

Einige Betrachtungen zur Pflanzenwelt der alpinen Höhenstufe in Spanien

Autor(en): **Lüdi, Werner**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich**

Band (Jahr): **31 (1956)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-307967>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Einige Betrachtungen zur Pflanzenwelt der alpinen Höhenstufe in Spanien

Von WERNER LÜDI, Zollikon/Zürich

Während der Internationalen Pflanzengeographischen Exkursion durch Spanien bot sich den Teilnehmern wiederholt Gelegenheit, in die alpine Höhenstufe hinaufzusteigen, zuerst bei Panticosa in den Zentralpyrenäen, dann in den asturischen Gebirgen (Picos de Europa), in den zentralspanischen Gebirgen (Sierra de Guadarrama) und in den Hochgebirgen Südspaniens (Sierra Nevada). Dem Botaniker, der aus den Alpen Mitteleuropas kommt, liegt es nahe, die Pflanzenwelt der alpinen Höhenstufe anderer Gebirge mit derjenigen seiner Heimat zu vergleichen. Die Eindrücke, die ein Vergleich mit den Vegetationsverhältnissen in den Schweizeralpen ergab, waren interessant und sollen hier kurz wiedergegeben werden. Die Form eines Reiseberichtes entspricht wohl den Umständen am besten; denn der Aufenthalt in den spanischen Hochgebirgen dauerte jeweils nur wenige Stunden, und die Zeit war zu kurz, um vollständige Pflanzenlisten anzulegen oder richtige Bestandaufnahmen zu machen und dadurch die Grundlagen zu einer erschöpfenden Darstellung zu gewinnen.

1. Pyrenäen. Unser Wanderweg führte uns vom Balneario de Panticosa (1600 m) durch ein steiles, nach Süden abfallendes Tälchen zum See Brachimaña (ca. 2200 m) und weiter auf die umliegenden Höhen bis über 2300 m. Die Bodenunterlage besteht aus plutonischen und paläozoischen Gesteinen (Karbon, Devon) meist Silikat, doch in den paläozoischen Schichten auch etwas Karbonate. Zur Zeit unseres Besuches herrschte Regenwetter, was die Arbeit erschwerte, aber die feuchten Lokalitäten zu richtigen Quellfluren und Sümpfchen werden ließ. Ein kräftiger Bach stürzt zu Tale.

Die Baumgrenze liegt heute unterhalb 2000 m und wird durch aufrechte Bergföhren gebildet. Sie dürfte aber bedeutend erniedrigt sein. Genauere Angaben über die Baumgrenze des Gebietes stehen mir nicht zur Verfügung. H. GAUSSEN¹, in seiner Studie über die Vegetation der spanischen Pyrenäen, verzichtet ausdrücklich auf solche Angaben. J. BRAUN-BLANQUET² findet in seiner eingehenden und grundlegenden Darstellung der alpinen Vegetation der östlichen Pyrenäen für die Bergföhrenwälder mittlere obere Höhengrenzen zwischen 2100 und 2400 m.

¹ H. GAUSSEN: Sol, climat et végétation des Pyrénées espagnoles. Revista de la Academia de Ciencias de Zaragoza 18, 1953 (109—175).

² J. BRAUN-BLANQUET: La végétation alpine des Pyrénées orientales. Etude de phytosociologie comparée. Barcelona 1948 (306 S., viele Abb. und Tab.).

In unserem Gebiet, das ca. 200 km weiter gegen Westen hin gelegen ist, ist die natürliche Wald- und Baumgrenze wahrscheinlich tiefer, kaum oberhalb 2100 m Höhe. Der größte Teil des von uns durchwanderten Gebietes liegt also innerhalb der Waldgrenze.

Wir haben versucht, alle beobachteten Blütenpflanzen und Pteridophyten der alpinen Stufe zu einem Verzeichnis zusammenzustellen, wobei wir auch diejenigen zwischen dem Balneario und der Waldgrenze gefundenen Arten berücksichtigen, die in den Schweizeralpen in der alpinen Stufe ihr normales Gedeihen finden, oder für die uns sichere Angaben über ihr Auftreten in der alpinen Stufe der Pyrenäen bekannt sind. Die Liste ist naturgemäß recht unvollständig, besonders auch weil zur Zeit unseres Besuches in der alpinen Stufe oberhalb 2100 m nur die Frühlingspflanzen blühten. Sie bietet aber einen repräsentativen Durchschnitt. Das Verzeichnis, ergänzt durch einige Beobachtungen von Prof. H. GAUSSEN, Dr. J. JALAS und Dr. A. LAWALREE, umfaßt 111 Arten, mit nachstehender Verbreitung:

Auch in den Schweizeralpen vorkommend	85 %
nur bis in die Südwestalpen gelangend	4,5%
nur in den Pyrenäen und anderen spanischen Gebirgen	6 %
in den Pyrenäen endemisch	4,5%

Als Ganzes betrachtet, machten die Flora und die Vegetation der alpinen Stufe dem aus den Schweizeralpen kommenden Botaniker einen durchaus vertrauten Eindruck. Gewisse in den Alpen reichlich entwickelte Verwandtschaftskreise, wie die Gattungen *Gentiana* und *Pedicularis* traten zurück; aber dafür zeigte sich ein Einschlag von neuen Arten. Auch bilden einzelne Alpenarten in den Pyrenäen besondere Formen aus; aber der Hauptstock der Flora ist gleich wie in den mittleren Alpen.

