# Gesetze der Pflanzenvertheilung in der alpinen Region.[1])

Auf Grund statistisch-floristischer Untersuchungen.

Von

**Dr. Paul Jaccard.**

## I. Vorbemerkungen.

Seit einer Reihe von Jahren beschäftigen sich die Pflanzengeographen hauptsächlich damit, die verschiedenen Pflanzengesellschaften und deren Anpassungserscheinungen zu untersuchen und zu beschreiben. Sie scheinen die Ursachen, welche die Verschiedenheit der floristischen Zusammensetzung der Pflanzendecke an verschiedenen Localitäten innerhalb ein und derselben Formation bedingen, zu vernachlässigen, indem sie nur jene Ursachen berücksichtigen, welche den Gesammtcharakter bestimmen. Nun könnte aber gerade die Kenntniss dieser viel exactere Anhaltspunkte geben, betreffend die ökologischen Ansprüche der verschiedenen Arten. Sie böte uns auch andrerseits zugleich ein Mittel, um umgekehrt den ökologischen Charakter der Standorte selbst zu präcisiren; denn die bisherigen Versuche, denselben direct zu bestimmen, haben keine befriedigenden Resultate gegeben. Wärmecapacität und -leitfähigkeit, die hygroskopischen Eigenschaften eines Bodens können sich wesentlich ändern von einer Stelle zur andern, da sie ebenso leicht beeinflusst werden durch die Natur des Obergrunds wie der Unterlage; sie können nur sehr approximativ bestimmt werden, und man wird in allen Fällen nur Mittelwerthe erhalten. Es scheint mir schwierig, nach dieser Methode allein die Erklärung für die Vertheilung der Arten zu finden, umsomehr als wir bei der Taxirung der ökologischen Anforderungen der Species nicht den Werth jedes einzelnen Factors für sich zu berücksichtigen haben, sondern die Resultate aller.

1) Diese Arbeit enthält eine Zusammenfassung der Resultate mehrerer Einzelpublicationen. Ich lege sie hier den Pflanzengeographen vor mit Weglassung ermüdender Pflanzenlisten. Ich verweise dafür auf folgende Publicationen: 1. Etude géobotanique de la flore du haut bassin de la Sallanche. (Revue générale de botanique. Tome X pag. 32—72.) 2. Contribution au problème de l'immigration postglaciaire de la flore alpine. (Bull. de la soc. vaudoise des sciences nat. XXXVI pag. 81—130 mit 1 Karte.) 3. Distribution de la flore alpine dans le bassin des Dranses. (ibid. XXXVII pag. 241—72.) 4. Etude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura. (ibidem XXXVII pag. 547—579.)



Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0353-4

Ich fragte mich, ob man nicht durch methodisches Studium der Artenvertheilung innerhalb ein und desselben Formationstypus an verschiedenen Punkten eines abgegrenzten Gebietes dazu gelangen könnte, zwischen der Veränderung in der Zusammensetzung der Pflanzendecke und der Veränderung eines Complexes ökologischer Factoren leicht zu präcisirende Beziehungen zu finden, denen der Charakter von Gesetzen zukommt. Mit andern Worten, ob man nicht den Einfluss ökologischer Bedingungen, von denen die Pflanzenvertheilung abhängt, sicherer bestimmen könne nach vergleichend-differentieller Methode, welche gestattet, die ökologischen Factoren nach ihrer eigenen und den dadurch bedingten Veränderungen in der Pflanzendecke zu werthen, als nach der bisherigen directen, schwierigen und zudem ungenauen Methode. — Kurz gesagt, ich möchte das Problem umkehren.

## Definitionen.

Bevor ich zum Thema übergehe, seien einige öfters wiederkehrende Ausdrücke definirt.

Die Bezeichnung Formation[1]) reservire ich für eine Pflanzengesellschaft, welcher einzelne, vorherrschende ökologische Factoren ein bestimmtes physiognomisches Gepräge verleihen. Die Formation ist einheitlich auf grössere Strecken und bildet einen Factor im Landschaftsbild (Wiese, Wald, Moor etc.).

Bestand (Association) bezeichnet eine floristisch bestimmte Pflanzengesellschaft innerhalb einer Formation, bedingt durch secundäre Factoren. Dadurch können die Verschiedenheiten innerhalb ein und derselben Formation charakterisirt werden, nach einer oder mehreren dominirenden Arten und Begleitpflanzen. Im Allgemeinen ist der Bestand bestimmt durch die dominirende Art oder Arten. Eine Formation kann also verschiedene Bestände enthalten.

Zur genauen Charakterisirung eines Bestandes und zur Präcisirung des Unterschieds zweier Bestände dienen folgende Punkte:

1. Der Artenreichthum (richesse florale): Darunter verstehe ich die absolute Zahl der Arten, ohne Rücksicht auf Namen und systematische Stellung.

---

1) Mit Vergnügen constatire ich, dass diese von mir unabhängig aufgestellten Abstufungen und Definitionen sich vollständig decken mit den von Schröter gegebenen in dem soeben erschienenen zweiten Theil der Vegetation des Bodensees, pag. 73. (Schröter & Kirchner, Die Vegetation des Bodensees. II. Theil. Lindau 1902.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0354-0

2. Die Artenliste (composition florale): Diese gibt die systematische Zusammensetzung der Flora eines Bestandes oder Gebietes.

3. Der generische Coëfficient (coëfficient générique): Dieser bezeichnet das Verhältniss zwischen der Zahl der vertretenen Gattungen und der Zahl der Arten einer Flora.

Ausser diesen drei wichtigsten Factoren können jeweils noch folgende herbeigezogen werden:

4. Die individuelle Frequenz (Frequence individuelle): d. h. die relative Häufigkeit der verschiedenen Arten innerhalb eines Bestandes.

5. Artenreichthum und individuelle Frequenz ergeben die Dichte eines Bestandes (densité florale). Sie bedingt bei einer Wiese z. B. mehr oder weniger die Ueppigkeit, obschon diese auch abhängig ist von der Grösse und dem Habitus der einzelnen Individuen.

In der vorliegenden Arbeit sollen hauptsächlich die drei ersten Punkte berücksichtigt werden.

Für zwei durch ihre Artenliste bestimmte Bestände können wir einen Gemeinschaftscoëfficienten (coeff. de communauté florale) aufstellen. Dieser wird folgendermaassen bestimmt:

1. Man ermittelt die Zahl der den beiden Beständen gemeinsamen Arten.

2. Man addirt die Gesammtzahl der Arten des ersten Bestandes zu der Gesammtzahl der Arten des zweiten.

3. Man subtrahirt von der nach 2. erhaltenen Summe die Zahl der gemeinsamen Arten und erhält so die Gesammtzahl der Arten beider Bestände.

4. Nun bleibt noch das procentuelle Verhältniss zu bestimmten zwischen der Zahl der gemeinsamen Arten und der Gesammtzahl der Arten beider Bestände.

Zahlenbeispiel: Von zwei Wiesen A und B besitze A 100, B 120 Arten. 60 Arten finden sich auf A und B (gemeinsame Arten). A und B besitzen also zusammen eine Gesammtzahl von $100 + 120 - 60 = 160$ Arten. Der Gemeinschaftscoëfficient ist demnach $\frac{60}{160} = 37^1/_2\,\%$.

Damit eine Vergleichung zweier Bestände überhaupt möglich ist, muss man unterscheiden zwischen Standort, als ökologischem Begriff, bestimmt durch eine Anzahl ökologischer Factoren, und Localität, als geographischem Begriff, welcher also nichts



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0355-6

Anderes bedeutet als ein Stück Boden, das einen bestimmten Bestand trägt.

Es wird sich in dieser Arbeit zeigen, dass die physiognomische Gleichförmigkeit einer Formation bedeutende Unterschiede in der Artenliste der diese bildenden Bestände nicht ausschliesst. Um aber die Beziehungen verfolgen zu können zwischen den verschiedenen Beständen ein und derselben Formation und den secundären[1]) Unterschieden im Standort, müssen wir im Stande sein, einen Standort ebenso in verschiedene Localitäten zu zerlegen, wie wir innerhalb der Formation verschiedene Bestände unterscheiden.

Kurz, die vergleichend-statistische Methode, die zur Anwendung kommen soll, fusst auf folgenden zwei Principien:

1. Auf einem Terrain von einiger Ausdehnung sind eine Anzahl natürlicher Unterabtheilungen auszuwählen, die neben zahlreichen Analogien ihrer ökologischen Bedingungen eine kleine Zahl charakteristischer Differenzen aufweisen.

2. Durch Vergleichung ist der Einfluss dieser Analogien und Differenzen, als Vertheilungsfactoren, auf die systematische Zusammensetzung (Artenliste) der Pflanzendecke der verschiedenen Unterabtheilungen zu bestimmen. Diese allgemeine Vergleichung ist zu vervollständigen, indem man die Bestände verschiedener Localitäten innerhalb einer Formation vergleicht.

Diese Methode kann nicht als eigentlich experimentelle Verwendung finden; denn es dürfte kaum möglich sein, künstlich den natürlichen vergleichbare Standorte herzustellen. Aber sie nähert sich den experimentellen Methoden, weil man durch sorgfältige Wahl der zu untersuchenden Localitäten dazu gelangen kann, aus einem Gemeng vieler Factoren einen einzelnen annähernd zu isoliren und seinen Einfluss zu bestimmen.

In der vorliegenden Arbeit habe ich ausschliesslich die Vegetation der alpinen Region und auch hier im Wesentlichen wieder nur die alpine Weide berücksichtigt. Es handelte sich darum, durch Vergleichung die Veränderungen ihrer Bestände von einer Localität zur andern zu bestimmen.

