

BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

Herausgegeben vom Geographischen Institut der Universität Bonn

durch Carl Troll
Schriftleitung: Gerhard Hard

Heft 37

Hartmut Ern

Die dreidimensionale Anordnung der Gebirgsvegetation auf der Iberischen Halbinsel

Eine geographisch-ökologische Feldstudie

1966

In Kommission bei
Ferdinand Dümmlers Verlag - Bonn

Hartmut Ern / Die dreidimensionale Anordnung der Gebirgsvegetation
auf der Iberischen Halbinsel

Bonner Geographische Abhandlungen

Herausgegeben vom Geographischen Institut
der Universität Bonn

durch Carl Troll

Schriftleitung: Gerhard Hard

Heft 37

Die dreidimensionale Anordnung
der Gebirgsvegetation
auf der Iberischen Halbinsel

Eine geographisch-ökologische Feldstudie

von

Hartmut Ern



1966

In Kommission bei

Ferd. Dümmlers Verlag · Bonn

Die dreidimensionale Anordnung der Gebirgsvegetation auf der Iberischen Halbinsel

Eine geographisch-ökologische Feldstudie

von

Hartmut Ern

Mit 12 Abbildungen im Text und 24 Bildern im Kunstdruckanhang



In Kommission bei
Ferd. Dummlers Verlag, Bonn

 **Stämmlerbuch 75 37**

Alle Rechte vorbehalten

Gedruckt mit Unterstützung der Stiftung Volkswagenwerk

D 5

Satz, Druck und Bindung: Ph. C. W. Schmidt, Neustadt a. d. Aisch

Dem Andenken meines in den Alpen verunglückten Freundes
Dr. Manfred B i h l , Wien, gewidmet.

Das Buch ist ein Teil der Bibliothek der
Universität Wien, Wien, Österreich

Vorwort

Die Anregung zur Durchführung der vorliegenden Arbeit gab mir mein hochverehrter Lehrer, Herr Professor Dr. Dr. h. c. Dr. h. c. Carl TROLL im Herbst 1961. Mit regem Interesse verfolgte er ihren Fortgang und stand mir mit dem reichen Schatz seines Wissens stets helfend und fördernd zur Seite. Ihm vor allem gilt mein herzlichster Dank.

Dank schulde ich unter meinen akademischen Lehrern auch den Herren Universitätsprofessoren Dr. F. EHRENDORFER, Dr. H. SPREITZER und Dr. K. WICHE (Wien), die mich auf mehreren, zum Teil ausgedehnten Exkursionen in den Ostalpen in die Welt des Hochgebirges mit ihren so vielfältigen Problemen einführten. Den Herren Professoren Dr. L. EMBERGER, Dr. H. GAUSEN, Dr. H. HARANT und Dr. P. MARRÉS sei dafür gedankt, daß sie in mir während eines einjährigen Studienaufenthaltes in Montpellier sowie in Toulouse das Interesse für die Vegetation des Mittelmeerraumes weckten und mir wertvolle Kenntnisse über dieselbe vermittelten.

Dem Direktor des Botanischen Institutes der Pharmazeutischen Fakultät zu Madrid, Herrn Professor Dr. S. RIVAS GODAY und seinen Mitarbeitern, den Herren Professoren Dr. J. BORJA CARBONELL, Dr. E. FERNANDEZ GALIANO, Dr. A. MONASTERIO FERNANDEZ und meinem Freunde Dr. S. RIVAS MARTINEZ, sowie Herrn Professor Dr. J. M. MUÑOZ MEDINA von der Universität Granada danke ich dafür, daß sie mir nicht nur in selbstloser Weise Arbeitsplätze in ihren Laboratorien und Herbarien zur Verfügung stellten, sondern mich auch auf zahlreichen Exkursionen mit der reichen Pflanzenwelt Spaniens vertraut machten.

Ohne die großzügige Unterstützung durch den Deutschen Akademischen Austauschdienst wären die beiden auf der Iberischen Halbinsel unternommenen Studienreisen nicht möglich gewesen. Während der Vorbereitung und der Niederschrift der Arbeit erhielt ich Unterstützung durch die Mainzer Akademie der Wissenschaften und der Literatur und die Fritz Thyssen-Stiftung. Den Leitern und Mitarbeitern dieser Institutionen möchte ich an dieser Stelle ebenfalls danken.

Aus der reichhaltigen Bibliothek des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens stellte mir Frau Dr. K. KÜMMEL in liebenswürdiger Weise wertvolle Literatur zur Verfügung. Ihr sowie Herrn Dr. E. PATZKE, Bonn, der mir beim Bestimmen der gesammelten Gramineen behilflich war, gilt ebenfalls mein aufrichtiger Dank.

SECRET

The following information was obtained from a confidential source who has provided reliable information in the past. It is being furnished to you for your information and is not to be disseminated outside your office.

It was reported that the above-named individual is currently residing at the address listed below. The individual is believed to be active in the activities mentioned above and is being monitored by the appropriate authorities.

The above information was obtained from a confidential source who has provided reliable information in the past. It is being furnished to you for your information and is not to be disseminated outside your office.

It was reported that the above-named individual is currently residing at the address listed below. The individual is believed to be active in the activities mentioned above and is being monitored by the appropriate authorities.

The above information was obtained from a confidential source who has provided reliable information in the past. It is being furnished to you for your information and is not to be disseminated outside your office.

Inhalt

Erster Teil: Einführung

	Seite
1. Problemstellung und Methode	11
2. Die iberische Gebirgsvegetation in der Literatur	13
3. Geographische Lage und geologischer Bau der bearbeiteten Gebirge	15
4. Das Klima des Untersuchungsgebietes	20
5. Die Böden	25
6. Die Wirkungen der Eiszeit	27
7. Floristischer Überblick	28

Zweiter Teil: Die Untersuchungsergebnisse

I. Das Kantabrische Gebirge	41
1. Die kristallinen Teile des Kantabrischen Gebirges	41
A) Die Waldstufe	41
a) Die Wälder der Nordflanke	41
b) Die Wälder der Südflanke	46
c) Die Wälder der inneren Täler	47
B) Die Zwergstrauchstufe	50
a) Die Zwergstrauchheiden der Nordhänge	50
b) Die Zwergstrauchheiden der Südhänge	52
C) Die gehölzfreie Höhenstufe	54
2. Die Kalkmassive des Kantabrischen Gebirges	56
A) Die Waldstufe	56
a) Die Wälder der Nordflanke	56
b) Die Wälder der Südflanke	60
c) Die Wälder der inneren Täler	63
B) Die Gebiete oberhalb der Waldgrenze	66
II. Das Kastilische Scheidegebirge	71
A) Die Waldstufe	71
a) Die mediterrane Fußstufe	71
b) Die Stufe der laubwerfenden Wälder	72
c) Die Waldkiefernstufe des zentralen Scheidegebirges	76
B) Die Zwergstrauchstufe	78
C) Die gehölzfreie Höhenstufe	84

	Seite
III. Die andalusischen Gebirge	87
1. Die Sierra Nevada im engeren Sinne	87
A) Die Waldstufe	87
a) Die mediterrane Fußstufe	87
b) Die Stufe der Filzeichenwälder	88
c) Der Höhenwald der Nordflanke	90
B) Die Zwergstrauchstufe	92
C) Die Stufe der „Mediterranen Gebirgssteppe“ i. S. SCHMIDS	96
D) Die gehölzfreie Höhenstufe	100
2. Die andalusischen Kalkmassive	101
A) Die Waldstufe	101
a) Die Wälder der Südflanken	101
b) Die Wälder der Nordflanken	104
B) Die Vegetation oberhalb der heutigen Waldgrenze	113
IV. Diskussion der Ergebnisse	116
<i>Zusammenfassung (deutsch, englisch, spanisch)</i>	<i>122</i>
<i>Literaturverzeichnis</i>	<i>128</i>
<i>Verzeichnis der Bilder</i>	<i>136</i>

Verzeichnis der Abbildungen

<i>Abb. 1:</i> Übersichtsskizze über das Untersuchungsgebiet	12
<i>Abb. 2:</i> Lageskizze der im Bereich der kantabrischen Hauptkulmination genannten Standorte	16
<i>Abb. 3:</i> Lageskizze der in der Sierra de Gredos genannten Standorte	17
<i>Abb. 4:</i> Lageskizze der im nördlichen Kastilischen Scheidegebirge genannten Standorte	18
<i>Abb. 5:</i> Lageskizze der in der Sierra Nevada genannten Standorte	20
<i>Abb. 6:</i> Vegetationsprofil durch die kristallinen Ketten des Kantabrischen Gebirges	42
<i>Abb. 7:</i> Vegetationsprofile durch die Kalkmassive des Kantabrischen Gebirges	57
<i>Abb. 8:</i> Verbreitungsmuster der Zwergstrauchheide in der Sierra de Gredos	79
<i>Abb. 9:</i> Verbreitungsmuster der Zwergstrauchheide auf der Loma de Puga (Sierra Nevada)	93
<i>Abb. 10:</i> Vegetationsprofile durch die andalusischen Kalkmassive	101
<i>Abb. 11:</i> Vegetationsstufen der Nordhänge andalusischer Gebirge (Profil Nr. 2)	105
<i>Abb. 12:</i> Vegetationsstufen der kristallinen Hochgebirge der Iberischen Halbinsel (Profil Nr. 1)	117

Erster Teil: Einführung

1. Problemstellung und Methode

Die Iberische Halbinsel stellt ein Gebiet stärkster klimatischer Kontraste dar. Den atlantischen Nord- und Westküsten stehen die ans Mittelmeer angrenzenden Ost- und Südküsten gegenüber. Dementsprechend verbindet eine etwa von La Coruña in Galicien nach Almería in SE-Andalusien gezogene Linie die Gebiete größter klimatischer Gegensätze miteinander.

Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, die Vegetation der von dieser Linie geschnittenen Gebirge der Halbinsel unter geographisch-ökologischen Gesichtspunkten zu untersuchen und ihre Anordnung in den drei Richtungen des Raumes zu beschreiben. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf der vergleichenden Betrachtung der natürlichen Pflanzenformationen. Ihre physiognomische Erscheinung, ihre floristische Zusammensetzung und ihre räumliche Differenzierung wurden innerhalb einer breiten, von Nordwesten nach Südosten die Halbinsel querenden Zone studiert. Besonderes Augenmerk wurde dabei den so wichtigen ökologischen Faktoren wie: Klima (Groß- und Lokalklima), Muttergestein, Boden, Exposition, dem Problem der Konkurrenz der Pflanzen untereinander und dem der Beeinflussung der Bestände durch den Menschen gewidmet.

Auf zwei längeren, mit dem Kraftwagen unternommenen Reisen besuchte ich in der Zeit von April bis September 1962 und von März bis Oktober 1963 die Gebirge meines Arbeitsgebietes, deren Lage und Benennung aus der beigefügten Übersichtsskizze hervorgehen (Abb. 1).

Nach der Erkundung günstiger, wenig vom Menschen beeinflusster und möglichst im Bereich der Hauptkulmination des jeweiligen Gebirges liegender Gebiete ließ ich mich für die Dauer der Geländebegehung in der nächsten Ortschaft nieder. Häufig zeltete ich auch im Untersuchungsgelände selbst.

Die Routen der nunmehr vorzunehmenden Fußwanderungen wurden mit Hilfe spanischer topographischer Karten im Maßstab 1:200 000 oder, soweit letztere bereits erschienen waren, 1:50 000 festgelegt. Nach Möglichkeit wurden Nord- und Südhang bzw. Nord- und Südkette eines Gebirgszuges dabei in gerader Linie begangen. Höhe und Exposition des jeweiligen Standortes wurden mit Hilfe eines barometrischen Höhenmessers und eines Marschkompasses bestimmt.

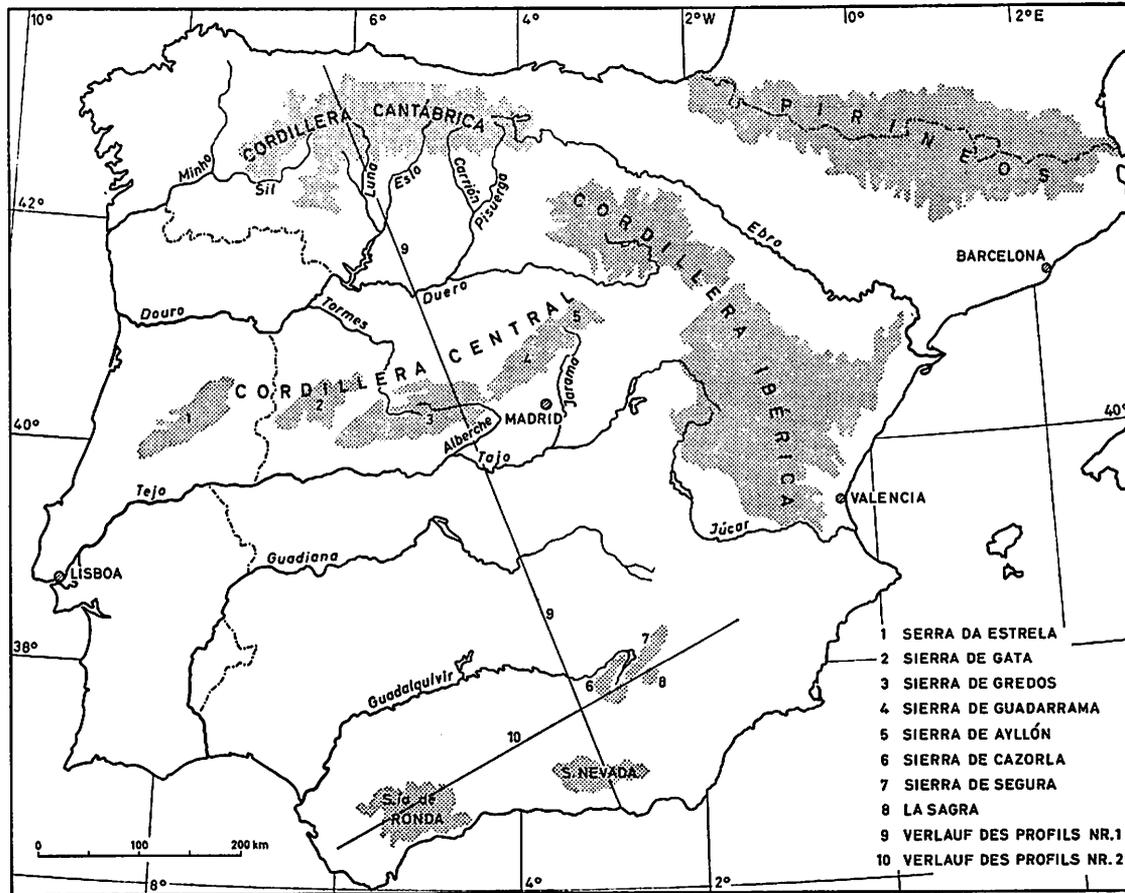


Abb. 1: Übersichtsskizze über das Untersuchungsgebiet
 (Profil Nr. 1 = Abb. 12 S. 117; Profil Nr. 2 = Abb. 11 S. 105)

Die Bestimmung unbekannter Pflanzen wurde entweder an Ort und Stelle mit Hilfe der im Literaturverzeichnis genannten Florenwerke vorgenommen, oder die Pflanzen wurden gesammelt und später anhand des reichen Vergleichsmaterials in den Herbarien von Madrid und Granada bestimmt.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit entschloß ich mich dazu, in den Artenlisten die Baum-, Strauch- und Krautschicht getrennt voneinander anzuordnen, wobei innerhalb der jeweiligen Schicht die Aufzählung der Arten in systematischer Reihenfolge erfolgt. Die quantitativen Verhältnisse sind den beigefügten Beschreibungen zu entnehmen. Wo von der geschilderten Form der Anordnung abgewichen wurde, ist dies besonders betont.

Charakteristische Gesellschaften fotografierte ich. Auf die der Arbeit beigefügten Bilder wird an den entsprechenden Stellen im Text verwiesen.

Schießlich wird, um die ökologische Gebundenheit der iberischen Gebirgsvegetation erkennbar werden zu lassen, ihre dreidimensionale Verteilung mit Hilfe einiger Vegetationsprofile veranschaulicht.

2. Die iberische Gebirgsvegetation in der Literatur

Bisher gibt es erst wenige vegetationskundliche Arbeiten, die speziell die Gebirgsvegetation der Iberischen Halbinsel betreffen. Relativ zahlreich dagegen liegen aus älterer und neuerer Zeit monographische Bearbeitungen von Einzelgebirgen Spaniens und Portugals aus der Hand zahlreicher europäischer Botaniker vor. So verdanken wir dem Schweizer BOISSIER ein prachtvolles, mit Abbildungen und Profildarstellungen ausgestattetes Werk über die Sierra Nevada (1839—45). HENRIQUES (1883) berichtete über die Serra da Estrela, WILLKOMM (1882) über die Gebirge des Königreiches Granada. In seinen „Grundzügen der Pflanzenverbreitung auf der Iberischen Halbinsel“ (1896) und dem dreibändigen „Prodromus Florae Hispanicae“ (1861 bis 1893), den er mit dem dänischen Botaniker LANGE zusammen herausgab, trug WILLKOMM entscheidend zur Kenntnis der Vegetation der Halbinsel bei.

Spanische Bearbeiter fanden die Gebirge Südwest-Andalusiens (CEBALLOS, BOLAÑOS u. VICIOSO 1930, 1933), die Sierra de Mágina (CUATRECASAS 1929), das Massiv von Gúdar und Jabalambre (RIVAS GODAY u. BORJA CARBONELL 1961) sowie das Kastilische Scheidegebirge (RIVAS MARTINEZ 1963) und Teile des Kantabrischen Gebirges (LOSA ESPAÑA 1951, 1954, 1956, LOSA ESPAÑA u. MONTSERRAT 1951, 1952, GUINEA 1953). FONT QUER (1954) fügt seinem Beitrag „La Vegetación“ in der „Geografía de España y Portugal“ von MANUEL DE TERAN ein 36 Seiten umfassendes Kapitel „La Montaña“ bei, welches zahlreiche Profildarstellungen und photographische Abbildungen ent-

hält. In meinen Profilen habe ich mich in der Wahl der Symbole für die einzelnen Baum- und Straucharten diesem weiter verbreiteten Werke angeschlossen.

Auch in unserem Jahrhundert sind zahlreiche Arbeiten über die Vegetation spanischer Gebirge von Nicht-Spaniern geschrieben worden. Wichtig sind hier die Exkursionsberichte von CHODAT (1909) und RIKLI (1948), die Untersuchungen GAUSSENS (1926, 1949 usw.) und des Ehepaares DUPONT (1953, 1956). Der Egländer HEYWOOD (1954, 1961/62 usw.) hat die interessante Sierra de Cazorla botanisch gewissermaßen „wiederentdeckt“, und QUEZEL (1953) schrieb eine wichtige Arbeit über die Sierra Nevada.

Wertvolle Beiträge zur spanischen Gebirgsvegetation finden sich auch im ersten Teil der „Ergebnisse der 10. Internationalen Pflanzegeographischen Exkursion (IPE) durch Spanien 1953“ (Bern 1956). Besondere Beachtung verdienen darin der Aufsatz von SCHMID über „Die Vegetationsgürtel der Iberisch-Berberischen Gebirge“ sowie der Beitrag von GAMS über „Die Tragacantha-Igelheiden der Gebirge um das Kaspische, Schwarze und Mittelländische Meer“. Im zweiten Teil dieses „Die Pflanzenwelt Spaniens“ genannten Exkursionsberichtes haben TÜXEN und OBERDORFER (1958) „Euro-sibirische Phanerogamen-Gesellschaften Spaniens“ anhand des reichen pflanzensoziologischen Materials beschrieben, das sie als Teilnehmer an der 10. IPE gesammelt haben. Unter den spanischen Botanikern arbeiten heute vor allem RIVAS GODAY und RIVAS MARTINEZ pflanzensoziologisch.

Obwohl die Flora der Halbinsel seit fast 100 Jahren recht gut bekannt ist, werden gerade in den spanischen Gebirgen immer wieder floristische Neufunde gemacht. Leider gibt es noch kein Pflanzenbestimmungsbuch für Spanien nach Art der „Quatre Flores de la France“ von FOURNIER oder des deutschen SCHMEIL-FITSCHEN. Die maßgebende Flora stellt noch heute der „Prodromus“ von WILLKOMM u. LANGE dar; daneben gibt es einige, leider vergriffene, spanische Bestimmungswerke von recht unterschiedlichem praktischem Wert.

Seit 1948 erscheinen jedoch, vom spanischen Ministerio de Agricultura herausgegeben, monographische Bearbeitungen wichtiger Genera und Familien, deren Bestimmung gerade dem nichtspanischen Botaniker große Anfangsschwierigkeiten zu bereiten pflegt. So liegen heute Arbeiten über die Gattungen *Erica*, *Quercus*, *Salix*, *Carex* und *Ulex*, die Genisteen und die für Iberien so charakteristischen Cistaceen vor. Wünschenswert erscheinen weitere Veröffentlichungen über die auf der Halbinsel so artenreichen Gattungen *Festuca*, *Armeria*, *Centaurea* und *Linaria*. Eine wichtige Quelle botanischer Kenntnisse über Spanien stellen schließlich die „Anales del Instituto A. J. Cavanilles“, auch „Anales del Jardín Botánico de Madrid“ ge-

nannten, jährlich ein- bis zweimal erscheinenden Bände dar. Hier finden sich regelmäßig Exkursionsberichte, Gebiets- und Gattungsmonographien, die für die Bestimmung vieler Arten sehr wertvoll sind.

3. Geographische Lage und geologischer Bau der bearbeiteten Gebirge

Drei große Gebirgssysteme werden von der NW-SE-Diagonalen geschnitten, nämlich im Norden das Kantabrische Gebirge (Cordillera Cantábrica), im Zentrum der Halbinsel das Kastilische Scheidegebirge (Cordillera Central) und in ihrem Südosten die Betische Cordillere (Cordillera Bética). Ihre Lage und Höhe, ihr geologischer Aufbau und ihr geomorphologischer Formenschatz bestimmen weitgehend den Charakter und die Verteilung der sie bedeckenden Vegetation. Sie seien daher zunächst kurz geschildert.

Das **Kantabrische Gebirge** erstreckt sich von den baskischen Provinzen bis ins südöstliche Galicien. Es schließt Altkastilien und León zum Kantabrischen Meer hin ab. Seine Hauptkette biegt im Bereich des Puerto de Leitariegos aus der ost-westlichen in die nordost-südwestliche Streichrichtung um, wobei es sich immer weiter vom Meere entfernt. Auf der Nord- und auf der Südseite sind der Hauptkette zahlreiche, in den Montañas de León 2188 m Höhe erreichende Gebirgszüge vorgelagert. Die Cordillera Cantábrica selbst kulminiert im Gebiet der Picos de Europa, einer im Torre de Cerredo 2648 m erreichenden, wildzerklüfteten Gebirgsgruppe. Südlich sind derselben in der Peña Prieta (2531 m) und der Peña de Curavacas (2520 m) einige kaum minder hohe Berge vorgelagert (Abb. 2). Nach W hin nimmt die Höhe des Gebirges ab, doch erreicht es in der Peña Ubiña südlich von Oviedo nochmals 2417 m.

LAUTENSACH (1964) bezeichnet nur die östliche Hälfte dieses Gebirgssystems als „Kantabrisches Gebirge“ und nennt dessen westlichen Teil „Asturisch-Leonesisches Gebirge“. Ich benutze hier den Namen „Kantabrisches Gebirge“ für das gesamte System in seiner oben geschilderten Ausdehnung.

Der geologische Bau des Kantabrischen Gebirges ist sehr kompliziert. Die Picos de Europa und die ihnen südlich benachbarten Hochgebirge bestehen aus karbonischen Gesteinen. Zwei Fazies derselben besitzen hier hervorragende Bedeutung:

- a) Die harten weißen Massenkalken, welche die eigentlichen Picos mit ihren über 2600 m hohen Kalktürmen, Großdolin, Schutthalden und Karrenfeldern aufbauen und aus denen auch Teile der knapp 2000 m Höhe erreichenden, ihnen südlich vorgelagerten Sierra de la Peña und die weiter westlich gelegene Peña Ubiña bestehen.



Abb. 2: Lageskizze der im Bereich der kantabrischen Hauptkulmination genannten Standorte. 1—3: Verlauf der Profile auf Abb. 7 (S. 57)

b) Grobe, quarzitische Konglomerate, die sogenannten „Curavacas-Konglomerate“, weil sie diesen Gipfel aufbauen, während die ihn umgebenden Berge außerdem aus Quarziten, Gneisen und Schiefen des Palaeozoikums bestehen.

Nach Westen hin schließen sich in mannigfachem Wechsel weitere palaeozoische Gesteine zunehmenden Alters an. Devon- und Silurschiefer, Dolo-

mite, kambrische Quarzite und schließlich, nahe der asturisch-galicischen Grenze, die Granite und Gneise des Galicischen Massivs, das nach Süden in die nordportugiesischen Granit- und Gneisgebirge übergeht und — nach scharfer Wendung nach Osten — Anschluß an das ebenfalls zur Hauptsache aus Graniten und Gneisen bestehende Kastilische Scheidegebirge findet.

Westlich der Ebroquelle beginnt die Zone der „Baskischen Depression“, deren ganz überwiegend der Kreideformation angehörende Gipfel 1500 m nur an wenigen Punkten überschreiten. Palaeozoische Gesteine erscheinen erst wieder bei San Sebastián; weiter im Osten bilden sie die Achsenzzone der Pyrenäen. Im Westen reichen Kreide- und Jurakalke in den der Hauptkette nördlich vorgelagerten asturischen Küstenketten bis Oviedo und Avilés.

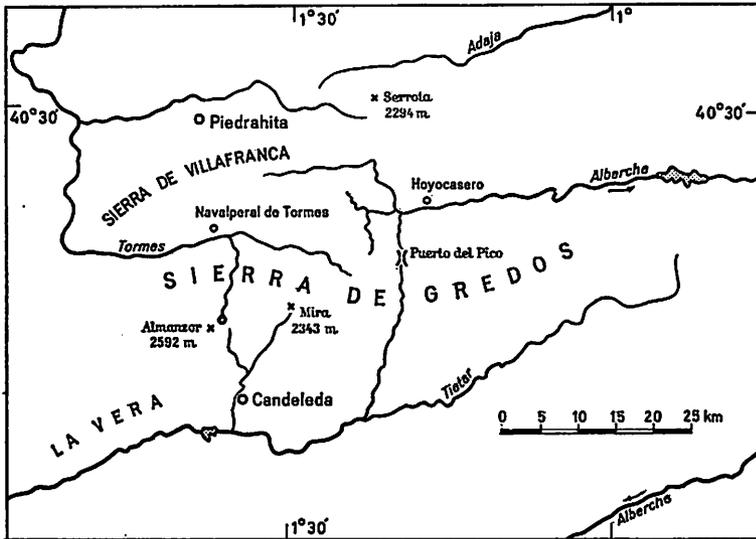


Abb. 3: Lageskizze der in der Sierra de Gredos genannten Standorte

Das Kastilische Scheidegebirge liegt im Zentrum der Halbinsel und trennt, wie der Name sagt, die beiden Kastilien voneinander. Mit der nahezu 2000 m hohen Serra da Estrela östlich Coimbra in Portugal beginnend, zieht es sich in WSW-ENE-Richtung bis in den SW der spanischen Provinz Soria hinein. Es besteht aus vier großen, durch Depressionen und Paßübergänge mehr oder weniger deutlich getrennten Teilen: der Serra da Estrela i. w. S. (1991 m), der Sierra de Gata mit der Sierra de Peña de Francia (1723 m), der Sierra de Gredos i. w. S. (2592 m, Abb. 3) und der Sierra de Guadarrama (2430 m). Letztere zeigt eine mehr südwest-nordöstliche Streichrichtung. In ihrem äußersten NE (Somosierra, Sierra de Ayllón)

tauchen die Gneise und Granite, aus denen das übrige Scheidegebirge aufgebaut ist, unter die Silurschiefer, die triassischen, jurassischen und kretazischen Schichten des östlichen Teiles der Halbinsel unter (Abb. 4).