Auch die Pflanzengesellschaften sind, wie nach der Flora zu erwarten ist, denen der Schweizeralpen sehr nahestehend. Wir sahen subalpine *Nardus*-Bestände, kleine Quellfluren oder Flachmoore mit *Carex ferruginea*, *frigida*, *lepidocarpa*, in den Hochlagen Bestände von *Carex curvula* mit *Sesleria disticha*, *Trifolium alpinum*, *Sieversia montana*, *Gentiana alpina*, *Phyteuma hemisphaericum*, Schneetälchen mit *Cardamine alpina*, *Sibbaldia procumbens*, *Primula integrifolia*, *Androsace carnea* (var. *laggeri*), auf Geröll *Cryptogramme crispa*, *Luzula spadicea*, *Sedum alpestre*, *Silene acaulis*, *Sisymbrium pinnatifidum*. Am stärksten abweichend verhielten sich in der beobachteten Vegetation die rasigen Sonnenhänge. Hier dominierte die endemische *Festuca eskia*, und verschiedene andere den Schweizeralpen fremde Arten waren eingestreut, wie *Avena montana*, *Brassica montana*, *Conopodium denudatum*, *Gallium marchantii*, *Carduus carlinoides*. *Iberis sempervirens* fand sich in

solchen Rasen noch bei ca. 1950 m. Der Bestand ist dem *Caricetum sempervirentis* auf Silikatböden der Alpen verwandt.

Trockene Standorte werden wohl allgemein einen stärkeren mediterranen Einschlag aufweisen, feuchtere einen stärker mitteleuropäischen. So schien mir auch die Vegetation des trockenen Felsens, namentlich des Kalkfelsens besonders stark von derjenigen der Schweizeralpen abzuweichen. Ein in der Nähe von Arguis, allerdings in der montanen Stufe (ca. 1150 m) gelegener Kalkfels wies auf der Sonnenseite 24 und auf der Schattenseite 15 Arten auf, von denen in den trockeneren Gebieten der Schweiz (z. T. im Jura) 7, bzw. 3 einigermaßen verbreitet sind, und 5, bzw. 3 weitere sporadisch auftreten. Gut die Hälfte der Arten fehlt in der Schweiz gänzlich.

Unsere Reise hat uns nur zu einem einzigen Punkt der Zentralpyrenäen geführt, und es fragt sich, ob die gemachten Beobachtungen verallgemeinert werden können. J. BRAUN-BLANQUET (loc. cit.) gelangt auf Grund seiner eingehenden Studien über die Vegetation der Ostpyrenäen zum Schluß, es herrsche in der Vegetation zwischen den Ostpyrenäen und den Alpen eine bemerkenswerte Übereinstimmung, eine größere als zwischen den Pyrenäen und den spanischen Sierren. Er unterscheidet zwar neue und für die Pyrenäen besondere, alpine Pflanzengesellschaften. Aber diese sind den entsprechenden der Alpen nahe verwandt, so daß die höheren Vegetationseinheiten die gleichen sind. Die Ostpyrenäen erscheinen nach BRAUN-BLANQUET den Alpes maritimes Südfrankreichs besonders nahestehend. In den Schweizeralpen zeigen nach BRAUN-BLANQUET die kontinentalen, zentralen Gebiete die größte Übereinstimmung, worauf in den Ostpyrenäen besonders auch die subalpine Stufe mit ihrem Föhrengürtel hindeute, der dem der zentralalpiner Täler parallel gesetzt werden könne. Allerdings kommen in den Alpen zu *Pinus montana* ssp. *uncinata* und *Pinus silvestris* noch *P. cembra*, *Larix decidua* und *Picea abies* hinzu. Es dürften auch innerhalb der Pyrenäen bereits wesentliche Unterschiede in der Höhengliederung der Vegetation auftreten, worauf besonders GAUSSEN (loc. cit.) aufmerksam macht. Die Zentralpyrenäen weichen wahrscheinlich schon merklich von dem Ostteil des Gebirges ab und sind in der alpinen Stufe klimatisch stärker vom Ozean, aber kaum noch vom Mittelmeer beeinflusst. In der Umgebung von Panticosa tritt in den tieferen Teilen der subalpinen Stufe *Buxus sempervirens* als Unterholz im Bestand von *Pinus silvestris* auf und auch selbständig als Gebüschformation. Sehr wahrscheinlich sind *Abies alba* und *Fagus sylvatica* durch die Bewirtschaftung im Laufe der Zeit zugunsten von *Pinus silvestris* stark zurückgedrängt worden.

2. Picos de Europa. Das kantabrische Scheidegebirge trennt das Küstengebiet Asturien-Kantabrien von der inneren Hochfläche

Leon-Altkastilien. Es steht in direkter Verbindung mit den Pyrenäen und erreicht bedeutende, weit in die alpine Stufe hinaufreichende Höhen. Die Bodenunterlage besteht zur Hauptsache aus paläozoischen Gesteinen, Karbon und etwas Silur und Devon. In großer Ausdehnung finden sich karbonische Kalke. Auch silikatische Gesteine sind verbreitet (Schiefer, Sandsteine), die vorwiegend rundliche Geländeformen bilden und deren Böden tiefgründig sein können, aber zur Podsolierung neigen. Auf den Kalken treten felsige und zackige Gipfformen auf, und die Böden sind oft abgespült und verkarstet. Das Klima ist ausgesprochen humid. Es steht ganz unter dem Einfluß des Ozeans.

