

Von den Alpen zu den Anden: Beiträge zur Geobotanik aus der Göttinger Akademie

STEPHAN ROBBERT GRADSTEIN

Dort ragt das hohe Haupt am edlen Enziane
Weit übern niedern Chor der Pöbel-Kräuter hin;
Ein ganzes Blumen-Volk dient unter seiner Fahne,
Sein blauer Bruder selbst bückt sich und ehret ihn.

Der Blumen helles Gold, in Strahlen umgebogen
Türmt sich am Stengel auf und krönt sein grau Gewand
Der Blätter glattes Weiß mit tiefes Grün durchzogen
Bestrahlt der bunte Blitz von feuchtem Diamant.

(aus: „Die Alpen“ von Albrecht von Haller)

Mit seinem Gedicht „Die Alpen“ aus 1729, woraus diese Zeilen stammen, hat der junge Albrecht von Haller die Schönheit der Alpen besungen: ihre Gipfel, Täler, Gletscher, Wälder, Blumenwelt sowie das Leben ihrer Bewohner. Es war ein Lobgesang und ein Lehrgedicht, aber nicht nur. Mit seinen Beschreibungen der Pflanzenarten und ihrer Umwelt war es Hallers erster, behutsamer Schritt auf dem Gebiet einer damals neuen Disziplin: die Geobotanik.¹

Geobotanik hat eine lange Tradition in Göttingen, die Georgia Augusta ist seit vielen Jahren ein Zentrum für geobotanische Forschung und eine der wenigen deutschen Universitäten, an denen das Fach in großer Breite vertreten ist.² Mehrere namhafte Geobotaniker waren Mitglieder der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen. Es ist ein Grund, ihre Arbeiten in diesem Band zu würdigen.

Zunächst aber: was ist Geobotanik? Geobotanik beschäftigt sich mit Fragen nach der Verbreitung der Pflanzen und Vegetationsformationen auf der Erde in Raum und Zeit, in Zusammenhang mit Klima, Boden, Einfluß des Menschen, usw. Es ist ein breites Forschungsgebiet und schliesst mehrere Fächer wie Pflanzengeographie, Pflanzenökologie, Vegetationskunde und Vegetationsgeschichte ein. Der Begriff „Geobotanik“ wurde 1866 von dem Göttinger

1 J. Schmithüsen: *Vor- und Frühgeschichte der Biogeographie*. Biographica 20, 1-166 (1985).

2 G. Wagenitz: *Geobotanik in Göttingen: Von Albrecht von Haller bis Franz Firbas*. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 25, 9-16 (1996).

Botaniker August Grisebach eingeführt³, er hat aber tiefere Wurzel und geht grundsätzlich auf die Antike, auf Aristoteles und Theophrastus zurück.

In diesem Überblick werde ich einige wichtige Beiträge zur Geobotanik von fünf Mitgliedern unserer Akademie kurz vorstellen: Albrecht von Haller, Alexander von Humboldt, August Grisebach, Franz Firbas und Heinz Ellenberg.

I. Albrecht von Haller

Albrecht von Haller (1708-1777) lehrte an der Georgia Augusta von 1736-1751 in Anatomie und Botanik, war Gründer des Botanischen Gartens und Präsident der Göttinger Akademie. Er liebte aber am meisten seine Heimat und wollte während seiner Amtszeit in Göttingen immer zurück nach der Schweiz, wo er sich schon früh dem Studium der Pflanzenwelt gewidmet hatte. Sein botanisches Hauptwerk ist die „Flora der Schweiz“, zuerst 1742 erschienen und dann erweitert, mit etwas abgeändertem Titel, 1768⁴.

Es ist ein monumentales Werk, eine Synthese von allem, was bisher über die Flora der Schweiz bekannt war, unter Einbeziehung von Hallers eigenen Beobachtungen und Proben, die er während vieler Alpenexkursionen sammelte. Das Werk enthält Beschreibungen von etwa 2500 Pflanzenarten – davon etwa 300 neu für die Wissenschaft – mit Angaben zu ihren Merkmalen, Klassifikation, Verbreitung und Standorten. Es war wegweisend für die Kenntnisse der Alpenflora, aber ebenfalls für die Geobotanik durch die Beschreibung der sogenannten „Höhenstufen“ der Vegetation in den Alpen.⁵

Steigt man auf in die Berge dann verändert sich das Klima, die Luft wird dünner, die Temperatur sinkt, es wird kälter. Die Veränderung des Klimas wirkt sich aus auf die Vegetation: bei 2000 m Höhe findet man andere Pflanzenarten als auf 1000 m, bei 3000 m fast nur Schnee und Fels, auch im Sommer, nur noch wenig Grünes und Blühendes. In der Geobotanik wird dieses Phänomen beschrieben an Hand von „Höhenstufen“ oder „Vegetationsstufen“. Das Unterscheiden von solche Vegetationsstufen war damals nicht ganz neu; der große Alpenforscher Conrad Gessner hatte sie schon etwa 200 Jahre vorher angedeutet⁶, Haller hat sie aber als erster mit anderen Regionen verglichen.

3 A. Grisebach: *Der gegenwärtige Standpunkt der Geographie der Pflanzen*. Geographisches Jahrbuch 1, 373-402 (1866).

4 A. Haller: *Enumeratio methodica stirpium Helvetiae indigenarum*. Göttingen: A. Vandenhoeck 1742 (2. Bd.); A. von Haller: *Historia stirpium indigenarum Helvetiae inchoata*. Bern: Societas Typographica 1968 (3 Bd.).

5 Dazu z.B.: Schmithüsen 1985, S. 53-54 (siehe Fußnote 1); K. Mägdefrau: *Geschichte der Botanik*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag 1973; L. Lienhard: *Hallers Landschaften botanisch*. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern 66, 49-59 (2009).