Stellt die Cordillera Cantábrica ein Faltengebirge dar, so besteht das Kastilische Scheidegebirge als „Bruchschollengebirge“ aus zahlreichen Hochschollen, die durch mehr oder weniger tief abgesenkte Gräben voneinander getrennt sind. Langgestreckte, um 2000 m hoch gelegene Kämmе (Dachflächen) bestimmen das Bild dieses Gebirges. Dieselben werden nur an wenigen Punkten von noch höheren Aufragungen unterbrochen. Ein weite-

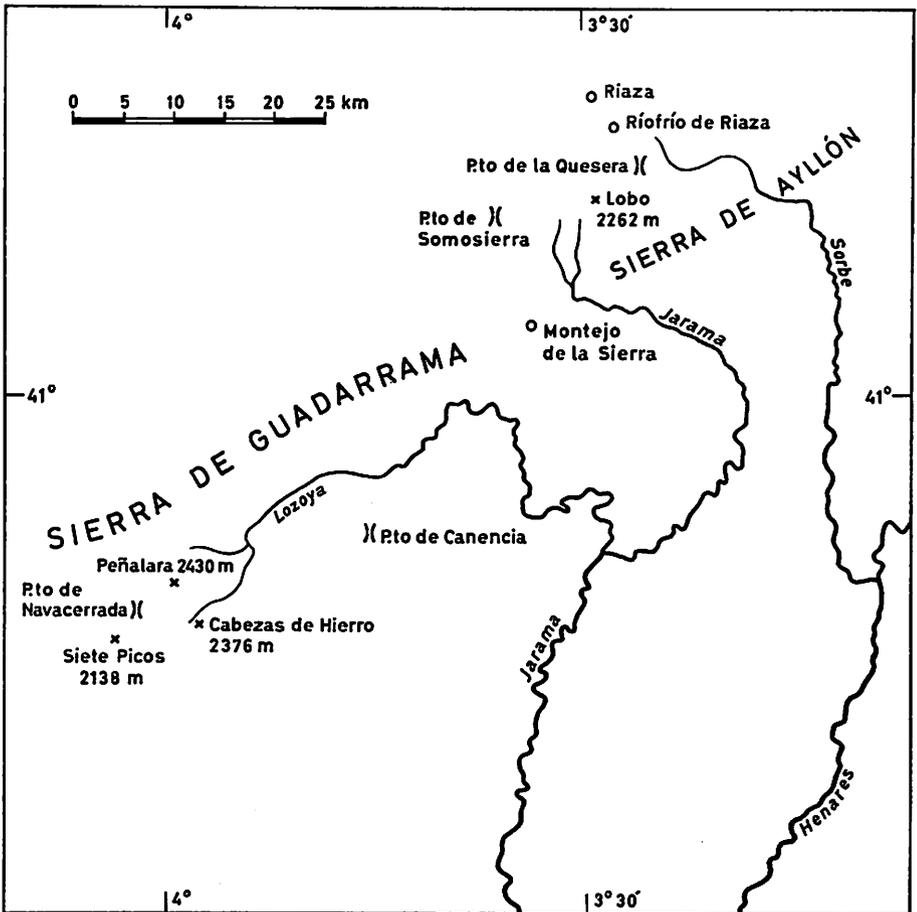


Abb. 4: Lageskizze der im nordöstlichen Kastilischen Scheidegebirge genannten Standorte

res wichtiges Bauelement sind die Längstäler, welche das Estrela-, Gredos- und Guadarrama-Gebirge in je eine Nord- und eine Südkette unterteilen. Nördlich und südlich sind dem Scheidegebirge mehr oder weniger deutlich entwickelte Pedimente — Felsebenen mit aufgesetzten Inselbergen — vorgelagert, die dann erst zur eigentlichen tertiären Beckenfüllung der beiden Mesetas überleiten (SCHWENZNER 1937).

Das südlich des Río Guadalquivir gelegene Hochgebirge Andalusiens, die *Betische Kordillere*, wird von den spanischen Geographen in die *Cordillera Penibética* und die nördlich davon gelegene, von ihr durch eine Flucht tertiärerfüllter Becken (die „*Depresión Penibética*“) getrennte *Cadena Subpenibética* unterteilt. LAUTENSACH (1964) nennt die beiden Ketten „*Betische Außenkordillere*“ und „*Betische Innenkordillere*“.

Zur *Cordillera Penibética* zählen Teile der *Serranía de Ronda* im äußersten Süden Andalusiens. Dieselbe erreicht im Gipfel „*Torrecilla*“ der *Sierra de la Nieve* oder *Sierra de Tolox* 1919 m Höhe (Bild 18). Jura- und Kreidekalke, basische Eruptivgesteine und Triassandstein bauen ihre Gebirgsstöcke auf.

Eine Zone aus Glimmerschiefern, Triassandsteinen und -kalken aufgebaut, bis 2000 m hoher Gebirge (*Sierra Tejada*, *Sierra de Almirajara*) leitet über zu der östlich des *Valle de Lecrín* anschließenden *Sierra Nevada* (Abb. 5). Ihre vorwiegend aus Glimmerschiefern bestehende Zentralzone ist ringsum von einem Mantel mesozoischer Gesteine umgeben, in dem triassische Kalke und Dolomite — ähnlich wie in den Alpen — eine große Rolle spielen. Besonders wichtig sind die ihr westlich und nordöstlich vorgelagerten Dolomit- und Kalkzonen des *Cerro de Trevenque* (Bild 20), *Cerro de Huenes*, der *Atalayones de Dílar* und des *Dornajo* einerseits und die *Sierra de Baza* andererseits.

Die weichen, abgerundeten Formen der schildförmig aufragenden *Sierra Nevada* bilden einen krassen Gegensatz zu den felsigen, zerrissenen Formen der Kalkmassive ihrer Umgebung. Lediglich auf der Nordflanke ihrer höchsten Gipfel (*Mulhacen*: 3478 m, *Picacho de Veleta*: 3430 m) hat die eiszeitliche Erosion gewaltige Kare geschaffen. Auch die Flüsse der Südflanke haben die zentrale Zone dieses Gebirges — wohl noch unterstützt durch die Wirkungen des Eises — in eine wilde Felslandschaft verwandelt. Im allgemeinen bestimmen jedoch die langgeschwungenen, schuttbedeckten „*Lomas*“ (= Joche, Bergschultern) das äußere Bild der *Sierra Nevada*.

Als „*Cadenas Subpenibéticas*“ werden die aus Jura- und Kreidekalken aufgebauten Gebirge bezeichnet, die sich als *Sierra de Mágina* (2167 m), *Sierra de Cazorla* (2036 m), *Sierra de Segura* (2107 m) usw. um die 2381 m hohe *Sagra Sierra* in Ostandalusien scharen. Es sind schroffe, felsige Kalkketten, die jedoch teilweise auch Plateaucharakter besitzen und polje-ähn-

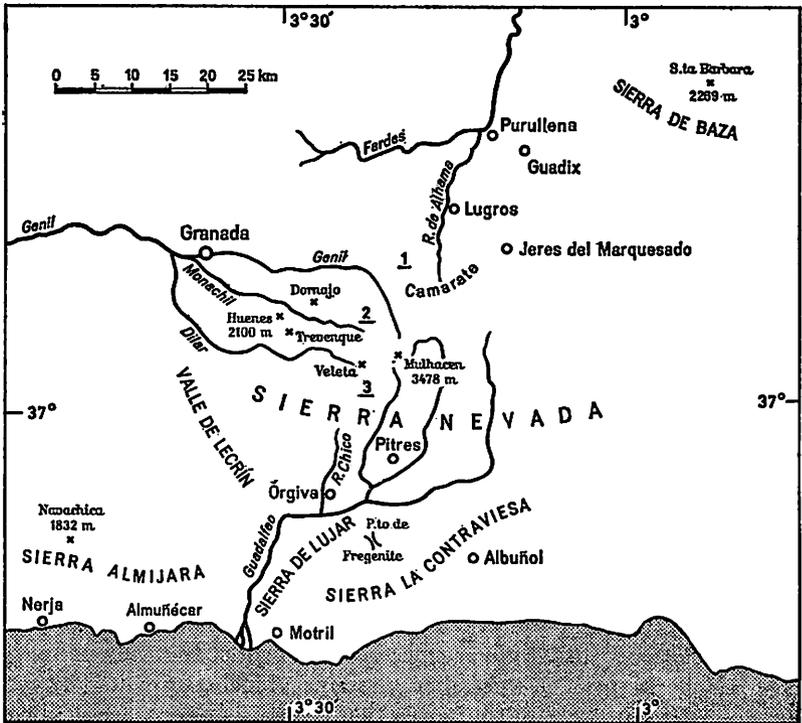


Abb. 5: Lageskizze der in der Sierra Nevada genannten Standorte.
 1: Umbría del Carmelo; 2: Albergue Universitario; 3: Loma de Puga

liche Verebnungen aufweisen. Die Sierras von Cazorla und Segura stellen, ähnlich wie die Montes Universales im Iberischen Gebirge, einen „hydrographischen Knoten“ dar: hier entspringen der Guadalquivir und der Segura.

4. Das Klima des Untersuchungsgebietes

Die Grundzüge des Klimas der Iberischen Halbinsel sind heute gut bekannt. In mehreren größeren Arbeiten hat LAUTENSACH (1951, 1955, 1960, 1964) in den letzten Jahren seine und seiner Mitarbeiter Ergebnisse publiziert und einige sehr instruktive Karten gezeichnet. Weitere klimatische Daten finden sich im spanischen Schrifttum sowie bei GAUSSEN (1952) und EMBERGER (um 1958). WALTER und LIETH (1960) haben, fußend auf den Arbeiten LAUTENSACHS und seiner Schüler, die wichtigsten Klimadiagramme der Halbinsel in ihren Klimadiagramm-Weltatlas aufgenommen.

Weit weniger gut als über die allgemeinen Klimazüge ist man jedoch über das Hochgebirgsklima auf der Halbinsel informiert. Die Ursache liegt im Fehlen ständig besetzter Gipfelstationen begründet. Nur auf der Serra da Estrela, in den Pyrenäen und — für eine kurze Periode — auf der Peña de Francia gibt bzw. gab es wirkliche Gipfelstationen. Außerdem sind vom spanischen Forstministerium längerdauernde Klimamessungen in den verschiedensten Gebirgen vorgenommen worden oder werden noch weitergeführt. Sonst ist man weitgehend auf Extrapolationen angewiesen.

Wenn auch das Klima der hier zu beschreibenden Hochgebirge charakteristische Unterschiede zu dem der sie umgebenden Flach- bzw. Tiefländer aufweist, so nimmt es doch jeweils teil am Großklima des betreffenden Raumes. Es scheint daher angebracht, kurz auf die Besonderheiten des peninsularen Klimas einzugehen und danach die Gebirgsklimate zu skizzieren.

a) Der Temperaturverlauf

LAUTENSACH (1964) betont, daß die Iberische Halbinsel wegen ihrer besonderen geographischen Lage einige typisch maritime Klimazüge aufweist. So ist z. B. praktisch überall der August und nicht der Juli der wärmste Monat. Dies hängt mit der gegenüber dem Festlande langsamer erfolgenden Erwärmung des Meerwassers zusammen. Die Temperaturen selbst nehmen erwartungsgemäß mit der Höhe und von Süden nach Norden ab. Dem Verhalten des Höhengradienten der Lufttemperatur haben LAUTENSACH und BÖGEL (1956) eine besondere Untersuchung gewidmet. Sie fanden auf der Halbinsel zwei verschiedene Formen des Höhengradienten der Temperatur (HT) vertreten; einmal den für die Cf-Klimate geltenden „Normaltyp“, bei dem HT im Sommer größer bzw. gleich $0,6^{\circ}\text{C}$ pro 100 m Höhenunterschied ist, im Winter dagegen kleiner als $0,5^{\circ}\text{C}$. Ihm gehören außer der Serra da Estrela und den Gebirgen der südlichen Peripherie der Halbinsel sämtliche Gebirge Iberiens an.

Im Cs-Klima dagegen ist HT im Sommer kleiner als $0,5^{\circ}\text{C}$ pro 100 m Höhenunterschied, im Winter aber größer. Für die Umrechnung gemessener Temperaturen auf verschiedene Höhen spielen diese Tatsachen eine große Rolle.

Sehr wichtig und für die Verbreitung der Vegetation vielfach entscheidend sind schließlich die Jahresamplituden der mittleren Monatstemperaturen. Dieselben schwanken nach LAUTENSACH (1960) zwischen $6,2^{\circ}\text{C}$ am Cabo de São Vicente in SW-Portugal und $22,4^{\circ}\text{C}$ bei Manzanares in der Mancha. Wie zu erwarten, nehmen die Jahresamplituden von der Peripherie zum Zentrum hin zu, um ihre höchsten Werte im östlichen Zentrum der Halbinsel zu erreichen. Auch am Südfuße der kantabrischen Gebirgsketten liegen

nochmals Gebiete mit großen Jahresamplituden des Temperaturverlaufs. RIKLI (1948) betont, daß auf den Mesetas absolute Jahresschwankungen von 60° C vorkommen.

Einzelne Pflanzenarten spiegeln diese Verhältnisse in ihrer Verbreitung sehr fein wider; so wird das geschlossene Vorkommen der drei Kiefernarten *Pinus silvestris*, *Pinus nigra* und *Pinus uncinata* in Spanien etwa von der Jahresamplitude der mittleren Monatstemperaturen von 18° C umschlossen. Auch der Baumwacholder *Juniperus thurifera* ist an eine hohe Jahresamplitude des Temperaturverlaufs gebunden.

Für den 3478 m hohen Gipfel des Mulhacen extrapoliert LAUTENSACH eine mittlere Januar­temperatur von $-13,7^{\circ}$ C. Auf der 1723 m hohen Peña de Francia wurden zwischen 1924 und 1927 $-4,8^{\circ}$ C als Januarmittel festgestellt. Für die 1440 m hoch gelegene Station des Puerto de Navacerrada in der Sierra de Guadarrama gibt ALBAREDA (1964) ein Januarmittel von $-0,8^{\circ}$ C für die Beobachtungsperiode von 1951 bis 1960 an.

Im Juni des Jahres 1962 beobachtete ich in der östlichen Sierra de Guadarrama erhebliche Spätfrostschäden an den frisch ausgetriebenen Filz­zei­chen. Unter Umständen beeinflussen auch solche „Regelfälle“ (BLÜTHGEN 1964), wie sie die Juni-Spätfröste darstellen, die Vegetationsverteilung in den Gebirgen.

Sehr großen Einfluß besitzt die Exposition der Hänge. Allgemein steigen vergleichbare Formationen an Südhängen stets höher empor als an Nordhängen. In Gebirgen mit flachsohligen Becken bedingt die im Winter besonders wirksame Temperaturinversion häufig eine entsprechende Inversion in der Vegetationsverteilung. So beobachtete ich in den Montes Universales (Provinz Teruel), daß *Pinus nigra* häufig die hochgelegenen Ränder solcher Becken besiedelt, während die Sohle derselben von *Pinus silvestris* eingenommen wird. Zu ähnlichen Inversionserscheinungen kommt es in den Montes de Toledo zwischen den beiden Eichenarten *Quercus faginea* und *Qu. ilex*.

b) Die Niederschläge

Die Niederschlagsverteilung weist auf der Iberischen Halbinsel die größten räumlichen Unterschiede auf. Fallen in weiten Gebieten Galiciens 1500 mm Niederschlag und mehr pro Jahr, so sind es im Südosten am Cabo de Gata nur noch 128 mm! Mit zunehmender Meereshöhe nimmt die Niederschlagshöhe zu. LAUTENSACH (1951) vermutet, daß im Gipfelbereich der Picos de Europa weit mehr als 3200 mm Niederschlag pro Jahr fallen. Für die Sierra de Gredos schätzt er etwa 2000 mm. In der weiter nordöstlich gelegenen Sierra de Guadarrama dürften 2000 mm nicht ganz erreicht werden. Dagegen ist die Serranía de Ronda in Südwestandalusien äußerst regen-

reich: hier fallen in der Sierra del Pinar bei Grazalema, die nur 1654 m hoch ist, jährlich 2432 mm Niederschlag! Für die Gipfelregion der Sierra Nevada werden rd. 2000 mm, für die der Sierra de Cazorla 1400 bis 1660 mm angenommen. Nach HEYWOOD (1961) werden hier stellenweise sogar 2000 mm erreicht.

Neben der absoluten Menge ist die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge für die Pflanzenwelt entscheidend. Auf der gesamten Iberischen Halbinsel ist der Sommer — also die Jahreszeit mit den höchsten Temperaturen — zugleich die niederschlagsärmste Jahreszeit. Sinkt die monatliche Regenmenge auf weniger als 30 mm, so spricht LAUTENSACH (1951) von einem Trockenmonat. Ohne Trockenmonate sind auf der Halbinsel nur die Nordhänge der Pyrenäen und des Kantabrischen Gebirges sowie ein Teil Nordgaliciens. LAUTENSACH bezeichnet diese Gebiete daher als „immerfeuchte Iberien“. Von den übrigen Gebirgen ist allein die Serra da Estrela ohne Trockenmonat. Alle übrigen Teile der Halbinsel besitzen Trockenmonate, deren Anzahl von Norden nach Süden und von der Peripherie zum Zentrum hin zunimmt.

Die Hauptmenge der Jahresniederschläge fällt an der Mittelmeerküste sowie westlich des 4. Meridians im Winter oder im Herbst und Winter. Im östlichen Zentrum dagegen verläuft eine breite Zone, in der die Niederschläge ihr Maximum im Frühjahr, Herbst und Frühjahr oder Winter und Frühjahr erreichen. Diese Frühjahrsregen verstärken zusammen mit den bereits erwähnten großen Jahresamplituden der mittleren Monatstemperaturen im östlichen Zentrum den kontinentalen Klimacharakter dieses Gebietes und bleiben nicht ohne Einfluß auf dessen Pflanzenkleid.

Einige der betrachteten Gebirge weisen eine starke Asymmetrie in der Niederschlagsverteilung auf. Besonders stark ist dieselbe im Kantabrischen Gebirge mit seinem immerfeuchten Nordhang und der sommertrockenen, kontinentalen Südflanke ausgeprägt. Entsprechend der Richtung der regenbringenden Winde ist in den andalusischen Gebirgen die Ost- bzw. Südostseite trockener als die Nordwestflanke.

Sehr wichtig für die Vegetationsverteilung in den Gebirgen ist auch das wolken- und niederschlagsärmere Klima gewisser Tallandschaften gegenüber den umliegenden Gipfeln. Im Norden der Halbinsel bieten die Depression des Bierzo und die Landschaft (LAUTENSACH: Gau) Liébana in den Picos de Europa solche Beispiele, LAUTENSACH (1951) vermutet, daß in der Liébana nicht mehr als 700—800 mm Niederschlag jährlich fallen, und das in unmittelbarer Nähe von Gipfeln, die mehr als 3000 mm erhalten! Für das Bierzo gibt er 633 mm, für das mittlere und obere Genil-Tal in der Sierra Nevada 447 mm Niederschlag an. Er führt die Trockenheit dieser Becken darauf zurück, daß sich bei „Luftmassen- und Frontenwetter“ über ihnen

absteigende Strömungen entwickeln. Tatsächlich konnte ich an einem regnerischen, windigen Tage im August 1963 beobachten, wie sich die vom Atlantik herankommenden Wolken über dem Deva-Tale auflösten, wobei sie die typische Linsenform annahmen. Die durchaus mediterrane Vegetation des Devatales und des Bierzo erfährt hierdurch ihre Erklärung.

Umgekehrt scheinen gewisse Gebirgsabschnitte besonders reich an sommerlichen Gewittern zu sein, die ebenfalls — falls sie regelmäßig auftreten — einen sehr markanten Einfluß auf die Vegetation besitzen können. Besonders schwere Gewitter beobachtete ich in der Sierra de Ayllón (Juli 1963) und der östlichen Sierra Nevada (Juli/August 1963). Hier fiel am 28. Juli 1963 sogar Neuschnee auf einem über 3000 m hohen Gipfel. In der Woche vom 26. bis zum 31. Juli 1963 regnete es in der Umgebung des „Albergue Universitario“ bei 2500 m in der Sierra Nevada an vier von sechs Tagen, und zwar meist um die Mittagszeit mit deutlich gewittrigem Charakter. Möglicherweise verdanken die zahlreichen nordischen Florenelemente der Sierra de Ayllón und der nordöstlichen Sierra Nevada den häufigen Sommergewittern ihre Erhaltung.

Für die übrigen Gebirge der Halbinsel gilt, daß gerade dann, wenn die Vegetation auf Grund der hohen Temperaturen hohe Niederschläge benötigt, dieselben besonders gering sind. Einen gewissen Ausgleich vermag allerdings im Gebirge im Frühsommer das Schmelzwasser zu bringen, in dessen Bereich dann auch die — häufig durch künstliche Hangkanäle bewässerten — Nardus-Weiden liegen. Den Kalkgebirgen sowie den früh ausapernden Südhängen fehlt diese zusätzliche Wasserquelle: hier macht sich daher die Sommerdürre in vollem Umfange bemerkbar.

In allen höheren Gebirgen der Iberischen Halbinsel fallen im Winter beträchtliche Schneemengen. Im Kantabrischen Gebirge und in der Sierra Nevada, auch in den höchsten Teilen des Kastilischen Scheidegebirges, hält sich der Schnee auf Schatthängen, in Karen und Dolinen bis weit in den Sommer hinein. Einzelne Schneeflecken übersommern regelmäßig (LAUTENSACH 1964). Im Corral de Veleta (Sierra Nevada) liegt sogar Firneis, das sich jedoch nicht mehr bewegt, den Namen „Gletscher“ also nicht verdient.

Wie auch in anderen europäischen Hochgebirgen kommt dem Schnee auch hier vor allem in der Stufe der immergrünen Zwergsträucher eine wichtige Rolle als Frostschutz zu. Die einzelnen Arten passen sich in ihrer Verteilung auf nur leicht reliefierten Hängen dabei sehr fein an die unterschiedlichen Schneehöhen im Luv bzw. Lee an, wie ich dies in der Sierra Nevada beobachten konnte.

Über die Windverhältnisse in den spanischen Gebirgen sind die Angaben spärlich. — Die Kronen der Buchen an der Waldgrenze in der Sierra de Ayllón sind nach Süden ausgezogen (Bild 8), was auf vorherrschend nörd-

liche Winde schließen läßt — allerdings werden Südwinde hier durch den Berg abgeschirmt. Die Kiefern an der Waldgrenze der Sierra de Guadarrama (Nevera-Kar) zeigen dagegen Fahnenformen mit nach Südosten weisenden Zweigen. Auch die recht frei stehenden Schwarzkiefern in der Gipfelzone des Cabañas-Berges (2036 m) in der Sierra de Cazorla sind nach Nordwesten hin kahl (Bild 21). Hier überwiegen also ebenfalls Nordwest-Winde.

Besonders große Windstärken weist das Kantabrische Gebirge auf, dessen Nord- und Nordwestflanke mit voller Wucht von den vom Atlantik herkommenden Winden getroffen werden. Dies mag auch die Ursache für die niedrige Lage der Baumgrenze in diesem Gebirge sein (HERMES 1955).

5. Die Böden

Wie der geologische Bau und das Klima, so sind auch die von beiden abhängigen Bodenbildungen auf der Iberischen Halbinsel von großer Vielfalt. Neuere Literatur über dieselben findet sich bei ALBAREDA (1954, 1964) und KUBIENA (1953, 1956), dem wir neben seinem Werk „Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas“ (1953), welches zahlreiche spanische Beispiele aufführt, auch eine Bodenkarte dieses Landes verdanken (1956). — Hier sei nur eine kurze Schilderung der wichtigsten Bodenbildungen der Gebirge gegeben:

a) Böden auf Silikatgesteinen

In der Waldstufe kommt es — vor allem in den Stieleichen-, Buchen- und Filzeichenwäldern des Nordens und des Zentrums der Halbinsel — zur Bildung mitteleuropäischer Braunerde. An diese Zone schließt sich nach unten bzw. nach Süden hin die „meridionale Braunerde“ an, die optimal unter Steineichenwäldern auf Silikatgesteinen ausgebildet ist. Sie ist heller, lockerer und flachgründiger als die mitteleuropäische Braunerde. Ein weiterer Braunerdetypus ist oberhalb der Waldgrenze im Kastilischen Scheidegebirge und nach KUBIENA (1953) auch in der Sierra Nevada unter alpinen Rasen verbreitet: die „alpine Rasenbraunerde“.

Im allgemeinen herrschen jedoch oberhalb der Waldstufe in Iberien auch auf Silikatgesteinen AC-Böden vor, sogenannte „Ranker“. Dieselben werden von KUBIENA mannigfach unterteilt: so kommt im Kastilischen Scheidegebirge als Übergangsform zur mitteleuropäischen Braunerde der „Tangelranker“ vor, eine Rankerform, die sich durch eine recht mächtige, dunkle Humusschicht auszeichnet. Im allgemeinen liegt sein Verbreitungsgebiet zwischen 1800 und 2000 m im Bereich der Zwergstrauchheiden. Ihm ähnlich und

ebenfalls von alpinen Zwergsträuchern besiedelt ist der im Scheidegebirge und der Sierra Nevada häufige „alpine mullartige Ranker“ oder der „alpine Humussilikatboden“. Noch höher liegt das Verbreitungsgebiet des „Eilagrangers“, eines wenig mächtigen Bodentyps, der durch einen besonders hohen Wurzelanteil gekennzeichnet ist. Der „dystrophe Ranker“ bildet sich bevorzugt auf Blockmeeren saurer Gesteine im Verbreitungsgebiet podsoliger Böden und trägt sehr moosreiche Zwergstrauchgesellschaften. Auch aus den Kiefernwäldern des Guadarrama-Gebirges beschreibt KUBIENA mächtige dystrophe Ranker.

ALBAREDA (1964) erklärt das auffallend häufige Vorkommen von Rankern im Nordwest-Quadranten der Iberischen Halbinsel mit den dort herrschenden klimatischen Bedingungen: Unter entsprechenden Vegetationsformationen sammeln sich hiernach relativ schnell bedeutende Humusmengen an, die dem Muttergestein direkt aufliegen. Solche Formationen sind ursprünglich wohl ginsterreiche Eichenwälder, heute vor allem Kiefern- und Kastanienforsten sowie Genisteen- und Ericaceen-Zwergstrauchheiden.

Die Niederschläge fallen vorwiegend in der kühlen Jahreszeit, deren niedrige Temperaturen einer intensiven chemischen Verwitterung des Gesteins weniger förderlich sind. Außerdem hält die Humusdecke, je mächtiger sie wird, immer mehr Niederschlagswasser fest bzw. verdunstet dasselbe im Sommer, so daß es an der Grenzfläche zwischen dem A- und dem C-Horizont auch an der für die chemische Verwitterung notwendigen Feuchtigkeit mangelt. Eine normale Braunerde-Verwitterung kann nach ALBAREDA unter diesen Umständen nicht eintreten.

Im immerfeuchten Klima des Nordens der Halbinsel unterliegen die A-Horizonte sowohl der Braunerden wie auch der Ranker starker Auswaschung. Es bilden sich in beiden Bleichhorizonte. Im Falle der Braunerde führt dies zur Bildung „podsoliger“ bzw. „podsolierter“ Braunerden, aus dem Ranker entsteht ein „Podsolranker“. Letzterer trägt gewöhnlich Ericaceenheiden (KUBIENA 1953). Echte Podsole sind auf der Iberischen Halbinsel dagegen selten. KUBIENA beschreibt den „asturischen Eisenhumuspodsol“ von karbonischen Sandsteinen und Konglomeraten Asturiens, der ebenfalls Ericaceenheiden trägt.