Die Picos de Europa erreichen 2615 m und bilden den höchststeigenden Teil dieses Gebirges. Sie bestehen im Gipfelgebiet aus kalkigem Fels und Schutt. Wir konnten von Covadonga am Nordfuß der Picos hinaufsteigen, zuerst zum Lagos de Enol (ca. 1000 m) und höher hinauf gegen den Peñasanta, einen Gebirgstheil, dessen kühn aufstrebende Kalkgipfel 2000 m beträchtlich übersteigen. Nadelgehölz fehlt. Die Waldgrenze wird von der Buche gebildet und steht heute in dem durchreisten Gebiete sehr tief, bei wenig über 1200 m auf verkarstetem Kalk (bei 1050 m noch prächtig entwickelte *Ilex aquifolium*-Bäume). M. WILLKOMM³ gibt die Waldgrenze, als untere Grenze der alpinen Stufe, bei ca. 1650 m an. Nach G. LASCOMBES⁴ soll die natürliche Waldgrenze zwischen 1200 und 1400 m liegen. Diese niedrige Lage des Baumwuchses wird auf das ausgesprochen ozeanische Klima zurückgeführt. Die ursprüngliche Baumgrenze dürfte vom Menschen eine bedeutende Erniedrigung erfahren haben. LASCOMBES fügt über der Waldgrenze, von ca. 1400 bis 2000 m, eine «subalpine» Heidestufe ein, deren Stellung in der natürlichen Vegetation allerdings nicht näher geklärt wird. Auf unserer Aufstiegsroute fand sich oberhalb der Waldgrenze stellenweise noch Genista-Ericaheide und auf flacheren Böden und in Muldenlagen noch bis weit hinauf Weiderasen von montan-subalpiner Zusammensetzung⁵, der übermäßig stark genutzt wird. Andererseits machte die Flora von Kalkfels und Kalkschutt in 1400 m Höhe bereits einen alpinen Eindruck.

Die Flora und Vegetation der Hochlagen erschienen recht arm; Fels und Schutt herrschten vor. Doch glich augenscheinlich auch hier der Charakter der Flora dem der Schweizeralpen, obschon die Zahl der neuen Arten und neuen Formen von bekannten Arten höher war als in den Zentralpyrenäen. Die Ähnlichkeit mit der Flora Mitteleuropas ist

³ MORITZ WILLKOMM: Grundzüge der Pflanzenverbreitung auf der iberischen Halbinsel. Die Vegetation der Erde 1, Leipzig 1896 (395 S.).

⁴ GEORGES LASCOMBES: La végétation des Picos de Europa. Les paysages forestiers. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 79, 1944 (1—20, Taf., 1 farb. Veget.karte).

⁵ Vgl. W. LÜDI: Die 10. Internationale Pflanzengeographische Exkursion durch Spanien, 25. Juni bis 23. Juli 1953. Ber. Geobot. Forsch.-Inst. Rübel 1953, 1954 (9—28, spez. S. 21).

nach LASCOMBES bereits von früheren Forschern betont worden. Leider genügen meine Notizen und einige weitere, die ich den Herren H. GAUSSEN und P. DUPONT verdanke, nicht, um ein richtiges Bild von der alpinen Flora zu vermitteln. Bestandesaufnahmen aus der alpinen Stufe sind mir nicht bekannt. Eine glückliche Ergänzung gibt aber eine Studie von T. M. LOSA und P. MONTSERRAT⁶ über ein Gebiet, das gerade südlich an die Picos de Europa anschließt. Es ist allerdings von der Küste etwas weiter entfernt, so daß anzunehmen ist, das atlantische Element trete etwas zurück, ohne daß aber der Charakter der Flora und Vegetation wesentlich verändert wäre. Die Autoren geben von den bestiegenen Gipfeln Pflanzenlisten, die nach der Höhe gegliedert sind, so daß es möglich ist, eine Zusammenstellung der Gefäßpflanzen der alpinen Höhenstufe zu geben, wobei Kalk- und Silikatberge eingeschlossen sind. Wir haben nur Arten berücksichtigt, die von LOSA und MONTSERRAT sowie von GAUSSEN und DUPONT oberhalb 1800—2000 m gefunden wurden und haben dazu, wie in den Zentralpyrenäen, die in tieferen Lagen gefundenen Arten hinzugefügt, die in der alpinen Höhenstufe normal gedeihen oder deren Vorkommen von WILLKOMM und LANGE⁷ für Spanien ausdrücklich angegeben wird. Wir gelangen so auf eine Gesamtzahl von 168 alpinen Arten, die sich wie folgt gliedern lassen:

Endemiten der asturisch-kantabrischen Gebirge	7%
Endemiten gemeinsam d. astur.-kantabr. Geb. u. Pyrenäen	10%
Endemiten der span. Gebirge, einschl. der Pyrenäen	10%
In mediterranen Gebirgen weiter verbreitet	5%
Verbreitung bis in die Südwestalpen reichend	6%
Verbreitung bis in den Jura reichend	4%
Verbreitung bis in die Schweizeralpen reichend	56%
Verbreitung im westl. Europa (atlantisch-subatlantisch)	2%

Der Vergleich mit den zentralen Pyrenäen ergibt eine starke Zunahme der Endemiten, zu denen noch manche als Varietät gewertete Eigenform hinzukommt. Sehr hoch ist die Zahl der Endemiten, die den asturisch-kantabrischen Gebirgen und den Pyrenäen gemeinsam sind und ebenso die der iberischen Halbinsel, von denen einige die Pyrenäen nicht erreichen, einige in den zentralspanischen Gebirgen fehlen. Aber auch der asturisch-kantabrische Endemismus ist bedeutend, und insgesamt kommt dem spanischen Endemismus über ein Viertel der gesamten Artenzahl zu. Der Anteil der Arten, die bis in die Südwestalpen verbreitet sind, aber die Schweizeralpen nicht mehr erreichen, ist ungefähr gleich geblieben wie in den Pyrenäen. Eine Reihe von Arten gelangt wohl noch in den Jura, nicht aber in die Schweizeralpen. Die Arten der

⁶ T. M. LOSA y P. MONTSERRAT: Nueva aportación al estudio de la flora de los montes cantabro-leoneses. Anales del I. Botanico A. J. Cavanilles de Madrid, Tomo 11, Vol. 2, 1953 (385—462).

