

Für die Ausmessung der Raumbilder werden einige Daten benötigt, die bei jeder Aufnahme ohne Schwierigkeit notiert werden können. Es sind:

1. Länge der Basis. Solange die Basis nur wenige Meter beträgt, wird die Feststellung ihrer Länge keine Schwierigkeiten machen. Handelt es sich aber um die Basis einer Fernaufnahme mit einigen Hindernissen zwischen den Standorten, so läßt sich die Länge durch optische Mittel bestimmen oder, wenn diese nicht vorhanden sind, durch eine Hilfsbasis und eine dritte Aufnahme. Diese Aufnahme hat die gleiche Aufnahmerichtung wie die Hauptaufnahmen und ihr Standort liegt auf der Hauptbasis. Die Länge der Hilfsbasis muß gemessen werden, und sie soll mindestens $\frac{1}{10}$ der Hauptbasis betragen.
2. Angaben über die Richtung der Aufnahmeachsen zueinander (möglichst parallel).
3. Notierung der Brennweite der Aufnahmekammer und der eventuellen Entfernungseinstellung.
4. Bei Nahaufnahmen (Entfernung vom Objekt nur wenige Meter) ist die Angabe der Entfernung notwendig.
5. Bei der Herstellung von Stereo-Mikro-Aufnahmen genügt die Angabe der verwendeten Objektive.

Auf Grund dieser Daten ist es möglich, jederzeit die Stereo-Aufnahmen auszumessen. Dadurch können nicht nur Geländekartierungen, sondern jederzeit auch Vergleichsmessungen für Eisbeobachtungen usw. vorgenommen werden. Hierüber ist bereits in früheren Abhandlungen berichtet worden. Heute kam es lediglich darauf an, die Herstellung von Raumbildern statt der bisher gebräuchlichen Flachbilder zu empfehlen, um dadurch zu einem Raumbild-Archiv von den polaren Gebieten zu kommen.

Das Problem der bipolaren Flechten

Von Dr. Fritz Mattick, Berlin-Dahlem, Botanisches Museum.

Unter bipolaren Pflanzen (bzw. Tieren) verstehen wir solche, die nur in den beiden Polargebieten vorkommen, dazwischen aber völlig oder mit Ausnahme einiger weniger verstreuter Fundorte fehlen. Es ist dies ein Spezialfall des Problems der „disjunkten Areale“. Viele Arten (bzw. Gattungen) haben ein einheitliches Verbreitungsareal, bei anderen ist es in zwei oder mehrere Gebiete aufgespalten. Zum Verständnis dieser Erscheinung seien einige allgemeine Bemerkungen vorausgeschickt. — Die heutige Verteilung der Pflanzen über die Erde ist bedingt durch die im Laufe der Erdgeschichte erfolgten Pflanzenwanderungen und im Zusammenhang mit diesen durch die Entstehung der Arten überhaupt, ferner durch die Gesteins- und Bodenbeschaffenheit des Standortes, in erster Linie aber durch die klimatischen Verhältnisse der betreffenden Gebiete. Entlang dem Äquator schlingt sich um die Erde ein Gürtel immergrünen Regenwaldes, erzeugt durch das gleichmäßig feucht-heiße Klima. Nördlich und südlich schließen sich in den trockenheißen Zonen Gürtel von Trockenwäldern, Savannen und Wüsten an, die in ihrer Artzusammensetzung in den einzelnen Landmassen wegen der Trennung durch die Weltmeere große Verschiedenheiten aufweisen können, nördlich und südlich des Äquators aber vieles Gemeinsame zeigen, da der trennende Regenwaldgürtel ja keine absolute Schranke darstellt, sondern von Inseln trockneren Klimas und durch Gebirgszüge unterbrochen ist. Durch den Wind oder durch Vögel können Samen und Sporen mit Hilfe dieser Zwischenstationen von den Zonen der einen Halbkugel zu den entsprechenden der anderen gelangen. Es schließen sich die gemäßigten Zonen mit immergrünen, weiter polwärts sommergrünen Laubwäldern oder mit Nadelwäldern an, auf der landarmen Südhalbkugel freilich nur spärlich entwickelt. Auch diese weisen noch gemeinsame Arten auf, wegen der weiteren Trennung allerdings in weit geringerer Zahl. Man könnte diese Arten als temperiert-bizonal bezeichnen. Den äußersten Ring bilden die subarktischen Zonen mit Tundren, Mooren und Kältesteppen, unter weiterer Verarmung der Anzahl der subarktisch-bizonalen Arten. Endlich gelangen wir zu den Polarkappen selbst, deren gemeinsame Arten entsprechend als bipolare Arten bezeichnet werden.