Wo oberhalb der alpinen Zwergstrauchzone die Pflanzendecke immer schütterer wird, überwiegt bald die mechanische über die chemische Verwitterung und es bilden sich Rohböden, denen ein ausgeprägter Humushorizont fehlt. Sehr weite Verbreitung hat in der Sierra Nevada der sogenannte „alpine Hamada-Rohboden“ (KUBIENA 1953), der seine Entstehung einmal den gut spaltenden Schiefeln dieses Gebirges, zum andern aber der geringen Vegetationsentwicklung in Höhen oberhalb 2800 m verdankt (Bild 16). Den nach der Schneeschmelze schnell austrocknenden Feinboden führt der Wind

fort und so bleibt ein Steinpflaster zurück, welches nur hier und da von kleinen Vegetationsinseln unterbrochen wird.

Die besonders auf den Nordflanken aller hier beschriebenen Gebirge ausgebildeten Grobblockhalden sind im allgemeinen reich an Sickerwasser, so daß die auf ihnen entwickelte Vegetation im Gegensatz zu der der Hamada-Rohböden ohne besondere Anpassungen an die sommerliche Trockenheit auskommt.

b) Böden auf Kalkgestein

In den Kalkgebirgen Iberiens kann es unter dem Einfluß des ozeanischen Klimas im Norden ebenfalls zur Bildung brauner Waldböden kommen, die dann auch einer gewissen Lessivierung unterliegen können. Häufiger sind dagegen Terra fusca-Bildungen sowie AC-Böden auf Kalk, die Rendsinen. Ähnlich wie bei den Rankern unterscheidet KUBIENA (1953) auch hier zahlreiche Typen, von denen nach meinen Beobachtungen vor allem die „mullartige Rendsina“ in den Kalkgebirgen Andalusiens unter Pinsapotannen- und Schwarzkiefernwäldern häufig ist. Mehr noch als in den Schiefer- und Granitgebirgen herrschen in den Kalkgebirgen Skelett- und Rohböden vor, die eine reich entwickelte Fels- und Schuttvegetation beherbergen.

6. Die Wirkungen der Eiszeit

In zahlreichen Gebirgen der Iberischen Halbinsel finden sich mehr oder weniger deutliche Spuren der quartären Vereisung. Kare mit steilen Rückwänden, Seen (Bild 1) und Moränenkränzen sowie Rundhöckerfluren sind neben trogförmig umgestalteten Tälern vom Kantabrischen Gebirge über das Kastilische Scheidegebirge bis in die Sierra Nevada hinein verbreitet. In allen genannten Gebirgen sind — bevorzugt auf den Nordflanken — große Blockmeere ausgebildet. An rezenten periglazialen Bildungen finden sich oberhalb der Waldgrenze Rasengirlanden (Bild 2), senkrecht gestellte Schuttplatten und andere Solifluktionserscheinungen (s. FRÄNZLE 1959).

In den Kalkgebirgen besitzen die eiszeitlichen Spuren gewöhnlich ein anderes Aussehen. So sind die Picos de Europa — vermutlich durch vom Firneise überformte dolinenartige Hohlformen — in eine regelrechte Kraterlandschaft aufgelöst worden. Tiefe, mehrere 100 m weite Trichter mit randlichen Eisabflüssen, die als Rundhöckerfluren in Erscheinung treten, sind von Kränzen zackiger, oft mehr als 2500 m hoher, nackter Kalkzinnen umrahmt. Bei den hohen Niederschlägen spielt hier die rezente Karrenbildung eine große Rolle. Auch in den andalusischen Kalkgebirgen sind Dolinen und Karren häufig.

Für die Vegetation der spanischen Hochgebirge haben die Eiszeiten eine Fülle wichtiger Standorte geschaffen: Fels, Schutthalden und verlandende Seen beherbergen meist sehr charakteristische Gesellschaften. Außerdem haben sie einer großen Anzahl nordischer Pflanzenarten die Wanderung bis nach Andalusien, ja bis nach Nordafrika ermöglicht. Noch heute halten sich viele dieser Arten und Gesellschaften an Standorten, die erst vom Eise geschaffen wurden.

Als weitere wichtige Folge des Eiszeitalters ist die damalige Absenkung der Schneegrenze zu nennen. OBERMAIER (1921) hat eine Zusammenfassung der wahrscheinlichen eiszeitlichen Depression der Schneegrenze in den Gebirgen der Iberischen Halbinsel gegeben. Diese lag demnach in folgenden Höhen:

Picos de Europa	1400 — 1500 m
Serra da Estrela	1300 — 1400 m
Sierra de Gredos	1800 — 1900 m
Sierra de Guadarrama	2050 — 2100 m
Sierra Nevada: N-Flanke	2400 — 2500 m
S-Flanke	2600 — 2700 m.

Zum Vergleich

Sierra de Urbi6n (Iberisches Geb.)	1850 m
Ari Ajasch (Hoher Atlas): N-Flanke	3280 m
S-Flanke	3900 m.

FRÄNZLE (1959) gibt die Lage der würmeiszeitlichen klimatischen Schneegrenze im östlichen Kastilischen Scheidegebirge mit 1950 m für die Nordkette, 2000 m für die Südkette und etwa 1900 m für die Somosierra an.

TROLL (1955) hat neben der oberen Baum- und Waldgrenze sowie der Grenze der solifluidalen Bodenabtragung vor allem die eiszeitliche Schneegrenze als untere Begrenzung der Hochgebirgstufe bezeichnet.

7. Floristischer Überblick

Die Vegetationsformationen der Gebirge der Iberischen Halbinsel unterscheiden sich floristisch nicht unbeträchtlich von denen Mitteleuropas. Bereits in den Pyrenäen tauchen Gattungen und Arten auf, die den Alpen, aber auch den höheren französischen Mittelgebirgen fehlen. Je weiter man zum Zentrum und zur südlichen Peripherie der Halbinsel fortschreitet, desto zahlreicher werden die dem Mitteleuropäer zunächst unbekannt, mediterran oder auch endemischen Arten. Die Vertreter der mittel- bzw. nord-europäischen Flora ziehen sich dabei, dem von WALTER (1962) formulierten

„Gesetz der relativen Standortkonstanz“ folgend, auf ihnen zusagende Wuchsorte zurück. Hierin liegt vor allem die Ursache für das Höherrücken gleicher bzw. vergleichbarer Formationen in den Gebirgen Iberiens von Norden nach Süden.

WILLKOMM (1896) hat für die gesamte Halbinsel die Verbreitung wichtiger Pflanzen-Familien, -Gattungen und -Arten geschildert und ihre Polar- bzw. Äquatorialgrenzen auf einer Karte dargestellt. FONT QUER (1954) fügt seiner Schilderung der Vegetation Iberiens zahlreiche Verbreitungskarten bei, so u. a. für die Buche, die Waldkiefer und einige ihrer Begleitarten. Für die Gattung *Erica* bringen BENITO CEBRIAN (1948), für die Cistaceen BOLANOS u. GUINEA (1949, 1954) gute Verbreitungskarten. VICIOSO schließlich fügt in seinen Monographien der Salicaceen (1951), der Genisteen (1953, 1955), der Gattungen *Quercus* (1950), *Carex* (1959) und *Ulex* (1962) jeder Art eine Liste ihrer spanischen Fundorte bei, aus der sich ihre Verbreitung ersehen läßt. LÜDI hat 1956 für die anlässlich der 10. IPE in Spanien besuchten Gebirge untersucht, wie der Anteil nordisch-alpiner Pflanzen an der Vegetation derselben von Norden nach Süden abnimmt.

Hier seien — anhand eigener Beobachtungen und der vorstehend zitierten Literatur — die in der Arbeit am häufigsten genannten Gattungen, ihre Areale und ihre Vertreter in den von mir besuchten Gebirgen der Halbinsel kurz geschildert.

Gymnospermen

Die für Iberien wohl wichtigste Gattung ist *Pinus L.* Außer den thermophilen Arten *Pinus halepensis Mill.* und *Pinus pinea L.*, die gewöhnlich auf die Fußstufe der Gebirge des südlichen Teiles der Halbinsel beschränkt bleiben, sind alle übrigen in Spanien heimischen Kiefern Bäume der montanen und der subalpinen Stufe. Eine Ausnahme hiervon stellt lediglich die *Subsp. atlantica H. del Villar* der Sternkiefer, *Pinus pinaster Aiton* dar, die an der Atlantikküste von Portugal bis zur Loire-Mündung forstlich angebaut wird.

Die Waldkiefer, *Pinus silvestris L.*, ist in den Pyrenäen, im Iberischen Gebirge und im Kastilischen Scheidegebirge weit verbreitet. Sie besitzt außerdem einige Reliktstandorte im Westen (Serra do Gerez, s. RIVAS GODAY 1950) sowie im Süden der Halbinsel (Sierra Nevada i. w. S.). Heute wird die Waldkiefer in großem Umfange zur künstlichen Wiederbewaldung der Gebirge der gesamten Halbinsel verwandt und gelangt dadurch an Standorte, die sie — zumindest in historischer Zeit — auf natürliche Weise nicht besiedeln konnte (s. auch HOPFNER 1950, KLEINPENNIG 1962, LAUTENSACH 1964 und RIVAS GODAY u. MADUEÑO BOX 1946).

FONT QUER (1954) betont, daß *Pinus silvestris* ökologisch am ehesten mit der Buche vergleichbar sei. Wie diese, ist auch die Waldkiefer bodenvag. Dennoch überschreitet sie das iberische Areal der Buche sowohl nach Westen wie nach Süden hin erheblich. Dies dürfte einmal auf ihren geringen edaphischen Ansprüchen, zum andern auf ihrer Trockenresistenz beruhen.

Pinus uncinata Miller, die Hakenkiefer, besitzt in der Sierra de Gúdar (Iberisches Gebirge) ein kleines Reliktareal südlich des Ebro. Sonst ist dieser Baum, der auch als Rasse von *Pinus montana* Miller aufgefaßt wird (FOURNIER 1946), auf die subalpine Stufe der östlichen und zentralen Pyrenäen beschränkt. Im Westen erreicht er nach LEFEBVRE (1933) den 1478 m hohen Pic des Escaliers. Die Hakenkiefer darf nach GAUSSEN (1926) als höchststeigender Baum der Iberischen Halbinsel überhaupt gelten, erreicht doch ein Exemplar bei Encantats auf einem Südhang 2700 m!

Die formenreiche, zirkummediterran verbreitete Schwarzkiefer, *Pinus nigra* Arnold, ist in den Gebirgen des östlichen Spanien in der *Subsp. salzmannii* (Dunal) Franco verbreitet. Die Schwarzkiefer ist ausgesprochen xerophil; eine mehrmonatige sommerliche Trockenzeit erträgt sie leicht. Im allgemeinen bevorzugt sie Standorte auf Kalk- oder Dolomitgestein (DEBAZAC 1963). Von den Ostpyrenäen an ist sie über das südöstliche Iberische Gebirge und die Gebirge Südost-Andalusiens verbreitet. Hier bildet nach meinen Beobachtungen eine Linie, die von Linares über Jaén und Granada nach Motril verläuft, ihre Grenze nach Südwesten.

Pinus pinaster Aiton *Subsp. pinaster*, syn. *Pinus mesogeensis* Fieschi et Gausson, ist die im südöstlichen Spanien lebende Form der bereits erwähnten Sternkiefer. Sie bildet in mittleren Höhenlagen in der Sierra de Almijara (LAZA PALACIOS 1945) ausgedehnte Waldungen. Ich fand sie im Dolomitgebiet des Cerro de Huenes, doch dürfte sie hier, ähnlich wie in der Sierra de Cazorla (HEYWOOD 1961/62) zum Teil künstlich gepflanzt worden sein. Bemerkenswert ist an dieser Rasse der Sternkiefer, daß sie in Andalusien auf Kalk- und Dolomitgestein vorkommt, während die ausgedehnten Sternkiefernwaldungen Korsikas — ähnlich wie die West-Iberiens — auf Granit bzw. seinen Verwitterungsprodukten wachsen. Im Gegensatz zur Waldkiefer bevorzugt die Sternkiefer in Iberien die peripher gelegenen Gebirge. Ihre natürlichen Vorkommen dürften durchweg in der Nähe der Küsten liegen, worauf auch der häufig für diese Art verwendete Name „Meerstrandkiefer“ hinweist.

Mit sechs Arten ist die Gattung *Juniperus* L. auf der Iberischen Halbinsel vertreten. Ihnen kommt jedoch nur geringe forstliche Bedeutung zu. Solche besitzt noch am ehesten *Juniperus thurifera* L., ein Baumwacholder, der 20 m hoch werden kann. Er ist in Spanien streng an Kalkgestein gebunden und kommt nur dort vor, wo neben mehrmonatiger Sommertrockenheit häufige

und starke Winterfröste auftreten. Dies ist im nordöstlichen Zentrum, in den spanischen Provinzen Soria, Guadalajara und Teruel der Fall, wo sich die ausgedehntesten „Sabinares“, d. i. Baumwacholder-Waldungen befinden. Auch am Südfuße des Kantabrischen Gebirges bildet *Juniperus thurifera* einige kleinere Bestände.

Baumförmigen Wuchs zeigen auch die beiden mediterranen Wacholderarten *Juniperus oxycedrus* L. und *Juniperus phoenicea* L. Beide können 6 bis 8 m hoch werden, kommen jedoch meist in Strauchform vor. Sie bilden keine Reinbestände, sondern treten als Begleiter von Eichen- und Kiefernwäldern auf. So setzt der schuppenblättrige Phoenizische Wacholder neben *Pinus halepensis* Mill. die Dünenwälder der spanischen Levanteküste und der Balearen zusammen (Oriol de BOLOS u. MOLINIER 1958). In Kalkgebirgen Südspaniens und Nordafrikas bevorzugt er als Begleiter der Steineiche (*Quercus ilex*) südexponierte, trockene, felsige Hänge (s. auch RAUH 1952). Der nadelblättrige *Juniperus oxycedrus* kommt als Baum in den *Quercus ilex*- und *Quercus pyrenaica*-Wäldern des Kastilischen Scheidegebirges, besonders auf dessen Südseite, nicht selten vor.

Reine Gipfelpflanzen sind *Juniperus communis* L. *Subsp. nana* Syme syn. *Juniperus nana* Willd. und *Juniperus sabina* L., dessen niedrige spanische Form von den dortigen Botanikern als *Subsp. humilis* (Endl.) Hook beschrieben wird. Beide Arten sind bodenvag, doch bevorzugt der wärme- und trockenheitsliebende *Juniperus sabina* — vor allem im Norden der Halbinsel — Kalkgestein. Diese Zwergwacholder dürften ursprünglich als Unterholz mediterran-montaner und subalpiner Wälder vorgekommen sein, wobei sie eine besonders enge Bindung an die verschiedenen Kiefernarten erkennen lassen. Allen Gebirgskiefernwäldern Spaniens, also vor allem den von *Pinus silvestris*, *P. uncinata* und *P. nigra* gebildeten, ist ein mehr oder weniger dichter Zwergwacholder-Unterswuchs eigen. Darüber hinaus treten *Juniperus nana* und *J. sabina* aber auch in die Zwergstrauchheiden oberhalb der heutigen Grenze der Bergwälder ein. Während *Juniperus nana* allen Zwergstrauchheide-Typen beigemischt ist, erreicht *Juniperus sabina* vor allem in den *Arctostaphylos*-Heiden und Xero-Acantheten gewisser Kalkgebirge, vor allem des Südens, größere Bedeutung. Dagegen fehlt er den ozeanisch getönten Ericaceen- und Genisteenheiden der Granit- und Schiefergebirge Nordwest-Iberiens.

Eine weitere Cupressacee, das Sandarakholz, *Callitris quadrivalvis* Vent. syn. *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters, berührt die Iberische Halbinsel nur im äußersten Südosten. Hier bildet der 15 m Höhe erreichende Baum noch lockere, heute stark verwüstete Bestände, gemischt mit *Pinus halepensis* Mill., welche 250 m Meereshöhe nicht überschreiten. Die eigentliche Heimat des Sandarakbaumes ist Nordwest-Afrika, wo er nach EMBERGER (1938,

1939) und RAUH (1952) noch heute große Bestände bildet. REGUAL u. ESTEVE (1952) betonen, daß *Callitris* in Spanien nur auf Kalkgestein wächst und daß der Baum zu seinem Gedeihen milde, frostfreie Winter braucht. Nach Nordwesten hin wird er demnach durch die zunehmende Frosthäufigkeit begrenzt. Auch in Nordafrika reicht er nicht weit nach Osten, während er in dem dem Atlantik zugekehrten Teil Marokkos weitverbreitet ist.

Bezüglich ihrer Ökologie unterscheiden sich auch die *Abies*-Arten Spaniens sowie die Eibe von den helio- und xerophilen Kiefern und Wacholdern.

Abies alba Miller kommt auf beiden Flanken der Pyrenäen, häufig gemeinsam mit der Buche, vor, doch zeigt sie sich nach meinen eigenen Beobachtungen bereits in der diesem Gebirge vorgelagerten Sierrenzone auf die höchsten Lagen der Nordhänge beschränkt, z. B. in der Sierra de la Peña bei Jaca in Aragonien. Im Kantabrischen Gebirge und südlich des Ebro fehlt *Abies alba*.

Die Andalusische Tanne, *Abies pinsapo* Boiss., wächst ausschließlich auf Nordhängen einiger Massive der regenreichen Serranía de Ronda. Nach LAUTENSACH (1964) weist die Sierra de Grazalema, einer der Pinsapo-Standorte, 2432 mm Jahresniederschlag auf. Der gegenüber *Abies alba* weitaus xeromorphere Bau der Nadeln von *Abies pinsapo* zeigt jedoch, daß diese Art bereits eine mehrere Monate andauernde sommerliche Trockenheit zu überstehen hat. Nach RIVAS GODAY (1953a) stellt *Abies pinsapo* die am stärksten xeromorphisierte Form einer Reihe westmediterraner Tannenarten dar, die — von Italien ausgehend — über *Abies nebrodensis* (Lojac) Mattei auf Sizilien, *Abies numidica* De Lannoy, *Abies tazaotana* Côzar und *Abies pinsapo* Boiss. Subsp. *marocana* Emb. et Maire in Algerien bzw. Marokko bis zur Andalusischen Tanne reicht.

Die Eibe, *Taxus baccata* L., dürfte in allen Gebirgen Spaniens vorkommen, soweit diese 1000 m Höhe überschreiten. Ähnlich wie *Abies* verlangt auch *Taxus* eine gewisse Luftfeuchtigkeit und wächst im Süden der Halbinsel daher entweder in engen Schluchten (z. B. in den Montes de Toledo), oder sie zieht sich in den Schutz des Waldes zurück. In dieser Weise begleitet sie die Kiefernwälder des zentralen Kastilischen Scheidegebirges und der Sierra de Cazorla/Segura. Oberhalb 1800 m kommt sie auf der Nordflanke der Sierra Nevada neben anderen subalpinen Baumarten im Sinne GAUSSENS, wie *Sorbus aria* und *Betula verrucosa*, im freien Stande vor. Ganz ähnlich wächst sie in der nordöstlichen Sierra de Guadarrama (Hayedo de Montejo). Die letzte Eibe der heute weitgehend entwaldeten Sierra Tejada (Tejo (span.) = Eibe; auch der Ortsname Montejo deutet auf ein altes Eibenvorkommen hin!), die LAZA PALACIOS (1945) in 1950 m Höhe dort fand, dürfte einem ähnlichen Waldtyp angehört haben.

Angiospermen

Die Zahl der auf der Iberischen Halbinsel heimischen Laubbäume und Sträucher ist sehr groß. Wie im übrigen Europa, so zeigen sich die *Salicales* auch in Iberien im wesentlichen an feuchte, frische Standorte gebunden. Als Bachbegleiter steigen *Salix*-Arten, unter ihnen häufig die endemische *Salix salvifolia* Brot., bis in mehr als 2000 m Höhe. Dagegen fehlen die arktisch-alpinen bzw. alpinen Kriechweiden *Salix herbacea* L. und *Salix retusa* L. den Hochgebirgen Spaniens und Portugals mit alleiniger Ausnahme der Pyrenäen völlig, während nach VICIOSO (1951) *Salix reticulata* L. außer in den Pyrenäen auch im Kantabrischen Gebirge vorkommt.

Im N und NW häufig, zieht sich die Zitterpappel, *Populus tremula* L., im Kastilischen Scheidegebirge sowie in der Serranía de Cuenca in die Bachtäler und Schluchten der höheren Abschnitte zurück, wo sie, zusammen mit *Salix*- und *Sorbus*-Arten, *Taxus*, *Betula* und *Ilex* zwischen 1300 und etwa 1650 m wächst.

Unter den *Fagales* steht die Gattung *Quercus* L. sowohl an Artenfülle wie auch bezüglich ihres Anteils an der natürlichen Vegetation der Halbinsel obenan. Die FLORA EUROPAEA (1964) verzeichnet 11, VICIOSO (1950) 19 Eichenarten. Ich folge hier O. SCHWARZ, dem Bearbeiter der Gattung *Quercus* in der FLORA EUROPAEA.

Unter dem Gesichtspunkt der sehr unterschiedlichen Xeromorphisierung der Blätter lassen sich die iberischen Eichenarten in drei Gruppen einteilen: 1. die Arten ohne besondere Schutzeinrichtungen in Form von Wachsbezügen, Haaren oder Stützgewebe, 2. solche, die über entsprechende Einrichtungen verfügen, ihr Laub jedoch jährlich wechseln und 3. die hartblättrigen, immergrünen Arten.

Zur ersten Gruppe gehören die beiden auch in Mitteleuropa häufigen Eichen *Quercus robur* L. und *Quercus petraea* Liebl. die — abgesehen von den Pyrenäen und ihrem Vorland — auf den nordwestlichen Quadranten der Halbinsel beschränkt sind.

Die zweite Gruppe umfaßt einmal solche Arten, deren Blätter mehr oder weniger dichte, flaumige bis filzige Haarüberzüge tragen, von SCHWARZ aber klar als „laubwerfend“ bezeichnet werden und solche, die SCHWARZ „halbimmergrün“ nennt. Die beiden laubwerfenden Arten sind die weiter unten ausführlicher beschriebene Filzeiche, *Quercus pyrenaica* Willd. syn. *Quercus toza* Bosc. und die Flaumeiche, *Quercus pubescens* Willd. Letztere reicht in Einzelexemplaren am Südrande des Kantabrischen Gebirges bis Crémenes bei Riaño, doch liegt ihr geschlossenes spanisches Verbreitungsgebiet im Nordosten des Landes, wo sie — sehr häufig von *Buxus sempervirens* L.

begleitet — im Gebiet der Pyrenäen, in Aragonien und in Katalonien oberhalb der Steineichenstufe ausgedehnte Bestände bildet.

Während die Flaumeiche in Spanien bevorzugt auf Kalkgestein vorkommt, wächst die Filzeiche nur auf silikatischen Gesteinen. Obwohl sie kaum einer Provinz des Landes völlig fehlt, liegt der Schwerpunkt ihrer Verbreitung doch in den Gebirgen der westlichen Hälfte der Halbinsel, wo sie, wie im Osten die Flaumeiche, oberhalb der immergrünen Steineichenstufe waldbildend auftritt.

Die halbimmergrünen Eichenarten Iberiens wechseln ihr Laub zwar ebenfalls jährlich, doch bleiben die meisten recht derben Blätter gewöhnlich bis zum Austrieb des neuen Blattwerks im Frühjahr am Baum. LAUTENSACH (1964) bezeichnet sie sehr treffend als „Dörrblatteichen“. Die Nomenklatur dieser Gruppe ist sehr verworren. Neben Autoren, die in ihr eine Großart mit zahlreichen Unterarten und Varietäten erblicken (z. B. EMBERGER 1939), gibt es solche, die sie in mehrere Einzelarten aufspalten (VICIOSO 1950). EMBERGER nennt seine Großart, nämlich *Quercus faginea* Lamk., „Chêne Zeen“. Im deutschsprachigen Schrifttum findet man häufig den Namen „Lusitanische Eiche“.

Zunächst sei *Quercus faginea* Lamk. Subsp. *baetica* (DC.) Maire var. *mirbeckii* genannt, ein stattlicher Baum mit recht großen, relativ zarten Blättern, der beiderseits der Meerenge von Gibraltar prachtvoll Hochwälder in geringer Meereshöhe bildet. VICIOSO (1950) bezeichnet die Art als *Quercus canariensis* Willd., ebenso SCHWARZ. Synonym ist auch der Name *Quercus mirbeckii* Dur. Zusammen mit *Pinus pinaster* und *Quercus suber* fand ich diesen Baum in 20 m hohen Exemplaren in feuchten Bachtälern auf der Nordflanke der Sierra Bermeja in 500 m Höhe. Dabei bevorzugt die Kork-eiche mehr die trockenen Riedel zwischen den Tälchen. In der Nähe von Ortschaften wachsen in der gleichen Stufe mächtige Edelkastanien.

Als meist nur kniehohe Gestrüpp dagegen tritt eine von EMBERGER (1939) als Subsp. *lusitanica* (Lamk.) Maire, von VICIOSO (1950) und SCHWARZ (FLORA EUROPAEA) als *Quercus fruticosa* Brot. bezeichnete Form der Lusitanischen Eiche auf, die nur in den unmittelbar nördlich und südlich der Meerenge von Gibraltar gelegenen Teilen des Rifs und der Sierra de Algeciras vorkommt. Bis zu einer Höhe von rund 400 m ist dieses interessante Gebirge von Wäldern aus *Quercus suber* L. und *Quercus mirbeckii* Dur. bedeckt, wobei letztere auch hier die feuchten Tälchen besiedelt. Die Bäume tragen als Epiphyten die Farne *Polypodium vulgare* L. und *Davallia canariensis* Sm. Im Unterwuchs ist *Rhododendron ponticum* L. an Bachufern häufig, daneben *Arbutus unedo* L., *Rhamnus frangula* L. s. l., *Ulex spec.*, *Hedera helix* L., *Osmunda regalis* L., *Blechnum spicant* Withg. etc. Oberhalb des Waldes, dessen Bäume von den kräftigen Westwinden fahnenför-

mig nach E gebogen sind, dehnen sich ab 400 m Heiden aus, in denen *Pterospartum tridentatum* Willk., *Erica australis* L., *Erica scoparia* L., *Ulex spec.*, *Cistus*- und *Helianthemum*-Arten, *Lithospermum diffusum* Lag. und andere atlantische bzw. mediterran-atlantische Pflanzen vorkommen. In diesen Heiden wächst *Quercus fruticosa* Brot. Neben ihr ist der kleine Rutenstrauch *Polygala microphylla* L. erwähnenswert, eine prachtvoll tiefblau blühende Pflanze, die bis in die Montes de Toledo hinein vorkommt und die neben den Genisteen sowie den *Ephedra*-Arten ein weiteres Beispiel für die auf der Halbinsel so verbreitete Wuchsform der Rutensträucher darstellt. Nur auf wenige Gebirge Südspaniens ist schließlich *Quercus alpestris* Boiss. beschränkt, ein Baum, den SCHWARZ (FLORA EUROPAEA) ebenfalls zu *Quercus faginea* Lamk. stellt. Zusammen mit *Abies pinsapo* kommt diese Eiche in der Sierra de la Nieve vor.

Eine wesentlich weitere Verbreitung über die gesamte Halbinsel besitzen schließlich *Quercus faginea* Lamk. selbst sowie ihre Unterart *valentina* (Cav.) Schwarz. Sie begleiten die immergrüne Steineiche auf tiefgründigen Böden und können hier bis zu 20 m hoch werden. Ihre Bestände stellen nach SAPP (1956) in floristischer Hinsicht eine Kontaktzone zwischen dem Steineichen- und dem Flaumeichengürtel dar, die auf der Iberischen Halbinsel besonders breit entwickelt ist. Da die Wälder der Lusitanischen Eiche meist auf landwirtschaftlich nutzbaren Böden wuchsen, sind sie heute besonders stark dezimiert.