⁷ Mauritius WILLKOMM et Joannes LANGE: Prodrromus Florae Hispanicae. 3 Bde und Suppl., Stuttgart 1870—1893.

Schweizeralpen haben stark abgenommen, machen aber immer noch mehr als die Hälfte der Gesamtzahl aus. Besonders eng sind natürlicherweise die Beziehungen zu den Pyrenäen, da ja auch die von Asturien bis in die Alpen reichenden Arten alle in den Pyrenäen vorkommen: ca. 88% der alpinen Arten unserer Liste aus den Picos finden sich in den Pyrenäen. Im Gegensatz zu tiefer gelegenen Gebieten Asturiens ist die Zahl der Arten von atlantischer Verbreitung auffallend gering. Nur *Wahlenbergia hederacea* und als subatlantisch *Sedum anglicum* und *Jasione perennis* sind hierher zu stellen.

Nach der floristischen Verwandtschaft dominiert also im Gebiet der Picos de Europa und wohl allgemein in der alpinen Höhenstufe der asturisch-kantabrischen Gebirge die Pflanzenwelt der Alpen und Mitteleuropas, bzw. Eurasiens. Der mediterrane Florenkreis tritt zwar stärker hervor als in den Zentralpyrenäen, bleibt aber doch noch im Hintergrund. Mit Bezug auf das physiognomische und ökologische Bild kann das gleiche gesagt werden. Es dominieren nach der Wuchsform Hemikryptophyten, nach dem Wasseranspruch Mesophyten.

Die Pflanzengesellschaften des Gebietes sind nicht näher bekannt. LOSA und MONTERRAT erwähnen Rasen von *Nardus stricta* und anderen azidophilen Arten, feuchte oder torfige Wiesen mit *Polygonum bistorta*, *Carex*, *Juncus*, hochsteigende *Calluna*-Heiden mit *Vaccinium myrtillus* und *Genista*, trockene Rasen der Sonnenhänge, die offenbar zum Teil mit den *Festuca eskia*-Rasen der Pyrenäen oder zum Teil (auf Kalk) mit dem Seslerieto-Semperviretum der Alpen und entsprechenden Gesellschaften der Pyrenäen verwandt sind. LASCOMBES nennt in seiner subalpinen Stufe für die Zwergstrauchheide *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *Juniperus nana*, *Daphne laureola* und *Genista lobelii* und für die Rasen, wohl in die alpine Stufe im engeren Sinn aufsteigend, *Nardus stricta*, *Festuca rubra*, *Festuca ovina*, *Sesleria coerulea*, *Poa minor*. Er betont die weite Verbreitung von nacktem Fels und Karrenbildungen mit sehr spärlicher Vegetation, besonders in der Gipfelregion. Wir können wohl mit Recht annehmen, daß die Pflanzengesellschaften der alpinen Stufe einen ähnlichen Charakter wie in den Schweizeralpen besitzen, aber in der floristischen Zusammensetzung erhebliche Unterschiede zeigen, etwas stärker abweichen als in den Pyrenäen. Größer als mit den Zentralalpen dürfte hier die Übereinstimmung der Vegetation mit den humiden Alpenrandketten sein, vor allem denen des südlichen Alpenrandes, wo die Baumgrenze auch relativ tief liegt und durch *Fagus sylvatica* gebildet wird. Wiederum weichen die trockenen Lokalitäten, besonders auf Kalkboden, am stärksten ab und weisen einen hohen Einschlag von endemischen und mediterranen Arten auf. Eine sorgfältig ausgeführte Kalkfels-Bestandesaufnahme in der Buchenwaldstufe des Puerto de Piedras Luengas (ca. 1350 m, NE-Exposition) ergab bei 26 Arten von Blü-

tenpflanzen 15, die auch in den Schweizeralpen vorkommen, allerdings zum Teil in anderen Rassen.

3. Sierra de Guadarrama. Dieses Gebirge erstreckt sich in westöstlicher Richtung quer durch das Hochland des mittleren Spanien und trennt Alt- und Neukastilien. Der bestiegene Gipfel der Peñalara erreicht 2469 m (nach anderen Karten etwas weniger) und liegt ganz im Urgestein. Das Klima ist ausgesprochen kontinental mit Sommerdürre. Schon die Vegetation der tieferen Lagen ist ganz anders beschaffen als in Asturien. In der Tieflage trafen wir auf Wälder von *Quercus pyrenaica*, auf die nach oben hin ein breiter Gürtel von *Pinus silvestris* folgte, der bis zur Waldgrenze reicht. Der Unterwuchs wurde im oberen Teil dieser Föhrenwälder von Gesträuch der *Genista purgans* vermischt mit *Juniperus nana* gebildet. *Genista purgans* steigt in dichten Beständen etwas über die Waldgrenze auf, wird gegen oben hin immer niedriger, lockert sich auf und verschwindet oberhalb 2200 m. Vielleicht darf man dieses Gesträuch, das allerdings noch über 1 m Höhe erreichen kann, als ersten Anfang des mediterranen Zwergdornstrauch-*Tragacanthagürtels* betrachten, den wir in der Sierra Nevada vollentwickelt angetroffen haben.