Die Zahl der aus der Arktis bekannten höheren Pflanzen beträgt fast 900, aus Antarktika kennen wir dagegen nur 2; deshalb gewinnen für das Studium der bipolaren Arten die Gruppen der niederen Pflanzen eine spezielle Bedeutung, und ganz besonders die Flechten, die die Hauptrolle in der polaren Flora und Vegetation spielen. In der Arktis sind sie mit über 2000 Arten vertreten. Aus der Antarktis, die mit ihrer durchschnittlichen Höhe von 2300 m, ihrem äußerst ungünstigen Klima und ihrer fast völligen Vereisung der Pflanzenwelt kaum noch Entwicklungsmöglichkeiten bietet, sind trotzdem noch gegen 300 Flechtenarten bekannt. Etwa ein Zehntel davon sind beiden Polargebieten gemeinsam.

Wie erklärt sich nun das Vorkommen dieser Arten in beiden Polargebieten? Die Erklärung, die noch für die bizonal-xerotropischen Arten annehmbar erscheint, daß nämlich ihre Samen bzw. Sporen durch Wind oder Vögel etappenweise über die feuchte Äquatorzone hinweggetragen werden können, dürfte für die bipolaren Arten kaum noch wahrscheinlich sein; denn dazu sind die Entfernungen viel zu groß. — Für die Moose hat P e t t e r s o n-Helsingfors nachgewiesen, daß eine Verbreitung der Sporen über 2000 km durch den Wind in Ost-West-Richtung möglich ist. Aber für die Überbrückung der 15 000 km zwischen dem nördlichen und südlichen Polargebiet versagt diese Erklärung, zumal hier die Gürtel der vorherrschenden Westwinde rechtwinklig zu überschreiten wären.

Ferner ist zu bedenken, daß bei den Flechten diejenigen Arten, die in der Arktis die allgemeinste Verbreitung haben, Makrolichenen (Großflechten, d. h. Laub- und Strauchflechten) sind, die sich fast ausschließlich vegetativ fortpflanzen durch Soredien (Pilzfädengeflecht + Algen) oder durch Bruchstücke, die viel größer und schwerer als Sporen sind und daher nicht so weit transportiert werden können wie diese. Die Mikrolichenen (Krustenflechten) dagegen sind mit ihrem ganzen Körper der Unterlage angewachsen; Bruchstücke können schwer abgelöst werden, die Verbreitung durch Sporen ist der einzige Weg. Bei der komplizierten Natur der Flechten, die eine Symbiose von Pilz und Alge darstellen, ist diese Fortpflanzung durch die ausschließlich vom Flechtenpilz erzeugten Sporen aber von zweifelhaftem Erfolg; denn nach der Keimung der Sporen müssen dann auch die erforderlichen richtigen Algen zur Stelle sein, damit daraus eine neue Flechtenpflanze kombiniert werden kann. Aus diesem Grunde haben die Krustenflechten-Arten der Arktis meist ein viel kleineres Verbreitungsgebiet als die Großflechten trotz der besseren Reisemöglichkeit ihrer Sporen. Nun ist es aber doch recht auffallend, daß von 33 bipolaren Flechten 24 gerade zu den Krustenflechten gehören. Bei allen diesen Erschwernissen müssen die Wanderungen der bipolaren Flechten sich also mit ganz kleinen Schritten im Laufe sehr langer Zeiten vollzogen haben.

Auch daß im Laufe der Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt eine Pflanzenart sich gleichzeitig an zwei verschiedenen Punkten der Erdoberfläche herausgebildet hätte, ist völlig unwahrscheinlich und für die hohe Zahl von über 30 bipolaren Flechten ganz unmöglich. Vielmehr wissen wir von allen Pflanzenarten mit disjunkten Arealen, daß sie in der Vorzeit ein geschlossenes Siedlungsgebiet besaßen, das erst später durch trennende Umweltfaktoren aufgespalten wurde.