6 Schmithüsen 1985, S. 25 (siehe Fußnote 1).

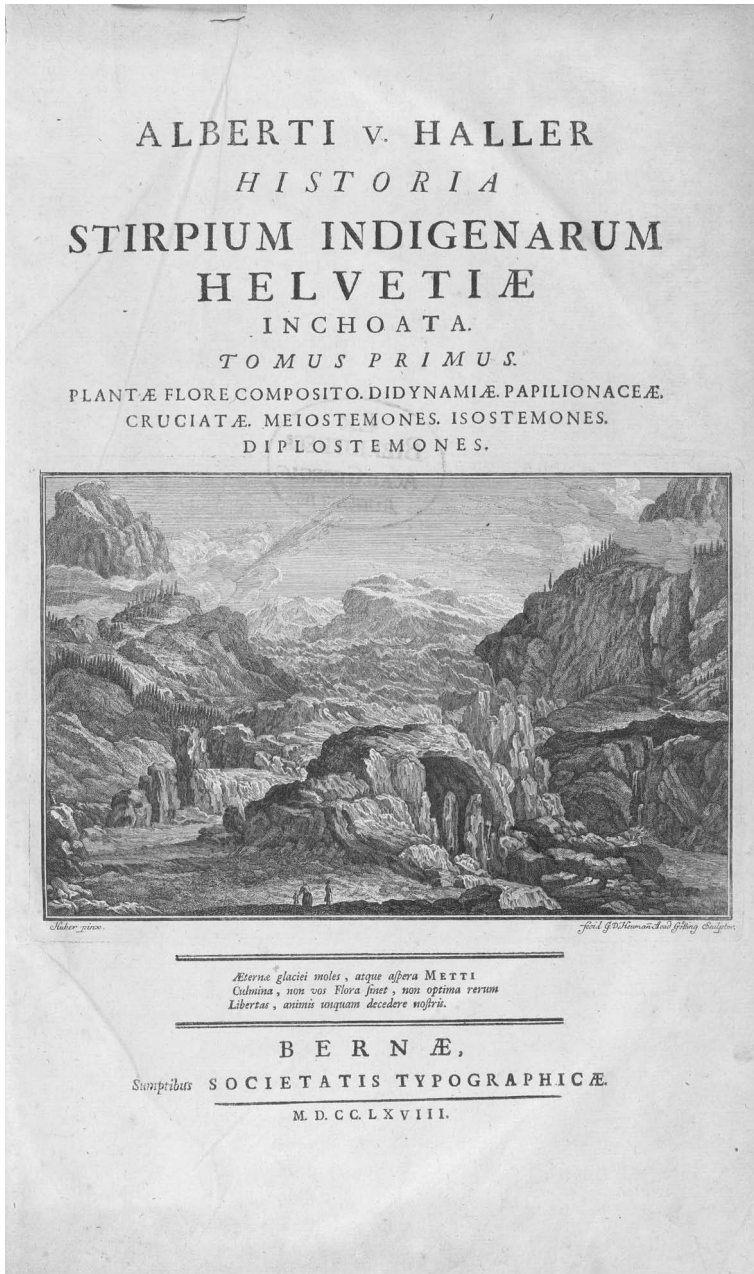


Abb. 1: Titelblatt der zweiten Auflage von Hallers Flora der Schweiz.
Das Bild zeigt den unteren Grindelwaldgletscher.

Damit wurden die Höhenstufen zu einem geographisch allgemeingültigem Prinzip, zu einem wissenschaftlichem Konzept. Hallers Beschreibung der Höhenstufen sind in der Tabelle 1 dargestellt. Sie war recht knapp und beschränkt auf etwa einen Absatz in der ersten Auflage seiner Flora der Schweiz und etwa eine Seite in der zweiten Auflage; dies reichte aber um die Idee festzuklopfen. Haller erkannte klar die Bedeutung der (niedrigen) Temperatur, bez. der Kälte, für die Alpenflora und somit für ihre Ähnlichkeit mit der Flora von Lapp-land, Grönland und Sibirien. Es fehlten nur noch Messungen, um die Zusammenhänge zwischen Vegetation und Klima zu zeigen. Diese Lücke wurde etwa vierzig Jahre später durch Alexander von Humboldt gefüllt.

II. Alexander von Humboldt

Alexander von Humboldt (1769-1859) war zwar nicht in Göttingen tätig, er war aber über 50 Jahre korrespondierendes Mitglied der Göttinger Akademie und Göttingen spielte bei seiner naturwissenschaftliche Ausbildung eine wichtige Rolle.⁷ Er stammte aus einer wohlhabenden preussischen Familie und studierte Kameralistik, zunächst in Frankfurt an der Oder, wo er den Lehrbetrieb wenig befriedigend fand, dann von 1789 bis 1790 in Göttingen wohin er seinem älteren Bruder Wilhelm gefolgt war. Sein Interesse galt aber nicht der Kameralistik sondern den Naturwissenschaften und dem Reisen. Er schreibt:

Ich hatte von meiner ersten Jugend an eine brennende Begierde empfunden, in entfernte, von Europäern wenig besuchte Länder zu reisen. Diese Begierde charakterisiert einen Zeitpunkt unseres Leben, in welchem uns dieses wie ein Horizont ohne Grenzen erscheint, wo nichts größeren Reiz für uns hat als die starken Bewegungen unserer Seele und das Bild physischer Gefahren.⁸

Er bekam dazu Anregungen von vielen Seiten, darunter Georg Forster, der mit seinem Vater auf der zweiten Cookschen Reise um die Welt gesegelt war und den jungen Alexander für die Tropen begeisterte.

Als dann 1796 Humboldt's Mutter starb (der Vater war schon vorher gestorben) standen ihm aus dem Erbe die Mittel für eine Tropenreise zur Verfügung. Wohin genau wußte er anfangs nicht, um so klarer war aber sein Ziel: Er wollte eine Gesamtdarstellung eines Tropengebietes anfertigen, auf der Basis eines umfassenden Studiums von Mensch und Umwelt (Boden, Klima, Vegetation, Tierwelt, Mineralien). Zur Vorbereitung ging Humboldt nach Paris, damals ein Weltzentrum für die naturwissenschaftliche Forschung, wo er sich die benötigten Messinstrumente wie Barometer, Thermometer und Sextant beschaffte. Er traf dort ebenfalls seinen Reisegefährten, den französischen Botaniker

7 Dazu z.B.: Otto Krätz: *Alexander von Humboldt*. München: Callwey 1997.

8 Maaß, K.-J. (Ed.): *Zur Freiheit bestimmt. Alexander von Humboldt – eine hebräische Lebensbeschreibung von Chaim Selig Slonimski (1810-1904)*. Bonn: Bouvier Verlag 1997, S. 18.

Tabelle 1: Haller's Beschreibung der Höhenstufen der Alpen aus der Vorrede der ersten und zweiten Auflage seiner Flora der Schweiz. Deutsche Übersetzung der Beschreibungen nach Schmithüsen 1985; siehe Fußnote 1.