Die heutige Waldgrenze liegt bei ca. 2000 m, dürfte aber ursprünglich etwas höher gelegen sein und vielleicht mit der Grenze der geschlossenen *Genista purgans*-Bestände übereinstimmen.

Die Flora der alpinen Stufe war artenarm, und der Mangel an Zeit sowie die in den Hochlagen noch wenig entwickelte Vegetation ließen nur eine unvollständige Aufnahme zu. Unter Beiziehung einiger Ergänzungen von H. GAUSSEN und P. DUPONT komme ich auf 44 Arten in der alpinen Höhenstufe. Diese verteilen sich wie folgt:

endemisch in der Sierra de Guadarrama	4,5%
endemisch in der iberischen Halbinsel exkl. Pyrenäen	25 %
endemisch in der iberischen Halbinsel inkl. Pyrenäen	9 %
Spanien und westliches Europa	4,5%
Mediterrangebiet (einschließlich südliche Westalpen)	14 %
über die Pyrenäen bis in die Schweizeralpen	43 %

Auffallend ist die bedeutende floristische Selbständigkeit des Gebirges: ein gutes Drittel der Arten ist auf die Gebirge der iberischen Halbinsel, vorwiegend mit Ausschluß der Pyrenäen, beschränkt, und einige Arten, mehrere noch in den tieferen Lagen, sind für die Sierra de Guadarrama endemisch. Bedeutend ist der Anteil der auch außerhalb Spaniens verbreiteten Mediterranflora. Die Beziehung zu den Alpen, die wiederum über die Pyrenäen geht, ist schwächer als in den nordspanischen Gebirgen, aber immer noch so stark, daß sie gut zwei Fünftel der Arten umfaßt. Allerdings handelt es sich auch hier bei einer Reihe von Arten

um besondere, mehr oder weniger endemische Rassen, deren Rang zum Teil erst noch geklärt werden muß.

Der physiognomische und ökologische Charakter der Flora hat sich gegenüber den Hochgebirgen Nordspaniens etwas geändert. Er ist dem Alpenbotaniker zwar nicht fremd, aber doch nicht ganz vertraut. Arten von mehr xerischem und mehr mesophilem Habitus sind gemischt, und allgemein ist ein ausgesprochener Zwergwuchs mit Begünstigung der Chamaephyten- und Polster-Struktur zu erkennen, in den Rasen vor allem durch die dominante *Festuca indigesta*, auf Schutt und Fels durch *Thymus (drucei)*, *Jasione humilis* ssp. *pygmaea*, *Armeria caespitosa*, *Saxifraga pentadactyla* ssp. *willkommii* u. a. Aber nach der Artenzahl herrschen doch die Hemikryptophyten von mesophytischem Habitus noch vor. Mediterrane Verwandtschaftskreise sind stärker betont, als wir es in den Pyrenäen oder in Asturien gefunden haben, z. B. durch die Gattungen *Pyrethrum*, *Conopodium*, *Jasione*, *Paronychia* und *Jurinea*.

Als Pflanzengesellschaften sind in erster Linie die Rasen von *Festuca indigesta* var. *boissieri* zu erwähnen. Sie überziehen die flacheren und leicht geneigten Hänge, oft in Form von Treppenrasen, die wohl durch Fließerde-Erscheinungen in Verbindung mit den Einflüssen der Beweidung entstanden sind. Vermutlich ist das Festucetum indigestae als Klimaxgesellschaft dieser Stufe zu werten. In den Festuca-Rasen sind, so weit wir sahen, wenige andere Arten vorhanden, z. B. *Nardus stricta*, *Deschampsia flexuosa*, *Koeleria crassipes*, *Jasione perennis* var. *carpetana*, *Rumex acetosella*, *Jurinea humilis* und *Conopodium burgei*. Die Verarmung dürfte aber vor allem von der intensiven Beweidung herrühren. Wir sahen ferner Fragmente frischer Wiesen mit *Festuca rubra* ssp. *rivularis* und *Festuca violacea* ssp. *iberica* sowie an den Wassertümpeln der Nordseite kleine Sumpfwiesen mit *Nardus stricta*, *Carex echinata*, *Carex fusca*, *Allium schoenoprasum*, *Narcissus nivalis*.

Die Geröll- und Felsvegetation wich bedeutend von der aus den Alpen bekannten ab. Doch traten auch dort Alpenpflanzen stark hervor, wie *Cryptogramme crispa*, *Poa nemoralis*, *Deschampsia flexuosa*, *Minuartia recurva*, *Veronica fruticans*, *Sisymbrium pinnatifidum*, *Phyteuma hemisphaericum*, neben den Spanien- oder Mediterran-Arten wie *Jasione humilis* ssp. *pygmaea*, *Armeria caespitosa*, *Pyrethrum hispanicum* ssp. *laciniatum*, *Campanula hermini*, *Paronychia polygonifolia*, *Biscutella pyrenaica*, *Linaria tournefortii* u. a. J. GONZALEZ-ALBO⁸ hat die Schutt- und Felsflora des Gebietes kurz beschrieben, allerdings zur Hauptsache in einem anderen Teil der Sierra de Guadarrama. Er unterscheidet nach der floristischen Zusammensetzung nicht nur neue Assoziationen, son-

⁸ J. GONZALEZ-ALBO: Datos sobre la flora y fitosociología de la provincia de Madrid. Bol. Soc. Española de Hist. Nat. 37, 1937 (117—127).

dern gleich neue Gesellschaftsverbände und vermutet, die Schuttgesellschaften ergäben wahrscheinlich sogar eine neue Ordnung.