Daß die erwähnten Anschauungen auch für unsere bipolaren Flechten zutreffen, konnte im Laufe der letzten 12 Jahre durch die Forschungen von Du Rietz-Uppsala, L y n g e-Oslo und L a m b-Ottawa nachgewiesen werden. Diese Forscher konnten zeigen, daß die heutigen Verhältnisse zur Erklärung der Bipolaritätsfrage nicht ausreichen, daß aber in der Vorzeit der Erde Pflanzenwanderungen vom Nord zum Südpolargebiet oder umgekehrt möglich waren. Es stellte sich nämlich heraus, daß manche der bipolaren Arten nicht ausschließlich auf die Polarkappen der Erde beschränkt sind, sondern einige Zwischenstationen besitzen, besonders in den Hochgebirgen niederer Breiten, und daß dadurch die früheren Wanderungswege angedeutet werden. Besonders ergebnisreich wurden die Nachforschungen, als man auch die subarktisch-bizonalen und temperiert-bizonalen Flechten in den Kreis der zu untersuchenden Arten einbezog.

Du Rietz konnte eine ganze Reihe verschiedener Typen aufstellen: Arten, die im Norden verbreitet sind, aber auch an einigen Stellen im äußersten Südamerika gefunden wurden; Arten von gleicher Verbreitung, die aber außerdem in

Neuseeland vorkommen; Arten, die im Norden, in Mittelamerika und den Anden zu finden sind; Arten, die außerdem in Neuseeland und Australien auftreten; endlich solche, wo außerdem Funde in der Antarktis die südamerikanischen und neuseeländischen verbinden.

Man kann das Problem auch etwas weiter fassen und von den Arten, die gleichzeitig nördliche und südliche Verbreitungsareale haben, übergehen zu Gattungen, bei denen eine oder mehrere Arten ein nördliches Areal besitzen, andere ihnen nahe stehende ein südliches. Auch hierbei lassen sich Fälle von verbindenden Funden beobachten, z. B. Gattungen, die vom Norden bis nach Südafrika gehen oder bis Südamerika oder beides gleichzeitig, oder die endlich vom Norden einerseits über die südostasiatischen Gebirge, Java, Australien, Neuseeland, andererseits über die Anden bis zur Antarktis reichen.

Diese zwischen den Nord- und Südarealen der bipolaren Arten vermittelnden Funde, die ausschließlich in solche Höhenlagen der tropischen und subtropischen Gebirge fallen, wo ein entsprechend kaltes Lokalklima diesen polaren Flechten das Gedeihen ermöglicht, sind trotzdem noch viel zu weit voneinander entfernt, als daß sie durch die heute gegebenen Verbreitungsmöglichkeiten erklärt werden könnten. Sie lassen sich aber als restliche Spuren der Wanderungswege dieser Pflanzen in früheren Zeiten der Erdgeschichte deuten. Da liegt es nahe, an die Eiszeiten des Diluviums zu denken, wo die vordringenden Eisdecken die polare Pflanzenwelt sehr weit äquatorwärts vor sich herdrängten und wo die über den Äquator leitenden Gebirgszüge viel tiefer hinabreichende und sich flächenmäßig viel weiter ausdehnende kühlere Gipfelregionen aufwiesen. Sicherlich trifft diese Annahme einer eiszeitlichen Wanderung für manche bipolaren Pflanzen zu. Für andere aber ist sie unwahrscheinlich, besonders für solche Arten, die offensichtlich über die Antarktis bis Neuseeland—Australien vorgedrungen sind. Diese müssen die Wanderung schon angetreten haben, bevor Antarktika wegen der völligen Vereisung als Landbrücke ausschied. Wir kennen z. B. subarktische Arten, die heute ganz zerstreute Vorkommnisse in Feuerland, den Kerguelen-Inseln und im südlichsten Neuseeland oder den südlich vorgelagerten Inseln besitzen. Diese Gebiete sind jeweils um ein Drittel des Erdumfangs voneinander getrennt, aber sie deuten auf ein gemeinsames Ausgangszentrum in Antarktika, das heutzutage erloschen ist. Aus Versteinerungen von Grahamland weiß man, daß im Spättertiär in Antarktika das Klima noch so günstig war, daß dort Laubwälder gedeihen konnten. Damals war also noch die Möglichkeit der Wanderung für unsere bipolaren Pflanzen über die Kordilleren und Antarktika nach Neuseeland—Australien gegeben. — Fälle einer andersgerichteten Wanderung über Südasiens — Malesien — Australien — Antarktika bis nach Südamerika sind uns dagegen für Flechten nicht bekannt geworden.