Beschreibung der Höhenstufen, 1742 (1. Aufl.)	Beschreibung der Höhenstufen, 1768 (2. Aufl.)	Heutige Bezeichnung
Kastanien, Nußbaum, Rebe [bis ca. 600 m]	Hügeliches Tiefland, wärmer, ähnlich wie Mitteldeutschland, z.B. in der Gegend von Jena. Weinberge und hier einige Pflanzen Österreichs, Südfrankreichs und Italiens	Kolline Stufe
Buchen und Eichen [bis ca. 1050 m]	Am Fuße der Alpen: Mischung von Feldern, Wiesen und Wäldern. Diese Gegenden haben Ähnlichkeit mit dem nördlichen Norddeutschland, zwar nicht mit Sandfläichen, aber doch einigen, wenn auch nicht großen Torfsümpfen. Unter die gemeinen Pflanzen mischen sich auch einige „Alpenpflanzen“, deren Samen aber von den Waldbächen hierher gebracht sein dürften.	Montane Stufe
Tannen [bis ca. 1400 m], Lärchen wenig darüber, hernach die Arve.	(Fichten-) Nadelwälder. In Nordlage findet man darin Pflanzen von Lappland und Sibirien [Arve!], sonst solche, die auf dem Harz und in Schweden vorkommen. Zwischen den Wäldern liegen recht fette Wiesen, die durch Abbrennen des Waldes entstanden sind. Hier trifft man den gelben Enzian, weisse Nieswurz, braune Stachys und andere Bergpflanzen.	Hochmontane oder subalpine Stufe
Alpenrosen, Vaccinien	Nahrhafte Weiden, wo das Vieh 40 Tage lang genug Nahrung findet. Hier wachsen die man gemeinhin „Alpenpflanzen“ nennt, Davon finden sich viele auch in Lappland, Sibirien, Kamtschatka und auf den höchsten Gebirgen Asiens. In diesen Weiden beginnen die ersten Gehölze mit Arven, Alpenrosen, verschiedenen Weiden u.a.	Alpine Stufe
Karge Schafweiden	Magere und felsige Schafweiden, kurze Rasen niedriger ausdauernder Pflanzen die zumeist weiße Blüten tragen, harte und würlige Pflanzen.	Hochalpine oder subnivale Stufe
Gletscherweiden und Gletscherhahnenfuß über welchen der Firn folgt und die zu schwarzfeuchtem Gruß zerkleinerten Gesteine.	Bei den Gletschern und in den höchsten Tälern dauert der Sommer höchsten 40 Tage und wird dazu noch oft durch Schnee unterbrochen. Im übrigen Teil des Jahres herrscht rauher Winter, ein Klima ähnlich wie in Spitzbergen. Daher wachsen um die Gletscher Pflanzen die man in Spitzbergen und Grönland an Meereshöhe findet. Daraus erhellt auch der Grund, warum man in den Alpen besondere Pflanzen findet. Es ist nicht der geringe Luftdruck, sondern die Kälte. Denn diese ist das, was die Alpen mit dem hohen Norden gemeinsam haben.	Nivale Stufe

Aimée von Bonpland, und gemeinsam reisten sie von Mitte 1799 bis 1804 durch Süd- und Mittelamerika, zunächst im heißen Tiefland von Venezuela, dann über zwei Jahren in den Anden von Kolumbien und Ecuador und schließlich etwa neun Monate in Mexiko.

Die Ergebnisse der Reise waren riesig, sie umfassen 30 Bände.⁹ Der botanische Teil enthält Beschreibungen von etwa siebentausend Pflanzenarten, davon mehr als die Hälfte neu für die Wissenschaft.¹⁰ Dies ist einer der wichtigsten Beiträge, die je zur Kenntnis der Flora der Welt gemacht wurden: Die Zahl der damals bekannten Pflanzenarten wurde durch die Sammlungen von Humboldt und Bonpland auf einem Schlag um etwa 30% erhöht.

Für die Geobotanik waren zwei kleinere Arbeiten wegweisend: *Ideen zu einer Geographie der Pflanzen nebst einem Naturgemälde der Tropenländer* von 1807 und *Die Verteilung der Pflanzen entsprechend der klimatischen Beschaffenheit und der Höhe der Berge* von 1815.¹¹ Humboldt beschreibt hier anhand von zwei reizvollen Naturgemälden (Abb. 2 und 3) die Zusammenhänge zwischen Pflanzen und Umwelt, zunächst in den Tropen, dann in der ganzen Nordhalbkugel. Das Naturgemälde aus 1807 (Abb. 2) zeigt die Höhenverbreitung der Pflanzen am Äquator anhand eines Querschnitts durch die Anden von Ecuador. Es zeigt den Vulkan Chimborazo (6310 m), damals als höchster Berg der Welt betrachtet, und den Cotopaxi (5897 m) der während Humboldts Aufenthalt zum Ausbruch kam.¹² Das Bild ist versehen von einer tabellarischen Auflistung der Messdaten zu vierzehn Umweltparametern, darunter Abnahme der Schwerkraft, Ackerbau, barometrischer Druck, Bodeneigenschaften, chemische Zusammensetzung der Luft, Höhe über Meeresspiegel, Luftdichte, Lufttemperatur, Schneegrenze und Strahlung. Humboldt diskutiert ausführlich die Beziehungen zwischen Pflanzensippen und Umweltfaktoren und macht Vergleiche mit den Verhältnissen in Europa. Um die komplexen Zusammenhänge besser erfassen zu können führt er den Begriff „Pflanzenform“ ein (heute „Wuchsform“ oder „Lebensform“) und unterscheidet sechzehn verschiedene Typen, darunter Palmen,

9 A. von Humboldt: *Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent, fait en 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 und 1804, par A. de Humboldt et A. Bonpland*. Paris 1805–1834. Für eine detaillierte Bibliographie von Humboldts amerikanischem Reisewerk siehe: H. Fiedler und U. Leitner: *Alexander von Humboldts Schriften. Bibliographie der selbständig erschienenen Werke*. Beiträge zur Alexander-von-Humboldt-Forschung Bd. 20. Berlin: Akademie Verlag 2000.

10 Dazu z.B.: H. W. Lack: *Alexander von Humboldt - Die botanische Erforschung Amerikas*. München: Prestel Verlag 2009.

11 Siehe: A. von Humboldt: *Schriften zur Geographie der Pflanzen*. Alexander von Humboldt Studienausgabe Bd. 1, herausgegeben und kommentiert von Hanno Beck. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1989; K. Mägdefrau 1973 (siehe Fußnote 5).

12 Humboldt's Versuch den Chimborazo zu besteigen und dessen Höhe zu überprüfen scheiterte kurz vor dem Gipfel. Er stieg bis auf 5800 m, eine Höhe die noch niemand zuvor erreicht hat.



Abb. 2: Das Naturgemälde der Anden von Humboldt und Bonpland. Kuperstich von Louis Boquet, 1807.

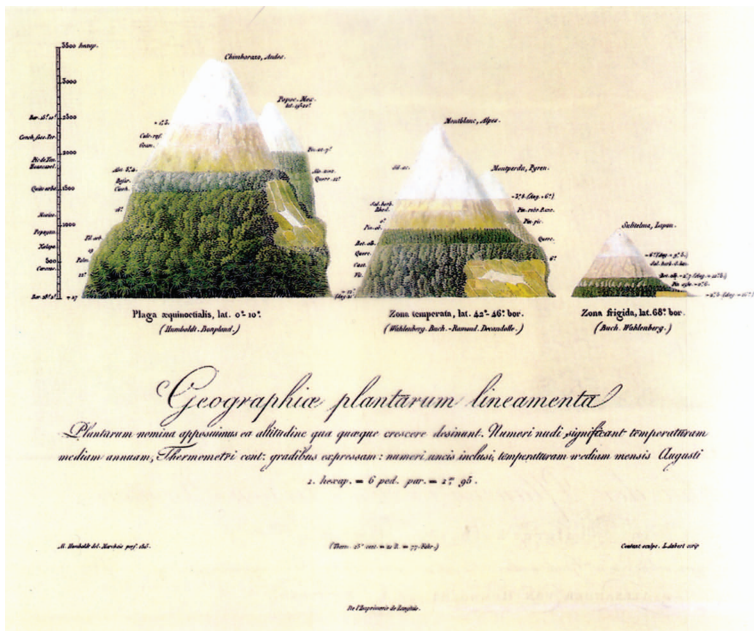


Abb. 3: Humboldts *Geographiae plantarum lineamenta* zeigt die Höhenstufen in den Anden, in den Schweizer Alpen sowie in Lappland in einer Reihe. Kuperstich von Jean Louis Denis Coutant, 1815.