Immergrünes, ledriges Laub weisen die Eichenarten der 3. Gruppe auf. Es sind:

1. *Quercus ilex* L., die Steineiche. Sie fehlt kaum einer Provinz Spaniens und Portugals und dürfte, abgesehen von den höheren Gebirgen, ursprünglich der vorherrschende Waldbaum vor allem der südlichen Hälfte der Iberischen Halbinsel gewesen sein. Die Steineiche ist bodenvag. Sie ist im gesamten Mittelmeergebiet häufig.

2. *Quercus suber* L., die Korkeiche, ist auf das westliche Mittelmeergebiet beschränkt. Sie ist silicicol und bedarf außerdem einer gewissen Luftfeuchtigkeit. Ihre Hauptverbreitung besitzt sie in Iberien im Südwesten sowie im Nordosten (Katalonien). Im Gebirge erreicht sie nach meinen Beobachtungen maximal etwa 1200 m (Sierra la Contraviesa). Ihre Bestände sind weniger stark dezimiert als die der Lusitanischen- und der Steineiche, da Kork ein wichtiges Wirtschaftsgut darstellt.

3. *Quercus coccifera* L., die Kermeseiche. Als zirkummediterran verbreiteter, meist nur hüfthoher, kalkholder Strauch bleibt sie stets auf die Fußstufe der Gebirge des Ostens und Südens der Halbinsel beschränkt. Zusammen mit der Zwergpalme, *Chamaerops humilis*, und dem Gras *Brachypo-*

dium ramosum bildet sie die Formation der Garrigue, eine Degradationsform des immergrünen mediterranen Laubwaldes auf Kalkgestein.

Als Gebirgsbaum des immerfeuchten Iberien ist die Buche, *Fagus silvatica* L., sehr wichtig. Ihre Verbreitung auf der Halbinsel schildert CUATRECASAS (1932).

Als Fruchtbaum angepflanzt bzw. geschützt findet man in allen aus Silikatgesteinen bestehenden Gebirgen Spaniens und Portugals die Edelkastanie, *Castanea sativa* Miller. Ihr hat EBORRIETA Y ARTAZA (1949) eine ausführliche Monographie gewidmet.

Ähnlich wie *Castanea sativa* gilt auch der Walnußbaum, *Juglans regia* L., als ursprünglich nicht auf der Iberischen Halbinsel heimisch. In den Laubmischwäldern der Picos de Europa ist er heute nicht selten.

Die Gattung *Betula* L. ist, ähnlich wie Buche und Stieleiche, im wesentlichen auf das immerfeuchte Iberien beschränkt. Die im Felde an und für sich bereits schwierige Unterscheidung der beiden Arten *Betula verrucosa* Ehrh. und *Betula pubescens* Ehrh. ist dadurch noch erschwert worden, daß ROTHMALER u. CARVALHO e VASCONCELLOS (1940) eine *Betula celtiberica* Rothm. et Vasc. beschrieben haben, die in ihren vegetativen Merkmalen *Betula verrucosa* Ehrh. ähnelt, während die Form ihrer Früchte innerhalb der Variationsbreite der Früchte von *Betula pubescens* Ehrh. liegt. Auch die Anzahl der Chromosomen (56) stimmt bei *Betula celtiberica* mit der bei *Betula pubescens* gefundenen überein, während *Betula verrucosa* 28 Chromosomen besitzt. WALTERS (in FLORA EUROPAEA) schlägt daher vor, *Betula celtiberica* als conspezifisch mit *Betula pubescens* zu betrachten.

Die von mir im Gelände sowie nach selbstgesammeltem Herbarmaterial bestimmten Birken wiesen durchweg die typischen äußeren Merkmale von *Betula verrucosa* Ehrh. auf. Dieser Baum kommt im Kantabrischen Gebirge von der Fußstufe bis in die subalpine Region hinauf vor. Im Kastilischen Scheidegebirge findet man ihn zwischen 1400 und 1600 m in Bachtäälchen, und in der Sierra Nevada, wo ich 1962 sein Vorkommen erstmals nachweisen konnte, wächst er in rund 1800 m Höhe auf dem Nordhang in der Gesellschaft von *Salix*-Arten und *Taxus baccata* sowie *Sorbus aria* am Rande eines kleinen Seggensumpfes. Nach EMBERGER (1938, 1939) besiedelt *Betula verrucosa* Ehrh. im marokkanischen Rif ebenfalls feuchte Bachschluchten.

Die Schwarzerle, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, kommt als Bachufergehölz im immerfeuchten Iberien vor, ohne in der Gebirgsvegetation größere Bedeutung zu erlangen.

Neben den bisher genannten kätzchenblütigen Laubbäumen sind auch zahlreiche mitteleuropäische „Edellaubhölzer“ auf der Halbinsel verbreitet,

wo sie in von NW nach SE zunehmendem Maße aus den niederen in die höheren Lagen der Gebirge hinaufsteigen und stets an frische, luftfeuchte Standorte gebunden sind. Es sind vor allem Arten der Gattungen *Ulmus*, *Sorbus*, *Malus*, *Prunus*, *Tilia*, *Acer* und *Fraxinus*.

Als Begleiter laubwerfender Wälder kommt ebenfalls eine bedeutende Anzahl in West- bzw. Mitteleuropa weitverbreiteter Sträucher in den Gebirgen der Halbinsel vor, z. B. die Hasel, *Corylus avellana* L., die Schlehe, *Prunus spinosa* L., die Stechpalme, *Ilex aquifolium* L. und verschiedene *Lonicera*- und *Rhamnus*-Arten (s. auch RIVAS MARTINEZ 1962). Ihr besonderes Gepräge erhalten die iberischen Gebirgswälder jedoch dadurch, daß ihnen in großer Arten- und Individuenzahl Sträucher dreier im übrigen Europa weit weniger stark vertretener Familien beigemischt sind, die als Sekundärgesellschaften auch weithin an die Stelle früherer Wälder getreten sind und die zum Teil oberhalb der Waldgrenze in den Gebirgen besondere Zwergstrauchgesellschaften bilden. Diese Familien sind die Cistaceen, die Papilionaceen und die Ericaceen.

Die meist recht thermophilen, immergrünen *Cistus*-Arten reichen gewöhnlich nicht hoch ins Gebirge hinauf. In der Steineichenstufe, vor allem aber in deren durch Schlag, Weide und Brand bedingten Degradationsstadien bilden sie auf der gesamten Halbinsel ausgedehnte Bestände, die sogenannten „Jarales“. Am wenigsten kälteempfindlich ist die bodenvage Lorbeerblättrige Cistrose, *Cistus laurifolius* L., die im Kastilischen Scheidegebirge und in der Sierra Nevada als Unterholz im Filzeichenwald 1500 bis 1600 m Höhe erreicht. Im Zentrum der Halbinsel löst sie nach BOLAÑOS u. GUINEA (1949) oberhalb 1000 m den Ladanstrauch, *Cistus ladaniferus* L. ab, dessen große, ebenfalls weiße, innen purpurn gefleckte Blüten im Mai die düsteren Schiefer- und Granithänge der waldarmen Gebirge Spanisch-Extremaduras und des westlichen Neukastilien beleben. Drei kleinere Arten, die weißblütigen, zirkummediterran verbreiteten *Cistus salvifolius* L. und *Cistus monspeliensis* L. sowie der rosablütige, kalkliebende *Cistus albidus* L. kommen im Verein mit zahlreichen anderen Pflanzen häufig in den verschiedenen Degradationsstadien der immergrünen und halbimmergrünen Eichenwälder Iberiens vor. *Cistus crispus* L., *Cistus hirsutus* Lam. und *Cistus bourgaeanus* Coss. sind vor allem im Süden und Südwesten Spaniens und Portugals verbreitet, während der nicht sehr häufige *Cistus populifolius* L. erst im äußersten Süden zur Gebirgspflanze wird und in den Wäldern der Pinapotanne in der Serranía de Ronda 1400—1500 m Höhe erreicht.

Ähnlich wie die beschriebenen *Cistus*-Arten treten auch die Angehörigen der anderen Gattungen der Cistaceen vor allem auf Lichtungen und in Sekundärgesellschaften mediterraner Wälder auf. Nach meinen Beobachtungen steigt *Helianthemum croceum* (Desf.) Pers. syn. *Helianthemum glaucum*

(Cav.) Pers. im Süden der Halbinsel besonders hoch ins Gebirge; in der Sierra Nevada erreicht diese Art 2700 m Meereshöhe.

Es würde zu weit führen, alle Cistaceen der Iberischen Halbinsel hier zu beschreiben. GUINEA (1954) führt für Spanien folgende Artenzahlen für die einzelnen Gattungen an: *Cistus*: 11; *Fumana*: 5; *Halimium*: 7; *Helianthemum*: 26; *Tuberaria*: 27.

Aus der Familie der Papilionaceen ist es die Tribus der Genisteen, die mit einer ähnlichen Fülle von Gattungen und Arten auf der Halbinsel vertreten ist. VICIOSO gibt folgende Zahlen an: *Genista*: 39, *Genistella*: 2, *Adenocarpus*: 4, *Calicotome*: 3, *Chamaecytisus*: 1, *Cytisus*: 6, *Erinacea*: 1, *Retama*: 2, *Sarothamnus*: 6, *Spartium*: 1 und *Ulex*: 11 Arten, insgesamt also 76 Genisteen- gegenüber 56 Cistaceen-Arten.

Hier sollen noch weniger als bei den Cistaceen Einzelarten erwähnt werden. Es sei auf die Beschreibung wichtiger, formationsbestimmender Genisteen im Hauptteil der Arbeit verwiesen. Dagegen erscheint es angebracht, die Fülle der Genisteen in einige charakteristische Wuchsformen aufzugliedern.

1. Immergrüne Rutensträucher: Dem Mitteleuropäer ist diese Wuchsform von dem bei uns verbreiteten Besenginster, *Sarothamnus scoparius* Wimm., bekannt. Rutensträucher zeichnen sich dadurch aus, daß sie ihre kleinen, wenig zahlreichen Laubblätter in der ungünstigen Jahreszeit abstoßen und dann mit Hilfe der grünen, zylindrischen Sprosse assimilieren. Neben den *Sarothamnus*-Arten zählen in Spanien vor allem *Cytisus purgans* (L.) Sp., *Cytisus multiflorus* (L'Her.) Sw., *Genista cinerea* (Vill.) DC., *Genista obtusiramea* Gay, die beiden *Retama*-Arten und *Spartium junceum* L. zu dieser Gruppe.

2. Immergrüne Rutensträucher, deren Sproßenden in eine Stachelspitze auslaufen. Die meist niedrigen Sträucher erhalten dadurch ein igelähnliches Aussehen. Dieser Wuchsform begegnet man einmal bei der blau blühenden *Erinacea pungens* Boiss. syn. *Erinacea anthyllis* Lamk. sowie bei einigen *Genista*-Arten aus den Sektionen *Echinopartum* Sp. und *Cytisopartium* C. Vic. wie: *Genista horrida* (Vahl) DC., *Genista webbii* Sp. s. l., *Genista lusitanica* L. s. l. und *Genista tejedensis* (Port., Rig.) C. Vic.

3. Die beiden spanischen Arten von *Genistella* Moench. syn. *Pterospartum* Koch, nämlich *Genistella sagittalis* (L.) Gams und *Genistella tridentata* (L.) Samp., verlieren die kleinen Blätter ebenfalls schon früh und assimilieren mit flügelartig verbreiterten Sprossen.

4. Die Arten der Gattung *Ulex* L. besitzen meist nur noch Blattrudimente in Form stachliger Schuppen. Die Assimilation wird hier von den sämtlich in einer Stachelspitze endenden Haupt- und Seitenzweigen durchgeführt, die wirt in allen Richtungen abstehen und der Pflanze das Aussehen einer stachligen grünen Kugel verleihen.

5. Zahlreiche *Genista*-, *Cytisus*-, *Calicotome*- und die *Adenocarpus*-Arten assimilieren stets mit den — zumindest während einer Vegetationsperiode persistierenden — Laubblättern. Bedornung ist auch in dieser Gruppe häufig, z. B. bei den *Calicotome*-Arten und bei *Genista anglica* L.

Neben den Genisteen treten andere holzartige Papilionaceen auf der Iberischen Halbinsel in den Hintergrund. Die Gattung *Astragalus* (*Tourn.*) L., die in den Gebirgen des östlichen Mittelmeergebietes besonders mannigfaltig entwickelt ist, kommt in Spanien und Portugal nur mit wenigen Arten vor. In den Kalkgebirgen Andalusiens ist stellenweise eine bis meterhohe, strauchtige Hauhechel-Art häufig: *Ononis aragonensis* Asso, deren große, goldgelbe Blütenrispen denen gewisser Genisteen stark ähneln.

Die Familie der Ericaceen, vor allem die Gattung *Erica* L. selbst, gelangt nirgendwo sonst in Europa zu solcher Artenfülle wie auf der Iberischen Halbinsel. Ähnlich wie die Cistaceen und die Genisteen, sind auch die *Erica*-Arten auf nährstoffarmen Böden sehr heliophil. Darüberhinaus benötigen sie eine recht hohe Luftfeuchtigkeit und gedeihen daher vor allem in der Nähe der Küsten, während sie im Zentrum der Halbinsel, ebenso wie in den besonders heißen Teilen Andalusiens, fehlen oder auf die Gebirge beschränkt bleiben.

An der Zusammensetzung der Gebirgsvegetation sind die *Erica*-Arten nicht alle beteiligt: Die streng atlantischen Arten *Erica ciliaris* L., *Erica mackayana* Bab., *Erica mediterranea* L. und *Erica lusitanica* Rud. steigen nicht sehr hoch, eine Beobachtung, die für viele typische „Atlantiker“ unter den iberischen Pflanzen zutrifft. Als Begleiter lichter Eichenwälder, auf Schlägen und an Wegböschungen sind im Kantabrischen Gebirge *Erica cinerea* L., die Grauheide und *Erica vagans* L., eine bodenvage *Erica*-Art, bis in 1500 m Höhe hinauf häufig. Hier wie auch im Kastilischen Scheidegebirge ist die weißblütige, bis 2 m hohe Baumheide *Erica arborea* L. im Eichenwalde, aber auch an den Rändern hochgelegener Wasseradern und Quellaustritte, weit verbreitet. In der Sierra de Guadarrama fand ich sie noch in 2000 m Höhe.

Während *Erica arborea* zirkummediterran verbreitet ist, stellen die bis 1,5 m hohe, rosablütige *Erica australis* L. und die ihr nah verwandte *Erica aragonensis* Willk. iberisch-nordafrikanische Arten dar, die zusammen mit *Cistus*-Arten und Genisteen in den Gebirgen Portugals und Spanisch-Extremaduras farbenprächtige Heiden bilden. Ähnliche, aus *Erica aragonensis*, *Erica arborea* und *Cytisus purgans* bestehende Heiden finden sich zwischen 1500 und 1800 m in der Sierra de Ayllón, am Moncayo, im Kantabrischen Gebirge und in den Granitgebirgen der Provinz Zamora.

Die Glockenheide, *Erica tetralix* L., erreicht als Bewohner feuchter, torfiger Böden am Rande von Bächen, sowie auf kleinen Sphagnum-Mooren

im Kantabrischen Gebirge nach meinen Beobachtungen 2150 m (Peña Prieta). Auch im Kastilischen Scheidegebirge wächst sie bis in etwa 1900 m Höhe an entsprechenden Standorten, so z. B. im Lobo-Kar in der Sierra de Ayllón. Auch die in West-Iberien und Nordwest-Marokko heimische, zierliche *Erica umbellata* L., die noch auf den ärmsten und steinigsten Böden gedeiht, erreicht im Kantabrischen Gebirge 1900 m.

Von den übrigen Gattungen der Ericaceen, die der subalpinen und alpinen Stufe der Alpen, der Pyrenäen und anderer europäischer Hochgebirge ihr Gepräge geben, sind in den hier betrachteten Gebirgen der Halbinsel nur *Vaccinium*, *Calluna* und *Arctostaphylos* zu nennen. *Vaccinium myrtillus* L. und *Vaccinium uliginosum* L. sind im Kantabrischen Gebirge häufig. *V. myrtillus* kommt auch im Kastilischen Scheidegebirge lokal noch vor, während *V. uliginosum* var. *nanum* als Bewohner feuchter Felsen in der Sierra Nevada vorkommt. *Calluna vulgaris* (L.) Hull ist ähnlich verbreitet wie die silicicolen, laubwerfenden Eichenarten, während die Bärentraube, *Arctostaphylos uva ursi* L., vor allem in der östlichen Hälfte der Halbinsel vorkommt.

Von den in Iberien ebenfalls sehr reich entfalteten Gattungen *Centaurea* und *Linaria* sind nur relativ wenige Arten ausgesprochene Gebirgsbewohner. Sie werden zusammen mit den Formationen besprochen, als deren Begleiter sie im allgemeinen auftreten.

Dagegen sei noch auf die wichtige Rolle der Gattung *Festuca* L. hingewiesen. Dieselbe besitzt auf der Iberischen Halbinsel ihr europäisches Massenzentrum und stellt mit ihren zahlreichen Arten die wichtigsten formationsbildenden Gramineen der spanischen Gebirge. Dies sind vor allem *Festuca eskia* Ram. im Norden, *Festuca indigesta* Boiss. s. l. im Zentrum und *Festuca pseudo-eskia* Bss. im Süden des Landes. Die stattliche *Festuca spadicea* L. sowie *Festuca elegans* Bss., eine iberio-atlantische Art, bilden auf feinerdereichen bis sandigen Böden in zahlreichen Gebirgen der Halbinsel einen wichtigen Bestandteil der Sekundärgesellschaften in der Wald- und Zwergstrauchstufe.

Zweiter Teil: Die Untersuchungsergebnisse

I. DAS KANTABRISCHE GEBIRGE

1. Die kristallinen Teile des Kantabrischen Gebirges (Abb. 6)

A) Die Waldstufe

a) Die Wälder der Nordflanke

Die Fußstufe des Nordabfalles der kristallinen Ketten des Kantabrischen Gebirges wird von einem Laubwalde eingenommen, der durchaus west- bis nordwesteuropäisches Gepräge besitzt und in dem die Stieleiche (*Quercus robur* L.) der wichtigste Baum ist. Folgende Pflanzenarten setzen diesen Waldtyp zusammen:

<i>Quercus robur</i> L.	<i>Deschampsia flexuosa</i> P. B.
<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	<i>Holcus mollis</i> L.
<i>Castanea sativa</i> Mill.	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.
	<i>Luzula silvatica</i> (Huds.)
	Gand.
<i>Corylus avellana</i> L.	<i>Euphorbia hibernica</i> L.
<i>Erica arborea</i> L.	<i>Hypericum pulchrum</i> L.
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	<i>Lathyrus montanus</i> Bernh.
	<i>Melampyrum pratense</i> L.
<i>Blechnum spicant</i> (L.) Withg.	<i>Teucrium scorodonia</i> L.
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	<i>Lonicera periclymenum</i> L.
<i>Polystichum filix mas</i> (L.) Roth.	

Stellenweise finden sich auch: *Sorbus aucuparia* L. und *Sorbus aria* (L.) Crantz, *Ilex aquifolium* L., sowie die atlantischen Arten *Dabeocia cantabrica* (Hudson) Koch und *Linaria triornithophora* (L.) Willd. im kantabrischen Stieleichenwald. Feuchte Bachtäler sind von *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. und *Fraxinus excelsior* (L.) besiedelt.

Nach meinen Beobachtungen erreicht *Quercus robur* auf der Nordflanke des Gebirges kaum mehr als 1400 m Meereshöhe, und bereits von 900 m an,

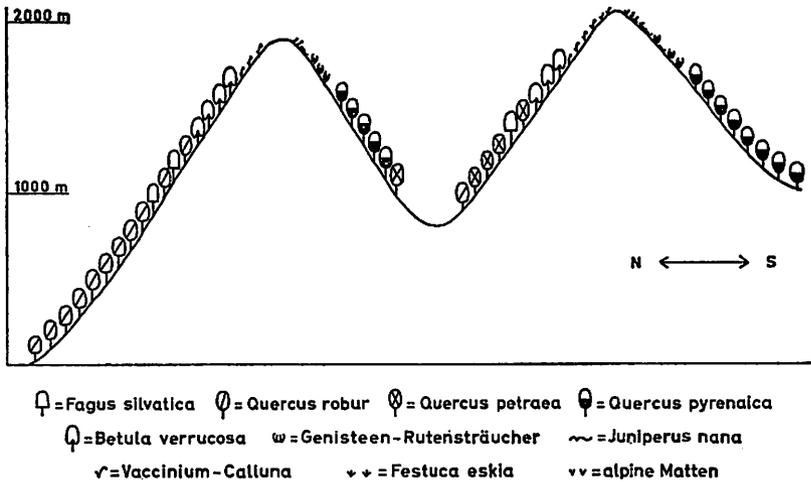


Abb. 6: Vegetationsprofil durch die kristallinen Ketten des Kantabrischen Gebirges im Quellgebiet der Flüsse Sil und Luna

stellenweise auch schon in bedeutend tieferen Lagen, ist ihren Beständen die Buche, *Fagus silvatica* L., in immer stärkerem Maße beigemischt.

Dieser wichtige Waldbaum bildet zwischen 1000 und 1500 m eine zweite Waldstufe, die allerdings von E nach W an Mächtigkeit abnimmt, um im Bereich der asturisch-galicischen Grenze völlig auszukeilen. Vor allem im westlichen Abschnitt des Gebirges ist eine artenarme, bodensaure Variante des Buchenwaldes verbreitet, die mit dem ebenfalls azidophilen Stieleichenwald die meisten Begleitarten teilt. So finden sich hier regelmäßig:

Fagus silvatica L.
Betula verrucosa Ehrh.
Sorbus aucuparia L.
Sorbus aria (L.) Crantz

Erica arborea L.
Vaccinium myrtillus L.

Blechnum spicant (L.) Withg.
Deschampsia flexuosa (L.) P. B.
Anemone nemorosa L.
Saxifraga umbrosa L.
Melampyrum pratense L.
Hieracium pilosella L.
 u. a.

Wo jedoch ein nur mäßig geneigter Boden die Ansammlung größerer Falllaubmassen ermöglicht oder wo basenreichere Ausgangsgesteine anstehen, tritt der Buchenwald in einer artenreichen Variante auf. Hier kommen zahlreiche „Buchenwaldpflanzen“ vor, Arten, die besonders eng an die besonderen ökologischen Verhältnisse des Buchenwaldes angepaßt sind. Die Krautschicht dieses Waldtyps besteht aus:

Polystichum spinulosum
 Lmk. et D. C.
Dryopteris linnaeana Chr.
Polypodium vulgare L.
Aspidium lobatum Sw.
Melica uniflora Retz
Brachypodium silvaticum R. et S.
Poa nemoralis L.
Lilium martagon L.
Scilla lilio-hyacinthus L.
Paris quadrifolia L.
Lysimachia nemorum L.
Scrophularia alpestris Gay
Ajuga reptans L.
Asperula odorata L.

Mercurialis perennis L.
Euphorbia dulcis L.
Euphorbia amygdaloides L.
Stellaria holostea L.
Stellaria nemorum L.
Viola silvestris (Lmk.) Rchb.
Saxifraga geum L.
Fragaria vesca L.
Vicia sepium L.
Oxalis acetosella L.
Sanicula europaea L.
Cicerbita plumieri Kirschl.
Crepis lampanoides Froel.
Hieracium murorum L.
 u. a.

Als eingestreute Begleiter treten auch *Acer pseudoplatanus* L., *Quercus robur* L., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Ilex aquifolium* L., *Daphne laureola* L., *Helleborus viridis* L. und *Helleborus foetidus* L. auf Lichtungen und Waldränder besiedeln:

Genista florida L. Subsp.
leptoclada P. Cont.
Sarothamnus scoparius (L.)
 Wimmer
Sarothamnus cantabricus Wk.

Ulex europaeus L.
Erica vagans L.
Lithospermum diffusum Lag.
 u. a.

Auf Kahlschlägen und Weidetriften treten vor allem die *Genista*-, *Sarothamnus*-, *Ulex*- und *Erica*-Arten zu dichten, oft übermannshohen Beständen zusammen. Die auf diese Weise gebildeten Sekundärgesellschaften sind im Kantabrischen Gebirge weit verbreitet.

Die letzten Inseln des artenreichen Buchenwaldes im westlichen Teil des Gebirges beschrieb BELLOT (zit. in RIVAS MARTINEZ, 1962) aus den Montañas de los Ancares in der galicischen Provinz Lugo nahe der asturischen Grenze. Sie finden sich hier auf Kalkgestein, wenn auch die darauf entwickelten Böden leicht sauer sind.

Unweit dieses westlichsten Vorkommens liegt im äußersten Südwesten Asturiens der große Wald von Muniellos. Er nimmt nach OTTOSON (schriftl. Mitteilung) die Höhenstufe zwischen 650 und 1350 m ein und besteht aus Stiel- und Traubeneichen, während die Buche ähnlich wie der Bergahorn, die Salweide und die Hasel nur eingestreut vorkommen soll. Im spanischen Schrifttum wird dieser Wald einmal als „robledal con hayas“ (RIVAS GODAY

u. RIVAS MARTINEZ, 1958), dann wieder als „hayedo con robles“ (RIVAS MARTINEZ 1962) bezeichnet. Nach OTTOSSON erreicht *Quercus robur* — hier in der *Subsp. broteroana* Schwarz — auf Blockmeeren auch rund 1500 m. Die in dieser Höhe nur strauchförmig entwickelten Eichen werden häufig von *Betula verrucosa*-Gruppen unterbrochen. OTTOSSON bezeichnet diese Formation als „Kratz“. Ähnliche Bestände strauchförmiger Stieleichen fand ich auf Nordhängen bis in mehr als 1600 m Höhe am Puerto Ventana, im oberen Luna-Tal und am Puerto de Tarna.

Als obere Grenze des hochwüchsigen, einigermaßen geschlossenen Buchenwaldes ermittelte ich am Puerto Ventana (W-Asturien) 1600 m, am bereits weiter östlich gelegenen Puerto de Tarna rund 1650 m. Beide Angaben gelten für nordexponierte Hänge. GAUSSEN (1926) gibt als obere Grenze des Buchenwaldes in den östlichen Pyrenäen ebenfalls 1600 m an. Er sieht in der mit der Höhe zunehmenden Spätfrostgefährdung den eigentlichen begrenzenden Faktor. BUCH (1951) nennt für das Gebiet um Espinama (Picos de Europa) 1900 m als obere Buchenwaldgrenze. Dieser Wert ist nach meinen dort angestellten Beobachtungen entschieden zu hoch. Vielmehr möchte ich die natürliche obere Grenze des Buchenwaldes auf der Nordflanke des Kantabrischen Gebirges mit 1600—1700 m angeben.

Vor allem im westlichen Asturien ist oberhalb der Stufe der azidophilen Stieleichen- und Buchenwälder ein dritter Waldtyp ausgebildet, der in der Literatur bisher wenig Beachtung gefunden hat: der *Birkenwald*. Als seine untere Grenze kann man etwa 1400 m ansetzen; hier ist er noch stark mit Eichen, Buchen und deren strauchigen Begleitern durchmischt. Auch *Sorbus aucuparia* und *Sorbus aria* werden mit der Höhe zunehmend häufiger. Diese hochgelegenen kantabrischen Birkenwälder besiedeln vorzugsweise Blockhalden aus kristallinen Gesteinen in Nord-Exposition. Die Steinblöcke werden von zahlreichen Moosen deckenartig überzogen, als Bodentyp herrschen dystrophe Ranker vor. Ein guter Indikator für die in dieser Stufe herrschende hohe Luftfeuchtigkeit ist die Bartflechte, *Usnea barbata*, welche als Epiphyt die Äste der Bäume besiedelt. Am Boden sind neben Moosen auch Strauchflechten der Gattungen *Cladonia* und *Cetraria* häufig.

In der folgenden Liste sind die wichtigsten Arten des Birkenwaldes zusammengestellt, wobei die Bäume und Sträucher in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit angeordnet sind:

Betula verrucosa Ehrh.
Sorbus aucuparia L.
Sorbus aria (L.) Crantz
Quercus robur L.

