — aber eine Waldgrenze von zirka 1800 Meter über Meer. Hätte also eine solche kontinentale Periode existiert, so müsste damals die Waldgrenze mindestens 300 Meter höher gewesen sein als heute. Nun sind in den Alpen bereits eine schöne Zahl subfossiler Baumreste in den Torfmooren gefunden worden, aber so hoch sie auch über dem Meeresspiegel liegen, so zeigte es sich jedoch immer, dass sie die heutige klimatische Baumgrenze nicht übersteigen, so dass bis *jetzt diesen vielen Funden kein einziger gegenübersteht, der eine ehemals höhere Baumgrenze beweisen würde*, die somit nicht angenommen werden darf. Es wird damit eine solche Klimaschwankung zum mindesten sehr in Frage gestellt.

Schwieriger und schwerer zu deuten sind die isolierten xerothermen Kolonien in den Alpentälern mit kontinentalem Klima,

so im Wallis und im Churer Rheintal. Im Wallis sind sie besonders von Briquet untersucht worden. Hier deuten einige Arten nach Süden, ins Aostatal, einige nach dem Rhonetal unterhalb des Genfer Sees, mit dem sie nur durch wenige Zwischenstandorte verbunden sind. Im Churer Rheintal deuten die Arten zum Teil alpenauswärts, besonders nach dem bayrischen Donaugebiet, zum Teil nach den benachbarten Alpentälern. Eine der wichtigsten Verbreitungstatsachen ist nun die, dass diese xerothermen Arten nur in den Zentralalpen vorkommen, hier zumeist sehr reichlich sind, aber in den regenreichen Voralpen völlig fehlen. Bei ihrem ersten Auftreten am Rande der Zentralalpen halten sie sich streng an die Talsohle, je weiter aber sie in die Zentralalpen eindringen, desto höher steigen sie, ja es kommt sogar vor, dass einige von ihnen bis in die alpine Zone hinauf gelangen. Dass solche Arten auch heute noch von einem Tal ins andere gelangen können, wird wohl niemand bestreiten. Sie müssen deshalb bei der Diskussion ausgeschaltet werden, da sie auch heute noch längs und quer in den Zentralalpen wandern können. Als Beispiel wurde schon *Stipa pennata* genannt.

Durch genaue Untersuchungen ist festgestellt und allgemein bekannt, dass der Mensch heute sehr stark auf die Verbreitung der Pflanzen einwirkt. Eine ungeheure Zahl von Arten werden durch ihn von Land zu Land, von Kontinent zu Kontinent verschleppt. Die allermeisten von ihnen gehen wieder zugrunde, aber einige bleiben doch und bürgern sich ein. Nimmt man nun aber eine solche Verschleppung für die Jetztzeit ohne weiteres an, so ist es durchaus unlogisch, sie für frühere Zeiten leugnen zu wollen. Schon damals gab es weitverzweigte Handelsverbindungen; handelte doch schon der prähistorische Mensch mit Waffen, Töpfereien und Schmucksachen. Auch die Völker der frühhistorischen Zeit hatten ja einen regen Handelsverkehr; ließen sich doch die Römer vom Meere her bis in die Schweiz die geliebten Austern nachsenden, so dass unsere heutigen Gastronomen in ihnen würdige Vorläufer hatten. Das damalige Packmaterial war weder Papier noch Holzwolle, sondern viel eher das Heu ungedüngter Wiesen. Da zudem bei solchen Transporten, besonders in kriegerischen Zeiten, das nötige Futter mitgenommen werden musste, so *kann* es dabei — und man fühlt sich versucht zu sagen: *muss*

es dabei — zur Verschleppung von Pflanzen und wirbellosen Tieren gekommen sein. Passte eine solche Art in ein Klima hinein, so kann sie sich wohl schon heute so ausgebreitet haben, dass sich die menschliche Einschleppung nicht mehr erkennen lässt. Wenn heute solche Arten von Kontinent zu Kontinent in die entlegensten Winkel verschleppt werden, warum sollten dann nicht zwanzig bis dreißig solche Arten durch den Menschen in der prähistorischen oder historischen Zeit auf Distanzen von vierzig bis fünfzig Kilometer oder über die Pässe der Walliser Alpen hinübergebracht worden sein?

Ich glaube, die Möglichkeit der Verschleppung für diese Arten ließe sich nicht von der Hand weisen, aber andererseits fehlt uns zurzeit allerdings auch jeder Beweis für die wirkliche Einführung dieser Arten durch den Menschen.