Noch weiter können wir zeitlich für die Ausbreitung der bipolaren Flechten nicht zurückgehen, denn nach den Untersuchungen von Steffen ist die arktische Flora überhaupt erst im Spättertiär entstanden. In den früheren Epochen der Erdgeschichte war das Klima auf der ganzen Erde noch so gleichmäßig, daß die Pflanzenwelt der einzelnen Gebiete sich wenig voneinander unterschied und tropisch-subtropische oder von der oberen Kreide an auch temperierte Züge trug. Erst als im Tertiär sich die großen Gebirgszüge auffalteten, wurden die Klima-Differenzierungen schärfer, wohl auch infolge des nun anders gerichteten Verlaufes der Wind- und Meeresströmungen. Die Bildung von Inlandeis in den Polargebieten begann, und die Flora entwickelte die Typen, die wir jetzt als arktische Pflanzen bezeichnen. Die Flechten, die heute in den Hochgebirgen und den kühltemperierten und subarktischen Zonen arten- und mengenmäßig viel auffallender in Erscheinung treten als in den Tropen und Subtropen, dürften im Spättertiär bis zur Eiszeit die beste Zeit für ihre Artenbildung und ihre Verbreitungswanderungen gehabt haben. Die wärmeliebenden und wahrscheinlich älteren Arten zogen sich in die tropischen Gebiete zurück, und die neu entstehenden, an kühleres Klima angepaßten Arten wichen nach Nord und Süd oder auf die Höhen der Gebirge aus. Die Vorstöße des Eises selbst haben in den Gebieten, über die sich die Inlandeisdecke ergoß, viele Arten auf den dem Eise entragenden Berggipfeln an schneefreien Hängen überstanden.

Seit dem Ende der Eiszeit dürften nur noch geringe Wanderungen stattgefunden haben, dazu breiten sich die Flechten viel zu langsam aus, und viele Arten der Arktis, die dort überdauerten, haben seitdem trotz der günstiger gewordenen Bedingungen ihr Areal kaum vergrößert. — Auch der Umstand, daß die Flechtenflora Antarktikas zum größten Teil aus endemischen Arten besteht, d. h. solchen Arten, die ausschließlich hier vorkommen, spricht für das hohe Alter derselben und dafür, daß nacheiszeitliche Zuwanderungen sich kaum mehr vollzogen. Ähnlich steht es auch mit dem subarktischen Gebiet der Kerguelen-Inseln, das wegen seiner Landferne gleichfalls einen hohen Prozentsatz endemischer Arten und Gattungen aufweist. — Sicherlich war die Zahl der bipolaren Flechten in Antarktika vor dem Beginn der Eiszeit viel höher als heute; nur was durch Zufall einen günstigen Schlupfwinkel fand, entging der Vernichtung und rettete sich bis auf die heutige Zeit.