---

1) Primäre Unterschiede dagegen nennen wir diejenigen, welche die verschiedenen Standorte resp. Formationen selbst bedingen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0356-1

Ich betone ausdrücklich, dass die Gesetze, zu denen ich gelangte, sich zunächst auf die von mir speciell untersuchten Gebiete beziehen. Sie besitzen wahrscheinlich eine sehr allgemeine Tragweite, aber um diese sicher zu stellen, bedarf es noch weiterer Untersuchungen.

Um Missverständnisse zu vermeiden, soll noch ein weiterer, in der Pflanzengeographie viel gebrauchter Ausdruck präcisirt werden: die Einwanderung.

Mit Rücksicht auf die „Entwicklungsgeschichte der Florengebiete" steht fest, dass, ausgenommen eine kleine Zahl nivaler Arten, die gesammte Flora der alpinen Region postglacial eingewandert ist. Sie war also in ihrer Zusammensetzung direct bestimmt durch die Flora der Nachbargebiete. Immerhin ist die Zahl der Arten, welche an eine bestimmte Stelle der Alpenkette hätte einwandern können, viel bedeutender als die, welche man jetzt thatsächlich dort findet. Nur jene Arten haben Fuss gefasst und durch ihre Ausbreitung weitere Concurrenten am Einwandern verhindert, welche den Verhältnissen besonders gut angepasst waren.

Ausser dieser weit zurückliegenden Besiedelung findet eine continuirliche weitere Einwanderung statt, bedingt durch Transportmittel und -Wege. Für jeden begrenzten Bezirk der Alpenkette ist also die Zusammensetzung der Flora und die Vertheilung der Arten bestimmt durch folgende drei Gruppen von Factoren:

1. Die Quellen der Einwanderung, repräsentirt durch die Zusammensetzung der Flora der Nachbargebiete.

2. Die Agentien der Einwanderung. Diese umfassen alle jene äusseren Bedingungen, welche den Transport ermöglichen oder erleichtern, unabhängig von der Pflanze selbst. Hierher gehören einerseits als activ wirkende Agentien: der Wind,[1]) das Wasser, die Thiere (Vögel, Vieh etc.) und der Mensch, anderseits als passiv die Einwanderung erleichternd die topographischen Verhältnisse.

3. Die ökologischen Bedingungen: d. h. die Gesammtheit aller geologischen, meteorologischen und topographischen Verhältnisse, welche den Standort ausmachen.

1) Der Einfluss des Windes auf die Zusammensetzung der Alpenflora ist jüngst einlässlich nachgewiesen worden durch P. Vogler in seiner Dissertation: Ueber die Verbreitungsmittel der schweizerischen Alpenpflanzen („Flora", Ergänzungsband 1901), wo gezeigt wird, dass in der alpinen Region die anemochoren Arten vorherrschen. — Ausser für den Transport hat der Wind auch eine grosse klimatische Bedeutung; er gehört also auch in die folgende Factorengruppe.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0357-7

Um jedes Missverständniss zu vermeiden, betone ich nochmals den Unterschied zwischen Artenreichthum (absolute Zahl der verschiedenen Arten) und Artenliste (systematische Zusammensetzung) der Flora eines gegebenen Gebietes. Während die zweite bedingt ist durch die Quellen und Agentien der Einwanderung (Factor: Einwanderung), hängt der erstere fast ausschliesslich ab von den ökologischen Bedingungen des Gebietes (Factor: Standort). Nur das soll durch unser erstes Gesetz ausgedrückt werden: Der Artenreichthum eines Gebietes ist direct proportional der Mannigfaltigkeit der ökologischen Bedingungen innerhalb desselben. Alle anderen Gesetze, zu denen wir gelangen werden, unterstützen indirect diesen Fundamentalsatz.

Ob es sich im Folgenden um Artenreichthum, Gemeinschaftscoëfficienten, generischen Coëfficienten handelt, wir berücksichtigen in erster Linie immer die Anzahl der Arten, nicht ihre systematische Stellung. So gelangen wir zur Bestimmung des Einflusses, welchen die Verschiedenheit der ökologischen Bedingungen ausübt auf Zahl und Vertheilung der einer gegebenen Region angehörenden Arten.

Die ökologischen Unterschiede sind bedingt einerseits durch primäre Factoren, welche den Charakter des Standortes und damit die Formation selbst ändern können (Exposition, Neigung, Substrat etc.), anderseits durch secundäre Factoren, deren Aenderungen nur einfache Modificationen in Artenreichthum und Artenliste innerhalb einer und derselben Formation nach sich ziehen, ohne ihren physiognomischen Charakter wesentlich zu beeinflussen.

## II. Die Beziehungen zwischen dem Artenreichthum und der Mannigfaltigkeit der ökologischen Verhältnisse.

Es klingt fast wie ein Gemeinplatz, wenn ich vorausschicke, dass die Flora eines Gebietes mit stark wechselndem Substrat reicher sei, als die eines einförmigen. Doch liess sich a priori nicht annehmen, dass zwischen dem Artenreichthum und der Mannigfaltigkeit der ökologischen Verhältnisse einer Gegend eine so enge, fast mathematische Beziehung besteht, wie die statistisch-floristische Untersuchung einiger Districte in den Alpen thatsächlich ergeben hat.

Ursprünglich hatte ich ein anderes Ziel im Auge. Ich wollte feststellen, wie weit die Nachbarschaft und topographische Verbindungen mit anstossenden Gebieten die Zusammensetzung

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0358-3

der Flora eines bestimmten Territoriums beeinflusse. Für die Untersuchung ging ich von folgenden drei Districten[1]) aus:

1. Das obere Becken der Sallanche und des Trient, zwischen der Dent du Midi und dem Buet (im Folgenden bezeichnet mit Trient oder T).

2. Das Wildhornmassiv, zwischen Sanetsch und Rawyl (Wildhorn oder W).

3. Das obere Becken der Dranses. Die Thäler von Bagnes, Entremont und Ferret, zwischen dem Col de Fenêtre und dem Col de Ferret (Dranses oder D).

(Bezeichnung für alle drei Districte zusammen: T—W—D)

Die drei Districte bilden annähernd die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks mit circa 50 km Seitenlänge. Trotz ihrer relativen Nähe liegen sie aber doch in drei oder gar vier pflanzen-geographischen Bezirken: Trient in den lemanischen Alpen und dem Mont-blanc-Massiv; Dranses in den centralen Hochalpen (penninisches Massiv); Wildhorn in den nördlichen Hochalpen (Berner Alpen). Anderseits gehören alle drei (ausgenommen der Nordabhang des Wildhorns) zum Rhonebecken, grenzen aber auch an die Flussgebiete des Po resp. des Rheins.

Im Ferneren wechselt die Natur des Substrats sehr stark: das Wildhornmassiv besteht fast vollständig aus Kalk, das Becken des Trient theils aus Kalk, theils aus Gneiss; in dem der Dranses finden wir Protogin, krystallinische Schiefer, Carbonschichten, Kalk, Dolomit, Serpentin etc.

Es dürfte schwer halten, anderswo eine ähnliche Combination von Analogien und Differenzen in einem so engen Bezirk vereinigt zu finden.

Jeder der drei Districte besitzt zwei oder drei parallele Thäler, die natürliche Abschnitte ergeben. Für das Wildhornmassiv berücksichtige ich nur die beiden Hauptthäler von Iffigen und Küh-Dungel. Im Becken der Sallanche und des Trient sind zu unterscheiden die Thäler von Salanfe, Emaney und Barberine, im Becken der Dranses endlich diejenigen von Bagnes, Ferret und Entremont.

Um die Vergleichung durchführen zu können, ermittelte ich möglichst vollständig für jeden District und Abschnitt die Liste aller in der alpinen Region, d. h. über 1850 m, beobachteten Arten. Aus einer darauf gegründeten Tabelle konnte leicht die Zahl der

1) Der Ausdruck District, wie im ferneren (Districts-) Abschnitt Territorium, Gebiet, ist hier rein topographisch zu verstehen.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0359-1

Arten jedes Districts und Abschnittes abgelesen werden. Zugleich ergab sich daraus die Zahl der zwei oder mehreren gemeinsamen Arten. Das Resultat dieser Zählungen ist in folgender Uebersicht enthalten:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Gesammtgebiet Wildhorn—Trient—Dranses . . | circa | 650 | Arten[1]) |
| 2. | Gebiet von Wildhorn—Trient—Bagnes . . . | „ | 615 | „ |
| 3. | Becken der Dranses (Bagnes, Entremont, Ferret) | „ | 600 | „ |
| 4. | Becken des Trient (Emaney, Barberine, Salanfe) | „ | 470 | „ |
| 5. | Oberer Theil des Entremont (exclusive Hybride, Varietäten und Arten tieferer Lagen) . . | „ | 465 | „ |
| 5b. | Oberer Theil des Entremont (inclusive Hybride, Varietäten und Arten tieferer Lagen) . . | „ | 600 | „ |
| 6. | Bagnes (oberhalb Mauvoisin) . . . . . | „ | 415 | „ |
| 7. | Becken des Trient (nur das Kalkgebiet) . . | „ | 390 | „ |
| 8. | Ferret (gegen den Col de Fenêtre und den Col de Ferret) . . . . . | „ | 360 | „ |
| 9. | Wildhorn (von Sanetsch bis Rawyl inclusive) . | „ | 350 | „ |
| 10. | Becken des Trient (nur Gneisspartie) . . . | „ | 310 | „ |
| 11. | Thäler von Barberine und Vieux Emossons . | „ | 310 | „ |
| 12. | Wildhorn (exclusive Sanetsch und Rawyl) . . | „ | 300 | „ |

Die Terrains sind geordnet nach der Mannigfaltigkeit ihrer ökologischen Verhältnisse, nicht, wie ein Blick auf die Karte zeigt, nach ihrer Oberfläche. So erklärt sich, dass das kleine Thal von Barberine eine grössere Zahl von Arten besitzt, als das Wildhorn; denn hier tritt neben verschiedenen Kalkgesteinen auch Gneiss zu Tage.