Heidekräuter, Kaktusform, Nadelhölzer, Lianen, Aloegevächse, Heidekräuter, Nadelhölzer, usw. Solche Pflanzenformen, die als morphologische und physiologische Anpassungen der Pflanzen an einen Lebensraum zu verstehen sind, finden bis heute breite Anwendung in der Geobotanik; ihre Einteilung nach Humboldt ist allerdings überholt.

In *Verteilung der Pflanzen entsprechend der klimatischen Beschaffenheit und der Höhe der Berge* geht Humboldt einen Schritt weiter und unterscheidet drei Vegetationsstufen in den Anden (von unten nach oben): eine warme Stufe (*Tierra caliente*), eine gemäßigte Stufe (*Tierra templada*) und eine kalte Stufe (*Tierra fria*). Er vergleicht das Klima und die Pflanzenwelt am Äquator mit denen der Alpen und Lapplands und stellt fest, dass die Stufen vom Äquator bis zum Polarkreis, bei zunehmendem Breitengrad und abnehmender Temperatur, sinken. Die Wald- und Schneegrenze gehen immer weiter herunter, sie liegen in den Tropen bei etwa 4000 m resp. 5000 m, in den Alpen bei ca. 2000 m resp. 3000 m und am Polarkreis liegt die Waldgrenze fast bei Meereshöhe (Abb. 3).

Humboldt fand eine ähnliche Veränderung in der Vegetation vom Fuß der Berge bis zu deren Gipfel und vom Äquator zum Pol. Diese Veränderung korreliert in beiden Fällen klar mit einer Veränderung der Temperatur von warm nach kalt. Dieses Phänomen ist das „Humboldt'sche Gesetz“ der Beziehung zwischen Vegetation und Temperatur. Mit seiner Synthese von Pflanzenwelt und Klima in den Anden und in Europa hat Humboldt den definitiven Grundstein für die Geobotanik gelegt. Die Zusammenhänge wurden fünfzig Jahre später zum ersten Mal auf weltweiter Ebene durch den genialen Göttinger Geobotaniker August Grisebach dargestellt.

III. August Grisebach

August Grisebach (1814–1879) war der bedeutendste Botaniker im Göttingen des 19. Jahrhunderts; er lehrte hier über 40 Jahre und hat hier Traditionen gegründet die heute noch nachwirken.¹³ Er schrieb eine umfassende Flora für die Karibik, hinterließ der Universität ein Herbar von über 100.000 Proben, darunter einige Tausende von Originalbelegen oder Typen, verfaßte zum ersten Mal eine Übersicht über die Vegetation der Welt und führte der Begriff „Geobotanik“ ein.

Grisebach stammte aus Niedersachsen, der Vater war hoher Jurist im Militärrechtswesen in Hannover, ein Onkel von Mutterseite, Georg Friedrich Wilhelm Meyer, war Professor der Botanik und Forstwissenschaften in Göttingen. Nach seinem Studium in Medizin in Göttingen und Berlin wurde er mit 26 Jahren Professor der Botanik in Göttingen und blieb der Georgia Augusta treu

13 G. Wagenitz: *Leben und Wirken des Pflanzengeographen A. Grisebach*. Georgia Augusta Mai 1980, 5–14.

bis zu seinem Tode, trotz Rufen nach Giessen, Berlin, Leipzig, München und St. Petersburg. Als Student unternahm er eine Exkursion in den Alpen, nach seiner Habilitation eine große Forschungsreise auf den Balkan und in die westliche Türkei (1839).¹⁴ Er benutzte jede Gelegenheit, um hohe Gipfel zu besteigen, so z.B. den Berg Athos und den Uludag oder bithynische Olympe, den höchsten Berg in der westlichen Türkei, und er notierte auf jedem Berg die Höhenstufen der Vegetation, das Klima und die Bodeneigenschaften.

Grisebach's Beiträge zur Geobotanik erschienen in viele Spezialarbeiten und zuletzt in einer großen, weltweiten Synthese: *Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung* von 1872 (Abb. 4).¹⁵

Es war die erste globale Vegetationsübersicht, die je gewagt wurde.¹⁶ In diesem Werk erweitert Grisebach das Humboldt'sche System der Pflanzenformen auf 54 verschiedene Typen und verwendet diese für die Beschreibung von Vegetationstypen oder *Pflanzenformationen* (heute „Biome“) als einer Gruppierung von Pflanzen mit ähnlichem Wuchs.¹⁷ Er unterscheidet etwa zwanzig solcher Vegetationstypen, z.B. verschiedene Wald- und Graslandtypen, Steppen, Wüsten, Tundra, usw. und beschreibt ihre Verbreitung in Zusammenhang mit Umweltfaktoren auf Grund einer regionalen Schilderung, z.B. der Alpen, des Mittelmeergebietes, der Arktis, der Steppengebiete von Afrika und Asien, usw. Dabei stellt er einen klaren Unterschied zwischen den Bedingungen für die Entwicklung der Vegetation auf der lokalen und der globalen Ebene fest. Die Vegetation auf lokaler Ebene, z. B. innerhalb von Deutschland, wird nach Grisebach bedingt durch eine große Zahl von Faktoren, darunter das lokale Klima (inkl. Klimageschichte), der Boden, biotische Faktoren (Tiere, Mensch), usw. Auf weltweiter Ebene aber wirkt nur das Großklima, bez. die Temperatur (heiß bis kalt) und die Feuchtigkeit (nass bis trocken). Gemeinsam bestimmen sie das Vorkommen der verschiedenen Pflanzenformationen auf der Erde.

14 A. Grisebach: *Reise durch Rumelien und nach Brussa im Jahre 1839*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 1841 (2 Bände).

15 A. Grisebach: *Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung*. Leipzig: W. Engelmann 1872 (2 Bd.; zweite Auflage 1884).

16 H. Ellenberg: *August Grisebach als Vegetationsökologe*. Georgia Augusta Mai 1980, 15-20.

17 Der Begriff *Pflanzenformation* wurde 1838 durch den damals vierundzwanzigjährigen August Grisebach in seinem wichtigen Aufsatz *Über den Einfluß des Klimas auf die Begrenzung der natürlichen Floren* (Linnaea 12, 159-200) eingeführt.