4. *Sierra Nevada*. Wir bestiegen den Picacho de Veleta, 3470 m, von Nordosten aus. Das Gestein ist Silikatfels von schieferigem Charakter. Eine Wald- oder Baumgrenze war auf der Aufstiegsroute nicht festzustellen. In höherer Lage sahen wir keine wildwachsenden Bäume, ausgenommen in etwa 2000 m Meereshöhe weit entfernt eine kleine, verstreute Baumgruppe, die uns als *Pinus silvestris* vorgestellt wurde. Von etwa 1500 m an aufwärts fing hartes, vorwiegend dorniges Zwerggesträuch an, sich auszubreiten, das von 1900 m bis über 2600 m in oft geschlossenem Bestande einen ausgeprägten Gürtel bildete, oft dominiert von *Juniperus nana*, *Juniperus sabina* und *Genista baetica*. M. WILLKOMM (loc. cit.) setzt die Baumgrenze, als untere Grenze der alpinen Region, sehr niedrig auf 2000 m an. Auch E. PRITZEL⁹ nimmt die Waldgrenze bei ca. 2000 m an. BOISSIER (cit. nach P. QUEZEL¹⁰) läßt die alpine Region von 1650—2600 m reichen und setzt darüber die nivale Stufe an. R. MAIRE und R. DE LITARDIERE (n. P. QUEZEL) lassen die subalpine Stufe von 1900—2900 m reichen (obere subalpine Stufe 2700—2900 m), so daß die alpine Stufe erst bei 2900 m beginnt. P. QUEZEL schließt sich an L. EMBERGER an und unterscheidet nur eine mediterrane Gebirgsstufe von etwa 1900—3500 m mit einer Unterstufe der dornigen Xerophyten (1900—2900 m) und einer Unterstufe der Hemikryptophyten (2900—3500 m). Die Ansichten gehen also weit auseinander. Meines Erachtens wird die Stufe des geschlossenen Zwerggesträuches der alpinen Stufe nur mit Vorbehalt zugerechnet werden können. Es scheint möglich zu sein, daß ursprünglich der Waldwuchs, vielleicht unter etwas anderen klimatischen Verhältnissen, bis zur heutigen Grenze des geschlossenen Zwerggesträuchs reichte (unterer Abschnitt der Stufe des xerischen Dorngebüsches nach EMBERGER und QUEZEL). Es ist aber auch möglich, daß die natürliche Waldgrenze tiefer lag und der xerophytische Zwergstrauchgürtel darüber hinausging, mit oder ohne locker gestellten Baumbestand. Voraussetzung für tieferes Verständnis ist aber die einigermaßen gesicherte Kenntnis der Baumtypen, die hier für die natürliche Baumgrenze in Betracht fallen. Diese sehr komplexen Probleme können wohl nur durch eingehenden Vergleich mit den Atlasländern, wo stellenweise der Wald besser erhalten geblieben ist, der Lösung näher gebracht werden, und es erscheint fraglich, ob man überhaupt die in Mitteleuropa entwickelte Höhengliederung hier noch anwenden kann.

⁹ E. PRITZEL und M. BRANDT: Vegetationsbilder aus der Sierra Nevada in Spanien. Botanische Jahrbücher 53, 1915 (273—283, 8 Taf.).

¹⁰ P. QUÉZEL: Contribution à l'étude phytosociologique et géobotanique de la Sierra Nevada. Memorias da Sociedade Broteriana 9, 1953 (5—77, 3 Taf.).

Wir haben unsere zusammenhängende Fußwanderung in einer Höhe von ca. 2500 m angefangen, und unser Artenverzeichnis wird infolgedessen wohl nur Arten mit Verbreitung in der «alpinen» Höhenstufe umfassen. Bis auf den Gipfel hinauf zählt es 78 Arten. Da es sichtlich recht unvollständig ist, und beinahe nur Arten der trockenen Böden enthält, so habe ich die hier vorliegende Gelegenheit zur weitgehenden Ergänzung benützt. P. QUEZEL hat kürzlich die Pflanzengesellschaften der Sierra Nevada eingehend untersucht und viele Tabellen mit Bestandesaufnahmen veröffentlicht. Wir haben die am Picacho de Veleta aufgenommenen Bestände, mit Ausnahme der von der Südseite stammenden, ausgezogen und die dort verzeichneten Arten unserer Liste beigefügt. Die räumliche Einheit ist gegeben, und wenn auch einzelne Aufnahmen etwas unterhalb 2500 m gemacht wurden, so werden sie kaum Arten enthalten, die oberhalb der Baumgrenze ihr Gedeihen nicht finden.