Anderseits bedingt selbstverständlich nicht nur die geologische Natur des Subtrats den Wechsel im Artenreichthum. So ist denn auch die Kalkpartie des Trientbeckens reicher, als das ebenfalls aus Kalk bestehende Wildhornmassiv; denn jenes ist tiefer durchfurcht, besitzt sehr wechselnde topographische Gestaltung und fast keine nackten Schutthalden, während der Nordabhang des Wildhorns von grossen, sehr steilen Schutthalden bedeckt ist, auf deren groben Trümmern die Vegetation nicht Fuss fassen kann.

In obiger Uebersicht wird ferner auffallen, dass das Entremont eine fast so grosse Zahl von Arten besitzt, wie das viel weiter ausgedehnte und in der geologischen Unterlage viel variablere Becken des Trient. Auf den ersten Blick scheint diese Thatsache meinem

1) In diesen Zahlen sind (ausgenommen 5b) nur die „guten Arten“ enthalten, nicht auch Hybride und Varietäten.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0360-2

Gesetz zu widersprechen; denn das Entremontthal erscheint geologisch ausserordentlich einheitlich, da es ganz im Casannaschiefer des Combinmassivs liegt; man könnte also sehr einheitliche ökologische Bedingungen vermuthen. Eine kritische Untersuchung der floristischen Elemente, welche aus diesem Thal von Tissière und Henri Jaccard[1]) erwähnt werden, führt mich aber zu Folgendem:

1. Eine grosse Zahl der Arten, Varietäten und Hybriden, welche bisher aus dem Hintergrund des Entremont und von dem sehr genau erforschten Aufstieg zum Grossen St. Bernhard angegeben sind, kommen wahrscheinlich auch in den weniger durchsuchten benachbarten Thälern vor, sind aber bis jetzt noch nicht beobachtet. Unter 140 Arten, Hybriden und Varietäten des Grossen St. Bernhard, welche den benachbarten Thälern zu fehlen scheinen, findet man 75 Unterarten, Varietäten und Hybriden, sowie mehr als 50 in der subalpinen Region verbreitete Arten, die nur selten und zufällig in die alpine Region hinaufsteigen. Die Gattung Hieracium allein ist in den angeführten Florenwerken mit 40 Arten, Varietäten und Hybriden vertreten. Das alles beweist die sehr genaue Erforschung dieses Gebietes.

2. Die einzigen wirklich dem Hintergrund des Entremont eigenen Arten sind entweder endemische Formen, wie *Chaerophyllum elegans* und einige Hieracien, oder auch sonst sehr sporadische Arten, wie *Valeriana celtica*. Es findet sich keine einzige darunter, deren Anwesenheit auf besonders günstige Einwanderungsbedingungen, die den Nachbargebieten fehlten, zurückgeführt werden muss.

3. Endlich ist die geologische Formation, die unter dem einheitlichen Namen Casannaschiefer zusammengefasst wird, absolut nichts Homogenes und Einheitliches. Es gibt vielleicht kaum ein Gestein, das so wechselnd ist in seinen physikalischen und chemischen Verhältnissen, wie der Casannaschiefer des Combinmassivs. Man findet alle Uebergänge von den härtesten Schichten mit dem Aussehen eines compacten Gneisses bis zu den lockersten Schiefern. Und nicht weniger veränderlich ist auch der Kalkgehalt.

Ferner ist hinzuzufügen, dass der obere Theil des Entremont viel ausgedehnter ist als der von Bagnes und Ferret und ausserdem eine sehr wechselnde topographische Gestaltung besitzt mit Schluchten, Plateaux und kleinen Thälchen, wodurch die Mannigfaltigkeit seiner

1) Tissière, Guide du botaniste sur le Grand St. Bernard. (Bull. de la Société Murithienne du Valais. Aigle 1868.) — Jaccard, Henri, Catalogue de la flore valaisanne. (Nouveaux mémoires de la Société helvétique des sciences nat. Vol. XXXIV. Zürich 1895.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0361-8

Standorte noch vermehrt wird. Aus diesen verschiedenen Erwägungen ergibt sich die Erklärung für den Artenreichthum des Entremont, und es ist der scheinbare Widerspruch zwischen demselben und der ökologischen Mannigfaltigkeit gelöst.

## III. Die Mannigfaltigkeit der ökologischen Verhältnisse.

Selbst unter gleichen klimatischen Bedingungen sind, wie eben gezeigt, die ökologischen Verhältnisse äusserst mannigfaltig. Diese Mannigfaltigkeit wird hervorgebracht durch die Combination der drei Factoren: Exposition, Neigung, Substrat.

Es dürfte schwer halten, in der alpinen Region irgend ein Gebiet von einer gewissen Ausdehnung zu finden mit absolut homogenem Substrat, gleichmässiger Neigung und Exposition, kurz mit vollständig einheitlichen ökologischen Bedingungen. Die unendliche Mannigfaltigkeit des Milieus herrscht als Regel. Und doch, welcher Botaniker wird nicht überrascht durch den einheitlichen physiognomischen Charakter der Flora in der alpinen Region? Meist verlässt er diese Gebiete mit dem Eindruck, dass die grosse Mehrzahl der Arten auf Wiesen und Weiden sich stets wiederhole.

Aber dieser Widerspruch zwischen der Eintönigkeit der Pflanzendecke und der Mannigfaltigkeit der ökologischen Verhältnisse ist nur scheinbar. Sieht man ab von dem einheitlichen physiognomischen Gepräge, das die Höhenlage und die speciell damit zusammenhängenden Verhältnisse der Alpenflora verleihen, so kann man sich leicht durch eine floristisch-statistische Untersuchung überzeugen, dass die Artenliste selbst innerhalb der am besten charakterisirten Formation sehr variabel ist, auch wenn man nur ein beschränktes Gebiet in Betracht zieht.

Die trotzdem relativ kleine Zahl von Formationen hat ihren Grund darin, dass nicht jeder Wechsel im Milieu auch den sichtbaren Gesammtcharakter merklich ändert. Unsere Formationen entsprechen einer ebenso geringen Zahl von Standortstypen. Standorte wie: Wiese, Grashalde, Felsen, Geröll, Moor, Heide, Schneethälchen, Grat, Läger, Alluvion sind das Resultat einer kleinen Anzahl, bisweilen eines einzigen, besonders wirksamer Factoren erster Ordnung; in ihren secundären Charakteren können sie mannigfach differiren, ohne dass diese Differenz im physiognomischen Gesammtbild zum Ausdruck kommt. Nur die statistische Floristik erlaubt uns den Nachweis, wie grosse Differenzen in der Zusammen-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0362-4

setzung einer Flora verbunden sein können mit einer verblüffenden physiognomischen Einheitlichkeit.

Betrachtet man die 615 Arten der Districte: Trient—Bagnes—Wildhorn (T—B—W), so erkennt man sofort, dass die grosse Mehrzahl derselben über den ganzen westlichen Theil der Alpen verbreitet ist, oder dass sie wenigstens in der näheren Umgebung aller drei Districte nirgends fehlen. Nur 28 Arten sind den penninischen Alpen eigen (d. h. sind bis jetzt in den beiden andern Districten oder deren nähern Umgebung noch nicht constatirt), fünf dem oberen Becken des Trient resp. dem Mont-Blanc-Massiv, fünf endlich der Wildhornkette resp. den Berner Alpen. Ausser diesen 38 Arten, zu denen man noch ungefähr 30 mit überhaupt mehr oder weniger sporadischer Vertheilung in unserer Gegend hinzufügen könnte, sind alle andern so allgemein verbreitet, dass man sie auf dem einen wie dem andern der drei Districte T, B und W erwartet. Trotzdem habe ich gefunden, dass von diesen 615 Arten kaum mehr als 200, also ungefähr $^1/_3$ der Gesammtzahl zugleich in allen drei Districten T, B und W vorkommen.

Anderseits fehlen 52 Arten von Bagnes (B) auf T und W, oder sind wenigstens bis jetzt daselbst noch nicht nachgewiesen[1]; 69 kennen wir nur aus dem oberen Becken des Trient (T), 27 nur aus dem Wildhornmassiv (W). Von diesen 148 Arten sind fast die Hälfte subalpin und in der tieferen Region bis 1800 m verbreitet, steigen aber nur ausnahmsweise höher, 38 besitzen wie gezeigt überhaupt eine beschränkte Verbreitung, und nur ungefähr 30 sind mehr oder weniger sporadisch vertheilt über unser Gebiet.

Endlich hat sich ergeben, dass:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | in | W | und | B | verbreitete | Arten | T | fehlen, |
| 59 | „ | W | „ | T | „ | „ | B | „ |
| 90 | „ | B | „ | T | „ | „ | W | „ |

Diese Zahlen zeigen, dass die drei Districte T, B und W trotz ihrer gegenseitigen Nähe und der Aehnlichkeit ihrer allgemeinen klimatischen Verhältnisse eine sehr verschieden zusammengesetzte Flora besitzen.

Dieser Schluss wird noch weiter unterstützt durch die Gemein-

1) Es ist immer sehr gewagt, zu behaupten, dass eine bestimmte Art einem gewissen Gebiet vollständig fehle. Deshalb wähle ich diesen weniger absoluten Ausdruck. Allerdings sind die Gebiete, um die es sich hier handelt, so vollständig und seit so langer Zeit durchforscht, dass wohl nur eine recht kleine Zahl von Arten den Augen der Botaniker entgangen sein dürfte.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0363-0

schaftscoëfficienten von je zwei und zwei der Districte T, W und D[1]). Es ergeben sich folgende Zahlen:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Trient und Dranses: | 390 | gemeinsame Arten | auf | 645 = 60 % | circa. |
| „ „ Wildhorn: | 295 | „ | „ „ | 525 = 56 % | „ |
| Dranses „ „ | 327 | „ | „ „ | 647 = 50 % | „ |

Für die einzelnen Abschnitte des Districts D erhielt ich:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Bagnes und Entremont: | 370 | gem. Arten | auf | 645 = 57 %. |
| Ferret „ „ | 300 | „ | „ „ | 555 = 54 %. |
| „ „ Bagnes: | 275 | „ | „ „ | 545 = 50 %. |

Ferner:

Trient-Kalk (mit 390 Arten) und Trient-Gneiss (mit 310 Arten): 225 gem. Arten auf 470 = 48 %.