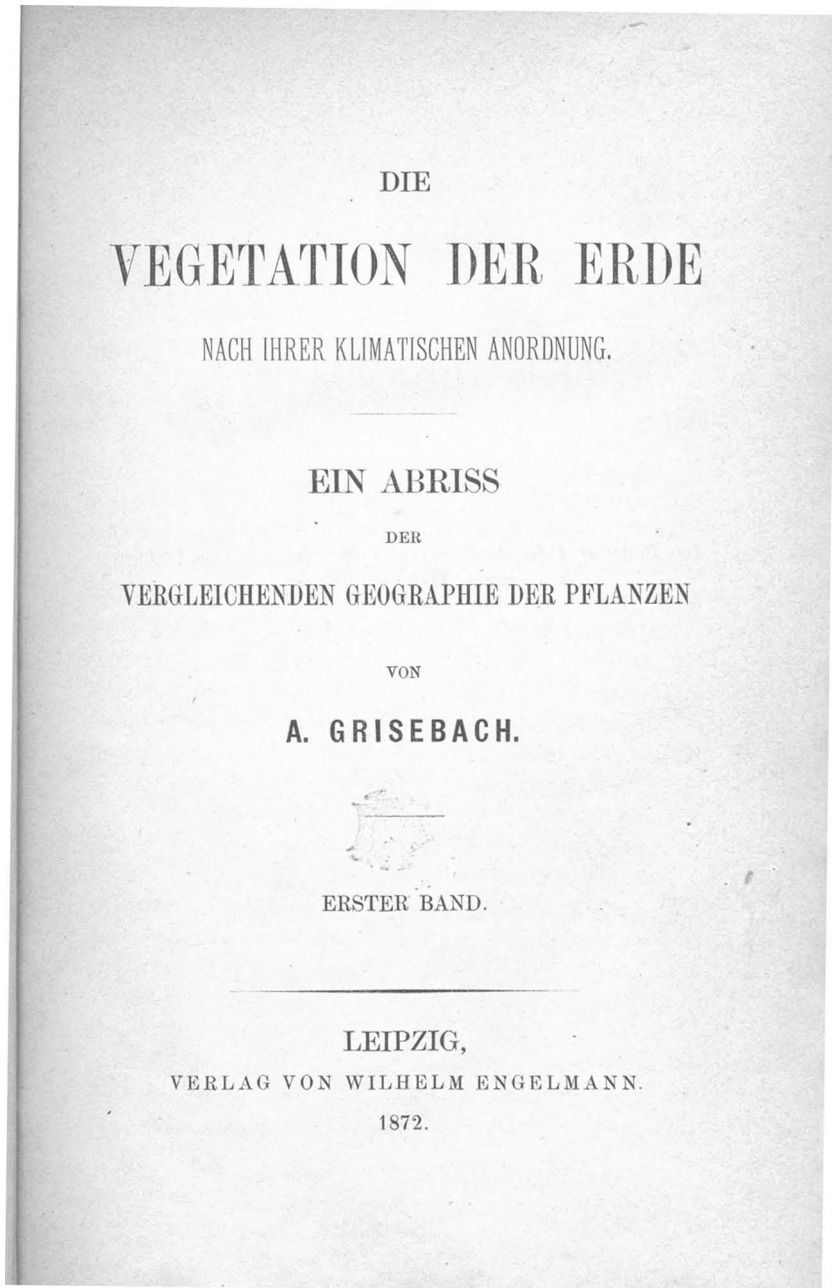


Abb. 4: Titelblatt der ersten Auflage von Grisebachs *Vegetation der Erde*.

Eine farbige Weltkarte (Abb. 5; die einzige Illustration in Grisebachs Werk) zeigt die Verbreitung der Formationen, z.B. die arktische Tundra in rosa, die Wälder der gemäßigten Breiten in hellgrün, die natürlichen Grasländer der gemäßigten Breiten sowie Steppen, Prärien und Pampas in gelb, die mediterrane Vegetation mit ihrem Winterregen in blau, den Tropenwald von Amazonien und Afrika in dunkelgrün und das Monsungebiet von Südost-Asien grün-punktiert. Die Karte zeigt noch Lücken: es gibt z.B. keinen Unterschied zwischen den Laubwäldern und den Nadelwäldern der gemäßigten Breiten oder zwischen den Regenwäldern und den Trockenwäldern bez. Savannen von Afrika. Dies waren aber keine echten Mängel, sie entsprechen eher den unvollständigen geobotanischen Kenntnissen der Welt im 19. Jahrhundert. Viele exotische Gebiete waren botanisch noch kaum erforscht, Afrika war noch das „Grab der Weißen“; die sich dorthin wagten, starben an Malaria und Gelbfieber und kamen nicht zurück. Als Grisebachs Werk in Druck ging, war Stanley noch auf der Suche nach Livingstone.

Die *Vegetation der Erde* war eine geniale Leistung. Das Werk behandelt viele weitere Themen, die für das Verständnis der Pflanzendecke der Welt wichtig sind, sowie die Ausbreitung der Pflanzenarten durch Wind, Wasser oder Tiere, den Einfluss des Menschen auf die Vegetation und die historische Entwicklung der Vegetation seit den letzten Eiszeiten. Über letzteres Thema war zu Grisebachs Zeiten noch relativ wenig bekannt; es fehlte eine geeignete Forschungsmethode. Diese wurde 70 Jahre später in Göttingen etabliert durch Franz Firbas.

IV. Franz Firbas

Franz Firbas (1902–1964) stammte aus Prag und war Professor für Botanik in Göttingen ab 1946 bis zu seinem zu frühen Tode im Jahr 1964. Firbas verdanken wir die Gründung des „Systematisch-Geobotanischen Institut“ an der Karsspüle. Hier wurden über viele Jahre Hunderte von Studierenden in Geobotanik ausgebildet. Es war eine der führenden Einrichtungen Deutschlands auf dem Gebiet und ist es noch immer – auch wenn der Name in „Albrecht-von-Haller-Institut“ geändert wurde.

Das Lebenswerk von Franz Firbas war die Vegetationsgeschichte. Er benutzte dazu die Methode der Pollenanalyse oder Palynologie, die 1916 in Skandinavien entwickelt und durch Firbas als einer der ersten angewendet wurde. Die Methode erlaubt es, aus den Mengenverhältnissen der in Mooren und Seen abgelagerten Pollenkörner die Vegetation vergangener Zeiten, besonders der letzten 10–20.000 Jahren, aber auch älter, zu rekonstruieren. Pollenkörner haben sehr unterschiedliche Formen und anhand von Merkmalen der Pollenkörner können Pflanzen, auch in fossilem Zustand, bestimmt werden. Torfschichten und Seesedimente erhalten Millionen von Pollenkörner und sind somit historische Archive für die Rekonstruktion der Vegetationsgeschichte.