Genista florida Subsp.
leptoclada P. Cont.
Sarothamnus scoparius Wimm.
Erica arborea L.
Vaccinium myrtillus L.

Corylus avellana L.
Rubus div. sp.
Rubus idaeus L.
Ribes petraeum Wulfen

Polystichum spinulosum
Lmk. et DC
Polystichum filix mas Roth.
Polypodium vulgare L.
Deschampsia flexuosa P. B.
Poa chaixii Vill.
Poa nemoralis L.
Anthoxanthum odoratum L.
Festuca rubra L. s. l.
Agrostis vulgaris With.
Holcus mollis L.
Euphorbia hibernica L.
Stellaria holostea L.

Anemone nemorosa L.
Corydalis claviculata (L.) DC.
Sedum anglicum Huds.
Saxifraga umbrosa L.
Potentilla tormentilla Necker
Oxalis acetosella L.
Polygala serpyllifolia Hose
Conopodium Koch sp.
Digitalis purpurea L.
Veronica officinalis L.
Melampyrum pratense L.
Gentiana lutea L.
Valeriana montana L.
Jasione montana L.
Solidago virga aurea L. s. l.
Cicerbita plumieri (L.) Kirschl.
Crepis lamsanoides (Gouan) Froel.
Hieracium pilosella L.

Am Pico de Arvas (Puerto de Leitariegos) und bei Rabanal de Luna (östl. Villablino) erreichen Birkenwälder des geschilderten Typs etwa 1800 m Höhe. Hier bilden sie also eine eigene, rund 400 m mächtige Waldstufe. Nach Osten hin verfolgte ich dieselbe bis ins Gebiet der Picos de Europa und stellte fest, daß sie immer weniger mächtig wird. Im gleichen Sinne nimmt die darunter folgende Buchenstufe an Mächtigkeit und Reinheit des Bestandes zu. Am Puerto de Piedrasluengas knapp westlich der Ebroquelle fand ich keinen Birkenwald vor.

Innerhalb des hier beschriebenen Abschnittes des Kantabrischen Gebirges nimmt die Buche als bestandbildender Baum des Bergwaldes auf der Nordflanke nach Westen hin mehr und mehr ab. An ihre Stelle tritt — etwa vom Gebiet der Picos de Europa an — ein immer breiter werdender Birkenwaldgürtel. Im äußersten Westen Asturiens steht dieser dann im direkten Kontakt mit dem darunter folgenden Stieleichenwald. GAUSSEN (1926) betont, daß *Betula verrucosa* Ehrh. in den Pyrenäen überall dort bestandbildend aufzutreten vermag, wo die Konkurrenz stark schattender Baumarten fehlt. Als solche kommen dort Buche und Edeltanne in Frage. Während jedoch im nordwestlichen Kantabrischen Gebirge ein Birkenwaldgürtel oberhalb der Buchen- bzw. Eichenwaldstufe die obere Waldgrenze bildet, liegen die Birkenwälder der östlichen Pyrenäen in den Tälern Kataloniens und Aragoniens, die für Buche und Tanne zu trocken sind (GAUSSEN 1956).

b) Die Wälder der Südflanke

Der Südabfall des Kantabrischen Gebirges ist zur altkastilischen Meseta hin gerichtet und gehört klimatisch nicht mehr zum immerfeuchten Iberien. Die hier herrschende Sommerdürre, verbunden mit den vorherrschend südlichen Expositionen, schließt — zumindest an freien Südhängen — Stieleiche und Buche als Waldbäume aus. Andererseits verhindert die bedeutende winterliche Kälte auch das Gedeihen eigentlich mediterraner Baum- und Straucharten. So herrscht denn hier, von den um 1200 m hoch gelegenen Terrassen der das Gebirge verlassenden Flüsse bis hinauf zur Waldgrenze eine Baumart, die an das sommerdürre und winterkalte Klima des Gebietes hervorragend angepaßt ist: *Quercus pyrenaica* Willd., die Filzeiche. Die großen, am Rande tief eingekerbten und beiderseits mit Sternhaaren filzig behaarten Blätter dieses stattlichen Baumes bieten einen wirksamen Verdunstungsschutz. *Quercus pyrenaica* ist eine iberische Art, die außerhalb der Halbinsel nur im nordwestlichen Rif (EMBERGER 1938) sowie an der französischen Atlantikküste bis zur Loiremündung und im italienischen Piemont vorkommt. In Südwestfrankreich zeigt sich der Baum jedoch nach GAUSSEN (1926) als sehr stark mit dem parasitischen Pilz *Oidium* befallen und im Rückgang begriffen. In den spanischen Gebirgen konnte ich einen nennenswerten *Oidium*-Befall dagegen nicht feststellen.

Da die Filzeiche nur auf kalkfreien Ausgangsgesteinen vorkommt, liegt ihr Hauptverbreitungsgebiet im nordwestlichen Quadranten der Iberischen Halbinsel. Sie kommt jedoch auch — gemischt mit zahlreichen atlantischen und mediterranen Baumarten — an der gesamten portugiesischen Westküste und in den kristallinen Gebirgen Andalusiens vor. In Katalonien ist sie nach FONT QUER (1934) auf die Serra de Prades beschränkt, wo sie auf Triasandstein sowie auf Granit wächst.

In der Baumschicht ist der kantabrische Filzeichenwald sehr artenarm. An frischen Standorten können Traubeneichen, seltener Stieleichen und Buchen, in ihm vorkommen. Im allgemeinen herrscht jedoch *Quercus pyrenaica* völlig. Regelmäßig treten einige große Sträucher in diesen Wäldern auf, von deren floristischer Zusammensetzung die folgende Liste ein Bild geben möge:

Quercus pyrenaica Willd.

Quercus petraea (Matts.)

Liebl.

Crataegus monogyna Jacq.

Rosa (Tourn.) L. *div. spec.*

Prunus spinosa L.

Genista florida L. s. l.

Sarothamnus scoparius Wimm.

Erica arborea L.

Erica cinerea L.

Calluna vulgaris Hull.

Lonicera periclymenum L.

Luzula forsteri D. C.

Viola riviniana Rchb.

Fragaria vesca L.
Melampyrum pratense L.
Veronica chamaedrys L.
Teucrium scorodonia L.
Brunella hastifolia Brot.

Stachys officinalis (L.) Tr.
Calamintha clinopodium Moris.
Origanum (Tourn.) L. sp.
Galium vernum Scopoli
Hieracium (Tourn.) L. div. sp.

Brachypodium P. B. div. spec.
Dactylis glomerata L.

In den Provinzen Zamora und León treten auch die atlantischen Arten *Cytisus multiflorus* (L'Her.) Sweet., *Festuca elegans* Bss. und *Linaria triornithophora* (L.) Willd. häufig in den Filzeichenwäldern auf, die floristisch den azidophilen Stieleichenwäldern der Nordflanke des Gebirges sehr nahe stehen.

Im Norden der Provinz León, im Gebiete des Luna Stausees, erreicht *Quercus pyrenaica* — allerdings in Strauchform — mehr als 1700 m Meereshöhe. An der Südflanke der Peña Curavacas steigt sie in der Form kleiner Bäume auf stark 1600 m. Als obere Begrenzung des Filzeichenwaldes möchte ich für freie Südhänge 1700 m angeben, jedoch darauf hinweisen, daß bereits ab 1300 m die Arten des darüber folgenden Zwergstrauchgürtels auf Blößen und Kahlschlägen auftreten können.

Zur Ergänzung des floristischen Bildes dieser Vegetationsstufe füge ich eine von LOSA und MONTERRAT (1952) im Norden der Provinz Palencia aufgenommene Liste bei, in der ich lediglich die Autorennamen ergänzte, die Anordnung jedoch beibehielt; es handelt sich um einen stark beweideten *Quercus pyrenaica*-Wald in etwa 1300 m Höhe:

Quercus pyrenaica Willd.
Trifolium ochroleucum L.
Cirsium zugazae Losa et Monts.
Chrysanthemum corymbosum L.
Rosa spinosissima L.
Sorbus aucuparia L.
Ligustrum vulgare L.
Brachypodium pinnatum (L.) P. B.
Pirus malus L.

Vicia sepium L.
Filipendula hexapetala Gilib.
Fragaria vesca L.
Euphorbia amygdaloides L.
Lampsana communis L.
Lathyrus pratensis L.
Dactylis glomerata L.
Rosa canina L.
Trifolium pratense L.

c) Die Wälder der inneren Täler:

Da das Kantabrische Gebirge eine bedeutsame Klimascheide darstellt, ist es besonders interessant, den Übergang der Vegetation der immerfeuchten Nordflanke zu der der sommertrockenen Südflanke zu verfolgen. Hierzu

eignen sich vor allem die ost-westlich verlaufenden Täler der Oberläufe der Flüsse Sil, Luna, Esla und Deva.

Auf südexponierten Hängen herrscht auch hier überall der Filzeichenwald bis zu einer Höhe von 1700 m. Auf Nordhängen dagegen erreicht die Filzeiche nur 1000 m Meereshöhe (Talschaft Valdeón, Umgebung von Espinama) — darüber folgt, ähnlich wie auf der Nordflanke, ein breiter Buchenwald-Gürtel. Die Buche wird jedoch hier im Innern des Gebirges regelmäßig von der Traubeneiche begleitet, die besonders auf felsigen Vorsprüngen der Hänge und an Waldrändern zu kleinen Gruppen zusammentritt.

Auch in den Längstälern des Kantabrischen Gebirges schließt sich auf Nordhängen von 1400—1500 m ab ein von Osten nach Westen an Mächtigkeit zunehmender Birkenwald-Gürtel an die Buchenstufe an und erreicht, z. B. im oberen Luna-Tal, auch hier 1800 m.

In den südlichsten der genannten Täler, besonders im oberen Sil-Tal, nimmt die Traubeneiche, *Quercus petraea* Liebl., überhaupt die Stelle der Buche ein und bedeckt die Nordhänge. Die größere Lichtfülle des Traubeneichenwaldes bedingt, daß derselbe reich an ihn begleitenden Sträuchern und Kräutern ist. Besonders häufig pflegt die Hasel zu sein, aber auch *Sorbus aucuparia* L., *Sorbus aria* (L.) Crantz, *Betula verrucosa* Ehrh., *Sarothamnus scoparius* Wimm., *Genista florida* L. s. l., *Rhamnus frangula* L. und — je nach Höhenlage und Exposition — *Quercus robur*, *Fagus sylvatica* und *Quercus pyrenaica* treten als Begleiter auf. Zahlreiche Krautarten hat der *Quercus petraea*-Wald mit dem *Quercus robur*-Wald der Nordflanken gemeinsam; *Poa chaixii* Vill. und *Corydalis claviculata* D. C. teilt er mit dem Birkenwald. An atlantischen Arten beherbergt er unter anderen *Linaria triornithophora* Willd., *Centaurea nigra* L., *Brunella hastifolia* Brot. und *Conopodium denudatum* Koch. GAUSSEN (1926) bezeichnet *Quercus petraea* als einen Baum, der in den Ostpyrenäen sonnige Südhänge auf kalkfreien Gesteinen besiedelt. Auch betont er, daß sie — zusammen mit anderen Eichen — im dortigen Buchenwald „chaque petite soulane“ besetze, eine Beobachtung, die auch für das Kantabrische Gebirge gilt.

Im Kantabrischen Gebirge überläßt die Traubeneiche die freien Südhänge — anders als in den Pyrenäen — der Filzeiche. Ökologisch steht sie hier also zwischen dieser und der Buche.

Ein besonders artenreicher Laubmischwald findet sich in einem kleinen Bachtal im Einzugsgebiet des oberen Sil zwischen Villablino und dem Puerto de la Madalena in rund 1200 m Höhe. Nebeneinander wachsen hier:

Betula verrucosa Ehrh.
Fagus sylvatica L.
Quercus petraea Liebl.
Quercus robur L.
Ulmus scabra Mill.
Sorbus aucuparia L.
Sorbus aria (L.) Crantz

Pirus malus L.
Prunus avium L.
Tilia platyphyllos Scop.
Tilia cordata Miller
Acer pseudoplatanus L.
Fraxinus excelsior L.

Die Strauchschicht bilden:

Corylus avellana L.
Daphne laureola L. s. l.
Crataegus monogyna Jacq.
Prunus padus L.
Genista florida L. s. l.

Sarothamnus scoparius Wimm.
Ilex aquifolium L.
Erica arborea L.
Viburnum lantana L.
Sambucus nigra L.

Von den sehr zahlreichen krautigen Begleitarten gehören viele den bereits geschilderten Eichenwäldern der Nord- und Südflanke an. Andere, wie z. B. *Sanicula europaea* L., *Asperula odorata* L. oder *Melica uniflora* Retz sind Buchenwaldpflanzen. Das atlantische Element vertreten Arten wie *Lithospermum diffusum* Lag., *Linaria triornithophora* Willd. und *Hypericum pulchrum* L.

SCHMID (1953) sieht in diesem Waldtyp den Repräsentanten eines von ihm als „*Quercus-Tilia-Acer*-Laubmischwaldgürtel“ bezeichneten Vegetationsgürtels, der quer durch die gemäßigte Klimazone der nördlichen Halbkugel hindurchreicht. In seinem weiten Verbreitungsgebiet ist dieser artenreiche Laubmischwald nach SCHMID „überall da vorhanden, wo die Luftfeuchtigkeit höher als im Flaumeichengürtelgebiet und wo die Wärme größer als im *Fagus-Abies*-Gürtel-Gebiet ist“. RUPF hat 1953 die Zusammensetzung und Verbreitung des *Quercus-Tilia-Acer*-Laubmischwaldes für die gesamte Nordhemisphäre bearbeitet.

TREPP (1947) beschreibt Lindenmischwälder aus dem Schweizer Voralpenraum, die eine ähnlich artenreiche Baum- und Strauchschicht aufweisen wie die nordspanischen Laubmischwälder. In der Schweiz kommen sie zwischen 400 und 1150 m Meereshöhe vor und zeigen eine Vorliebe für kalkreiche Muttergesteine, doch wachsen sie ausnahmsweise auch auf kalkarmen Gesteinen. Die schweizerischen Standorte dieses Waldtyps liegen meist an Seeufern oder am Ausgang von Föhntälern, also in klimatisch besonders begünstigten Gebieten.

Es sind also fünf wohl unterschiedene Waldtypen, die in charakteristischer Verteilung das Kantabrische Gebirge, soweit es aus Silikatgestein besteht, bedecken: der azidophile Stieleichenwald, der Buchen-

wald, der Birkenwald, der Filzeichenwald und der Eichen-Linden-Ahorn-Laubmischwald. Im haselreichen Traubeneichenwald sehe ich eine Übergangsform zwischen den Eichen- und Buchenwäldern des Nordabhanges und den Eichen-Linden-Ahorn-Wäldern.

Ein auffälliger Zug im Vegetationsbild des Kantabrischen Gebirges ist das fast völlige Fehlen von natürlichen Nadelwäldern. Edeltanne, Haken- und Schwarzkiefer, die in den Pyrenäen vorkommen, fehlen hier völlig. GAUSEN (1949) erklärt diese Tatsache u. a. durch die vorherrschenden Westwinde, die die Verbreitung der auf Windtransport angewiesenen Samen dieser Baumarten nach Westen hemmen und stets gehemmt haben.

Der einzige natürlich vorkommende Nadelbaum der hier besprochenen Gebiete des Kantabrischen Gebirges ist — außer der seltenen, zerstreut wachsenden Eibe, *Taxus baccata* L. — die **Waldkiefer**, *Pinus silvestris* L. Mir ist nur eine Stelle bekannt, wo sie einen geschlossenen Wald bildet: der „Pinar de Lillo“ zwischen dem Orte Lillo und dem Puerto de Tarna.

Dieser Kiefernwald bedeckt die nordexponierte Flanke eines Bachtälchens in der Nähe des Puerto de Tarna zwischen 1300 und 1700 m. Das Ausgangsgestein besteht aus Quarzit, der tiefgründig zu einem feinkörnigen, stark gebleichten Sand verwittert ist. Auf dieser mächtigen Bleichsandschicht liegt eine stellenweise mehr als 1 m dicke Torfdecke, die von einem sehr wüchsigen, nassen *Sphagnum*-Moor erzeugt wird. In diesem wachsen neben einigen *Sphagnum*-Arten: *Eriophorum vaginatum* L., *Scirpus caespitosus* L., *Carex stellulata* Good., *Carex levigata* Sm., *Carex rostrata* Stokes, *Narthecium ossifragum* Huds. und *Parnassia palustris* L. Die in der gesamten Umgebung herrschende Buche kommt auf dem Moor nur randlich und in verkümmerten Exemplaren vor; dagegen bildet *Pinus silvestris* den wichtigsten Waldbaum, der, zusammen mit einigen Birken, auch tief ins feuchte Moor eindringt.

Vermutlich hat *Pinus silvestris* in der nacheiszeitlichen Wiederbesiedlung des Kantabrischen Gebirges mit Waldbäumen eine bedeutendere Rolle als heute gespielt. Vor der Konkurrenz der Buche mußte sie dann jedoch auf wenige, dieser nicht zugängliche „Reliktstandorte“ ausweichen.

B) Die Zwergstrauchstufe

a) Die Zwergstrauchheiden der Nordhänge

An die Waldstufe schließt sich nach oben hin überall im Kantabrischen Gebirge eine Zone an, deren Vegetation aus Gesellschaften verschiedener Straucharten besteht. Zunächst pflegen — besonders dort, wo die Wald-

grenze künstlich erniedrigt wurde — Sträucher des Waldes zu dichten, übermannshohen Beständen zusammenzutreten. Auf beiden Flanken des Gebirges sind dies vor allem *Genista florida* L. s. l., *Sarothamnus scoparius* Wimmer, *Erica arborea* L. und in Westasturien auch *Genista obtusiramea* Gay. Diese Großsträucher steigen jedoch selten höher als 1700 m empor, überschreiten also die obere Grenze möglichen Waldwuchses kaum. Zwischen 1700 und 2000 m dagegen herrschen dichte Bestände gesellig wachsender Zwergsträucher, deren Artenbestand je nach der Exposition recht verschieden ist.

Die Zwergstrauchheiden nach Norden weisender Hänge bestehen in der Strauchschicht aus Ericaceen-Arten, die auch in den mittel- und nordwesteuropäischen Gebirgen häufig sind. Zu ihnen gesellt sich regelmäßig der Zwergwacholder, *Juniperus nana* Willd. In der Krautschicht spielen atlantische Arten neben einigen kantabrischen Endemiten eine große Rolle. Besonders regelmäßig finden sich:

Juniperus nana (L.) Willd.
Calluna vulgaris (L.) Hull
Vaccinium myrtillus L.
Vaccinium uliginosum L.

Deschampsia flexuosa L.
Nardus stricta L.
Festuca spadicea L.

Silene L. div. spec.
Iberis conferta Lag.

Sedum anglicum Huds.
Sedum brevifolium D. C.
Sempervivum montanum Jacq.
Saxifraga umbrosa L.
Potentilla erecta Raensch.
Digitalis purpurea L.
Melampyrum pratense L.
Gentiana lutea L.
Jasione perennis L.
Solidago virga aurea L.
Leontodon pyrenaicus Gouan.

An windgepeitschten Standorten oberhalb 1800 m ist eine niedrige, wie geschoren aussehende „W i n d h e i d e“ aus *Calluna vulgaris* Hull, *Genista pilosa* L., *Lycopodium selago* L. und einigen Strauchflechten ausgebildet, wie sie ganz entsprechend auch für die Alpen (ELLENBERG 1963) und die Cevennen (BRAUN 1915) geschildert wird.

Lokal — vor allem an häufig gebrannten Stellen sowie auf sehr steinigen, armen Böden kommen auch *Erica cinerea* L., *Erica umbellata* L., *Dabeocia cantabrica* (Huds.) Koch und *Genistella tridentata* (L.) Samp. in der Ericaceen-*Juniperus nana*-Zwergstrauchheide der Nordhänge vor. Dagegen erreichen die noch in den Pyrenäen vorkommenden Gattungen *Rhododendron* L., *Loiseleuria Desvaux* und *Phyllodoce Salisbury* das Kantabrische Gebirge nicht.

b) Die Zwergstrauchheiden der Südhänge

Die Filzeichenwälder der Südflanke des Gebirges gehen nach oben hin in eine von der geschilderten recht deutlich unterschiedene Zwergstrauchheide über. Von den Arten der Nordflanke kommen in ihr lokal *Calluna vulgaris* und *Vaccinium myrtillus* vor, während *Juniperus nana* häufig ist und maßgeblich auch an der Zusammensetzung dieser Heiden in Südexposition beteiligt ist.

Neu dagegen sind Straucharten, die an starke Sonneneinstrahlung und große Lufttrockenheit angepaßt sind. In erster Linie sind hier einige Ginstersarten zu nennen, die zur Wuchsform der Rutensträucher gehören: *Cytisus purgans* (L.) Sp. überzieht in den Granitgebirgen Zentral- und Westiberiens oberhalb der Waldgrenze weite Flächen in Reinbeständen. Er ist außerdem in den Gebirgen des südlichen Frankreich westlich der Rhône verbreitet.

In Westasturien sowie im südöstlichen Galicien fehlt *Cytisus purgans* und wird von dem ihm physiognomisch ungemein ähnlichen Rutenstrauch *Genista obtusiramea* Gay vertreten.

Neben diese 0,80—1,00 m hoch werdenden Ginster treten auf Südhängen zwei *Erica*-Arten von etwa gleicher Wuchshöhe: *Erica aragonensis* Wk. und *Erica arborea* L.

Zusammen mit den Straucharten des Filzeichenwaldes — besonders mit *Genista florida* L. s. l. und *Sorothamnus scoparius* Wimm. — treten auf Südhängen bunt gemischte Strauchgesellschaften aus Genisteen- und *Erica*-arten bereits in Höhen von rund 1300 m auf. Auch einige atlantische *Ulex*-Arten (*Ulex europaeus* L., *Ulex gallii* Planch) erreichen darin etwa 1600 m Meereshöhe, z. B. am Puerto Ventana, Puerto de Tarna und am Puerto de Leitariegos. Wie sie, so bleiben mit zunehmender Höhe auch *Genista florida* und *Sorothamnus scoparius* zurück, die beide am Puerto de Leitariegos noch bei 1700 m vorkommen. *Genista obtusiramea* Gay erreicht auf der Südflanke des Pico de Arvas — *Cytisus purgans* Sp. fehlt hier — 1900 m; im Gebiet der weiter östlich gelegenen Peña Prieta dagegen, wo beide Arten gemeinsam vorkommen, steigt *Genista obtusiramea* nur auf rund 1500 m, während *Cytisus purgans* 2100 m erreicht.

Wahrscheinlich vertragen die thermisch anspruchsvollen bzw. frostempfindlichen atlantischen Arten das im Südosten des Gebirges bereits kontinentaler geprägte Hochgebirgsklima nicht mehr. Auch LÜDI (1958) weist darauf hin, daß in Spanien die atlantischen Arten nicht hoch ins Gebirge steigen.

So bleiben denn als wichtigste, bestandbildende Zwergsträucher oberhalb der Grenze des *Quercus pyrenaica*-Waldes vor allem *Cytisus purgans*, *Erica*

aragonensis und *Juniperus nana* übrig, mit denen häufig *Calluna vulgaris*, *Erica arborea* und *Vaccinium myrtillus* vergesellschaftet sind.

Auch im Inneren des Kantabrischen Gebirges herrschen oberhalb der Waldgrenze je nach der Exposition die beiden soeben geschilderten Typen der Zwergstrauchheide: auf Nordhängen die *Vaccinium-Calluna-Juniperus nana*-Heide, auf Südhängen die *Cytisus purgans-Erica aragonensis-Juniperus nana*-Heide (Bild 3).

Wo besonders steinige Böden vorkommen, wie dies vor allem in den zahlreichen Karen der Fall ist, treten hierauf spezialisierte Pflanzenarten zu sehr charakteristischen Schuttgemeinschaften zusammen. Im westlichen Asturien (Pico de Arvas; oberes Luna-Tal) sind auf kristallinen Schutthalden häufig:

Allosorus crispus (L.) Bernh.
Dryopteris abbreviata Newman
Festuca glauca Lmk.
Rumex suffruticosus Gay
Melandrium glutinosum Rouy
Silene L. div. spec.
Ranunculus parnassifolius L.
Sempervivum montanum Jacq.
Sedum hirsutum All.

Sedum brevifolium DC.
Sedum anglicum Huds.
Eryngium durieanum Gay
Digitalis purpurea L.
Sideritis lurida Gay
Valeriana montana L.
Solidago virga aurea L.
Phalacrocarpum oppositifolium
Wk.

An frischen, schattigen, bodenfeuchten Standorten kommen im Kantabrischen Gebirge üppige Hochstaudenfluren vor, in denen folgende Arten häufig sind:

Veratrum album L.
Pulsatilla alpina L.
Aconitum lycoctonum Auct.
Aconitum napellus (L.) Rchb.
Gentiana lutea L.

Valeriana montana L.
Doronicum austriacum Jacq.
Adenostyles pyrenaica Lange
Cirsium palustre (L.) Scop.
Cicerbita plumieri (L.) Kir.

Lokal wachsen hier auch:

Allium victorale (L.) P. F.
Narthecium ossifragum (L.) Huds. und
Meum athamanticum Jacq.

Solche Hochstauden-Bestände kommen bereits in der Waldstufe — hier häufig als Begleiter von Bächen — vor und erreichen in den Hochtälern des Peña Prieta-Gebietes 2150 m Höhe.

C) Die gehölzfreie Höhenstufe

Wo in Höhen oberhalb 2000 m holzige Gewächse nicht mehr in geschlossenen Beständen vorkommen, herrschen auf steinigem, mehr oder weniger stark durchfeuchteten Böden offene, artenreiche Gesellschaften krautiger Pflanzen, deren Mehrzahl Hemikryptophyten sind. Es handelt sich ganz überwiegend um Arten, die auch in den Alpen und in den Pyrenäen vorkommen, hinzu treten einige kantabrische Endemiten. Besonders reich ist diese „alpine“ Stufe hemikryptophytischer Kräuter im Gebiet der Peña Prieta und der Peña Curavacas ausgebildet; sie enthält hier:

Oreochloa disticha Link
Agrostis cf. *rupestris* All.
Deschampsia flexuosa var.
brachyphylla Gay
Poa alpina L.
Festuca rubra L. s. l.
Juncus trifidus L.
Luzula spicata (L.) DC.
Luzula pediformis DC.
Silene acaulis L.
Minuartia recurva (All.)
Schinz et Th.
Iberis conferta Lag.
Sedum L. div. spec.
Sempervivum montanum Jaq.
Sempervivum arachnoideum L.

Saxifraga aizoon Jacq.
Saxifraga mixta Lap.
Alchemilla alpina L.
Conopodium cf. *denudatum* Koch
Armeria alpina Willd.
Armeria cantabrica Bss. et Rt.
Veronica fruticulosa L.
Euphrasia minima Jacq.
Thymus serpyllum L. s. l.
Phyteuma hemisphaericum L.
Jasione perennis L.
Jasione humilis Loiseleur
Gnaphalium supinum L.
Antennaria dioica Gaert.
Solidago virga aurea L.
Leontodon pyrenaicus Gouan

Im Gipfelbereich der Peña Prieta kommen *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum* und *Calluna vulgaris* in Einzelexemplaren noch in 2400 m Höhe als Begleiter solcher alpiner Kräuterfluren vor. Auch die Gräser *Festuca eskia* Ram. und *Festuca indigesta* Boiss. erreichen als Einzelpflanzen diese Höhe.