Trient-Kalk (mit 390 Arten) und Wildhorn-Kalk (mit 350 Arten): 265 gem. Arten auf 475 = 56 %.

Der Gemeinschaftscoëfficient von je zwei unserer Districte, resp. Abschnitte, schwankt also zwischen 50 und 60 %. Je grösser die ökologische Analogie zweier Districte, um so grösser der Gem.-Coëffic. Nichts destoweniger scheint es mir, in Anbetracht der geringen Abweichung der extremen Werthe, gewagt, die Gem.-Coëff. als den exacten Ausdruck der ökologischen Analogie oder Differenz zu betrachten, welche zurückführbar wäre auf die Wirkung absolut identischer Factoren. Sie entsprechen zwar gewissen Differenzen in den ökologischen Bedingungen der verglichenen Territorien, aber es besteht zwischen dem absoluten Werth dieser Differenzen und dem der Gemeinschaftscoëfficienten keine mathematische Proportionalität.

Aus den obigen Zahlen ergibt sich nämlich, dass der Gem.-Coëff. zwischen Trient-Kalk und Trient-Gneiss nur 8 % niedriger ist als der zwischen Trient-Kalk und Wildhorn-Kalk.

Trotzdem die Arten des Gebietes T—W—D in allen benachbarten Alpen verbreitet sind, liess sich also constatiren, dass ein grosser Theil derselben in That und Wahrheit auf grosse Strecken fehlen, während dem Anscheine nach ihre Existenzbedingungen überall vorhanden sind.

Das ruft die Frage: Besitzen innerhalb ihres Areals auch die gemeinsten Arten, ähnlich wie die seltenen, eine discontinuirliche und sporadische Vertheilung?

---

1) Die folgenden Zahlen beziehen sich auf die Districte: Trient-Wildhorn-Dranses (T—W—D), während die vorhergehenden nur gelten für Trient-Bagnes-Wildhorn (T—B—W). Bagnes ist eines der drei Thäler des Dransesbeckens.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0364-5

## V. Die Variabilität der floristischen Zusammensetzung der alpinen Weide der Alpen.

Um eine Antwort zu finden auf die am Schluss des vorigen Capitels gestellte Frage, setzte ich mir die Aufgabe, statistische Vergleichungen durchzuführen für die Arten eines einzigen Standortstypus. Als solcher schien mir die alpine Weide zwischen 1900—2400 m am geeignetsten. Ich wählte eine Anzahl Localitäten, möglichst vergleichbar in Bezug auf Feuchtigkeit und Neigung, sowie das Stadium der Flora. Unter Mithilfe befreundeter Botaniker nahm ich die genaue Artenliste auf, je für einen Streifen von ca. 100 m Breite zwischen den angeführten Höhenquoten. Da diese Aufnahmen für alle Localitäten nach gleicher Methode und unter gleichen Verhältnissen gemacht wurden, sind die Resultate vergleichbar. Ich gebe zunächst eine Uebersicht über die 10 untersuchten Localitäten, die im Folgenden nach ihrer Ordnungszahl citirt werden sollen:

1. Plan la Chaud (Val Ferret) auf kalkreichem Triasschiefer. 1900—2400 m. Exposition: West. 101 Arten.

2. La Peulaz (Val Ferret) auf gleicher Unterlage wie vorige. 1900—2300 m. Exposition: Ost. 107 Arten.

3. Col Ferret (Südabhang) auf unterm Jurakalk mit Quarzitbänken. 1900—2400 m. Exposition: SW. 106 Arten.

4. Alp von Tsessettaz (Entremont) auf Dolomit. 2000—2300 m. Exposition: Ost. 99 Arten.

5. Alp von Vingt-Huit (Bagnes) auf kalkreichem Triasschiefer und Casannaschiefer. 2000—2500 m. Exposition: West. 140 Arten.

6. Barberine (Trient) auf unterm Jurakalk. 1900—2300 m. Exposition: SW. 114 Arten.

7. Luisin (Emaney) auf Gneiss. 1900—2400 m. Exposition: West. 173 Arten.

8. Gagnerie (Salanfe) auf oberem Jurakalk. 1900—2450 m. Exposition: West. 165 Arten.

9. Iffigen (Wildhorn) auf Kreide- und Nummulitenkalk. 2000—2500 m. Exposition: SO. 147 Arten.

10. Küh-Dungel (Wildhorn) auf Kreide- und Nummulitenkalk. 1850—2300 m. Exposition: NO. 150 Arten.

Durch Vergleichung jeder dieser Localitäten je mit den neun andern, ergeben sich 45 Verhältnisse, deren Gemeinschaftscoëfficienten

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0365-1

analog folgendem Beispiel bestimmt werden: Plan la Chaud (Nr. 1): 101 Arten und la Peulaz (Nr. 2): 107 Arten, besitzen insgesammt 155 differente Arten; 53 sind beiden gemeinsam (101 + 107 — 53 = 155). Ihr Gem.-Coëff. ist also = 53 : 155 oder gleich 35 %; in der folgenden Tabelle ist dieses Verhältniss ausgedrückt durch 1 : 2 = 35.

Gemeinschaftscoëfficienten zwischen den Weiden 1—10.

| | | |
|---|---|---|
| 1: 2 = 35 | 2: 9 = 23 | 5: 6 = 39 |
| 1: 3 = 40 | 2:10 = 32 | 5: 7 = 30 |
| 1: 4 = 40 | 3: 4 = 39 | 5: 8 = 38 |
| 1: 5 = 37 | 3: 5 = 39 | 5: 9 = 36 |
| 1: 6 = 21 | 3: 6 = 27 | 5:10 = 22 |
| 1: 7 = 21 | 3: 7 = 30 | 6: 7 = 30 |
| 1: 8 = 28 | 3: 8 = 28 | 6: 8 = 29 |
| 1: 9 = 35 | 3: 9 = 26 | 6: 9 = 30 |
| 1:10 = 31 | 3:10 = 28 | 6:10 = 33 |
| 2: 3 = 36 | 4: 5 = 37 | 7: 8 = 26 |
| 2: 4 = 26 | 4: 6 = 27 | 7: 9 = 27 |
| 2: 5 = 38 | 4: 7 = 24 | 7:10 = 34 |
| 2: 6 = 30 | 4: 8 = 30 | 8: 9 = 31 |
| 2: 7 = 29 | 4: 9 = 39 | 8:10 = 38 |
| 2: 8 = 28 | 4:10 = 34 | 9:10 = 42. |

Die vorstehende Tabelle zeigt, dass die Gem.-Coëff. zwischen den Grenzen 20 und 40 liegen, bei einem Mittel von 32 % oder rund 1/3. Im Allgemeinen besitzen die Localitäten mit physikalisch-chemisch ähnlichem Substrat die grössten, diejenigen mit verschiedenem die kleinsten Gem.-Coëff.

Die Coëfficienten zwischen 37 und 40 ergab die Vergleichung

von: Plan la Chaud mit Ferret,
" " " " " Tsessettaz,
" " " " " Vingt-Huit,
" Tsessettaz " Vingt-Huit,
" " " Ferret,
" La Peulaz " Vingt-Huit.

Diese Localitäten liegen alle grösstentheils auf Kalkschiefer, reich an Silicaten, deren Farbe und Consistenz ebenfalls grosse Analogien aufweisen. Zwischen Tsessettaz (Dolomit) und Iffigen (magnesiumreicher Kalk) beträgt der Gem.-Coëff. 39 %; zwischen Iffigen und Küh-Dungel (beide auf dem gleichen magnesiumreichen Kalk) steigt er sogar auf 42 %. In beiden Fällen ist die physikalisch-chemische Aehnlichkeit des Substrats klar.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0366-7

Bei Vingt-Huit mit Barberine . . . . . 39 %
„ „ „ „ Gagnerie . . . . . 38 „
„ Küh-Dungel „ „ . . . . . 38 „

haben wir es mit üppigen, artenreichen Wiesen zu thun, wodurch der Gem.-Coëff. klarerweise noch erhöht wird, zumal auch das Substrat nicht stark verschieden ist.

Sobald aber hierin ein Unterschied vorhanden ist, sinkt der Gem.-Coëff. rasch. So besitzen die Wiesen von Luisin (173 Arten) auf Gneiss und Gagnerie (165 Arten) auf Kalk trotz ihrer Ueppigkeit und ihres Artenreichthums nur einen solchen von 26 %. Zwischen Plan la Chaud und Luisin, resp. Vingt-Huit und Küh-Dungel, die noch mehr differiren, fällt er sogar auf 21 resp. 22 %.

## V. Die Variabilität der floristischen Zusammensetzung der alpinen Weide des Jura.

Wie eben gezeigt, entsprechen die Aenderungen im Werth der beobachteten Gemeinschaftscoëfficienten einigermaassen der grösseren oder geringeren Uebereinstimmung der verglichenen Localitäten. Es muss dabei aber sofort auffallen, dass in den Fällen anscheinend weitgehender Uebereinstimmung im Substrat der Gem.-Coëff. keinen höheren Werth erreicht. (Maximum in vorigem Capitel 42 %, Mittel 32 %.)