Im allgemeinen können wir annehmen, daß für Arten mit bipolarer Verbreitung die Zeit ihrer Wanderung weniger lange zurück liegen wird als für bipolare Gattungen, die in der längeren Zeit zur Ausbildung verschiedener aber einander noch sehr nahestehender Arten in Süd und Nord gelangen konnten. Vielfach hielt man solche lange für zur gleichen Art gehörig, bis neuere und genauere Untersuchungen kleine aber schwerwiegende Unterschiede feststellten, die zur Trennung in mehrere Arten zwangen. Man bezeichnet diese als vikariierende Arten, da sie einander in Gebieten gleicher Boden- und Klimaverhältnisse vertreten. Überhaupt ist die Zahl der Pflanzenarten (und damit auch der Flechten), die man früher für kosmopolitisch hielt, in der Neuzeit immer weiter eingeschränkt worden. Immer mehr zeigte sich, daß es Pflanzen, die gleichzeitig den Ansprüchen des tropischen wie des gemäßigten oder kalten Klimas gewachsen sind und dabei noch auf den verschiedensten Substraten gedeihen können, gar nicht gibt. Und es sei hervorgehoben, daß die Arealkarten, die man über die Verbreitung irgendwelcher Flechtenarten auf der ganzen Erde zu entwerfen versucht, noch längst kein genaues Bild der wirklichen Verbreitung zu geben vermögen. Dazu sind unsere Kenntnisse von der Zusammensetzung der Flechtenflora in den einzelnen Ländern noch viel zu lückenhaft, und meist wissen wir gerade aus den Gebieten, die uns am brennendsten interessieren und für die wissenschaftliche Erkenntnis das meiste liefern könnten, am wenigsten.

Die bisherigen Ausführungen sollen nun nicht besagen, daß die bipolaren Pflanzen immer von der nördlichen zur südlichen Halbkugel gewandert sein sollen. Wir können dies annehmen für solche Arten, die ihre Hauptverbreitung im Norden haben und im Süden nur wenige Fundorte aufweisen, oder für Gattungen, die mit vielen Arten im Norden verbreitet sind und nur eine oder wenige nach dem Süden entsandt haben. Doch kennen wir auch solche Arten und Gattungen, die ihr Hauptareal im Süden haben und nur mit wenigen Ausläufern nach dem Norden gelangt sind. Es ist aber auch der Fall denkbar und auch verwirklicht, daß eine Gattung auf der einen Halbkugel entstand, nach der anderen wanderte und sich dort viel reicher entfaltete als in ihrem ursprünglichen Gebiet, so daß sie uns heute vortäuscht, sie sei umgekehrt gewandert, wie es tatsächlich geschah. Endlich kann eine Gattung im Äquatorialgebiet entstanden sein, sich nach Nord und Süd ausgebreitet und an kühleres Klima angepaßt haben und im Ursprungsgebiet dann ausgestorben sein.

Für die Erklärung dieser Pflanzenwanderungen hat man verschiedene geographische Theorien herangezogen, besonders die *Wegener'sche* Lehre von dem ursprünglichen Zusammenhang und der späteren Trennung der Kontinente. Sie ist besonders verlockend für die Erklärung der Wanderungen über Südamerika—Antarktika—Neuseeland, da sie einen Zusammenhang dieser Gebiete bis zum Tertiär annimmt, während die afrikanisch-asiatischen Landmassen sich längst abgetrennt hatten. — Eine Abwandlung der *Wegener'schen* Anschauung ist die Hypothese von *Hilgenberg*, die entsprechende Verschiebungen der Kontinente durch eine Ausdehnung des Erdballs erklären will, wobei sich die sialischen Kontinentalmassen weniger als ihre simatische Unterlage ausgedehnt haben sollen. Auch hier wird der ursprüngliche Zusammenhang der obengenannten Gebiete betont. — Andere Forscher lehnen die *Wegener'sche* Auffassung ab, besonders wegen der unzweifelhaft

bestehenden pflanzengeographischen Beziehungen zwischen Südostasien—Malesien—Australien—Neuseeland. — Du Rietz fordert im Anschluß an Skottsberg sogar eine ehemalige Landverbindung von Südamerika über die Juan Fernandez-, Marquesas-, Hawai- und Bonin-Inseln nach Ostasien. Nach den neuesten Forschungen von Stille ist aber der Pazifik ein Urozean, der besonders seine amerikanische Umrandung seit dem Kambrium nicht mehr verändert hat.