Auf südexponierten, mäßig geneigten und feinerdereichen Hängen erlangen die *Festuca*-Arten schnell die Oberhand über die meisten anderen der genannten Pflanzen der alpinen Stufe. Sie treten zu geschlossenen Rasen zusammen, die sich jedoch unter der Wirkung der durch häufigen Frostwechsel bedingten Solifluktion sowie des ständigen Viehtritts zu hangabwärts gekrümmten Girlanden bzw. zu hangparallelen Streifen auflösen können (Bild 2). GAUSSEN (1926) schildert diesen Vorgang ausführlich für die *Festuca eskia*-Rasen der östlichen Pyrenäen. Die gleiche Art bildet

auch im Bereich der Peña Prieta große Reinbestände, wobei sie vor allem die Höhenstufe der *Cytisus purgans*-Heide besiedelt. Im allgemeinen schieben sich ihre Rasen zwischen die *Nardus*-Rasen feuchter Verebnungen und die Zwergstrauchheide der anschließenden Hänge. Wo *Festuca eskia* selbst auf die Hänge übergreift, zeigen sich sogleich die erwähnten hangparallelen Streifen. Ganz ähnliche Streifenbildungen fand ich am Puerto de Pandetrave in 1800—1900 m Höhe. Hier werden diese Treppenrasen von *Festuca ovina* L. s. l. gebildet. *Festuca indigesta* Boiss. schließlich ist besonders xerophil. Ihre harten, etwas gekrümmten Blätter laufen in eine kräftige Stachelspitze aus. Im Gegensatz zu den Gebirgen des Zentrums der Halbinsel kommt sie im Kantabrischen Gebirge weniger in geschlossenen Rasen vor. Sie besiedelt vielmehr zusammen mit *Iberis conferta*, *Dianthus div. spec.*, *Silene div. spec.*, *Jasione perennis*, *Thymus serpyllum* und anderen licht- und trockenheitsliebenden Pflanzen hochgelegene, südexponierte Hänge. Im Gebiet der Peña Prieta beginnt ihr gehäuftes Vorkommen erst oberhalb der bei 2100 m endenden Stufe der *Cytisus purgans*-Zwergstrauchheide.

Nach SCHMID (1956) stellen diese Trockenrasen oberhalb der Waldgrenze Ausläufer des im Süden der Halbinsel typisch ausgebildeten „Mediterranen Gebirgssteppen-Gürtels“ dar, für den neben horstförmig wachsenden Gräsern vornehmlich aus der Gattung *Festuca* Arten der Gattungen *Senecio*, *Jasione*, *Calamintha*, *Thymus*, *Armeria*, *Teucrium*, *Sideritis*, *Linaria*, *Sesleria*, *Eryngium*, *Astragalus*, *Anthyllis*, *Lotus*, *Genista*, *Erodium*, *Polygala*, *Silene*, *Dianthus*, *Helianthemum*, *Iberis*, *Alyssum*, *Reseda* u. a. bezeichnend sind.

2. Die Kalkmassive des Kantabrischen Gebirges (Abb. 7)

A) Die Waldstufe

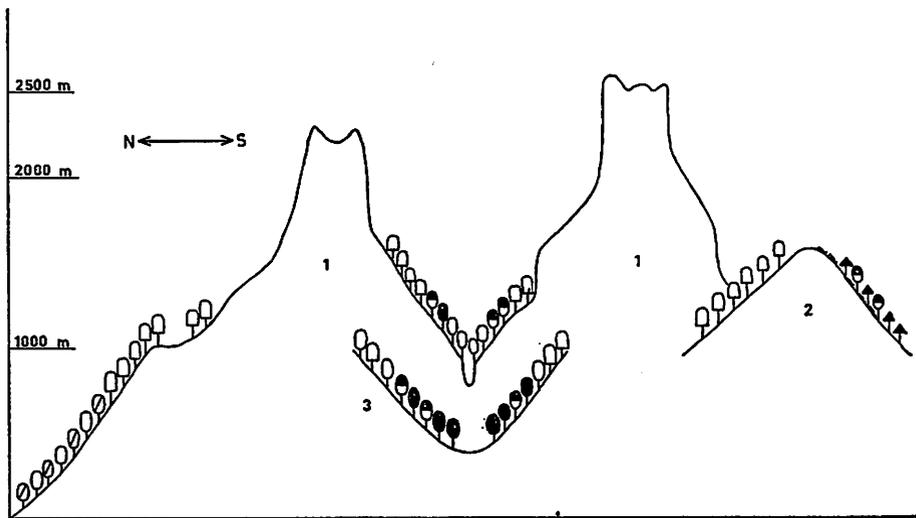
a) Die Wälder der Nordflanke

Auch in den Kalkmassiven des Kantabrischen Gebirges folgt auf eine Eichenwaldstufe eine solche des Buchenwaldes; das andersartige Ausgangsgestein scheint sich also im Waldkleide kaum auszuprägen. Die Ursache dieser Erscheinung liegt nach ALBAREDA (1954) darin begründet, daß das hoch-ozeanische Klima den mineralischen Untergrund in seiner Bedeutung zurücktreten läßt. So entwickeln sich hier auch auf Kalkgestein echte Braunerden mitteleuropäischen Typs mit leicht sauren A-Horizonten. Der Reichtum dieser Böden an Basen macht sie widerstandsfähiger gegen die Auswaschung und Zerstörung der Tonmineralien (ALBAREDA: „emigración y destrucción de arcilla“), als es die Braunerden auf kalkfreien Ausgangsgesteinen des gleichen Gebietes sind. Dennoch kann es, wie ALBAREDA betont, in sehr regenreichen Gebieten, z. B. in den westlichen Pyrenäen, auch auf Kalksubstrat zur Bildung podsolierter Braunerden kommen. Solche beobachtete ich in etwa 1000 m Höhe oberhalb des Klosters Covadonga in den Picos de Europa ebenfalls.

Der wichtigste Waldbaum der unteren, von 0 bis rund 800 m reichenden Vegetationsstufe ist die Stieleiche. Auf Kalk sind ihr jedoch zahlreiche, z. T. recht anspruchsvolle Baumarten beigemischt, und auch die Zahl der Straucharten ist hier wesentlich höher als im azidophilen kantabrischen Stieleichenwald der kristallinen Gebiete. Obwohl die Buche vereinzelt bis auf 100, ja auf 50 m (DUPONT 1953) hinabsteigt, nimmt sie nur in untergeordnetem Maße an der Zusammensetzung der Wälder dieser Höhenstufe teil. In der Nähe des Klosters Covadonga in Asturien besteht der Stieleichenwald auf Kalk u. a. aus:

Quercus robur L.
Castanea sativa Mill.
Betula sp.
Corylus avellana L.
Crataegus monogyna Jacq.
Prunus spinosa L.
Ilex aquifolium L.

Ulmus scabra Mill.
Alnus glutinosa (L.) Gaertn.
Acer pseudoplatanus L.
Rhamnus frangula L.
Cornus sanguinea L.
Ligustrum vulgare L.
Ruscus aculeatus L.



Q = Arten des Laubmischwaldes (Acer, Tilia etc.) P = Fagus silvatica Q = Quercus robur Q = Quercus faginea
 Q = Quercus ilex ↑ = Juniperus thurifera ~ = Juniperus sabina u = Juniperus nana

Abb. 7: Vegetationsprofile durch die Kalkmasse des Kantabrischen Gebirges. 1: Hauptgruppe der Picos de Europa; 2: Südrand des Gebirges bei Riaño; 3: Deva-Tal (Liébana)

In der Krautschicht sind neben ausgesprochen atlantischen Arten solche feuchter Wälder häufig:

Equisetum maximum Lmk.
Blechnum spicant Withg.
Polypodium vulgare L.
Holcus mollis L.
Brachypodium silvaticum R. et S.
Poa nemoralis L.
Sieglingia decumbens Bernh.
Carex remota L.
Tamus communis L.

Hypericum pulchrum L.
Hypericum helodes L.
Potentilla tormentilla Necker
Polygala serpyllifolia Hose
Circaea lutetiana L.
Solanum dulcamara L.
Wahlenbergia hederacea (L.) Rchb.
Centaurea nigra L.

An künstlichen Böschungen und auf Waldschlägen wachsen:

Rubus L. div. spec.
Ulex europaeus L.
Dabeocia cantabrica Koch

Erica vagans L.
Brachypodium pinnatum P. B.
Carex flacca Schrb.

Feuchte Gräben begleiten:

Molinia caerulea Moench.
Juncus inflexus L.
Lythrum salicaria L.

Lycopus europaeus L.
Eupatorium cannabinum L.
Pulicaria dysenterica (L.) Bernh.

Kleine Bachtälchen und Schluchten, die nach Norden hin geöffnet sind, beherbergen üppige und artenreiche Farngesellschaften. Unter anderem kommen hier der wohl größte europäische Farn: *Woodwardia radicans* (L.) Sw. sowie *Adiantum capillus veneris* L. und *Scolopendrium vulgare* Sm., der Hirschzungenfarn, vor. Auch das stattliche *Hypericum androsaemum* L. ist an solchen Standorten häufig.

Bei rund 800 m schließt sich an den Eichen-Mischwald eine Buchenwaldstufe an. Ich besuchte die stark gelichteten Buchenwälder, die in der Umgebung der Seen Lago Enol und Lago de Ercina die Hänge bis 1200 m hinauf bedecken (Bild 5). Dolinen und mächtige Karrenbildungen geben der Landschaft hier das Gepräge. Es herrscht überall Waldweide. Wo größere Verebnungen ohne anstehenden Fels vorkommen, sind diese waldfrei und tragen auf ihren Feinerdeböden Matten, auf denen unter den Gräsern *Nardus stricta* L., das Borstgras, vorherrscht. An zahlreichen Stellen haben *Ulex europaeus* L. und in seinem Gefolge *Erica*-Arten und andere Zwergsträucher die Weideflächen erobert und ihren Wert stark vermindert.

Mit

Daphne laureola L.
Dryopteris phegopteris (L.)
Chrsn.
Mercurialis perennis L.

Helleborus viridis L.
Anemone hepatica L.
Saxifraga geum L. und
Fragaria vesca L.

beherbergt der Buchenwald hier viele Pflanzen des bereits geschilderten artenreichen kantabrischen Buchenwaldes. Dort jedoch, wo zwischen den Karren größere Mengen Humus zusammengeschwemmt wurden, trifft man mitten im Kalkbuchenwald azidophile Begleitarten wie *Vaccinium myrtillus* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull. und *Sieglingia decumbens* Bernh. an. Neben *Sorbus aria* (L.) Crantz kommt — wenn auch selten — *Taxus baccata* L. als baumförmige Begleitart der Buche vor.

Im Bereich dieses „Seenplateaus“ oberhalb des Ortes Covadonga endet der Buchenwald bereits bei 1200 m, um stein- und geröllübersäten Triften Platz zu machen. Da die Birke — ebenso wie die Nadelbäume der Gattungen *Pinus*, *Abies* oder *Picea* — hier nicht vorkommt, fehlt in den Picos de Europa eine der Birkenwaldstufe der kristallinen Ketten des Kantabrischen Gebirges entsprechende Waldstufe. Diese Tatsache sowie die extreme Ozean-

nität des Klimas (LAUTENSACH 1951) dürften die Ursachen der außergewöhnlich niedrig gelegenen oberen Waldgrenze dieses Gebirgsabschnittes sein (s. auch HERMES 1955).

Bis zu einer Höhe von mindestens 1400 m werden die an den Buchenwald angrenzenden Triften von folgenden Sträuchern und Halbsträuchern gebildet:

Juniperus nana Willd.

Daphne laureola L.

Genista hispanica L. s. l.

Erica vagans L.

Lithospermum diffusum Lag.

Teucrium pyrenaicum L.

Sideritis hyssopifolia L.

Thymus serpyllum L. s. l.

dazu treten an Kräutern:

Brachypodium pinnatum P. B.

Helleborus viridis L.

Anemone hepatica L.

Digitalis parviflora Jacq.

Stachys officinalis (L.) Trev.

u. a.

Erst oberhalb 1400 m folgen Arten, die auch für die alpine Stufe der Picos de Europa typisch sind, z. B.:

Genista legionensis

Silene acaulis L.

Globularia nudicaulis L. und

Erinus alpinus L.

Möglicherweise reichte früher der Buchenwald 100 bis 200 m höher hinauf als heute — jedenfalls ergibt sich diese Vermutung bei der genauen Betrachtung der floristischen Verhältnisse an der heutigen Waldgrenze. Es sei hier jedoch betont, daß gerade auf dem zum Atlantik hin gerichteten Abfall des Gebirges zahlreiche Pflanzenarten weit weniger streng an bestimmte Höhenstufen gebunden sind, als dies in anderen Gebieten des kantabrischen Raumes der Fall ist. So erwähnt DUPONT (1953), daß er *Erinus alpinus* L., *Sideritis hyssopifolia* L. und *Globularia nudicaulis* L. noch auf Kalkfelsen der asturischen Küste gefunden habe.

Die weitgehende Zerstörung der natürlichen Eichen- und Buchenwälder auf der Nordflanke der Picos de Europa und der ihnen vorgelagerten, ebenfalls z. T. aus Kalkgestein bestehenden Küstenketten hat zu einer starken Entfaltung von Sekundärgesellschaften geführt. Wo die Wälder nicht Äckern und Grünland weichen mußten, bedecken Strauchheiden die Hänge, in denen

Pteridium aquilinum Kuhn

Rubus L. div. spec.

Ulex europaeus L.

Dabeocia cantabrica (Hudson)

Koch

Erica tetralix L.

Erica mackayana Bab.

Erica cinerea L.

Erica vagans L. und

Lithospermum diffusum Lag.

vorherrschend. Unter diesen Heiden kommt es stellenweise zur Bildung mehr oder weniger mächtiger Rohhumusschichten sowie zur Entstehung darunterliegender, völlig entkalkter Bleichsandhorizonte. KUBIENA (1953) bezeichnet solche Böden als „podsolierte Braunerden“.

Wo innerhalb dieser azidophilen atlantischen Strauchheiden — wie dies in den zahlreichen Karrenfeldern, an Weg- und Straßenböschungen usw. häufig vorkommt — der Karbonkalk an die Oberfläche tritt, wechselt der Vegetationscharakter schlagartig. An die Stelle der pelzartig alles überziehenden Stechginster- und Ericaceenheide treten mehr oder weniger xerophile Gewächse, die den Untergrund nicht geschlossen bedecken und vor allem Ritzen und Spalten der Kalkfelsen besiedeln. Es sind:

Genista hispanica L. s. l.

Rhamnus alpina L.

Hedera helix L.

Ceterach officinarum Willd.

Asplenium trichomanes L.

Asplenium ruta-muraria L.

Avena filifolia Lag.

Melica ciliata L.

Teucrium pyrenaicum L.

Sideritis hyssopifolia L.

u. a.

Ein wichtiges Vegetationselement des asturischen Küstenlandes sind schließlich die zahlreichen *H e c k e n*. Sie grenzen die Mais- und Kartoffelfelder sowie die zahlreichen Mostapfelpflanzungen voneinander ab und bestehen vor allem aus:

Pteridium aquilinum Kuhn

Smilax aspera L.

Rubus L. *div. spec.*

Ulex europaeus L.

Rhamnus frangula L.

Dabeocia cantabrica Koch

Lonicera periclymenum L.

Erica ciliaris L.

Erica vagans L.

Lythrum salicaria L.

Linaria triornithophora Willd.

Stachys officinalis Trev.

Teucrium scorodonia L.

u. a.

b) Die Wälder der Südflanke

Zwischen den Flüssen Pisuerga im Osten und Carrión im Westen bilden die Karbonkalke in der fast 2000 m erreichenden Sierra de la Peña den Abschluß des Kantabrischen Gebirges zur altkastilischen Meseta hin.

Wie in den kristallinen Ketten, so findet auch hier die Buche in dem sommertrockenen, kontinentalen Klima, dessen Auswirkung auf die Pflanzenwelt durch das Kalkgestein noch gesteigert wird, keine Lebensmöglichkeit. Die silicicole Filzeiche vermag hier ebensowenig zu leben, weil sich

oberflächlich entkalkte Böden, die auf der immerfeuchten Nordflanke so häufig sind, unter den klimatischen Bedingungen des sommertrockenen Iberien nicht oder nur sehr langsam zu bilden vermögen. Waldkiefern fand ich in der Sierra de la Peña ebenfalls nicht, obwohl die Art hier zweifellos gedeihen könnte.

Es sind vielmehr zwei Eichenarten mediterraner bzw. westmediterraner Verbreitung die, teils gemischt, teils in reinen Beständen die dürren Südhänge dieses und anderer Kalkgebirge am Südabfall des Kantabrischen Gebirges bekleiden. Zu ihnen gesellt sich als einziger Nadelbaum lokal der interessante west-mediterrane Baumwacholder, *Juniperus thurifera* L. Die Eichen sind *Quercus ilex* L., die immergrüne Steineiche, und *Quercus faginea* Lamk. s. l. aus der Gruppe der „Dörrblatteichen“ im Sinne LAUTENSACHS.

Am Südhang der Peña Redonda steigt ein schütterer Buschwald aus kaum mehr als 2 m Höhe erreichenden Steineichen vom Niveau der hier etwa 1200 m hoch gelegenen Meseta Altkastiliens bis 1500 m empor. Möglicherweise wird diese Höhe weiter im Inneren der Sierra de la Peña, ebenfalls an südexponierten Hängen, um rund 100 m überschritten, wie Beobachtungen mit dem Feldstecher ergaben. Nur wenige mediterrane Pflanzen begleiten die Steineiche in diesem winterkalten Gebiet. Unter den Sträuchern sind es *Genista scorpius* (L.) Lamk., ein stachliger, 1—2 m hoher Ginster, der im westlichen Mittelmeergebiet zu den stetesten Begleitern der Steineiche gehört, und *Cistus laurifolius* L., die Lorbeerblättrige Cistrose. An Gräsern sind *Festuca hystrix* Boiss., eine kleine, hartblättrige Schwingelart, und *Koeleria vallesiana* (Sut.) Gaud. häufig, während von den Kräutern der kargen Triften, die sich zwischen den Baum- und Strauchinseln ausdehnen, *Aphyllanthes monspeliensis* L. und *Coris monspeliensis* L. als mediterran bezeichnet werden können. Südöstlich von Cervera de Pisuerga fand ich auf Tertiärkalken in rund 1100 m Höhe in Südexposition einen ganz ähnlichen Waldtyp, in dem *Quercus ilex* durch *Quercus faginea* vertreten wurde.

Besonderes Interesse verdienen jedoch die Gebiete des Kantabrischen Gebirges, in denen der Baumwacholder *Juniperus thurifera* L. allein oder gemischt mit *Quercus faginea* vorkommt. Dies ist bei Crémenes am Esla-Fluß südlich von Riaño sowie auf den kahlen Kalkhängen zwischen Besande und Camporedondo am oberen Carrión der Fall. Ein weiteres Vorkommen befindet sich in der Nähe des Dorfes Mirantes im Luna-Tal auf einem Südhang oberhalb des Luna-Stausees ebenfalls auf hartem, weißem Karbonkalk (s. auch LOSA u. MONTSERRAT 1952 und DUPONT 1956) (Bild 6).

Juniperus thurifera L. wird auf allen genannten Standorten 3—5 m hoch und besitzt im Alter stets eine typische Baumform, d. h., er weist einen

Stamm und eine meist kugelförmige Krone auf. Seine Bestände sind niemals dicht geschlossen wie die anderer Nadelbäume. Zwischen den einzelnen Exemplaren bleibt vielmehr stets viel freier Raum für andere Baum- bzw. Straucharten verfügbar. Zahlreiche mittel- und südeuropäische Kräuter armer Kalktriften gehören ebenfalls zu den Begleitern der nordspanischen Baumwacholder-Bestände, von denen die folgende Liste einen Eindruck vermitteln möge:

Juniperus thurifera L.
Quercus faginea Lamk.

Juniperus sabina L. s. l.
Juniperus nana Willd.
Berberis vulgaris L.
Helianthemum Adanson sp.
Sorbus aria Crantz
Rosa L. sp.
Genista scorpius L.
Genista hispanica L. s. l.
Ononis spinosa L.
Ononis striata Gouan

Avena bromoides
Festuca hystrix Boiss.

Festuca cinerea
Koeleria vallesiana Gaud.
Brachypodium pinnatum P. B.
Helleborus foetidus L.
Sedum acre L.
Sedum nicaeense Allioni
Eryngium campestre L.
Daucus carota (L.) Paoletti
Lithospermum diffusum Lag.
Teucrium chamaedrys L.
Thymus mastichina L.
Asperula cynanchica Bauhin
Santolina chamaecyparissus L.
Carlina vulgaris L.
Hieracium pilosella L.
u. a.

Die drei geschilderten Baumwacholder-Vorkommen befinden sich alle zwischen 1000 und 1300 m Höhe an vorwiegend südexponierten Hängen. Die äußerste Höhe, die *Juniperus thurifera* — meist in strauchförmigen Exemplaren als Besiedler von Felsritzen — erreicht, stellen nach meinen Beobachtungen im Luna-Tal 1400 m, lokal unter Umständen auch einmal 1500 m dar. Im allgemeinen herrschen hier jedoch auf der Südflanke der kantabrischen Kalkmassive bereits völlig andere Formationen vor: sowohl an den *Quercus ilex*-Wald der Peña Redonda wie auch an die *Juniperus thurifera*-*Quercus faginea*-Mischwälder schließt sich eine Zwergstrauchheide an, in der *Juniperus sabina humilis*, *Juniperus nana* und *Arctostaphylos uva-ursi* dichte, kniehohe Bestände bilden.

So wiederholt sich auf der Südflanke auch der Kalkmassive des Kantabrischen Gebirges das eigenartige Phänomen, daß hier, in einem Gebiet mit ausgeprägt kontinentalem Klimacharakter, die Waldgrenze besonders niedrig liegt. GAUSSEN (1949) sieht die Ursache, wie bereits erwähnt, darin, daß aus vegetationshistorischen Gründen die Gebirge der westlichen Hälfte der Iberischen Halbinsel weder über Laub- noch über Nadelbäume für die von

ihm sogenannte „*étage montagnard*“ und „*étage subalpin*“ verfügen. Dementsprechend bilden hier *Quercus pyrenaica*, die GAUSSEN der „*étage collinéen*“ zuordnet im Kristallin, *Quercus ilex*, *Quercus faginea* und *Juniperus thurifera* — ebenfalls der collinen Stufe GAUSSENS zugehörig — in den Kalkmassiven die oberste Waldstufe.

Den Feststellungen GAUSSENS ist hinzuzufügen, daß im Kantabrischen Gebirge Bäume der montanen und subalpinen Stufe vor allem dem Südhang fehlen, daß auf dem stark ozeanischen Nordhang aber sowohl *Pinus silvestris* (im Pinar de Lillo) wie auch *Betula verrucosa* 1800 m erreichen. Es dürften also neben florensgeschichtlichen auch noch heute wirksame klimatische Ursachen sein, die die geschilderte Asymmetrie in der Lage der Waldgrenze im Kantabrischen Gebirge hervorrufen. So erlaubt das gerade am Südrande dieses Gebirges herrschende „iberisch-kontinentale“ Klima mit seiner bedeutenden Jahresamplitude der mittleren Monatstemperaturen und den starken winterlichen Frösten nur den besonders hieran angepaßten Baumarten, in größere Höhen vorzudringen. Das Vorkommen von *Juniperus thurifera* gerade hier bestätigt diese Ansicht, denn dieser Wacholder besitzt sein Hauptverbreitungsgebiet auf der Halbinsel in den Kalkmassiven der Cordillera Ibérica, also im kontinentalsten Bereich Iberiens (LAUTENSACH 1960). Auch im Hohen Atlas bildet dieser Baumwacholder in den östlichen, meerfernen Teilen die Waldgrenze, die hier bei 3000 m liegt (EMBERGER u. BOUDY 1934, RAUH 1952).

c) Die Wälder der inneren Täler

In den Picos de Europa fehlen die weiten, mehr oder weniger geradlinigen Längstäler, wie sie für die kristallinen Ketten so bezeichnend sind, weitgehend. Statt dessen trennen enge, sehr tiefe Schluchten die einzelnen Massive voneinander. Die wohl bedeutendste dieser Schluchten ist die des Río Deva, die den Gau Liébana mit Potes als Mittelpunkt durchzieht. Westlich schließt sich die vom Río Cares durchflossene Talschaft Valdeón an, auf die — wiederum weiter westlich — die gewaltige Sella-Schlucht folgt.

Obwohl Sella- und Deva-Fluß bereits nach kurzem Lauf den Atlantischen Ozean erreichen, werden ihre Täler durch die im Pico Turbino 1350 m Höhe erreichende Küstenkordillere von dessen direkten klimatischen Einflüssen weitgehend abgeschirmt und erhalten dadurch Beckennatur. Hierauf beruht die — verglichen mit den umliegenden Gebirgen — erhebliche Niederschlagsarmut und die große Sonnenscheindauer. Die genannten Täler stellen dementsprechend weit nach Norden vorgeschobene Wärme- und Trockenheitsinseln dar, was sich in ihrem Pflanzenkleid sehr deutlich ausprägt.

Von der Sohle des unteren Cares-Tales, welches das Massiv des Pico Turbino von der Zentralgruppe der Picos de Europa trennt, bis zu einer Höhe von 700—800 m sind in der Liébana Har t l a u b w ä l d e r verbreitet, in denen *Quercus ilex* L., seltener *Quercus faginea* Lamk. dominiert. Als häufige Begleiter treten in diesen Wäldern auf:

Ruscus aculeatus L.
Berberis vulgaris L.
Cistus salviaefolius L.
Prunus mahaleb L.
Prunus spinosa L.
Psoralea bituminosa L.

Pistacia terebinthus L.
Rhamnus alaternus L.
Rhamnus cathartica L.
Cornus sanguinea L.
Helichrysum stoechas (L.) DC.
u. a.

Auf Quarzitkonglomeraten, die durch einen kalkhaltigen Zement verkitet sind, wächst oberhalb von Potes in 500 m Höhe in Nordexposition ein Steineichenwald, dessen Unterwuchs aus Straucharten wie *Genista hispanica* L. s. l., *Erica vagans* L. und *Lithospermum diffusum* Lagasca, aus *Pteridium aquilinum* Kuhn und *Brachypodium pinnatum* P. B. besteht, Arten also, die mehr für degradierte Buchen- und Eichenwälder des Nordsaumes des Gebirges bezeichnend sind.

Wo im Devatal kalkfreie Schiefergesteine anstehen, wächst auch der immergrüne Erdbeerbaum, *Arbutus unedo* L. Daneben ist *Quercus pyrenaica* Willd. auf solchen Gesteinen verbreitet. An feuchten Standorten wachsen hier:

Tilia platyphyllos Scop.
Alnus glutinosa Gaertn.

Corylus avellana L.
Brachypodium silvaticum R. et S.

Besonders enge, schattige, mit hoher Luftfeuchtigkeit ausgestattete Abschnitte der genannten Täler beherbergen einen Laubmischwald mit folgenden Baum- und Straucharten:

Quercus petraea Liebl.
Quercus faginea Lamk.
Juglans regia L.
Fagus silvatica L.
Ulmus scabra Miller
Sorbus aria Crantz
Tilia platyphyllos Scop.

Tilia cordata Miller
Acer pseudoplatanus
Fraxinus excelsior L.
Ilex aquifolium L.
Corylus avellana L.
Cornus sanguinea L.

An offenen, sonnigen und felsigen Stellen kommt auch *Quercus ilex* in diesen Wäldern vor, die besonders üppig in der Schlucht des Río Cares in

der Talschaft Valdeón ausgebildet sind. An krautigen Pflanzen begleiten den Schluchtwald hier:

<i>Melica uniflora</i> L.	<i>Helleborus foetidus</i> L.
<i>Brachypodium silvaticum</i> R. et S.	<i>Helleborus viridis</i> L.
<i>Tamus communis</i> L.	<i>Anemone hepatica</i> L.
<i>Epipactis latifolia</i> All.	<i>Viola silvestris</i> (Lmk.) Rchb.
<i>Mercurialis perennis</i> L.	<i>Fragaria vesca</i> L.

Außerdem beherbergt der kantabrische Schluchtwald zahlreiche Pflanzen schattiger, feuchter Wälder, wie sie in den Stieleichenwäldungen der Nordflanke vorkommen, und auch die krautigen Begleiter des Buchenwaldes sind vielerorts in ihm vertreten. Bei TÜXEN u. OBERDORFER (1958), die den artenreichen Laubmischwald als *Corylo-Fraxinetum cantabricum* bezeichnen, findet sich eine ausführliche Liste aller von den genannten Autoren in Wäldern solchen Typs gefundenen Pflanzen, auf die hier verwiesen sei.