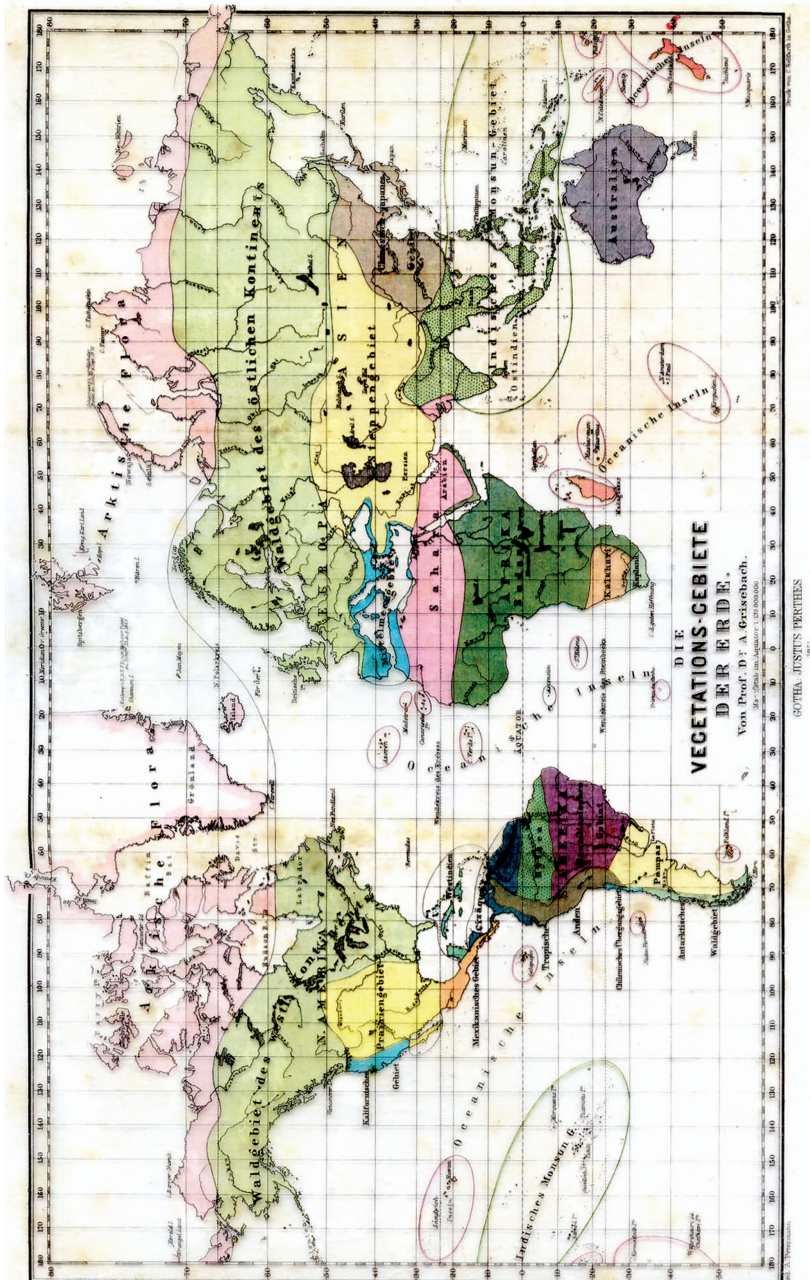


Abb. 5: Grisebachs Karte der Vegetationsgebiete der Erde.
 Aus: A. Grisebach: *Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung.*
 Leipzig 1872.

Firbas führte pollenanalytische Einzeluntersuchungen an vielen Mooren und Seen in Mitteleuropa durch. Die Ergebnisse seiner palynologischen Forschung trug er 1949 in einem großen, zweibändigen Werk zusammen, unter dem Titel *Waldgeschichte Mitteleuropas* (Abb. 6).¹⁸

In diesem Buch sichtet er die gesamten vorliegenden pollenanalytischen Arbeiten über das Gebiet und setzt sie in Beziehung zur Siedlungsgeschichte und zu der heutigen Vegetation. Die Kenntnisse der Verbreitungsgeschichte der wichtigsten Holzarten seit der letzten Eiszeit, bzw. Rückgang oder Ausdehnung ihres Areals unter dem Einfluß von Klimaveränderungen, sowie die Waldgeschichte der mitteleuropäischen Landschaften in den letzten zehntausend Jahren werden sehr detailliert beschrieben. Das Werk wurde ein Standardwerk, aus dem nicht nur Botaniker, sondern auch Vorgeschichtler und Geologen wichtige Impulse bekommen haben.¹⁹

Nicht nur in Mitteleuropa sondern weltweit haben die Daten der Palynologie sich als wichtig für das Studium der Vegetationsgeschichte seit den Eiszeiten erwiesen.²⁰ Die Ergebnisse erlauben nicht nur die Rekonstruktion der Vegetation, auch die Geschichte des Klimas und die Klimaveränderungen können mit den Pollendaten rekonstruiert werden. Das Fach hat somit ebenfalls eine große Bedeutung für die historische Klimaforschung bekommen.

V. Heinz Ellenberg

Heinz Ellenberg (1913–1997) war der bedeutendste Geobotaniker in Göttingen im 20. Jahrhundert und einer der führenden Ökologen Mitteleuropas. Er stammte aus Hamburg, promovierte in Göttingen bei Firbas und wurde 1964 sein Nachfolger. Ebenso wie Grisebach und Firbas blieb er Göttingen treu bis zu seinem Tode. Er war ein begeisterter Lehrer und viele namhafte Pflanzenökologen gehören zu seinen Schülern. Ellenbergs Arbeitsgebiet war die Geobotanik in seiner ganzen Breite; dabei setzte er vier neue Schwerpunkte:

-
- 18 F. Firbas: *Spät- und nachzeitliche Waldgeschichte Europas nördlich der Alpen*. Jena: Fischler Verlag 1949–1952 (2 Bd.).
- 19 H.-J. Beug: *Franz Firbas 1902–1964*. *Taxon* 14, 77–83 (1965); G. Wagenitz 1996, S. 14 (siehe Fußnote 2).
- 20 Dazu z.B. H. Behling und H. D. Safford: *Late-glacial and Holocene vegetation, climate and fire dynamics in the Serra dos Orgãos Mountains of Rio de Janeiro State, southeastern Brazil*. *Global Change Biology* 16, 1661–1671 (2009); H. Behling, M. B. Bush und H. Hooghiemstra: *Biotic development of Quaternary Amazonia*. In: C. Hoorn und F. P. Westergaard (Eds.): *Amazonia, Landscape and Species Evolution – a look into the past*. Chichester: Wiley-Blackwell 2010, S. 335–348.