Wir sehen also, daß das Problem der bipolaren Flechten noch keineswegs gelöst ist. Viele Einzelzüge konnten inzwischen geklärt werden, andere harren weiterhin der Enträtselung. Die weitere Erforschung der Flechtenflora und -vegetation der Antarktis und der tropischen Hochgebirge wird dazu die wichtigsten Grundlagen liefern. Aber noch wissen wir fast nichts über die Flechten der amerikanischen Hochgebirgsketten, des Himalaya, der afrikanischen und australischen Hochgipfel; was könnten einem Flechtenforscher die gewaltigen Bergriesen von Neu-Guinea für Überraschungen bieten! — Amerikanische, englische und australische Expeditionen haben in der letzten Zeit schon viel wertvolles Material aus der Antarktis erbracht, das von Dodge-St. Louis und Lamb-Ottawa bearbeitet wurde. Es ist zu fordern, daß alle zukünftigen Antarktis-Expeditionen größten Wert auf das Einsammeln und die Beobachtung der Standortverhältnisse der Flechten legen, die schneefreie Gesteinsflächen der Gebirge bis zum Südpol hin besiedeln, wie dies in so vorbildlicher Weise die 2. Byrd-Expedition 1934/35 getan hat.

Wichtigste Literatur.

- Dodge, Baker, Siple and Bartram: The Second Byrd Antarctic Expedition — Botany. Annals Missouri Botanical Garden 25 (1938), N. 2, 467—727.
 Du Rietz, G. E.: Problems of bipolar plant distribution. Acta Phytogeographica Suecica 13 (1940), 215—282.
 Hilgenberg, O. C.: Vom wachsenden Erdball. Berlin 1933. 56 S.
 — Zur Frage der Trift der Kontinente und der Permanenz der Ozeane. Annal. d. Hydrographie 68 (1940), 261—272.
 Lamb, I. M.: Antarctic Pyrenocarp Lichens. Government Falkland Islands, London, Discovery Reports 25 (1948), 1—30.
 Lyngø, B.: On Neurospora sulphurea, a bipolar lichen. Skrifter Norsk. Vidensk. Akad. Oslo, Mat. nat. Kl. 1940, No. 10 (1941), 35 S.
 Mattick, Fr.: Die Bedeutung der Flechten für die Polargebiete. Polarforschung, Bd. II, Heft 1946 (1949), 98—102.
 — Die Flechten Spitzbergens. Polarforschung, Bd. II, Heft 1949 (1950), 261—273.
 Pettersson, Br.: Experimentelle Untersuchungen über die euanemochore Verbreitung der Sporenpflanzen. Acta Botanica Fennica 25 (1940), 1—102.
 Steffen, H.: Über die floristischen Beziehungen der beiden Polargebiete zueinander. Beihefte Botan. Centralblatt, Abt. B, 59 (1939), 531—560.
 Stille, H.: Ur- und Neozoeane. Abh. Deutsch. Akad. d. Wiss. Berlin, Math. Nat. Kl., Jg. 1945/46 Nr. 6 (1948), 68 S.
 — Werden und Vergehen der Kontinente und Meere. Die Erde, H. 1, Berlin 1949, 12—37.

Das Bergland von Petsamo

Eine morphologische Skizze.

Von Dr. Heinz Müller, Münster-Gremmendorf.

Das 10470 qkm umfassende Bergland von Petsamo — russisch Petschenga — gehörte bis 1947 zum nordöstlichsten Teil Finnisch-Lapplands. Das Bergland erhebt sich ostwärts des Inare, reicht im Norden bis zur Küste des Eismeereres und im Osten bis zur ehemaligen finnisch-russischen Grenze.

Es zählt im Rahmen Nordeuropas zu Fennoskandien, dessen westlichen Teil die im Mittel- und Obersilur aufgefalteten Kaledoniden bilden. Das östliche Fennoskandien, zu dem Finnland, Kola und ein Teil Schwedens rechnen, stellt im Großen gesehen, eine Felsplatte von geringer Gestaltungskraft dar: den Baltischen Schild, Kristalline und metamorphe Gesteine wie Granite, Quarzite, Gneise, kristalline Schiefer und Konglomerate setzen ihn zusammen. Charakteristisch für die präkambrische Geschichte dieses Schildes war das Emporsteigen vulkanischer Massen. Dabei wurden die Granite mit anderen Gesteinen durchmischt, verloren ihr eigentümliches Aussehen und bildeten Mischgesteine, sogenannte Migmatite. Alle präkambrischen Ablagerungen sind stark gefaltet, nur die jüngsten Schichten, die