Die auf diese Weise ergänzte Liste der in der alpinen Höhenstufe des Picacho de Veleta gefundenen Blütenpflanzen und Farne umfaßt 198 Arten. Sie lassen sich nach ihrer Verbreitung wie folgt gliedern:

Endemiten der Sierra Nevada (und anstoßender Gebirge)	20 %
Gemeinsam der Sierra Nevada und den Atlasländern	11 %
auf der iberischen Halbinsel endemisch	6 %
in anderen Teilen des Mediterrangebietes vorkommend	22 %
Sierra Nevada und Pyrenäen endemisch	5 %
im atlantischen Europa	0,5%
Sierra Nevada, Pyrenäen und südliche Westalpen	0,5%
bis in die Schweizeralpen verbreitet	35 %

Der engere und weitere Endemismus ist außerordentlich groß. Dann tritt als sehr bedeutende Gruppe das weiter verbreitete mediterrane Element auf, zum Teil Arten von ausgedehnter Verbreitung im Mediterrangebiet umfassend, zum Teil Arten, die eine disjunkte Verbreitung aufweisen, z. B. neben der Sierra Nevada und eventuell weiteren Hochgebirgen Spaniens noch in den Atlasländern, oder Korsika oder Sizilien oder in den griechischen Gebirgen. Besonders bemerkenswert ist die nahe Verbindung mit den Atlasländern, vor allem Marokko, die immer stärker hervorgetreten ist, je besser die Flora dieses weiten Gebirgslandes durchforscht wurde. Die Gesamtsumme des mediterranen Elementes ist also in der Flora der alpinen Stufe der Sierra Nevada mit ca. 60% der Arten weitaus vorherrschend. Es bestimmt den Charakter der Flora, die manchen in den mittleren Alpen und überhaupt in Zentraleuropa fehlenden Verwandtschaftskreis aufweist.

Der mit den Pyrenäen gemeinsame Endemismus ist mit 5% vertreten, also angesichts der dazwischen liegenden zentralspanischen Hochgebirge nicht unbedeutend. Ganz unwichtig ist die Florengemeinschaft der Sierra Nevada mit dem atlantischen Europa. Eine einzige atlanti-

sche Art findet sich in der Liste (von QUEZEL stammend: *Carum verticillatum*). Die gleiche Erscheinung haben wir bereits in Asturien gefunden: die atlantischen Arten steigen nicht hoch ins Gebirge.

Unerwartet hoch, rund ein Drittel der Gesamtflora umfassend, ist die Zahl der alpinen Sierra Nevada-Pflanzen, die sich in den Schweizeralpen finden, natürlich auch in den Pyrenäen und Westalpen. Dazu sind aber verschiedene Bemerkungen zu machen. Ein bedeutender Teil der mit den Schweizeralpen gemeinsamen Arten ist in der Sierra Nevada in anderen Rassen vorhanden. Für 19 Arten wird dies ausdrücklich angegeben; aber sie dürften noch zahlreicher sein. Das verrät eine alte, bis mindestens ins Pleistozän reichende Besiedlung, bzw. Abtrennung. Mehrere dieser alpinen Arten reichen in den Schweizeralpen nicht über die subalpine Höhenstufe hinaus, in der Sierra Nevada aber steigen sie in die alpine Stufe hinauf, so *Myosotis collina*, *Asplenium ceterach*, *Koeleria vallesiaca*, *Scleranthus annuus*, *Juncus articulatus*. Ferner ist die Mehrzahl der mit den Alpen gemeinsamen Arten in der Sierra Nevada von sehr beschränkter Verbreitung, indem sie nur in mesophilen und hygrophilen Gesellschaften vorkommen, die räumlich eine kleine Ausdehnung haben. Die Vegetation der trockenen Hänge herrscht bei weitem vor. Frische oder nasse Böden finden sich nur in kleinen Mulden der Hochlagen, wo der Schnee sehr spät schmilzt und in den tiefen Kesseln auf der Nord- und Ostseite, vor allem längs der Bächlein, die während des ganzen Sommers durch das von den hohen Schattenlagen abfließende Schneewasser befeuchtet werden. Aber die Alpenarten helfen doch mit, das Bild der Flora reich und vielgestaltig zu machen.

Wie bereits die Zusammensetzung der Flora erwarten läßt, ist auch der physiognomische und ökologische Charakter der Flora, wenn wir von den soeben genannten feuchten Mulden absehen, beim Vergleich mit den Alpen ganz neuartig. Das Bild wird bis gegen 2900 m Meereshöhe von Chamaephyten mit xerophytem Habitus beherrscht (Tragacantha-Stufe). Sie bilden eine bald geschlossene, bald offene Vegetation, als hartblättrige, harte, sparrige, oft dornige Zwerggebüsche. Wir nennen neben den bereits erwähnten, oft Massenbestände erzeugenden *Juniperus nana*, *Juniperus sabina* und *Genista baetica* zum Beispiel *Erinacea pungens*, *Astragalus nevadensis*, *A. boissieri*, *Ptilotrichum spinosum*, *Reseda complicata*, *Arenaria armeniastrum*, *A. pungens*, *Sideritis glaciale*. Sehr verbreitet sind hartblättrige, starre Polsterpflanzen wie *Arenaria tetraquetra*, *Dianthus brachyanthus*, *Plantago subulata*.