1. Das Studium der Entwicklung der Vegetation anhand von Langzeitexperimenten. Dieser Ansatz führte zur Etablierung in Göttingen der experimentellen Geobotanik (jetzt experimentelle Ökologie).²¹

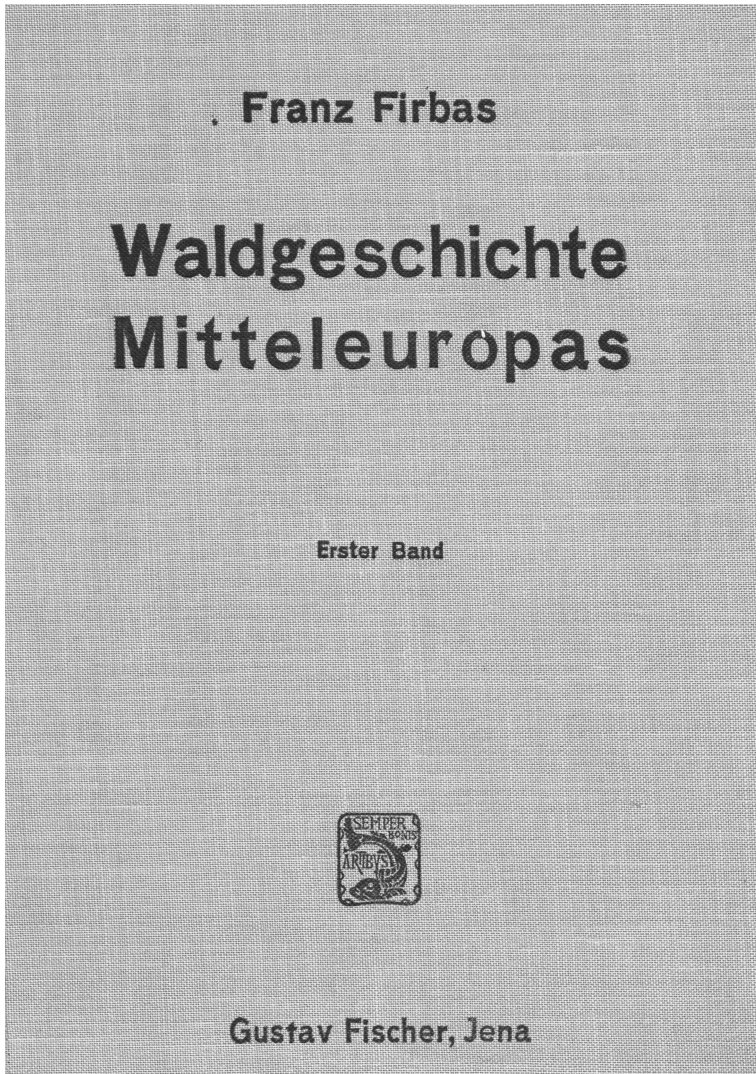


Abb. 6: Titelblatt von Firbas' *Waldgeschichte Mitteleuropas*.

21 H. Ellenberg (Ed.): *Integrated experimental ecology*. Berlin: Springer 1971.

2. Die Analyse von Stoffkreisläufen in der Vegetation (N, C, P, Ca, Mg). Mit diesen Arbeiten, durchgeführt hauptsächlich im Rahmen des „Solling-Projekts“, gründete er in Göttingen die moderne Ökosystemforschung.²²
3. Der Einfluß des Menschen. Die Landschaft und das Pflanzenkleid Europas und vieler außereuropäischen Gebieten sind sehr stark vom menschlichen Einfluß geprägt; unsere Wälder und Wiesen sind grundsätzlich von Menschenhand gemacht oder verwaltet. Der Einfluß des Menschen auf die Vegetation ist in Ellenbergs Veröffentlichungen wie ein roter Faden erkennbar.²³
4. Die Anwendung der Geobotanik in der Praxis, besonders in der Landschaftsanalyse. Ellenberg entwickelte dabei das neue Konzept der „Zeigerwerte“.²⁴ Dieser Ansatz erlaubt es, Pflanzenarten als Indikatoren für Standortseigenschaften, z.B. arme oder reiche Böden oder trockene oder feuchte Standorte, einzusetzen. Die Ellenberg'schen Zeigerwerte fanden eine breite Anwendung²⁵. In Hannover am Institut für Umweltplanung wurde ein „Zeigerpflanzengarten“ eingerichtet, wo sich die Gartenbesucher über die natürliche Standortpräferenzen der vorgestellten Pflanzenarten informieren können.²⁶

Ellenberg schrieb mehrere Lehrbücher; sein wichtigstes Werk ist *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Mit diesem Buch trat er in die Spuren seines Lehrmeisters Firbas; es hat aber einen breiteren Fokus als dessen *Waldgeschichte Mitteleuropas* und ist eine Vegetationsmonographie der ganzen mitteleuropäischen Landschaft, einschließlich der Alpen. Kein Gebiet in der Welt wurde geobotanisch so detailliert beschrieben wie Mitteleuropa.

22 H. Ellenberg (Ed.): *Ökosystemforschung*. Berlin: Springer 1973.

23 Dazu z.B. H. Ellenberg: *Man's influence on tropical mountain ecosystems in South America*. *Journal of Ecology* 67, 401-416 (1979).

24 H. Ellenberg: *Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas*. *Scripta Geobotanica* 9, 1-97 (1974). (3. Aufl.: *Scripta Geobot.* 18. 1992).

25 M.O. Hill et al.: *Ellenberg's indicator values for British plants*. Huntingdon, U.K.: Institute of Terrestrial Ecology 1999; E. Landolt et al.: *Flora indicativa. Ökologische Zeigerwerten und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen*. Bern: Haupt Verlag 2010; H. Culmsee und F. Beck: *Ellenberg indicator values in JUICE 6.5*. http://www.geobotanik.org/culmsee/dokumente/juice_EIV.pdf 2008.