Ich glaubte, diese relativ geringen Werthe für ähnliche und nicht weit aus einander liegende Localitäten auf die grosse Verschiedenheit der übrigen ökologischen Verhältnisse in den Alpenthälern zurückführen zu müssen. Die Nähe von Schneefeldern, Gletschern oder kleinen Seen, die topographische Gestaltung der Umgebung, die allgemeine Orientirung der Thäler, ihre bald weitere, bald engere Verbindung mit der tieferen, warmen Zone oder im Gegensatz dazu ihre Abgeschlossenheit, all das sind äussere, indirecte Ursachen, welche selbst solchen Localitäten, deren eigentliche, innere Charaktere sehr grosse Analogie besitzen, wieder Verschiedenheiten aufprägen.

Es war aber zu erwarten, dass man in einem topographisch und geologisch einförmigeren Gebiete auch eine ähnliche Einförmigkeit in den Artenlisten verschiedener Localitäten finden werde. Diese Erwartung hoffte ich bestätigen zu können durch eine Untersuchung der Zusammensetzung der Flora in der alpinen Region eines Theils des südlichen Jura.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0367-3

Diese Region ist im südlichen Jura äusserst einförmig von oberem Jurakalk getragen: Kimmerien und Sequanien, mit gelegentlich zu Tage tretendem Argovien. Die untersuchten Gipfel liegen zwischen dem Suchet und dem Reculet; in der Höhe schwanken sie zwischen 1671 und 1723 m, sind also bis auf ca. 50 m gleich hoch. Sie stehen alle am Südrand des Jura und heben sich vollständig analog aus der topographischen Gestaltung der Umgebung heraus. Ebenso eintönig bieten sie sich auch sonst dem Forscher dar: überall die gleichen, grasbewachsenen Kuppen, die gleichen weissen Kalkwände, die gleiche Trockenheit unter dem Einfluss der gleichen herrschenden Winde.

Die ganze Kette des südlichen Jura ist also ökologisch und floristisch unbestritten einförmig; aber diese Einförmigkeit wird geringer, sobald man eng umschriebene Localitäten mit einander vergleicht.

Die folgenden floristischen Angaben beziehen sich auf die Weide oberhalb der Höhenquote von ca. 1500 m. Es wurden sechs Abhänge und sechs Gipfel untersucht.

Abhänge:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Am Grand Colombier | zwischen | 1480 | und | 1560 m | ca. | Expos. | O. |
| 2. | „ Reculet (val d'Ardran) | „ | 1480 | „ | 1560 „ | „ | „ | SW. |
| 3. | „ „ „ | „ | 1500 | „ | 1600 „ | „ | „ | SO. |
| 4. | „ „ | „ | 1500 | „ | 1600 „ | „ | „ | O. |
| 5. | „ Montoisey | „ | 1530 | „ | 1600 „ | „ | „ | NO. |
| 6. | An der Dôle | „ | 1480 | „ | 1580 „ | „ | „ | O. |

Gipfel:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7. | Erster Gipfel des Grand Colombier | von | 1650—1690 m. |
| 8. | Zweiter „ „ „ „ | „ | 1650—1680 „ |
| 9. | Gipfel des Reculet | „ | 1650—1720 „ |
| 10. | „ „ Montoisey | „ | 1650—1670 „ |
| 11. | Die beiden Gipfel des Mont Tendre | „ | 1600—1680 „ |
| 12. | Gipfel der Dôle | „ | 1600—1680 „ |

Auf allen 12 Localitäten zusammen constatirte ich 237 Arten. Die einzelnen Localitäten besitzen im Mittel 90 Arten, während sich für die 10 alpinen des Gebietes T—W—D im Mittel 130 ergaben. Die kleinere Zahl im Jura entspricht deutlich der grösseren Einförmigkeit desselben.

In den folgenden Zusammenstellungen vertheile ich die Arten nach ihrer Häufigkeit in folgende Kategorien:

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0368-9

1. sehr häufige Arten auf 11—12 Localitäten vorkommend,
2. häufige Arten „ 6—10 „ „
3. nicht häufige Arten „ 2—4 „ „
4. seltene Arten „ nur 1 Localität „

Zahl der Arten der Localitäten 1—12:

| Localität | Häufige Arten inclusive sehr häufige | Nicht häufig | Selten | Total |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 59 | 30 | 17 | = 106 |
| 2 | 55 | 28 | 10 | = 93 |
| 3 | 54 | 23 | 1 | = 78 |
| 4 | 50 | 15 | 0 | = 65 |
| 5 | 50 | 5 | 1 | = 56 |
| 6 | 57 | 28 | 3 | = 88 |
| 7 | 70 | 39 | 1 | = 110 |
| 8 | 57 | 23 | 1 | = 81 |
| 9 | 64 | 24 | 2 | = 90 |
| 10 | 45 | 11 | 0 | = 56 |
| 11 | 65 | 39 | 11 | = 115 |
| 12 | 72 | 37 | 21 | = 150 |

Die Vergleichung von je zwei der Abhänge 1—6 ergibt für die verschiedenen Kategorien folgende Zahlen gemeinsamer Arten:

| Verglichene Localitäten[1]) | Häufige Arten incl. sehr häufige | Nicht häufige | Total | Gemeinschafts-Coëfficienten |
|---|---|---|---|---|
| 1:2 | 47 | 11 | 58 | = 41 % |
| 2:3 | 38 | 11 | 49 | = 41 „ |
| 3:4 | 37 | 4 | 41 | = 41 „ |
| 4:5 | 33 | 1 | 34 | = 40 „ |
| 1:6 | 43 | 10 | 53 | = 39—40 % |
| 3:6 | 41 | 5 | 46 | = 40 % |
| | | Mittlerer Gemeinschaftscoëfficient | | = 40 % |

Für die Gipfel 7—12 erhalten wir:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7: 8 | 56 | 17 | 73 | = 62 % |
| 7: 9 | 56 | 10 | 66 | = 50 „ |
| 7:11 | 58 | 15 | 73 | = 49—50 % |
| 8:10 | 35 | 5 | 40 | = 41—42 „ |
| 9:11 | 48 | 9 | 57 | = 40 % |
| 11:12 | 60 | 29 | 89 | = 50 „ |
| | | Mittlerer Gemeinschaftscoëfficient | | = 50 % |

Die vorstehenden Ziffern zeigen, dass trotz der grossen Einförmigkeit der alpinen Region des Jura die Gemeinschaftscoëfficienten lange nicht so hoch steigen, als man erwartet. Im Mittel liegen sie

1) Für diese Vergleichungen wurden absichtlich solche Localitäten ausgewählt, welche auch dem äusseren Anschein nach am meisten Aehnlichkeit besassen.



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0369-7

nur um 13 % über dem für die 10 alpinen Localitäten gefundenen Mittel.

Den kleinsten Gem.-Coëff. mit 39½ % besitzen die beiden entfernten Localitäten: Colombier und Dôle, die sich auch in ihrer Neigung ziemlich stark unterscheiden. Am grössten, 62 %, ist er zwischen den beiden Gipfeln des Colombier, die kaum 1 km von einander entfernt sind und auch sonst einander sehr ähnlich sind. Man fragt sich hier geradezu: Warum ist dieser Gem.-Coëff. nicht noch höher?

Wie nach den früheren Resultaten zu erwarten war, sind die Gem.-Coëff. zwischen je zwei Gipfeln grösser, als zwischen je zwei Abhängen. Auf den letzteren sind ja namentlich Neigung und Exposition viel mannigfaltiger, als auf den runden Kuppen der Gipfel.

Eine Vergleichung der Juraweide No. 1 (Colombier mit 106 Arten) mit den alpinen Weiden von Küh-Dungel (K mit 112 Arten), Barberine (B mit 114 Arten), Tsessettaz (T mit 99 Arten) und La Peulaz (P mit 107 Arten) gibt folgende Zahlen:

| Verglichene Localitäten | Häufige Arten | Weniger häufige | Seltene Arten | Total der Arten | Gemeinsch.-Coëfficienten |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 und K | 41 | 6 | 3 | 50 | 30 % |
| 1 „ P | 36 | 3 | 2 | 41 | 24 „ |
| 1 „ B | 30 | 9 | 1 | 40 | 22 „ |
| 1 „ T | 22 | 3 | 2 | 27 | 15 „ |

Von den vier alpinen Weiden, welche wir mit der Juraweide No. 1 verglichen haben, besitzt die von Küh-Dungel sicherlich das dem Jura ähnlichste Substrat (Kreidekalk), und wie zu erwarten, ist auch ihr Gem.-Coëff. am höchsten (30 %), umgekehrt verhält sich die von Tsessettaz auf Dolomit mit nur 15 % Gem.-Coëff.

## Resumé der Capitel II—V.

Die in den vorstehenden Capiteln zusammengestellten Thatsachen führen zu folgenden Schlüssen, welche wenigstens für die untersuchten Gebiete den Charakter von Gesetzen besitzen:

*1. Die Artenzahl eines Gebietes ist direct proportional der Mannigfaltigkeit seiner ökologischen Verhältnisse.*

*2. Die Aehnlichkeit der ökologischen Verhältnisse zweier benachbarter Territorien innerhalb der gleichen natürlichen Region findet ihren Ausdruck im Gemeinschaftscoëfficienten der beiden Floren.*

*3. Ausser den allgemeinen ökologischen Factoren existiren für jede Localität eines bestimmten Standortstypus locale Variationsursachen,*

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0370-8

*welche im Einzelnen wieder eine ökologische Mannigfaltigkeit bedingen, die ausgedrückt wird durch die Verschiedenheit der Pflanzenlisten.*

Als primäre Factoren sollen diejenigen bezeichnet werden, welche die verschiedenen Standortstypen (Wiese, Moor, Schutt, Felsen etc.) bedingen, als secundäre Factoren diejenigen, welche bloss eine Variation verursachen innerhalb eines Standortes, ohne dessen eigentlichen Charakter zu verändern. Dann ergibt sich für unser Gebiet, dass die Veränderungen in den secundären Factoren genügen, um die Artenliste der alpinen Weide so umzugestalten, dass für je zwei Localitäten mindestens zwei Drittel der Arten verschieden sind.