Untersuchen wir deshalb doch auch für diese Arten noch die Möglichkeit einer trocken-warmen Periode. Am schwierigsten ist es, die Verwandtschaft der Arten des Wallis mit denen des Aostatales zu erklären, weil dort die höchste, die beiden Gebiete trennende Bergkette ist. Eine solche Periode müsste die dortigen hohen Pässe auch für die wärmeliebendsten der xerothermen Arten wegsam gemacht haben, es müssten also damals die wärmeliebendsten unter den xerothermen Arten bis in eine Meereshöhe von 1800 bis 2200 Meter gereicht haben. Eine solche Periode hätte dann aber auch eine Erhöhung der übrigen Vegetationsgrenzen zur Folge gehabt. Die Baumgrenze müsste deshalb damals auch in einem *solchen* Maße erhöht gewesen sein, dass davon unbedingt die Spuren vorhanden sein müssten.

Nehmen wir jedoch an, die xerotherme Periode hätte nicht in solch einer starken Klimaänderung bestanden, so würde eine solch kleine Verbesserung der Wanderungsmöglichkeiten *nichts wesentliches* zur Erklärung beitragen, bliebe dann doch noch eine respektable Gebirgskette, die keine Zwischenstandorte bot, dazwischen, also anstatt der heutigen mit rund 2000 Meter Höhe eine solche von 1000 Meter. Aber wenn diese überwunden werden konnte, so ist zu der Annahme, dass im Laufe großer Zeiträume eine Kette von 2000 Meter von diesen wenigen Arten überwunden werden könnte, nur ein kleiner Schritt.

Betrachten wir nun noch die Zeit der Einwanderung dieser Arten und forschen wir nach, ob sich dadurch eventuell noch Anhaltspunkte für eine Klimaschwankung ergeben. Die Arten, die über die Alpenpässe, sei es aus den südlichen Alpentälern oder aus den benachbarten Längstälern eingewandert sind, geben uns keine Anhaltspunkte für die Zeit ihrer Einwanderung. Nur die Pflanzen, die vom Alpenvorlande her in die Alpentäler eingewandert sind, lassen sich auf die Zeit ihrer Einwanderung hin diskutieren. Es gibt nun hier zwei zeitliche Möglichkeiten ihrer schrittweisen Einwanderung oder des Vordringens gegen die Alpen in kleineren Sprüngen, nämlich die Zeit vor dem Herrschen der Buche oder nach der Rodung des Waldes durch den Menschen.

Heute wird meistens die erste Möglichkeit angenommen; ist doch die Idee einer postglazialen Steppenperiode seit den Untersuchungen von Nehring allgemein verbreitet. Doch stehe ich nicht an zu behaupten, dass die Nehringschen Resultate einer eingehenden Kritik nicht standhalten und deshalb neu zu revidieren sind. Sein Begriff „Steppe“ ist so subjektiv, dass er sich niemals mit dem allgemeinen deckt. Wir müssen deshalb von den Resultaten von Nehring vorderhand ganz absehen.

In die Zeit vor der Herrschaft der Buche fällt nun eine geologische Ablagerung, der Löss, der schon an und für sich als Beweis gedeutet wird, dass zur Zeit seiner Bildung ein Steppenklima herrschte. Nun ist aber die Lössbildung nicht auf das Steppenklima beschränkt. Auch da, wo nicht klimatische, sondern mechanische Faktoren vegetationsfreie oder vegetationsarme Gegenden schaffen, kann Löss entstehen. Und in der Tat lässt sich der Beweis leisten, dass der postglaziale Löss im Rückzugsgebiet des Rheingletschers zu einer Zeit entstanden ist, als die Temperaturverhältnisse den heutigen nahe standen, kommen doch heute noch von den im Löss des St. Galler Rheintales gefundenen einunddreißig Schneckenarten nicht weniger als sechsundzwanzig dort noch lebend vor. Es ist also undenkbar, dass Wärme, noch Trockenheit, noch Kälte die vegetationsarmen Ausblasgebiete geschaffen hätten, denn dann müssten eben solche trockenheits- oder wärme- oder kältefordernden Schnecken in der Mehrzahl vorhanden gewesen sein. Man kann also nur annehmen, dass der Löss aus den Schottern der Flüsse ausgeblasen wurde, und es

gibt mehrere Tatsachen, die sich mit dieser Annahme decken. Leider gestattet uns der Raum nicht, hier näher darauf einzugehen.

Nun zeigt die Lagerung der postglazialen Lössen, dass ihre Bildung mit dem Rückzuge der Gletscher Hand in Hand ging. Damals war aber, wie wir gesehen haben, das Klima ozeanisch, also für diese kontinentalen Arten ungünstig. Aber die lokalen Verhältnisse waren um so vorteilhafter: große, mächtige Schotterebenen mit Dünen, Kiesalluvionen, die den größten Teil des Jahres trocken lagen, der heißen Sonne ausgesetzt waren einen unverwitterten, sich leicht erhitzenden Boden besaßen. Es waren also die edaphischen Verhältnisse günstig, und es wäre möglich, dass damals einige der Arten des Churer Rheintales von der Donau her einwanderten.