26 <http://www.umwelt.uni-hannover.de/zeigerpflanzengarten.html>

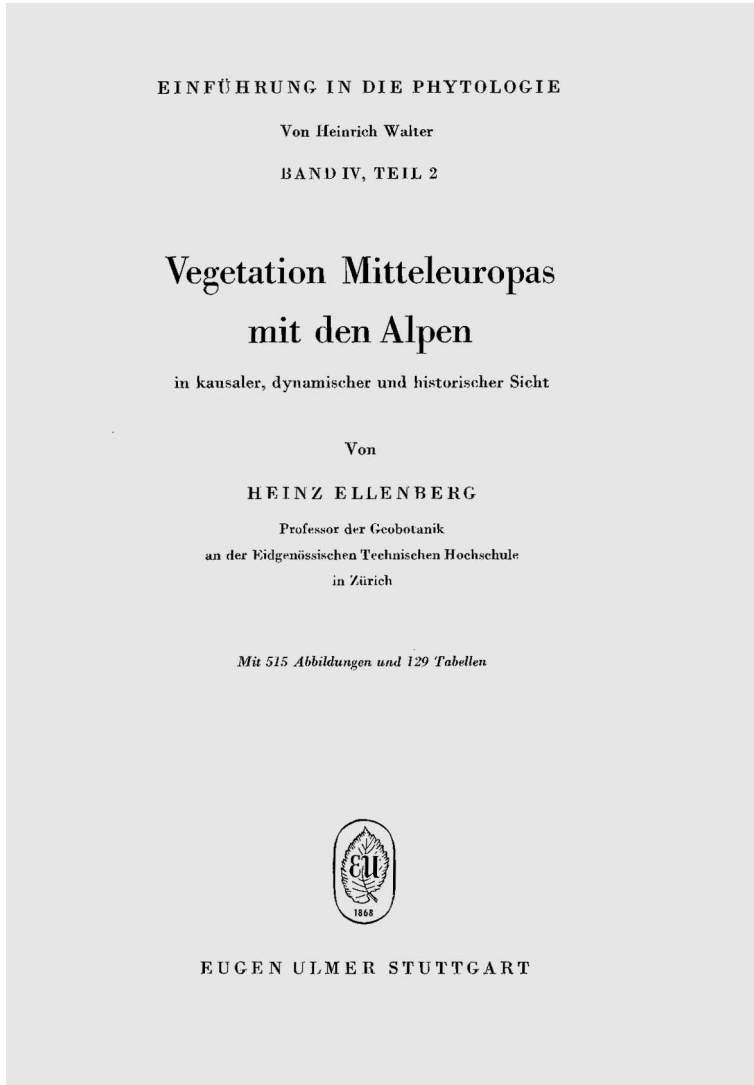


Abb. 7: Titelblatt der ersten Auflage von Ellenberg's *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*.

Südamerika gehörte ebenfalls zum Interessensgebiet von Heinz Ellenberg und so sind wir zum Schluß wieder zurück in den Anden. In den Spuren von Alexander von Humboldt unternahm er über 30 Jahre hinweg, gemeinsam mit seiner Frau Charlotte, Forschungsreisen durch die Anden von Peru, Bolivien und Nordchile und sammelte dort umfangreiche geobotanische Daten. Mit Hilfe der Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) gründete er ein

Ökologisches Institut in La Paz, Bolivien, mit welchem die Universität Göttingen über lange Jahre einen fruchtbaren Austausch hatte. Er plante eine Vegetationsmonographie der Anden, diese blieb aber bis zum Zeitpunkt seines Todes unvollendet. Es erschienen aber einige Vorarbeiten, darunter im Jahr 1975 eine bedeutende Veröffentlichung, *Vegetationsstufen der tropischen Anden in perhumiden bis perariden Bereichen*.²⁷ Ellenberg beschreibt hier die Vegetation an verschiedenen, in der Feuchtigkeit unterschiedlichen Berghängen: immerfeuchte, wechselfeuchte und trockene (Abb. 8).

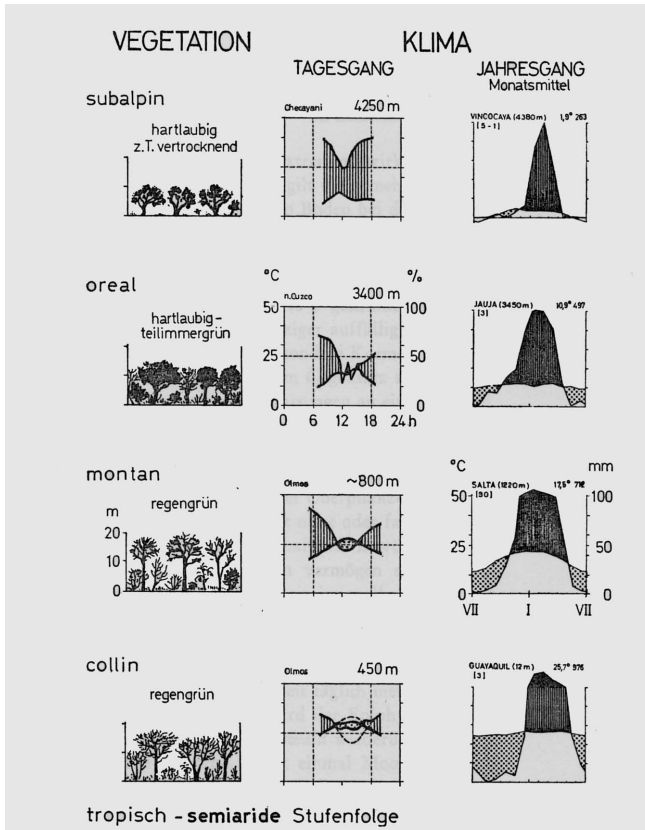


Abb. 8: Vegetationsstufen in den tropischen Anden unter einem wechselfeuchten (semiaridem) Klima. Links: Vegetationsstruktur. Mitte: Tagesverlauf der Temperatur (untere Kurve) und der Luftfeuchtigkeit (obere Kurve) während der Regenzeit. Rechts: Jahresklima (Regenzeit schraffiert, Trockenzeit punktiert). Aus: Ellenberg (1975); siehe Fußnote 27.

27 H. Ellenberg: *Vegetationsstufen der tropischen Anden in perhumiden bis perariden Bereichen*. Phytocoenologia 2, 368-387 (1975).

Er unterscheidet vier verschiedene Waldstufen und findet große Unterschiede in ihrer Struktur in Abhängigkeit der Feuchtigkeit. An den immerfeuchten Hängen ist die Vegetation durchgehend immergrün und sehr reich an Aufsitzerpflanzen oder Epiphyten, darunter Orchideen, Bromelien, Farne und Moose. An wechselfeuchten Hängen hingegen vollzieht sich mit zunehmender Meereshöhe ein Übergang von laubwerfenden Wäldern zu immergrünen, klein- und hartlaubblättrigen (Abb. 8). Epiphyten sind hier weniger abundant und zeigen Anpassungen an eine lange Trockenzeit, z.B. Speicherknollen und stark ledrige Blätter bei den Orchideen und schmale, grasartige Blätter bei den Bromelien (Tillandsien). Die Vegetation an den trockenen Berghängen im nördlichen Chile schließlich ist steppen- oder wüstenartig, es fehlen Wälder und Epiphyten sind hauptsächlich auf trockenliebende Flechten beschränkt. Von unten nach oben wechselt die Vegetation hier von laubwerfenden Gebüschern am Andenfuß zu einer bis maximal 1 m hohen Zwergstrauch-Formation bei der Waldgrenze. Oberhalb derselben herrschen die locker verteilten, niedrigen Horstgräser der alpine Stufe vor, die hier als „Wüsten-Puna“ bezeichnet wird.

Mit seiner Schilderung der Vegetationsstufen in den Anden unter unterschiedlichen Feuchtigkeitsbedingungen erweiterte Ellenberg das Konzept der Höhenstufen von Haller und Humboldt. Der Aufsatz bezeugt die Fülle von Originaldaten, die er auf seinen Andenreisen zusammengetragen hat. Es ist zu bedauern, dass er sein Andenbuch nicht mehr fertigstellen konnte.

Danksagung

Ich danke Françoise Bouazzat, Christoph Leuschner, Adrienne Lochte und Gerhard Wagenitz für die Bereitstellung von Abbildungen und Hans Fritz für die Korrektur des Manuskripts.