Im Wesentlichen ist die Verteilung der Arten bestimmt durch die Resultante aller Factoren, welche das ökologische Milieu ausmachen. Es ist nun klar, dass selbst geringe Aenderungen dieser Resultante genügen, um eine bestimmte Artengruppirung in der Concurrenz zu begünstigen und so andere auszuschliessen.

*4. Obschon die Artenliste innerhalb einer Formation stark wechselt von einer Localität zur andern, scheint der Gemeinschaftscoëfficient von je zwei Localitäten doch um einen Mittelwerth zu schwanken, der sich einer Constanten nähert, sobald man eine gross genuge Zahl von Localitäten berücksichtigt.*

*5. Je grösser die ökologische Mannigfaltigkeit innerhalb jedes der verglichenen Gebiete ist, um so grösser ist auch der Gem.-Coëff. ihrer Floren.*

Wenn man zwei Districte von einer gewissen Ausdehnung vergleicht, so ist die Wahrscheinlichkeit, viele gemeinsame Arten zu finden, um so grösser, je mannigfaltiger die zugehörigen Standorte sind. So steigt der Gem.-Coëff. zwischen Trient und Dranses auf 60 %, zwischen Ferret und Bagnes auf 50 % (jedesmal das gesammte Gebiet betrachtet, nicht nur die Flora eines Standortes), während er für die alpinen Weiden im Mittel nur 32 % erreicht.

## VI. Die Elemente der Gemeinschaftscoëfficienten.

Aus der relativen Constanz der Gem.-Coëff. könnte man zu schliessen versucht sein, dass eine kleine Gruppe von Ubiquisten, die sich auf jeder Localität finden, überhaupt dieselben bilden. Dieser Schluss ist aber unrichtig, wie folgende Zahlen zeigen: Von den 370 verschiedenen Arten, aus denen die Flora der 10 alpinen Weiden im Gebiet T—W—D sich zusammensetzt, sind 108, also beinahe ein Drittel, nur an einer einzigen Localität constatirt worden. Die übrigen 262 Arten zeigen folgende Verhältnisse:



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0371-4

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| zugleich | auf | 2 | Localitäten | kommen | vor: | 73 | Arten. |
| „ | „ | 3 | „ | „ | „ : | 43 | „ |
| „ | „ | 4 | „ | „ | „ : | 33 | „ |
| „ | „ | 5 | „ | „ | „ : | 32 | „ |
| „ | „ | 6 | „ | „ | „ : | 20 | „ |
| „ | „ | 7 | „ | „ | „ : | 22 | „ |
| „ | „ | 8 | „ | „ | „ : | 19 | „ |
| „ | „ | 9 | „ | „ | „ : | 17 | „ |
| „ | „ | 10 | „ | „ | „ : | 3 | „ |

Nur drei Arten kommen also auf allen 10 Localitäten zugleich vor: *Gentiana excisa, Homogyne alpina* und *Nigritella angustifolia.* — Nur 81 (also ung. 22 %) finden sich auf mehr als der Hälfte der 10 Localitäten. Die Artenlisten der alpinen Weiden differiren so stark, dass der mittlere Gem.-Coëff. für je vier Localitäten von T—W—D auf 10 %, für je sechs auf $3^1/_2$ % und für je acht auf 1,6 % (also ungefähr drei Arten auf 200) fällt.

Zu gleichen Resultaten kommen wir bei der Prüfung der Artenvertheilung der 12 Localitäten aus dem Jura: Nur neun von den 237 Arten wurden auf allen 12 Localitäten constatirt; 64 je nur auf einer einzigen.

Nach ihrem Häufigkeitsgrad (vide oben) vertheilen sich diese 237 Arten folgendermaassen:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| sehr häufig: | 16 | Arten | aus | 16 | Gattungen, |
| häufig: | 64 | „ | „ | 50 | „ |
| nicht häufig: | 93 | „ | „ | 70 | „ |
| selten: | 64 | „ | „ | 58 | „ |
| Total: | 237 | Arten | aus | 141 | Gattungen. |

Auf dieselben Kategorien[1]) vertheilen sich die 370 Arten der alpinen Localitäten von T—W—D folgendermaassen:

| | | |
|---|---|---|
| sehr häufig: | 20 | Arten |
| häufig: | 93 | „ |
| nicht häufig: | 149 | „ |
| selten: | 108 | „ |
| Total: | 370 | Arten aus 210 Gattungen. |

1) Im Gebiet T—W—D betrachte ich als:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| sehr häufig: | Arten | zugleich | auf | 9—10 | Localitäten | vorkommend, |
| häufig: | „ | „ | „ | 5—8 | „ | „ |
| nicht häufig: | „ | „ | „ | 2—4 | „ | „ |
| selten: | „ | nur | „ | 1 | „ | „ |

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0372-0

Das Resultat dieser Vergleichung ist überraschend. Trotz der Verschiedenheit in Artenreichthum und Artenliste der Weidefloren der Alpen und des Juras ist die procentuelle Vertheilung unter die vier Häufigkeitsgrade für beide Floren beinahe die gleiche, nämlich:

| | Alpweide: | Juraweide: |
|---|---|---|
| sehr häufig . . . | 6—7 % | 5—6 % |
| häufig . . . . . | 27 „ | 25 „ |
| nicht häufig . . . | 40 „ | 40 „ |
| selten . . . . . | 27 „ | 29 „ |

Dieses Resultat überrascht noch mehr, wenn man bedenkt, dass eine im Jura häufige Art in den Alpen selten sein kann und umgekehrt.

Von den Arten des Jura besitzen den gleichen Häufigkeitsgrad in den Alpen, nach den einzelnen Kategorien:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Von 16 | im Jura | sehr häufigen | . . . | 7 |
| „ 64 | „ „ | häufigen | . . . . . | 40 |
| „ 93 | „ „ | nicht häufigen | . . . | 39 |
| „ 64 | „ „ | seltenen | . . . . . | 24 |
| Von insgesammt 237 | Arten des Jura | | . . . . . | 110 |

Anderseits: Von den 80 im Jura sehr häufigen und häufigen Arten sind auf T—W—D 15 „nicht häufig“, 9 selten, 7 fehlen ganz.

Von den 93 im Jura „nicht häufigen“ Arten sind auf T—W—D 15 häufig, 14 selten, 25 fehlen.

Von den 64 im Jura seltenen Arten sind auf T—W—D 10 häufig, 17 „nicht häufig“, 13 fehlen.

Nicht einmal die Hälfte der 237 Arten des Jura besitzt also im alpinen Gebiet T—W—D den gleichen Häufigkeitsgrad. Bei den übrigen ist er verschieden, oder sie fehlen sogar ganz. Zu diesen letzteren gehören ausser einem Dutzend Arten, welche den Centralalpen überhaupt fehlen, hauptsächlich Arten der Waldregion, welche nur vereinzelt und zufällig in die Alpenregion hinaufsteigen.

Trotzdem also verschiedene Arten Jura- und Alpenweide bevölkern, sind die procentuellen Verhältnisse zwischen der Anzahl der Arten der vier Häufigkeitsgrade fast gleich. Diese Thatsache legt die Frage nahe, ob nicht für die Vertheilung der Arten nach Häufigkeitsgraden ein analoges Gesetz gelte, wie für die Variation der Organe ein und derselben Species (Galton'sche Curve). Ich gedenke in dieser Richtung meine Untersuchungen weiter zu verfolgen und möchte auch andere Pflanzengeographen dazu anregen.

Wie ich schon oben, bei der Besprechung der Gem.-Coëff. überhaupt, ausgeführt, müssen wir in secundären Factoren die

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0373-5

Ursachen der thatsächtlichen Vertheilung der Arten innerhalb einer Formation suchen. Und zwar wirken sie hauptsächlich in der Weise, dass sie Arten, welche einzeln das ganze betrachtete Gebiet erobern könnten, im Concurrenzkampf begünstigen oder benachtheiligen. Die Thatsache, dass die procentuelle Vertheilung auf die verschiedenen Häufigkeitsgrade constant ist, erlaubt darum den Schluss, dass auch die Vertheilung dieser secundären Factoren einem Gesetz entspreche, dessen Ausdruck gegeben ist durch die angeführte Vertheilung der Arten. Nachdem in neuerer Zeit Gesetze nachgewiesen worden sind für die Variation in der organisirten Welt, wäre ein solcher Nachweis von paralleler Variation der anorganischen Umgebung von grösstem Interesse.

## VII. Der generische Coëfficient.

In jeder Pflanzengesellschaft, speciell auch auf der alpinen Weide, müssen wir, wie oben erwähnt, unterscheiden zwischen Artenreichthum (rein nummerisch) und Artenliste (systematisch). Grosse Dichte eines Bestandes hat zwar häufig eine Verarmung der Flora im Gefolge; nichtsdestoweniger können aber bisweilen grosser Artenreichthum und grosse Dichte verbunden sein, z. B. die Alpenweiden No. 6 und 7.