Diese lindenreichen Schluchtwälder der inneren Täler der Picos de Europa, denen man auch an entsprechenden Standorten West-Asturiens begegnet, entsprechen dem bereits für die kristallinen Ketten geschilderten artenreichen Laubmischwald, dem „*Quercus-Tilia-Acer-Mischwald*“ SCHMIDS. Auch hier besiedeln sie schattige, luftfeuchte Hänge, und auch hier stehen sie — ökologisch wie räumlich — zwischen dem Buchenwald, der nach oben hin anschließt, und dem submediterranen *Quercus ilex-Quercus lusitanica*-Wald. Bemerkenswert erscheint mir die fast regelmäßige Beimischung von *Juglans regia* L. in den Schluchtwäldern der Picos de Europa. GAUSSEN (1926) beschreibt eine ähnliche Erscheinung für die Wälder der östlichen Pyrenäen. Dort ist die Walnuß meist an solchen Stellen vorhanden, wo die Steineichenstufe an die darüberliegende Flaumeichenstufe, gebildet von *Quercus pubescens* Willd., grenzt. GAUSSEN weist jedoch ausdrücklich darauf hin, daß solche Wälder nach seinen Beobachtungen stets vom Menschen beeinflusst sind. Dies gilt auch für die Mischwälder der Cares-Schlucht, die an geeigneten Stellen durch Mähwiesen mit sehr steiler Böschung unterbrochen werden, in denen Waldweide herrscht und deren Bäume, soweit sie einigermaßen zugänglich sind, häufig geschneitelt werden. Im trockenen Sommer 1962 beobachtete ich, wie in der Cares-Schlucht Lindenlaub zu Fütterungszwecken geschnitten wurde.

In Höhen über 800—1000 m ist auch in den Kalkmassiven des Kantabrischen Gebirges der Buchenwald weitverbreitet. Ausgedehnte Buchenwälder gibt es in der Liébana, vor allem jedoch in der Talschaft Valdeón. Hier erreichen sie ob Posada de Valdeón in Südost-Exposition 1500 bis 1600 m und gehen über eine schmale Zone kräuterreicher Strauchtriften in die kahlen, senkrechten Felsen der Picos über.

Auch im Gebiet der Peña Ubiña sowie am Puerto de Tarna herrschen Buchenwäldungen vor. So bedeckt den nach Süden gerichteten Gegenhang des erwähnten *Sphagnum*-Waldmoores, auf dem der Pinar de Lillo steht, auf Kalkgestein ein Buchenwald, dessen Lage und Artenbestand RIVAS MARTINEZ (briefliche Mitteilung) wie folgt schildert:

„Auf etwa 40° geneigtem Hang wachsen in Südost-Exposition auf einer braunen Rendsina:

Fagus silvatica L.

Aspidium cf. *setiferum*

Asplenium adiantum-nigrum L.

Festuca rubra L. s. l.

Poa nemoralis L.

Mercurialis perennis L.

Helleborus viridis L. s. l.

Aquilegia vulgaris L.

Corydalis cava Schw. et K.

Arabis auriculata Lamk.

Potentilla fragariastrum Ehrh.

Laserpitium nestleri S. W.

Asperula odorata L.

Geranium robertianum L.

Primula officinalis (L.) Hull

Hieracium murorum L.“

Der Wald endet, vermutlich künstlich, bei 1500 m und geht in eine von *Genista hispanica* L. s. l., *Erica vagans* L. und *Brachypodium pinnatum* P. B. beherrschte Trift über, wie diese im Kantabrischen Gebirge sich innerhalb der Buchenwaldstufe häufig dort einstellt, wo der Wald der Überweidung und Übernutzung zum Opfer gefallen ist.

Am weitesten nach Süden ist das große Buchenwaldgebiet am Nordhang der Sierra de la Peña vorgeschoben. Es bedeckt die zum Río Pisuerga hin abfallenden Hänge dieser Kalkkette bis zu einer Höhe von 1700 m. Der Buche, die hier, hart am Südrande des Kantabrischen Gebirges, nur bescheidene Dimensionen erreicht, sind *Sorbus aucuparia* L. und *Sorbus aria* (L.) Crantz beigemischt, auf welcher letzterer die Mistel (*Viscum album* L.) vorkommt. Im geschlossenen Buchenwald wachsen zahlreiche anspruchsvolle Kräuter wie: *Viola silvestris*, *Mercurialis perennis*, *Stellaria holostea*, *Asperula odorata*, *Paris quadrifolia*, *Lilium martagon*, *Anemone hepatica*, *Poa nemoralis*, *Crepis lampsanoides* usw., doch ändert sich im Bereich der oberen Waldgrenze der Vegetationseindruck stark.

B) Die Gebiete oberhalb der Waldgrenze

Eine vorwiegend aus Zwergsträuchern bestehende, den Ericaceen bzw. Genisteenheiten der kristallinen Ketten vergleichbare geschlossene Formation fehlt den Kalkmassiven des Kantabrischen Gebirges weitgehend. Nur lokal kommt es zur Bildung ausgedehnter, reiner Zwergstrauch-Bestände.

Vielmehr sind es mehr oder weniger steinige, ja felsige Triften, die — von zahlreichen Kräutern und niederen Sträuchern in offener Formation bedeckt — der alpinen Stufe des Kalkgebirges ihr Gepräge verleihen. Dabei tritt der steinige Untergrund zwischen den locker stehenden Pflanzen im allgemeinen zutage. Eine Ausnahme hiervon stellen die Triften dar, die durch die Vernichtung des Buchenwaldes innerhalb der sonst von ihm eingenommenen Stufe entstanden sind. Es sind dies einmal die rein ozeanischen Ericaceen-*Ulex*-Heiden der regenreichen Nordflanke der Picos de Europa auf häufig podsolierten Böden, zum andern die schon mehrfach erwähnten Triften von *Erica vagans*. Zu ihr gesellen sich *Genista hispanica* L. s. l., eine ebenfalls bödenvage Ginsterart, die im kantabrischen Raum durch die var. *villosa* Willk. vertreten ist, sowie das ibero-atlantische *Lithospermum diffusum* Lag. Auch *Helianthemum vulgare* Gaertn., *Thymus serpyllum* L., *Teucrium chamaedrys* L. und *Teucrium pyrenaicum* L. pflegen in diesen Triften häufig zu sein. Ab 1500 m, stellenweise auch bereits tiefer, gesellen sich *Genista legionensis*, ein niederliegend wachsender, kalkliebender Ginster, dessen Zweigenden in einem Dorn enden, und *Sideritis hyssopifolia* L., ein gelbblühender Labiaten-Halbstrauch, hinzu. Unter den krautigen Pflanzen seien *Brachypodium pinnatum* P. B., *Koeleria Pers. spec.*, *Melica ciliata* L., *Carex cf. sempervirens* Vill., *Silene inflata* Sm., *Dianthus monspessulanus* L., *Carduncellus mitissimus* DC. und *Hieracium pilosella* L. genannt.

Oberhalb 1400 m, im Inneren des Gebirges etwa ab 1500 bis 1600 m, ändert sich der Charakter dieser Triften. Mit *Globularia nudicaulis* L., *Arenaria purpurascens* Ram., *Saxifraga conifera* Coss. etc. treten nunmehr in zunehmendem Maße Arten der alpinen Stufe auf. Auf den Skelettböden derselben sind in den Picos de Europa wie auf der Peña Ubiña allgemein verbreitet:

Oreochloa seslerioides

(All.) Richter

Poa alpina L.

Festuca glacialis Miègeville

Carex brevicollis DC.

Arenaria aggregata (L.) Lois.

Arenaria purpurascens Ramond

Silene acaulis L.

Silene ciliata Pourr.

Hutchinsia alpina R. Br.

Matthiola cf. perennis Conti.

Helianthemum Adanson div. sp.

Ranunculus cf. alpestris L.

Sedum atratum L.

Saxifraga conifera Coss.

Saxifraga oppositifolia L.

Saxifraga aizoon Jacq.

Genista legionensis

Astragalus pyrenaicus Ry.

Eryngium bourgati Gouan

Androsace villosa L.

Myosotis silvatica (Ehrh.)

Hoffm.

Veronica fruticulosa L.

Erinus alpinus L.

Pedicularis comosa L.

Teucrium pyrenaicum L.

Thymus serpyllum L. s. l.

Globularia nana Lmk.
Gentiana verna L.
Gentiana campestris L.
Galium pyrenaicum Gouan
Campanula L. spec.
Aster alpinus L.
Gnaphalium supinum L.

Doronicum grandiflorum Lmk.
Jurinea humilis DC.
Carduus carlinoides Gouan
Crepis albida Villars
Armeria alpina Willd.
Armeria cantabrica Boiss. et R.
u. a.

In der Zentralgruppe der Picos de Europa steigen einige der genannten Arten, vor allem *Genista legionensis*, *Sideritis hyssopifolia*, *Teucrium pyrenaicum* und *Eryngium bourgati* nur bis 2300 m, während andere, wie *Silene acaulis*, *Arenaria purpurascens*, *Saxifraga oppositifolia*, *Galium pyrenaicum*, *Gnaphalium supinum* und *Festuca glacialis* 2500 m und mehr erreichen. Obwohl sich die Physiognomie der alpinen Triften hierdurch kaum ändert, erscheint die 2300 m-Linie als Obergrenze einiger wichtiger Sträucher und Halbsträucher bemerkenswert.

Oberhalb 1900—2000 m bestehen im Pflanzenkleid der Picos de Europa nach meinen Beobachtungen zwischen Süd- und Nordhang keine allzu großen Unterschiede. Dagegen sind solche in der Stufe von 1500 bis 2000 m sehr stark ausgeprägt. Während nämlich auf der Nordflanke und auf nord-exponierten Hängen der inneren Täler auch bereits in dieser Höhenlage die von *Genista legionensis* und ihren geschilderten Begleitern gebildeten Triften beginnen, sind die südexponierten Hänge oberhalb der *Quercus ilex*-, *Quercus faginea*- und *Juniperus thurifera*-Wälder von einer anderen Vegetation bedeckt.

Dabei handelt es sich um die bereits erwähnten Bestände der beiden Wacholderarten mit kriechendem Wuchs, nämlich *Juniperus sabina humilis* und *Juniperus nana*, mit denen häufig auch die Bärentraube, *Arctostaphylos uva ursi* L., vergesellschaftet ist. Auch *Genista hispanica*, *Lithospermum diffusum* und *Sideritis hyssopifolia* treten in diesen Strauchheiden auf, die durch das Vorkommen von *Astragalus sempervirens* Lmk., einer Tragant-Art mit verdornter Blattrhachis, ihr besonderes Gepräge erhalten. Letzterem begegnet man auf mergeligen Böden auch weiter im Inneren des Kantabrischen Gebirges: so fand ich ihn am Puerto de Pandetrave (Valdeón) und an der Peña Ubiña.

Je weiter man sich beim Aufstieg dem 1990 m hohen Gipfel der Peña Redonda am Südrande des Kantabrischen Gebirges nähert, desto mehr überwiegt *Juniperus nana* über den anfangs häufigeren *Juniperus sabina humilis*. Noch mehr gilt dies für die Nordflanke dieses Berges, auf der unter den vorkommenden Zwergsträuchern *Juniperus nana* und *Arctostaphylos uva ursi* weitaus vorherrschen. Bis zu einer Höhe von 1800 m sind hier auch

Rhamnus alpina, *Amelanchier vulgaris*, *Cotoneaster integerrima* und *Spiraea hispanica* Gam. Orteg. vertreten. Eigenartigerweise kommt am Nordhang der Peña Redonda überall auch *Cytisus purgans*, eine sonst durchaus kalkfeindliche Ginsterart, bis 1700 m hinauf vor, wobei sie häufig unmittelbar neben *Juniperus sabina humilis* wächst. Erst im äußersten Süden der Halbinsel, nämlich auf dem Südhang der Sierra Nevada, finden sich beide Arten — hier jedoch auf Glimmerschiefer — wiederum in enger Nachbarschaft.

Dies ist nicht die einzige Übereinstimmung, die die Kalkketten am Südrande des Kantabrischen Gebirges mit den süd- und südostspanischen Gebirgen aufweisen. Unter den Gräsern der sehr artenreichen Triften der Peña Redonda, von denen bisher nur die Straucharten aufgeführt wurden, sind nämlich *Poa ligulata* Boiss. und *Festuca hystrix* Boiss. häufig, Arten, die ebenfalls wieder in der Sierra Nevada auftauchen. Auch *Odontites longiflora* Boiss., eine Scrophulariacee, die in den Steineichengebüschen der Fußstufe der Peña vorkommt, ist eine Nevada-Pflanze. LOSA u. MONTSERRAT (1953 und 1952) fanden den dornigen Cruciferen-Strauch *Alyssum spinosum* L. sowie *Helianthemum glaucum* Pers. häufig an einer nach Süden gerichteten Felswand bei Riaño (Valle de Borín) — beide Arten sind auch in den Gebirgen Andalusiens häufig.

Es würde zu weit führen, alle die zahlreichen krautigen Pflanzen aufzuzählen, die die *Juniperus-Arctostaphylos*-Heide hier begleiten. Es sei dazu auf die Listen bei LOSA u. MONTSERRAT (1952, 1953) verwiesen. Durchweg handelt es sich um Arten lichter Wälder auf Kalkgestein und um solche soniger, steiniger Triften, wie z. B.

Koeleria vallesiana Gaud.

Koeleria crassipes Lange

Poa ligulata Boiss.

Poa alpina L.

Melica ciliata L.

Festuca hystrix Boiss.

Festuca spadicea L.

Saxifraga canaliculata B. R.

Anemone pavoniana Boiss.

Ononis pusillus L.

Digitalis parviflora Jacq.

Teucrium pyrenaicum L.

Jasione humilis Loiseleur

Campanula glomerata L.

Chrysanthemum corymbosum L.

Crepis albida Villars

Bis zum Gipfel steigen neben einigen der genannten Arten außerdem: *Carex humilis* Leyss., *Carex liparocarpus* Gaud., *Tulipa australis* Link, *Saxifraga conifera* Coss. und *Globularia nana* empor.

An den Buchenwald der Peña Redonda schließen sich also Bestände von Sträuchern und Kräutern an, die, wie *Cotoneaster integerrima* Med., *Spiraea hispanica* Gam. Orteg., *Amelanchier vulgaris* Moench., *Chrysanthemum*

corymbosum L. und *Melica ciliata* L. Begleiter wärmeliebender Wälder sind. Hier liegt offenbar der seltene Fall vor, daß auf den Buchenwald mit zunehmender Höhe Fragmente der artenreichen Laubmischwälder und der submediterranen Flaumeichenwälder folgen.

Die für feinerdereiche Südhänge der kristallinen Ketten des Kantabrischen Gebirges so charakteristischen *Festuca*-Treppenrasen fehlen den Kalkmassiven desselben, da das anstehende Gestein in diesen Höhen die Entwicklung feinkörniger Verwitterungsböden nicht zuläßt. Aus diesem Grunde finden sich hier auch keine Solifluktionerscheinungen. Die beiden in den Picos de Europa i. w. S. endemischen Schwingel-Arten besiedeln hier recht extreme Standorte: *Festuca glacialis* Miègeville bewohnt die höchsten Lagen der Picos und ist hier auf felsigem Geröll häufig. *Festuca burnatii* St. Yves wächst bevorzugt in den Spalten senkrechter Felswände.

Eine bedeutende Rolle spielen die gewaltigen Geröllhalden am Fuße der oft viele hundert Meter hohen Felstürme in den Picos de Europa. Sie sehen von ferne betrachtet völlig steril und leblos aus, doch sind sie von einigen typischen Schuttpflanzen besiedelt. Dies sind:

Avena montana Vill.

Rumex scutatus L.

Euphorbia chamaebuxus Bern.

Ranunculus parnassifolius L.

Linaria faucicola Lev. et Ler.

Crepis pygmaea L.

An hochgelegenen Felsen sind häufig:

Asplenium trichomanes L.

Asplenium viride Huds.

Asplenium ruta-muraria L.

Cystopteris fragilis Bernh.

Sesleria coerulea (L.) Ard.

Festuca burnatii St. Yves

Euphorbia chamaebuxus Bernh.

Gypsophila repens L.

Saxifraga aizoon Jacq.

Saxifraga oppositifolia L.

Potentilla caulescens L.

Alchemilla hoppeana (Rchb.)

Dalla Torre

Rhamnus pumila L.

Rhamnus alpina L.

Globularia nana Lmk.

Asperula hirta Ramond

Campanula gr. *rotundifolia* L.

Da Regen- und Schmelzwasser im klüftigen Kalkgestein meist sofort versickert, kommt es in den Kalkmassiven Kantabriens kaum zur Bildung fließender oder stehender Gewässer nahe an oder oberhalb der Waldgrenze. Eine Ausnahme stellt das Seenplateau oberhalb des Klosters Covadonga dar, auf dem mächtige Feinerdedecken zusammengeschwemmt worden sind. An den Ufern der dort fließenden kleinen Bäche sind *Aconitum napellus* (L.) Rchb. und *Eryngium bourgati* Gouan häufig. Vom Pico Mampodré (2190 m) schildern LOSA u. MONTERRAT (1953) die Vegetation der Ufer des

einzig kleinen Baches, den sie — in 1500 m Höhe — auf diesem Kalkberge antrafen. Folgende Arten aus ihrer Liste kann man zu den H o c h s t a u d e n zählen:

Trollius europaeus L.
Ranunculus acer L.
Geum rivale L.

Alchemilla vulgaris L. s. l.
Chaerophyllum hirsutum L.
Adenostyles alliariae Kerner

In einer großen, nach Norden geöffneten Felsnische, die dem Weidevieh nicht zugänglich ist, fand ich in 2000 m Höhe in einem Kalkklotz am Puerto de Pandetrave (Valdeón) eine an Hochstauden reiche Pflanzengesellschaft mit:

Poa alpina L.
Luzula cf. *pediformis* DC.
Saxifraga geum L.
Primula officinalis Hill.

Alchemilla hoppeana (Rcbb.)
Dalla Torre
Myosotis alpestris Schmidt
Adenostyles pyrenaica Lange

II. DAS KASTILISCHE SCHEIDEGEBIRGE

A) Die Waldstufe

a) Die mediterrane Fußstufe

Das in seiner gesamten Ausdehnung aus Graniten, Gneisen und paläozoischen Schiefen bestehende Kastilische Scheidegebirge liegt ganz im sommertrockenen Iberien. Lage und Höhe bedingen hier überall eine doppelte Vegetationsruhe: einmal im dürren Sommer, zum andern während des hier sehr kalten, schneereichen Winters.

Die das Scheidegebirge umgebenden Hochebenen von Alt- und Neukastilien sowie von Hochextremadura tragen bzw. trugen Wälder mediterranen Charakters (HOPFNER 1950). Bestände der immergrünen *Steineiche*, *Quercus ilex* L., reichen auf beiden Flanken bis dicht an das Gebirge heran und finden — je nach der Exposition und den Grundwasserverhältnissen — zwischen 1000 und 1200 m ihre Obergrenze. Nach SW hin sind den *Quercus-ilex*-Wäldern auch *Quercus faginea* Lamk., *Pinus pinaster* Aiton und *Pinus pinea* L. beigemischt, und häufig gesellt sich am Südfuße der mediterranen Wacholder *Juniperus oxycedrus* L. in Form kleiner, 3—5 m hoher Bäume den dortigen Wäldern bei.

Lichtungen und Weidetriften dieser Zone tragen Strauch- und Halbstrauchbestände, in denen der zu den Rutensträuchern gehörende ginster-

ähnliche Strauch *Retama sphaerocarpa* Boiss. häufig ist; daneben kommen Cistrosen-Heiden mit *Cistus ladaniferus* L. und *Cistus laurifolius* L. vor. Von diesen beiden Arten bevorzugt der Ladanstrauch die Südseite des Gebirges, wo er in niederen Lagen sehr häufig ist, während die wenig kälteempfindliche Lorbeerblättrige Cistrose auf beiden Flanken desselben vorkommt und auch über die Grenze des Steineichenwaldes hinausgreift. Letzteres gilt auch für den Besenginster, *Sarothamnus scoparius* Wimm. und für den spanischen Schopflavendel *Lavandula pedunculata* Cav., die in der Fußregion aller Abschnitte des Scheidegebirges weite Flächen bedecken. Wie in Kantabrien, so gesellen sich ihnen auch hier nach Westen hin weitere Ginster zu, so vor allem *Sarothamnus patens* (L.) Webb s. l. und *Cytisus multiflorus* (L'Her.) Sweet.

b) Die Stufe der laubwerfenden Wälder

Auf den mediterranen Waldgürtel folgt nach oben hin — vor allem im zentralen Teil des Gebirges — ein breiter Gürtel von Wäldungen der Filzeiche, *Quercus pyrenaica* Willd. Diese Baumart besitzt das Vermögen, aus der Wurzel ausschlagen, weshalb LAPEYROUSE sie *Quercus stolonifera* genannt hat. Vermutlich ist es dieser Eigenschaft zuzuschreiben, daß trotz jahrhundertelanger Weide- und Brennholznutzung sowie intensiver Köhlerei auch heute noch große zusammenhängende Filzeichenwälder im gesamten Bereich des Scheidegebirges bestehen. Die größten zusammenhängenden Bestände traf ich am Nordfuß der Sierra de Ayllón bei Riaza sowie im nördlichen Vorlande der Sierra de Gata, im SW der Provinz Salamanca — einem Gebiet des Großgrundbesitzes (LAUTENSACH 1964) — an.

Sehr waldarm ist dagegen die Sierra de Gredos; hier, wo traditionsgemäß die aus Extremadura stammenden Schaf- und Rinderherden ihre Sommerweiden finden, ist es zu einer äußerst gründlichen Waldvernichtung gekommen, und es drängt sich der Eindruck auf, daß dieser Gebirgsabschnitt besonders waldfeindlich sei. Da die noch weiter im Westen gelegenen Sierren (S. de Gata, S. da Estrela) entweder gut bewaldet sind oder doch durch die Erfolge neuerer Aufforstungen — in der Serra da Estrela sah ich gesunde, mehr als 50 Jahre alte, gepflanzte Buchen — den Beweis erbringen, daß sie nicht in einem extrem waldfeindlichen Klima liegen, darf die heutige Waldarmut der Sierra de Gredos mit Sicherheit menschlichem Einfluß zugeschrieben werden.

Wie auf der Südflanke des Kantabrischen Gebirges, so zeichnen sich auch die zentraliberischen Filzeichenwälder durch eine ausgeprägte Artenarmut in der Baumschicht aus. Nur in Bachrunsen oder an Stellen mit ständig feuchtem Boden finden sich *Salix*-Arten, *Betula verrucosa* Ehrh., *Ilex aquifolium* L.

folium L., *Populus tremula* L.; in den unteren Lagen auch *Fraxinus angustifolia* Vahl.

Besonders regelmäßig kommen folgende Pflanzenarten in allen Filzeichenwäldern des Kastilischen Scheidegebirges vor:

<i>Juniperus communis</i> L.	<i>Scilla hispanica</i> Mill.
<i>Rosa</i> L. <i>div. spec.</i>	<i>Paeonia broteroi</i> Boiss. et R.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	<i>Ranunculus gregarius</i> Brot.
<i>Genista florida</i> L.	<i>Arenaria montana</i> L.
<i>Sarothamnus scoparius</i> Wimm.	<i>Viola riviniana</i> Rchb.
<i>Erica arborea</i> L.	<i>Saxifraga granulata</i> L.
<i>Genista cinerea</i> D. C. <i>Subsp.</i> <i>cinerascens</i> Laguna	<i>Geum silvaticum</i> Pourr.
<i>Pteridium aquilinum</i> L.	<i>Vicia sepium</i> L.
<i>Melica uniflora</i> L.	<i>Calamintha clinopodium</i> Moris.
<i>Luzula forsteri</i> D. C.	<i>Teucrium scorodonia</i> L.
	<i>Galium verum</i> Scopoli

Neben diesen allgemein verbreiteten Arten beherbergen die Filzeichenwälder der verschiedenen Abschnitte des Kastilischen Scheidegebirges noch eine große Anzahl mehr lokal auftretender Begleiter, deren Vorkommen sich vor allem nach Höhenlage, Exposition und Bodenbeschaffenheit des jeweiligen Standortes richtet.

Sehr bemerkenswert sind in dieser Hinsicht die Filzeichenbestände, die den jähren Südfall der Hauptgruppe der Sierra de Gredos zum Tietar-Tale hin besiedeln. Hier steigt *Quercus pyrenaica* auf den Schwemmkegeln der rechten Nebenflüsse des Río Tietar bis zu dessen Ufern (rd. 400 m) hinab und bedeckt andererseits die Hänge des Gebirges bis 1300 m hinauf, wo die offensichtlich künstliche Waldgrenze liegt. *Quercus ilex* fand ich in dem Gebiet nur an besonders felsigen oder steinigen, trockenen Standorten. Dagegen stammen viele der Pflanzen, die die lichten Filzeichenwälder begleiten, aus dem Steineichenwald. Dies gilt besonders für *Juniperus oxycedrus* L., der in Form mittelgroßer Bäume, die fast die Größe der geschilderten *Juniperus thurifera*-Bäume Kantabriens erreichen, in den nach Süden gerichteten Hangwäldern häufig ist. Weiterhin kommen hier vor:

<i>Daphne gnidium</i> L.	<i>Erica arborea</i> L.
<i>Cistus ladaniferus</i> L.	<i>Thymus mastichina</i> L.
<i>Cistus hirsutus</i> Lmk.	<i>Phillyrea angustifolia</i> L.
<i>Cistus salviaefolius</i> L.	<i>Rubia peregrina</i> L.
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	u. a.

An Waldrändern und auf Lichtungen wachsen: *Adenocarpus intermedius* D. C., *Cytisus multiflorus* Sweet und *Sarothamnus patens* Webb s. l.

Bekannt für seinen Pflanzenreichtum ist der am Oberlauf des Río Alberche (Sierra de Gredos) gelegene Wald von Hoyocasero, den bereits WILLKOMM (1896) beschreibt. Die Filzeiche ist hier mit der Waldkiefer, *Pinus silvestris* L., untermischt. Neben auffälligen Geophyten wie:

Paeonia peregrina Mill. s. l.
Anemone pavoniana Boiss.
Polygonatum officinale All.

Convallaria majalis L.
Lilium martagon L.
Scilla hispanica Mill.

wachsen hier auch:

Aquilegia vulgaris L.
Geranium sanguineum L.
Sanicula europaea L.

Primula elatior (L.) Schreb.
Melittis melissophyllum L.,

also Arten, die auch in mitteleuropäischen Eichen- und Buchenwäldern vorkommen.

Einen weiteren Fundort „nordischer“ Pflanzen stellen die mehr oder weniger engen Bachrinnen dar, die unterhalb eiszeitlicher Kare oder auch am freien Hang im Kastilischen Scheidegebirge häufig sind. Soweit sie innerhalb der Waldstufe liegen, beherbergen sie in der Sierra de Guadarrama:

Taxus baccata L.
Betula verrucosa Ehrh.
Populus tremula L.
Sorbus aucuparia L.
Ilex aquifolium L.
Rhamnus frangula L.
Vaccinium myrtillus L.

Paris quadrifolia L.
Moehringia trinervia Clair.
Viola cf. *riviniana* Rchb.
Fragaria vesca L.
Lathyrus montanus L.
Vicia pyrenaica Pourr.
Sanicula europaea L.
Conopodium Koch sp.
Veronica officinalis L.
Melampyrum pratense L.
Galium rotundifolium L.
Chrysanthemum corymbosum L.
Lactuca muralis Fres.