Nach der Zeit der Rodung der Wälder wurde das Klima wieder günstiger, aber die lokalen Verhältnisse unvorteilhaft. Die Flüsse gruben sich ein und beschränkten sich seitlich, die Schuttkegel der Zuflüsse schoben sich vor und zeichneten dem Hauptfluss den Lauf vor. Damit wurde die Schotterbildung eingeschränkt und die Zahl der Standorte geringer. Aber trotzdem können wir ja heute noch beobachten, wie viele adventive Arten, wie *Oenothera*, *Stenactis* im Kiese der Eisenbahnen, längs den Flüssen usw. wandern. Auf ähnliche Weise könnten auch heute noch einige dieser xerothermen Arten ihre heutigen Standorte gewinnen.

Wir sehen also, dass es auch ohne eine Klimaschwankung möglich ist, die zerrissenen Areale der xerothermen Arten zu erklären, aber wir können nicht den Beweis dafür leisten, dass die xerothermen Kolonien wirklich auf diese Weise entstanden sind. Andererseits stößt die Annahme einer xerothermen Periode, die stark genug ausgeprägt gewesen wäre, um die Wanderungsmöglichkeit gegenüber heute ganz wesentlich zu verbessern, auf unüberwindliche Hindernisse.

Sodann müssen wir doch sagen, dass diese isolierten Kolonien der xerothermen Arten nichts anderes sind, als was uns noch in mannigfacher Weise auch sonst noch in der Natur oft begegnet. Ist es doch im Grunde genommen nichts anderes, als dass Pflanzen und Tiere sich hier unter lokalen Verhältnissen an isolierten Orten in vollem Einklang mit den klimatischen und edaphischen Fak-

toren befinden. In ganz der gleichen Weise finden wir ja heute auf noch so isolierten Hochmooren Hochmoorpflanzen, auf isolierten Kalklinsen Kalkpflanzen, auf vereinzelt kalkarmen Bodenarten kalkfliehende Pflanzen, in Höhlen Höhlentiere. Haben doch selbst die Quellen, deren Wasser versickert, ihre Quellfluren und ihre Fauna, Teiche, die weder Zufluss noch Abfluss haben, ihre Fauna. Ja, selbst Fische kommen darin vor, ohne dass der Mensch sie hineingesetzt hätte. Und doch können wir nicht daran denken, dass andere Verhältnisse einmal diese Arten hätten *schrittweise* ihre Standorte gewinnen lassen.

Umgekehrt wäre es doch eher merkwürdig, wenn in diesen Gegenden mit weniger Niederschlägen und heißeren Sommern die gleiche Flora und Fauna vorhanden wäre, wie in feuchteren und gleichmäßiger warmen Orten. Es würde das zeigen, dass den Pflanzen und Tieren ungenügende Verbreitungsmittel zukommen, um alle ihnen zusagende Standorte zu erreichen. Bei den vielen Beweisen dafür, dass sich die Organismen fortwährend weiter entwickeln und spezialisieren, müsste das den befremdenden Gedanken erwecken, dass sie es nicht einmal so weit gebracht hätten, sich genügende Verbreitungsmittel zu sichern.

So müssen wir den Gedanken einer xerothermen Periode zurückweisen. Es erscheint uns somit die Zeit von der maximalen Ausdehnung der letzten Eiszeit bis in die Gegenwart als ein ungestörter Übergang von einem sehr ozeanischen Klima in ein mittleres. Die Klimaänderung steht also nicht im Zeichen einer zunehmenden Temperatur, sondern der abnehmenden Feuchtigkeit und zugleich der größeren Temperaturextreme. Klima, Vegetation und Fauna des Diluviums schließen somit noch an das späte Tertiär mit seinem ozeanischen Klima, seiner reichen Laubwaldvegetation, seinen großen, im feuchten Subtropenklima beheimateten Tiere an. Erst mit dem Übergang des ozeanischen Klimas am Schlusse der letzten Eiszeit in das heutige mittlere Klima starben die Reste der reicheren tertiären Flora und Fauna aus. Seither sind neue Erwerbungen hinzugekommen: unser heutiger Hauptwaldbaum, die Buche, die pontischen Arten des Mittellandes, die xerothermen Kolonien der Alpen.

ZÜRICH

Dr. H. BROCKMANN-JEROSCH