Artenreichthum, Artenliste und Dichte variiren also innerhalb eines Bestandes bis zu einem gewissen Grad unabhängig von einander. Immerhin ist es möglich, eine Beziehung aufzustellen zwischen Artenreichthum und Artenliste, die gegeben ist durch das Verhältniss der Zahl der vertretenen Genera zur Zahl der vorkommenden Arten; ich habe dieses Verhältniss als generischen Coëfficienten bezeichnet.[1])

1) Die Beziehung zwischen Zahl der Genera und Zahl der Arten kann auf zweierlei Weise ausgedrückt werden: 1. durch die Zahl der Genera, repräsentirt durch 100 Arten; 2. durch die mittlere Zahl der Arten jedes Genus. So enthält z. B. die Flora der Juraweide No. 1 106 Arten und 90 Genera; jedes Genus besitzt im Mittel 1,18 Arten. Diese Ausdrucksweise der Beziehung zwischen Art und Genus ergibt fast immer gebrochene Quotienten, die meist zwischen engen Grenzen, 1—5 oder 6 im Mittel, schwanken; dadurch wird die Vergleichung schwieriger und weniger auf den ersten Blick deutlich. Im Ferneren lassen sich Quotienten wie 1,18; 2,27; 4,66 nur schwer auf ganze Zahlen abrunden, ohne das Resultat stark zu verändern. — Aus diesen Gründen habe ich die erste Ausdrucksweise vorgezogen, indem ich, wie beim Gemeinschaftscoëfficienten, Alles auf 100 Arten umrechne. So bedeutet also: 106 Arten auf 90 Genera = 100 Arten auf 85 Genera; generischer Coëfficient = 85 %: 85 Genera sind repräsentirt durch 100 Arten. Je reicher an Arten eine Flora ist im Verhältniss zu den vertretenen Genera, um so kleiner ist also der generische Coëfficient.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0374-1

Ich konnte in der That auch eine constante Beziehung finden zwischen dem dem Anscheine nach so unregelmässigen Verhältniss zwischen Zahl der Genera und Zahl der Arten einerseits und der Mannigfaltigkeit der ökologischen Verhältnisse des Gebietes anderseits, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

| | | |
|---|---|---|
| Juraweide No. 1 am Grand Colombier . | 85 | Genera auf 100 Arten, |
| Juraweiden 1—12 zusammen . . . . | 60 | „ „ „ „ |
| Alpenweiden von T—W—D zusammen . | 57 | „ „ „ „ |
| Gesammte alpine Region des südl. Jura | 54 | „ „ „ „ |
| Gesammtes Wildhornmassiv (W) . . . | 50 | „ „ „ „ |
| Gesammtes Gebiet von Trient (T) . . | 45 | „ „ „ „ |
| „ „ „ Dranses (D) . . | 40 | „ „ „ „ |
| „ „ „ T—W—D . . | 33 | „ „ „ „ |
| Gesammte Schweizerflora . . . . . | 26 | „ „ „ „ |

Diese Tabelle zeigt, dass der generische Coëfficient (d. h. das procentuelle Verhältniss von Genera zu Arten) umgekehrt proportional ist der Mannigfaltigkeit der ökologischen Verhältnisse. Während dieser von 85 auf 26 % fällt, werden in der That die betrachteten Gebiete ökologisch immer complexer.

Umgekehrt erhalten wir folgende Reihe:

1. Das Gesammtgebiet der Schweiz, umfassend: Jura, Mittelland und Alpen mit Seen, Gletschern, Torfmooren etc. etc. ökologische Mannigfaltigkeit gleich einem Maximum. Generischer Coëfficient = 26 %.

2. Die alpine und nivale Region der Gebiete Trient-Wildhorn-Dranses. Die ganze Reihe der Sedimente ist vertreten vom Gneiss bis zum Flysch. Sie umfassen Theile der drei grossen Alpenmassive: Centralalpen, Mont-Blanc-Massiv, Berneralpen. Gener. Coëff. = 33—34 %.

3. Das obere Becken der Dranses, bestehend aus den Thälern Bagnes, Entremont und Ferret mit Protogin, krystallinischen Schiefern, Carbonschichten, Kalk, Dolomit, Serpentin etc. Gener. Coëff. = 40 %.

4. Das obere Becken des Trient, weniger ausgedehnt als das vorige Gebiet mit etwas weniger variabelm geologischen Aufbau (Gneiss, Trias, Jura, Kreide). Gener. Coëff. = 45 %.

5. Das Wildhornmassiv: nur Kalkgestein, aber verschiedener Art und zwar: oberer Jura, Flysch, Nummulitenkalk und -Breccie, magnesiumreiche Felsen, sowie stellenweise eine Bedeckung mit kieselreichem Moränenmaterial. Gener. Coëff. = 50 %.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0375-7

6. Die alpine Region des südlichen Jura vom Reculet bis zum Mont Tendre zwischen 1500 und 1700 m, vollständig gebildet von oberem Jura. Gener. Coëff. = 54 %.

7. Die 10 Weiden des Gebietes T—W—D: alle zum gleichen Standortstypus gehörend, aber verschieden nach Substrat, Exposition und bis zu einem gewissen Grad auch nach Höhe und Neigung. Die ökologische Mannigfaltigkeit ist sicher viel geringer als in einem Gebiet mit verschiedenen Standortstypen. Gener. Coëff. = 57 %.

8. Die 12 Localitäten des südlichen Jura: unter einander fast nur verschieden in Exposition und Neigung. Ihr Substrat (geologisch genommen) bietet nur geringe Differenzen. Gener. Coëff. = 60 %.

9. Betrachtet man nur eine Localität, z. B. den Abhang No. 1 am Grand Colombier, wo die ökologische Mannigfaltigkeit sehr tief sinkt, so steigt der gener. Coëff. auf 85 %.

10. Endlich steigt der generische Coëfficient auf 100 % auf sehr einheitlichen Standorten mit nur geringer Artenzahl. Solche Bedingungen erfüllen z. B. die Schneethälchen, deren Flora ebenso viele Genera als Arten umfasst: *Plantago alpina, Alchimilla pentaphyllea, Chrysanthemum alpinum, Cerastium trigynum*, *Gnaphalium supinum*, *Veronica aphylla, Cardamine alpina, Salix herbacea* etc. Ferner die Callunaheide, für die ich z. B. im Vallon d'Emaney[1]) auf 30 Arten 29 Genera fand.

Allgemein ausgedrückt: Alle jene Standorte, welche bedingt sind durch das starke Hervortreten eines Factors (besonders physikalisch-chemischer Natur), wie Heide, Salzsteppe, Seestrand etc., besitzen innerhalb eines beschränkten Gebietes einen maximalen generischen Coëfficienten.

Das Ergebniss wird zuverlässiger, wenn man Localitäten mit gleichgrosser Oberfläche in verschiedenen Regionen vergleicht. Dabei erhielt ich folgende Zahlen:

| Localität: | Zahl der Arten: | Zahl der Genera: | Gener. Coëfficient: |
|---|---|---|---|
| 1. Kalkabhang von Gagnerie . . . . | 165 | 111 | 67 % |
| 2. „ von Küh-Dungel, 1850—2200 m | 150 | 104 | 69—70 % |
| 3. Gneissabhang von Luisin . . . . | 173 | 122 | 70—71 „ |
| 4. Abhang von La Peulaz auf Kalkschiefer | 107 | 78 | 73 % |
| 5. Kalkabhang von Küh-Dungel zwischen 1850 und 2000 m . . . . . | 111 | 85 | 79 „ |

1) v. Flore du haut bassin de la Sallanche und du Trient l. c. pag. 43.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0376-3

| Localität: | Zahl der Arten: | Zahl der Genera: | Gener. Coëfficient: |
|---|---|---|---|
| 6. Westabhang des Reculet . . . . . | 92 | 73 | 80 % |
| 7. Gipfel des Grand Colombier . . . | 110 | 84 | 80 „ |
| 8. Kalkabhang von Barberine . . . . | 114 | 93 | 81 „ |
| 9. Abhang auf Glanzschiefer am Ufer der Viège ob Stalden . . . . . | 85 | 70 | 83 „ |
| 10. Ostabhang des Grand Colombier . . | 106 | 90 | 85 „ |

Obschon eine Schätzung immer schwierig und subjectiv ist, glaube ich doch die vorstehenden Localitäten von der ökologisch complexesten zur einheitlichsten geordnet zu haben.

Das Resultat dieser zweiten Tabelle deckt sich also vollständig mit dem früher erhaltenen. In grossen Zügen zeigen die beiden Tabellen klar: der generische Coëfficient ist höher im Jura als in den Alpen, höher wenn nur eine Formation berücksichtigt wird statt mehrerer, noch höher für eine Weide der alpinen Region des Jura, als eine der Alpen bei gleicher Oberfläche.

Es besteht also in der That eine constante Beziehung, die den Charakter eines Gesetzes hat, zwischen der ökologischen Mannigfaltigkeit und dem generischen Coëfficienten. Dieses Gesetz ist zu formuliren: Der generische Coëfficient ist umgekehrt proportional der Mannigfaltigkeit der ökologischen Verhältnisse.

Das scheint auf den ersten Blick im Widerspruch zu stehen mit unserm ersten Gesetz, nach dem der Artenreichthum proportional ist der ökologischen Mannigfaltigkeit. Aber, wie man leicht constatiren kann, ist eben der generische Coëfficient innerhalb weiter Grenzen unabhängig vom Artenreichthum. So besitzen z. B. der Abhang von Gagnerie auf Kalk und der von Luisin auf Gneiss (sonst gleich nach Exposition, Neigung und Höhe) beinahe gleichviel Arten; aber trotzdem ist für den ersteren der generische Coëfficient um 4 % kleiner als für letzteren. Anderseits sind die gener. Coëff. von La Peulaz (No. 4) und Luisin (No. 3) fast identisch, trotzdem ihre Artenzahl sehr verschieden ist, 107 resp. 173. Uebrigens ist die Zahl der Arten innerhalb der alpinen Genera so verschieden, dass schon a priori eine weitgehende Proportionalität zwischen Zahl der Genera und Zahl der Arten ausgeschlossen erscheint.

Man ist sehr erstaunt über das verschiedene Verhalten der Arten gewisser Genera an verschiedenen Localitäten. So fand ich z. B. am Westabhang von Gagnerie (Dents du Midi) ungefähr ein Dutzend Gentianen und ungefähr 10 Weiden; auf dem Gneiss des gegen-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0377-8

überliegenden Abhanges dagegen keine einzige Weide. Anderseits beobachtete ich auf der Moräne des Féegletschers und ebenso im Hintergrund des Vallon de Nant unterhalb der Dent de Morcles wieder ungefähr 10 Weiden. Der Hintergrund des Binnthales besitzt ungefähr 30 Arten, Hybriden und Varietäten aus der Gattung Hieracium.