Neben dem Zwerggesträuch und meist mit ihm vermischt, treten auf trockenen Böden offene Rasen auf, dominiert von der hartblättrigen und ihrem Wesen nach chamaephytischen *Festuca indigesta* var. *boissieri* und unter Beimischung von weiteren hartblättrigen Gräsern wie *Poa ligulata*, *Trisetum glaciale*, *Festuca pseudoeskia*, hartblättrigen

Kräutern wie *Galium pyrenaicum*, *Eryngium glaciale*, *Jurinea humilis* oder kleinblättrigen und meist auch stark behaarten Kräutern wie das eben genannte *Galium*, *Herniaria*-Arten, ferner *Erodium cheilanthifolium*, *Pyrethrum radicans*, *Senecio boissieri*. Der Wuchs der Pflanzen ist ganz allgemein niedrig, dem Boden angeschmiegt. Reichlich sind Therophyten vorhanden, ebenso mesophytische Hemikryptophyten. Aber sie treten aspektmäßig gegenüber den Chamaephyten und xerischen Hemikryptophyten sehr zurück, sind niedrig, unauffällig mit starker Entwicklung der unterirdischen Organe.

In den höchsten Lagen, von etwa 2900 m an aufwärts, tritt in der Vegetation eine starke Veränderung ein. Die Chamaephyten, die ihren Bestand immer mehr aufgelockert haben, verschwinden nach und nach. Kleine Rasen werden von *Festuca clementei* gebildet. Während windgefegte Rücken kaum mehr Vegetation tragen, leben Hemikryptophyten mit weichen Blättern, also von mesophytem Habitus, auf dem Schutt und in Felsspalten. Hier ist bis in den Hochsommer dauernde Befeuchtung vorhanden durch das schmelzende Schneewasser. Eine Ähnlichkeit im Habitus der Pflanzenwelt mit unseren Hochalpen ist nicht zu verkennen. Sie wirkt sich sogar, allerdings bei sehr hohem Endemismus, in der Flora aus, durch Arten der Alpen oder solche, die mit ihnen vikariieren. Wir nennen von Alpenarten *Luzula spicata*, *Poa nemoralis*, *Cryptogramme crispa*, *Asplenium viride*, *A. septentrionale*, *Ranunculus glacialis*, *Cardamine resedifolia*, *Draba tomentosa*, *Saxifraga oppositifolia*, *Androsace vandellii*, *Gentiana alpina*, und von Vikarianten *Linnaria glacialis*, *Erigeron frigidus*, *Saxifraga nevadensis*, *Viola nevadensis*, *Potentilla nevadensis*, *Artemisia granatensis*, *Silene boryi* u. a.

Was die Ausbildung der Pflanzengesellschaften anbetrifft, so zeigen die Untersuchungen von QUEZEL deutlich, daß sie hohen Eigenwert besitzen. Alle sind den Schweizeralpen fremd und gehören meist auch in fremde, mediterrane Verbände oder Ordnungen. Nur wenige Gesellschaften der frischen und feuchten Böden stehen alpinen Gesellschaften nahe, ohne aber mit ihnen identifiziert werden zu können.

So ist die alpine Vegetation der Sierra Nevada von ausgesprochen mediterranem Charakter und nähert sich derjenigen der mittleren Alpen nur in den höchstgelegenen, bereits subnivalen Teilen.

Rückblick. Der Vergleich der alpinen Vegetation spanischer Gebirge mit derjenigen der alpinen Höhenstufe in den Schweizeralpen ergibt eine sehr große Verwandtschaft in den zentralen Pyrenäen, und ebenso, wenn auch leicht abgeschwächt, in den asturischen Picos de Europa. In der zentralspanischen Sierra de Guadarrama ist die Übereinstimmung zu den mittleren Alpen bereits wesentlich geringer, und spanischer Endemismus macht sich stark geltend. Der Aspekt ist etwas neu-

artig. Neue Kreise von Pflanzengesellschaften treten auf. Immerhin ist die floristische Verwandtschaft zu den Alpen noch hoch, und im ganzen wird die Vegetation als Übergang zu etwas Neuem empfunden. In der Sierra Nevada ist dieser Übergang völlig vollzogen. Die Vegetation ist floristisch, physiognomisch und in der ökologischen Struktur ausgesprochen mediterran. Sie steht in hoher Übereinstimmung mit derjenigen der Hochgebirge in den Atlasländern. Nur in den höchsten Lagen sowie in den gut bewässerten Mulden zeigt sie stärkere Annäherung an die Hochgebirgsflora der Alpen und besitzt eine bedeutende Zahl von Pflanzenarten der Hochalpen, was mit der lange dauernden, relativ günstigen Wasserversorgung zusammenhängt. Aber die durch räumliche Isolation und klimatische Verhältnisse hervorgerufene Eigenart ist so groß, daß trotzdem besondere Pflanzengesellschaften unterschieden werden müssen.

SUMMARY

During the International Plant Geographical Excursion through Spain in summer 1953 the members had several opportunities to visit the alpine region in different parts of the country. Comparing the alpine vegetation of Spain with the alpine vegetation of the Swiss mountains, close relations are found in the central Pyrenees, only slightly decreasing in the Austurian Picos de Europa. In the Sierra de Guadarrama of central Spain the similarity with the Swiss Alps decreases already remarkably whilst the number of Spanish endemics is increasing. Here some general physiognomic features have changed and new plant-associations replace the alpine ones, although there remains still a high degree of floristic affinity with the Alps, and vegetation as a whole is regarded as of transitory character. Within the Sierra Nevada the change is complete. Vegetation has a distinct mediterranean character in taxonomic, physiognomic and sociologic respect, being particularly near related to the high Atlas mountains. Only on the highest levels and in moist valleys a good many number of plants from the high Alps are still occurring, most of them forming special races. This parallelism is partially due to good water supply even during the dry summer, partially to the alpine climate. In spite of that affinity geographical isolation and different climate are of great importance and plant-associations are so well differentiated from those of the Alps, that they must be regarded as particular units.