Dieses Fehlen gewisser Genera auf Localitäten, wo man sie doch erwarten könnte, einerseits, die ungewöhnliche Zahl der Arten anderseits ist in den Alpen gar nicht selten.

Gleichwohl scheinen die Anforderungen der verschiedenen alpinen Arten eines und desselben Genus an ökologische Bedingungen (wenigstens soweit wir diese präcisiren können) in gleichem Maasse zu differiren, wie die der Arten verschiedener Genera. Jedenfalls kann man leicht constatiren, dass die alpinen Arten aus den Gattungen *Primula, Potentilla, Saxifraga, Gentiana* je ebenso verschiedene Anforderungen stellen wie die Arten aller fünf Gattungen zusammen. In gleichem Sinne spricht die Thatsache, dass im Verhältniss zur grossen Zahl der alpinen Arten die Zahl der exclusiv alpinen Gattungen kaum in Betracht fällt.

Es erhebt sich nun die schon oben bei der Besprechung der Häufigkeitsverhältnisse gestreifte Frage, ob sich in der Natur quantitativ und qualitativ verschiedene Variationsursachen finden lassen, von denen die eine specifische[1]), die andere die generische[1]) Mannigfaltigkeit bestimmt.

Eine Thatsache drängt sich in jedem Fall auf. Im Concurrenzkampf, der zwischen den zahlreichen Arten, welche einem bestimmten Standort, z. B. der alpinen Weide, sich anpassen könnten, entsteht, werden die verschiedenen Arten ein und desselben Genus grösstentheils verdrängt durch Arten verschiedener Genera. In einer so dichten Formation, wie alpine Weide, wirkt die Concurrenz in der Richtung der Elimination des Aehnlichen und der Bevorzugung der Contraste.

Der Schluss, zu dem wir durch das Studium der Pflanzenvertheilung gelangen, ist also im Wesentlichen nichts Anderes als eine allerdings unerwartete Consequenz des grossen Gesetzes der natürlichen Selection. Die Resultante einer Anzahl äusserer Factoren wirkt als Selectionsursache, nicht auf die einzelnen Species, sondern auf die Gruppirung der Arten, auf den Bestand.

Es ist auch hier, wie bei der Selection überhaupt, zu unterscheiden zwischen in den Organismen selbst liegenden

1) Art und Genus mehr auf physiologische als auf taxinomische Merkmale begründet.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0378-4

inneren Ursachen und der Wirkung äusserer Factoren, gegen die sich die Organismen rein passiv verhalten.

Nun ist aber für die Vertheilung der Arten auf der alpinen Weide, die Wirkung der in den Pflanzen selbst liegenden Ursachen auf ein Minimum reducirt. Wenigstens können wir nicht nachweisen, dass die eine oder andere Art dem betrachteten Formationstypus besser oder weniger gut angepasst sei; denn für sich allein scheint jede auf der Weide gleich gut gedeihen zu können. Die unendliche Mannigfaltigkeit in der Gruppirung der Arten an verschiedenen Localitäten muss also vor Allem zurückgeführt werden auf äussere Factoren, d. h. auf secundäre Unterschiede in den ökologischen Factoren oder ihrer Gruppirung. Selbstverständlich müssen minime Differenzen in den Ansprüchen der Arten ebenfalls vorhanden sein. Aber die secundären Factoren schliessen keine der concurrirenden Arten absolut aus; da sie aber bestimmte Arten begünstigen, wird durch sie an jedem Punkt der alpinen Weide aus der Zahl der concurrirenden möglichen Arten eine bestimmte Gruppe ausgewählt.

Wenn meine Ueberlegungen richtig sind, so ergibt sich der definitive Schluss: In der Hauptsache ist die Vertheilung und Gruppirung secundärer ökologischer Factoren die Ursache der Vertheilung der Arten, und die auffallenden localen Veränderungen in der Zusammensetzung der alpinen Weide sind das Resultat der Gruppenauslese durch äussere Ursachen.

Wie wir nachgewiesen haben, besteht also in der Vertheilung der Arten eine unerwartete Gesetzmässigkeit, die ihren Ausdruck findet in zahlenmässigen Beziehungen, wie: das Verhältniss zwischen dem generischen Coëfficienten und der Mannigfaltigkeit der ökologischen Bedingungen; die relative Constanz des Gemeinschaftscoëfficienten; das constante Verhältniss zwischen dem Artenreichthum eines Gebietes und seiner ökologischen Mannigfaltigkeit. Weitere Beziehungen, wie: das Verhältniss zwischen Zahl der Arten und individueller Frequenz, die Beziehungen der generischen Coëfficienten der Choripetalen, Gamopetalen und Apetalen etc. gegenüber dem allgemeinen generischen Coëfficient, gedenke ich in einer spätern Arbeit zu behandeln.

Im Einzelnen sind diese gesetzmässigen Beziehungen nicht bedingt durch wesentliche innere Eigenschaften der Arten; man muss vielmehr annehmen, dass ihre Ursachen in der Vertheilung der äussern Factoren selbst liegen. Die beobachteten phytostatischen Variationen sind also in der Hauptsache zurückzuführen auf ausserhalb der Organismen liegende Ursachen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0379-3

## Resumé der Kapitel VI und VII.

*6. Zwischen den verschiedenen verglichenen Localitäten der Alpen und des Jura nähert sich der Gemeinschaftscoëfficient der Floren einem Mittel, das für die betreffende Region charakteristisch ist.*

*7. Die verschiedenen Gemeinschaftscoëfficienten mehrerer Localitäten innerhalb eines Gebietes sind nicht durch Ubiquisten, sondern durch wechselnde Artengruppen bedingt.*

*8. Die relative Anzahl der Ubiquisten innerhalb eines gegebenen Gebietes* (d. h. derjenigen Arten, die auf allen oder fast allen Localitäten desselben gefunden werden) *ist äusserst gering.*

*9. Der generische Coëfficient ist umgekehrt proportional der Mannigfaltigkeit der ökologischen Verhältnisse des betrachteten Gebietes.*

## VIII. Schluss.

Die Vertheilung der Arten in der alpinen Region ist im Wesentlichen bestimmt durch die gegenwärtigen ökologischen Bedingungen.

In dem betrachteten Gebiet ist die Anzahl der streng localisirten Arten nicht bedeutend. Unter diesen alpinen Arten mit beschränktem Areal kann man zwei Gruppen unterscheiden:

1. Tertiäre Arten. Diese sind sehr constant, variiren kaum mehr und breiten sich nicht weiter aus. Sie beschränken sich auf die Erhaltung ihres jetzigen Areals, in dem sie schon sehr lange existiren.

2. Junge Varietäten. Diese bilden sozusagen locale Endemismen, welche noch nicht genügend als Arten fixirt sind, um neue Gebiete zu erobern.

Im Allgemeinen bewohnen die Arten der ersten Kategorie Standorte, an denen specielle Verhältnisse vorherrschen, wo also nur ein beschränkter Concurrenzkampf stattfindet. Diese Arten sind fast die einzigen, deren jetzige Verbreitung auf alte, historische Bedingungen zurückzuführen ist.

Die locale Vertheilung der grossen Mehrzahl der alpinen Arten ist das Resultat eines Concurrenzkampfes zwischen denselben, bei dem die jetzigen ökologischen Verhältnisse den Ausschlag geben. Jede Localität besitzt in That und Wahrheit nur eine kleine Zahl derjenigen Arten, welche sie „beherbergen“ könnte.

Selbst die gemeinsten Arten haben eine mehr oder weniger sporadische Verbreitung, und nur eine sehr kleine Zahl sind wirkliche Ubiquisten.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0380-4

Für jeden Punkt der alpinen Region bestehen zwischen der Vertheilung der Arten und den ökologischen Verhältnissen bestimmte constante Beziehungen, die den Charakter von Gesetzen haben. Diese Beziehungen sind zweierlei Art. Die einen sind rein numerisch, nämlich:

1. Zwischen der Mannigfaltigkeit der ökologischen Verhältnisse und der Anzahl der Arten eines bestimmten Gebietes (Gesetz des Artenreichthums).

2. Zwischen der Analogie der ökologischen Verhältnisse zweier Localitäten und der Zahl der beiden gemeinsamen Arten (Gesetz der Gemeinschaftscoëfficienten).

Die andern sind zugleich numerisch und specifisch. Hierher gehört besonders die Abhängigkeit des Verhältnisses zwischen der Zahl der Genera und der Zahl der Arten von der Mannigfaltigkeit der ökologischen Bedingungen (Gesetz des generischen Coëfficienten). Dieses Gesetz zeigt uns, dass die verschiedenen Arten ein und desselben Genus im Concurrenzkampf sich gegenseitig schärfer anschliessen, als die Arten verschiedener Genera.

In dem Maasse, wie ein Standort einförmiger wird, lässt sich eine viel raschere Abnahme der Zahl der Arten als die Zahl der Genera beobachten. Und wenn schliesslich die ökologische Einförmigkeit ein Maximum erreicht, gehören die bleibenden Arten des Bestandes ebenso vielen verschiedenen Genera an.

Diese Thatsache, welche ein Analogon findet in der Flora der Inseln, wo die monotypen Genera vorherrschen, gestattet uns, das Genus nicht nur als eine mehr oder weniger willkürliche systematische, auf taxinomische Merkmale gegründete Einheit zu betrachten, sondern auch als eine reelle ökologische Einheit mit bestimmten innern Werth.

Lausanne (Schweiz), März 1902.

---

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0381-9

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: 90

Autor(en)/Author(s): Jaccard Paul

Artikel/Article: Gesetze der Pflanzenvertheilung in der alpinen Region.[1]) 349-377