Besonders typisch ist die geschilderte Pflanzengesellschaft bei 1400 m Höhe in Nordexposition am Puerto de Canencia sowie zwischen 1600 und 1700 m unterhalb des Nevera-Kars in der Nordkette der Sierra de Guadarrama ausgebildet. Beide Standorte sind vom *Pinus silvestris*- bzw. *Quercus pyrenaica*-Wald dicht umgeben.

Ganz ähnliche Pflanzengemeinschaften besiedeln entsprechende Biotope der Sierra de Gredos, doch bin ich *Betula verrucosa*, *Taxus baccata*, *Popu-*

lus tremula, *Paris quadrifolia*, *Vaccinium myrtillus* und *Sanicula europaea* hier nicht begegnet. Statt dessen fand ich auf der Nordflanke der Sierra de Piedrahita bei 1500 m in engen Bachtälchen neben *Ilex aquifolium*, Wurm- und Frauenfarn auch je ein Exemplar von *Corylus avellana* L. und *Ulmus scabra* L., dazu *Hedera helix* L., *Rubus idaeus* L. und *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. Recht häufig ist in der Sierra de Gredos *Sorbus aucuparia*, die hier höher als jeder andere Baum steigt und die in einer Bachrunse oberhalb Navalperal de Tormes noch zwischen 1700 und 1750 m einen kleinen Hain bildet.

Während — von den geschilderten Beispielen nordischer Vegetationsrelikte sowie von mehr oder weniger künstlich eingebrachten *Pinus silvestris*-Forsten abgesehen — die montane Stufe des Gredos- und des Guadarrama-Gebirges so gut wie ausschließlich von *Quercus pyrenaica*-Wäldern bedeckt ist, nehmen in der Sierra de Ayllón auch andere Baumarten an der Zusammensetzung der Wälder dieser Stufe teil.

So mischen sich auf dem Nordhang des Puerto de la Quesera oberhalb Ríofrío de Riaza bereits ab 1400 m an Bächen neben Birken auch Buchen unter die Filzeichenbestände. In reiner Nordexposition bildet die Buche auf Quarzitgestein hier Reinbestände, in denen *Vaccinium myrtillus* neben *Helleborus foetidus* L., *Corydalis cava* Schw. et K. und *Galium rotundifolium* L. den Unterwuchs bildet. Auf Lichtungen finden sich außer *Vaccinium myrtillus* auch *Erica arborea*, *Erica aragonensis*, *Calluna vulgaris* und *Arctostaphylos uva ursi*.

In der Form 4—6 m hoher, windverformter Bäume erreicht *Fagus sylvatica* am Puerto de la Quesera rund 1800 m. Ihre Wälder reichen auf der Ost- und Westflanke des jenseits des Quesera-Passes gelegenen Sorbe-Tales auf die Südseite der Sierra de Ayllón hinüber.

Ein besonders bemerkenswerter Laubwald bedeckt zwischen der 1200 m hoch gelegenen Talsohle des oberen Río Jarama und 1500 m einen nach Osten weisenden Hang in der Nähe des Dorfes Montejo de la Sierra. Dieser Wald wird allgemein „Hayedo de Montejo“ genannt, und tatsächlich nimmt die Buche an seiner Zusammensetzung teil. Sie ist hier vor allem an den Ufern der Nebenbäche des Río Jarama häufig, während die dazwischenliegenden, häufig felsigen Riedel *Quercus pyrenaica*-Wald tragen. Neben Buche und Filzeiche kommen hier nun auch zahlreiche andere Baumarten vor. Dies sind:

Taxus baccata L.

Betula verrucosa Ehrh.

Quercus petraea Liebl.

Populus tremula L.

Ulmus scabra L.

Sorbus aucuparia L.

Sorbus aria (L.) Crantz
Prunus avium L.
Pirus malus L.

Ilex aquifolium L.
Rhamnus cathartica L.

An Sträuchern sind häufig:

Juniperus communis L.
Corylus avellana L.
Crataegus monogyna Jacq.
Rosa L. *div. spec.*
Rubus L. *div. spec.*

Sarothamnus scoparius Wimm.
Sambucus nigra L.
Lonicera xylosteum L.
Lonicera periclymenum L.
Hedera helix L.

Genista florida L. wächst hier vor allem an lichten Stellen des *Quercus pyrenaica*-Waldes, *Erica arborea* L. bevorzugt an Waldrändern und Bachufern. *Adenocarpus hispanicus* (Lmk.) D. C. dringt an vielen Stellen von oben her in den Wald ein. Sehr artenreich ist auch die Kräuterflora des Waldes von Montejo. Sie umfaßt sowohl Arten des Filzeichen- wie des Buchenwaldes.

Auf dem sonnigeren Gegenhang ist der Wald weitgehend zerstört. Neben einzelnen Gruppen niedriger Filzeichen wächst dort eine Sekundärgesellschaft von *Lavandula pedunculata*, *Erica arborea*, *Erica aragonensis*, *Calluna vulgaris* und *Thymus mastichina*.

Im Gredos- und Guadarrama-Gebirge besitzt die Filzeichenstufe ihre obere Grenze bei 1600 m. Diese Höhe wird in der Sierra de Gredos jedoch selten erreicht, da der Wald überall stark zerstört ist. In der Sierra de Guadarrama vermischt die starke Förderung der Waldkiefer durch die dort betriebene Forstwirtschaft eine genaue Festlegung der Grenzen.

Etwas bedeutendere Höhen werden in der Sierra de Ayllón erreicht, wo auch bisher noch kaum ältere Kiefernplantagen bestehen. Auf dem nach WSW gerichteten Gegenhang des Hayedo de Montejo fand ich noch in 1780 m Höhe eine Gruppe von 4 alten, hochstämmigen Filzeichen. Auch oberhalb Ríofrío de Riaza endet der geschlossene Filzeichenwald erst bei 1700 m, während strauchförmige Exemplare von *Quercus pyrenaica*, stark vermischt mit *Pteridium aquilinum* und *Erica aragonensis*, 1850 m erreichen.

c) Die Waldkiefernstufe des zentralen Scheidegebirges

Im Gegensatz zur Südflanke der kristallinen Ketten des Kantabrischen Gebirges weist das zentrale Kastilische Scheidegebirge neben den beschriebenen Laubwäldern der montanen Stufe einen darüberliegenden Nadel-

waldgürtel auf. Dieser wird von der Waldkiefer, *Pinus silvestris* L., gebildet. Die Kiefernwälder des Scheidegebirges besitzen den Schwerpunkt ihrer Verbreitung in den Längstälern der Sierra de Guadarrama und der Sierra de Gredos, also im oberen Lozoya-, Alberche- und Tormes-Tal (Bild 7). In der Sierra de Guadarrama sind heute auch die äußeren Flanken von Kiefernwaldungen bedeckt.

In den genannten Gebieten ist die Waldkiefer in allen Expositionen dem ursprünglich hier herrschenden Filzeichenwalde eingestreut. In der Sierra de Guadarrama herrscht sie oberhalb 1500—1600 m heute völlig. Bis zur natürlichen Obergrenze der Eichenwälder, also bis 1600 m, dominieren allerdings auch im Kiefernwalde deren Begleiter, wie *Genista florida*, *Juniperus communis*, *Pteridium aquilinum* u. a. Mit zunehmender Höhe werden jedoch zwei andere Arten immer häufiger und bilden schließlich über 1800 m den alleinigen Strauchunterwuchs des Kiefernwaldes. Es sind dies die bereits aus dem Kantabrischen Gebirge geschilderten Zwergsträucher *Juniperus nana* und *Cytisus purgans*.

Der Ursprung der ausgedehnten Waldkiefernbestände des Scheidegebirges ist noch umstritten. Es scheint jedoch heute festzustehen, daß sich Waldkiefern bis in die Nacheiszeit hinein an besonders geeigneten Standorten gegen die Konkurrenz der Filzeiche haben behaupten können und daß sie — vor allem oberhalb der Filzeichenstufe — immer mehr oder weniger ausgedehnte Flächen bedeckt haben. So macht der Kiefernwald im Guadarrama-Gebirge um 1800 m bis 2000 m einen ausgesprochen urwüchsigen Eindruck. Auch in der Sierra de Gredos, deren Kiefernwälder zum größten Teile künstlich gepflanzt sein dürften, fand ich am Puerto del Pico in Süd-Exposition zwischen 1500 und 1600 m einen kleinen Bestand alter Waldkiefern zusammen mit *Quercus pyrenaica*, *Sorbus aria*, *Sorbus aucuparia* und *Lonicera periclymenum*, deren Existenz für ein natürliches Vorkommen auch hier spricht.

Die Ergebnisse pollenanalytischer Arbeiten sprechen ebenfalls dafür, daß *Pinus silvestris* seit altersher im Kastilischen Scheidegebirge heimisch ist (WELTEN 1956).

Von ihren mehr oder weniger hoch gelegenen Reliktstandorten aus hat die Waldkiefer dann Rodungs- und Brandinseln im Filzeichenwalde besiedeln können. Wo, wie in der Sierra de Guadarrama, Waldweide verboten war (die Wälder des oberen Lozoya-Tales sind königliche Jagdgebiete gewesen und heute Staatsforsten; RIVAS MARTINEZ mündl.), konnte die Kiefer mit Hilfe des Menschen ihr Areal schnell auf Kosten der Filzeiche ausdehnen. Heute, im Zeitalter einer intensiven Forstwirtschaft auch in Spanien, wird die schnellwüchsige Kiefer im gesamten Kastilischen Scheidegebirge in größtem Maßstabe zur Wiederaufforstung verwandt.

Auf der Südseite der Montes Carpetanos liegt die obere Grenze des geschlossenen Kiefernwaldes bei 2100 m. Auf den Nordflanken beider Ketten der Sierra de Guadarrama liegt sie zwischen 1900 und 2000 m.

B) Die Zwergstrauchstufe

Die — vor allem in der Sierra de Gredos so ausgedehnten und ganz überwiegend aus Genisteen-Rutensträuchern bestehenden — Strauchheiden der Waldstufe gehen oberhalb 1600—1700 m überall im Kastilischen Scheidegebirge in Formationen knie- bis hüfthoher Zwergsträucher über.

Im Gredos- und Guadarrama-Gebirge fällt das völlige Fehlen von Ericaceensträuchern in den Zwergstrauchheiden oberhalb der Waldgrenze besonders auf. Nur an Bachrändern sind hier *Erica arborea* und *Calluna vulgaris*, auf torfigen Böden der kleinen Moore stellenweise auch *Erica tetralix* anzutreffen. Die auf den grusigen bis sandigen Verwitterungsböden des Granits herrschenden Sträucher gehören dagegen ganz überwiegend den Gattungen *Cytisus* und *Genista* an. Ihnen gesellt sich — vor allem in der Sierra de Guadarrama — *Juniperus nana* bei, dessen Seltenheit in der Sierra de Gredos mit den dort so häufigen, von den Hirten angelegten Bränden zusammenhängen dürfte (s. auch RIVAS MARTINEZ 1963).

Am einförmigsten präsentiert sich die Zwergstrauchstufe in der Sierra de Guadarrama. Die Heide besteht hier so gut wie ausschließlich aus *Cytisus purgans* Sp. und *Juniperus nana* Willd., nur an wenigen Stellen, wie z. B. am Puerto de Reventón, kommt auch *Adenocarpus hispanicus* D. C. in ihr vor. An Bachufern und in schattigen, feuchten Runsen erreichen einzelne Büsche von *Erica arborea* L. mehr als 2000 m Höhe.

Cytisus purgans bleibt ab rund 2200 m zurück und überläßt die restlichen 200 Meter bis zu den Gipfeln der Peñalara und der Cabezas de Hierro dem Zwergwacholder, dessen Bestände sich mit zunehmender Höhe jedoch auch mehr und mehr auflockern und schließlich auf weit voneinander entfernte Exemplare inmitten der hier herrschenden *Festuca indigesta*-Rasen bzw. der Blockschutthalden reduziert werden. Auch in der Sierra de Gredos herrscht *Cytisus purgans* in der Zwergstrauchstufe so stark vor, daß er oft ausgedehnte Reinbestände bildet (Bild 9). Dies ist vor allem auf dem Kamm der knapp 2000 m hohen, langgestreckten Sierra de Villafranca der Fall. *Juniperus nana* bleibt im Gredos-Gebirge aus den angegebenen Gründen auf felsige Standorte beschränkt.

Bereits ab 1500 m tritt jedoch hier eine westiberische Ginsterart in die Zwergstrauchheide ein, die in der Sierra de Gredos ihre Ostgrenze erreicht. Es ist *Genista lusitanica* L., ein zur Sektion *Echinopartum* Spach gehöriger

Ginster, dessen grüne, assimilierende Sprosse in kräftigen Stachelspitzen enden. Die großen, leuchtend-hellgelben Blüten sind an den Zweigenden kopfig gehäuft. *Genista lusitanica* zeigt eine Vorliebe für steinige bis felsige Standorte und besiedelt, wenn sie mit *Cytisus purgans* gemeinsam vorkommt, gewöhnlich Felsburgen und größere Granitblöcke, während *Cytisus purgans* die mit grusigem Granitschutt bedeckten Hänge überzieht. In der Form 1—2 m hoher Sträucher, die wegen ihrer Höhe aus der niedrigen *Cytisus purgans*-Heide herausragen, begegnet man *Genista lusitanica* einzeln oder in kleinen Gruppen zwischen 1500 und 1800 m vor allem auf der zum Río Tormes hin abfallenden Nordflanke der Gredos-Hauptkette recht häufig.

Besonders interessant ist das Verhalten einer Varietät der *Genista lusitanica*, der *var. erinacea* Pau: Diese bildet dort, wo die Dachfläche der Hauptkette des Gredos-Gebirges gegen das Tietar-Tal steil abfällt, auf der nach Süden weisenden, früh ausapernden und windgefügten Kante eine schmale Zone 20—30 cm hoher, halbkugeliger, von Dornen starrer *Igelplaster* aus (Abb. 8, Bild 10). Es handelt sich hier um eine Wuchsform, die in den Hochgebirgen Andalusiens, vor allem aber Nordafrikas und Vorderasiens in der Zwergstrauchstufe vorherrscht und deren Vorposten im Kastilischen Scheidegebirge *Genista lusitanica var. erinacea* Pau bildet. In den Pyrenäen kommt auf Kalkgestein in sonnigen Lagen bis in Höhen von 2000 m die zur gleichen Sektion der Genisteen gehörende *Genista horrida* D. C. vor. Weitere Arten der Sektion finden sich in Andalusien.

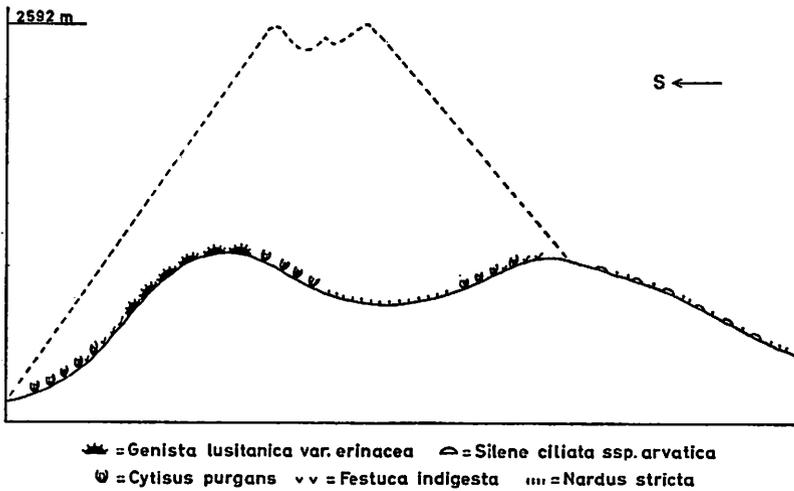


Abb. 8: Verbreitungsmuster der Zwergstrauchheide auf der 2200 m hohen Dachfläche der Sierra de Gredos. Im Hintergrund — gestrichelt — die Gruppe des Pico Almanzor

Während *Cytisus purgans* in den die Laguna Grande de Gredos umgebenden felsigen Hängen auf mindestens 2300 m steigt, bleibt das Vorkommen von *Genista lusitanica* var. *erinacea* Pau auf die rund 2000 m hoch gelegene Kante beschränkt, die die Dachfläche an ihrem Abbruch nach Süden bildet. Nach RIVAS MARTINEZ (1963) wächst die Varietät auch in hohen Lagen der Sierra de Béjar, wo sie ähnliche Standorte besiedeln dürfte. Wahrscheinlich gehören die Exemplare der *Genista lusitanica* L., die nach HENRIQUES (1883) als einzige Sträucher noch oberhalb 1850 m in Felsritzen der Serra da Estrela vorkommen, ebenfalls der erwähnten Zwergform an. Nach dem gleichen Autor ist in diesem portugiesischen Gebirge bis 1700 m eine *Ericaceen*-Heide ausgebildet, in der zwischen 1600 m und 1700 m *Erica arborea* L. und *Erica aragonensis* Wk. vorherrschen. Darüber, von 1700 bis 1850 m, herrscht dann eine *Cytisus purgans*/*Juniperus nana*-Heide, wobei *Juniperus nana* vorzugsweise an Felsen wächst.

Wie in diesem westlichsten Abschnitt des Kastilischen Scheidegebirges, so kommen auch in dessen nordöstlichem Teil, der Sierra de Ayllón, *Erica arborea* und *Erica aragonensis* als wichtige Bestandteile der dortigen Zwergstrauchheiden vor. Zusammen mit *Cytisus purgans* und *Juniperus nana* bilden sie zwischen den Oberläufen der Flüsse Jarama und Sorbe auf beiden Hängen dieses Gebirges zur Blütezeit ungemain farbenprächtige Heiden. Dieselben erreichen rund 1800 m; in ihnen kommt auch *Calluna vulgaris* vor, eine Art, die neben *Erica umbellata* L. und *Erica lusitanica* Rudolphi von HENRIQUES (1883) auch für die Heiden der Serra da Estrela angegeben wird.

Oberhalb 1800 m herrscht auch in der Sierra de Ayllón im allgemeinen *Cytisus purgans*, der am Lobo (2262 m) auf der Südseite praktisch dessen Gipfel erreicht, während er auf der Nordflanke kaum über 2000 m steigt. Auch hier bleibt *Juniperus nana* auf felsige Standorte beschränkt, was auch in der Sierra de Ayllón auf die häufigen Weidebrände der Schafhirten zurückzuführen sein dürfte.

Oberhalb des Hayedo de Montejo traf ich in 1700 m Höhe auf jüngere und ältere Brandflächen in der *Cytisus-Juniperus*-Heide. Auf ihnen hatte sich eine sehr charakteristische Brand-Folgegesellschaft eingestellt. Frische Brandflächen zeigten sich vor allem von der gelbblühenden *Linaria saxatilis* (L.) Hoffmg. et Lmk. besiedelt, zu der als zweite, sehr häufige Art *Luzula lactea* Lmk. trat. Diese in Spanien und Portugal endemische *Luzula*-Art ist auch im Kantabrischen Gebirge, zusammen mit *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin., auf hochgelegenen Brandflächen sehr häufig.

Später stellen sich dann in der Sierra de Ayllón auf solchen Flächen die stattliche, weißblühende *Linaria nivea* Boiss. et Reut., ein Endemit des Kastilischen Scheidegebirges, und *Adenocarpus hispanicus* (Lmk.) D. C. ein. Es

handelt sich bei den vier *Adenocarpus*-Arten Spaniens (*A. hispanicus* D. C., *A. intermedius* D. C., *A. decorticans* Bss. und *A. grandiflorus* Bss.) um mittelgroße bis baumförmige Sträucher, deren Sprosse nicht assimilieren und demgemäß während der Vegetationsperiode ständig beblättert sind. Die großen, goldgelben Blüten sind in Rispen an den Zweigenden angeordnet. Mehr noch als der im wesentlichen auf das Kastilische Scheidegebirge beschränkte *Adenocarpus hispanicus*, der 2000 m Höhe erreichen kann, besitzt der weiter verbreitete, in niedrigeren Lagen wachsende *Adenocarpus intermedius* leicht ruderalen Charakter und kommt demgemäß gerne an Weg- und Straßenrändern vor.

Von besonders großem Interesse sind die Zwergstrauchheiden oberhalb der Grenze der Buchenwälder des Nordhanges der Sierra de Ayllón. Hier fehlt *Cytisus purgans* und auch *Erica aragonensis* ist wegen der bedeutenden Höhe selten. Statt dessen herrschen hier dichte Bestände von *Vaccinium myrtillus* L., denen in abnehmender Häufigkeit *Erica arborea* L., *Calluna vulgaris* Hull., *Arctostaphylos uva ursi* L., *Erica aragonensis* Wk., *Genista pilosa* L. und *Halimium umbellatum* L. beigesellt sind.

Die Anwesenheit von *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris* und *Genista pilosa*, die ja auch zu den wichtigsten Arten der kantabrischen Zwergstrauchbestände gehören, weist auf den klimatischen Einfluß hin, den der Atlantische Ozean auf das nordöstliche Kastilische Scheidegebirge ausübt. Als Verbindung zwischen der kantabrischen Region und dem Scheidegebirge kommt dem nordwestlichen Iberischen Gebirge eine entscheidende Bedeutung zu. So finden sich auf den kalkfreien kretazischen Konglomeraten des Urbión-Massivs Buchen-Traubeneichen-Waldkiefern-Mischwälder mit ganz ähnlichen Begleitarten wie sie z. B. der Hayedo de Montejo aufweist, und oberhalb der Buchenwälder des San Millán-Massivs in der Sierra de la Demanda bei Burgos bedecken ausgedehnte Heiden aus *Erica arborea*, *Erica aragonensis*, *Vaccinium myrtillus* und *Calluna vulgaris* die Hänge, während *Cytisus purgans* nach meinen Beobachtungen zu fehlen scheint. Auch die in den degradierten *Quercus pyrenaica*-Wäldern um Riaza vorkommenden atlantischen Arten *Erica cinerea* L. und *Pterospartum* (= *Genistella*) *tridentatum* (L.) Wk. bezeugen den atlantischen (ozeanischen) Charakter dieses Gebietes.

Wie der Nordosten, so ist auch der äußerste Westabschnitt des Scheidegebirges, die Sierra de Gata sowie die Serra da Estrela, den atlantischen Klimaeinflüssen unterworfen, was sich in dem starken Vorkommen von Ericaceen in den dortigen Zwergstrauchheiden ausdrückt. Zwischen diesen beiden atlantischen „Eckpfeilern“ liegt der Block des Gredos- und des Guadarrama-Gebirges, dessen Klima man als „iberisch-kontinental“ bezeichnen

könnte. Die relative Kontinentalität des Klimas drückt sich vor allem in der Uniformität der Vegetation aus: monotone Filzeichen- und Waldkiefernwälder in der Waldstufe, ebenso einförmige Ginster-Wacholder-Bestände oberhalb derselben.

Dennoch fehlen auch dem zentralen Abschnitt des Scheidegebirges in den bisher betrachteten Stockwerken atlantische Vegetationselemente keineswegs. Diese ziehen sich lediglich an feuchte, schattige Standorte zurück. Beispiele hierfür sind: *Carum verticillatum* (L.) Koch, eine Umbellifere, die vorzugsweise zwischen *Juncus*- und *Carex*-Arten an Bachufern und auf *Nardus*-Rasen vorkommt; weiterhin *Lobelia urens* L., *Wahlenbergia hederacea* (L.) Rchb. und *Galium broterianum* Boiss. et Reut. an Bächen, sowie *Drosera rotundifolia* L. und *Erica tetralix* auf torfigen Böden der kleinen Moore.

Somit scheint nicht nur das herrschende „kontinentale“ Großklima für das Fehlen der Ericaceen in den Zwergstrauchbeständen des Gredos- und Guadarrama-Gebirges verantwortlich zu sein. Ich vermute vielmehr, daß die bei der Verwitterung des Granits entstehenden sandig-grusigen Böden eine zu geringe Fähigkeit zur Wasserspeicherung besitzen und ihre Wasserreserven daher nicht ausreichen, die Ericaceensträucher, welche im Gegensatz zu den meisten der hier vorkommenden Genisteen-Rutensträucher ihre Blätter nicht zu entbehren vermögen, während des langen, trockenen Sommers mit Wasser zu versorgen. Die durch die Vegetationsdecke gebildete organische Substanz dieser Böden pflegt zudem den häufigen Heidebränden zum Opfer zu fallen, so daß nur sandliebende, xerophile Sträucher, eben die Ginster, hier vorzukommen vermögen.

Wo, wie in der Sierra de Ayllón, tonreichere Verwitterungsböden entstehen, finden die Ericaceen ihre Standortsansprüche wieder erfüllt. Dies ist auch dort der Fall, wo die Niederschläge während des Sommers nicht allzu selten sind, wie z. B. in der Serra da Estrela, deren Gipfelregion nach LAUTENSACH (1951) keinen Trockenmonat aufweist.

Auf die Wirkung des unterschiedlichen Tongehaltes der Böden auf die Vegetation weist auch FRÄNZLE (1959, S. 55) hin, wenn er betont, daß auf dem sandigen Lehmboden der Tres Provincias (2070 m, Somosierra), der aus Granit hervorgegangen ist, Ginster wachse, während die tonhaltigeren Verwitterungsprodukte der paläozoischen Schiefer geschlossene Grasfluren trügen.

Die dicht geschlossenen *Cytisus purgans*-*Juniperus nana*-Heiden sind arm an sie begleitenden Pflanzenarten. Auf freien Flächen zwischen den Sträuchern sind „Spezialisten“ für sandige Böden wie *Cerastium ramosissimum* Boiss., *Teesdalia nudicaulis* (L.) R. Br. und *Corynephorus canescens* P. B. häufig, während auf steinigten Böden Arten wie *Digitalis purpurea* L.

und *Senecio tournefortii* Lap. in die Heide eindringen. Auch Krautarten der darunterliegenden Wälder wie *Arenaria montana* kommen in der Zwergstrauchstufe vor.

Auch Schutthalden und Wanderschuttdecken sind im Kastilischen Scheidegebirge weit verbreitet. FRÄNZLE (1959) hat ihr Vorkommen im Guadarrama-Gebirge und in der Sierra de Ayllón kartiert. Die Schuttzungen reichen stellenweise bis tief in den Zwergstrauchgürtel hinein, dessen Arten — vor allem *Juniperus nana* — sie vom Rande her allmählich besiedeln. An der Peñalara und den Cabezas de Hierro reicht der Wanderschutt bis fast zu den Gipfeln empor. Auch die Rückwände der zahlreichen Kare sind von bedeutenden Schuttmassen erfüllt. Praktisch überall im Kastilischen Scheidegebirge wachsen auf bewegtem Schutt die drei Arten:

Allosorus crispus Bernh.

Digitalis purpurea L. var. *carpetana* Rivas Mateos

Senecio pyrenaicus Loefl. ssp. *carpetanus* (Wk.) Riv. Mart.

Sie bilden die wohl typischste und häufigste Schuttgesellschaft der zentraliberischen kristallinen Hochgebirge und kommen auch in der Sierra Nevada sowie an einigen Stellen des Kantabrischen Gebirges vor. In der Sierra de Gredos gesellen sich an sonnigen Standorten zu ihnen außerdem:

Reseda gredensis Cutanda

Senecio artemisiaefolius Pers.

Santolina oblongifolia Bss.

Im Guadarrama-Gebirge und in der Sierra de Ayllón wächst auf Schutt stellenweise auch der bereits aus Kantabrien beschriebene *Rumex suffruticosus* Gay. Weiterhin kommen hier vor:

Agrostis truncatula Parl.

Linaria alpina (L.) DC.

Paronychia polygonifolia DC.

Tanacetum pallidum Maire

Sedum brevifolium DC.

Wie im Kantabrischen Gebirge, so wachsen auch im Kastilischen Scheidegebirge an geeigneten Standorten **H o c h s t a u d e n g e s e l l s c h a f t e n**. Innerhalb der Wald- und Zwergstrauchstufe ist dies vor allem an den Ufern der zahlreichen Bäche der Fall. Während solche Staudenfluren der Sierra de Guadarrama weitgehend fehlen — RIVAS MARTINEZ (1959) fand nur verstreute Exemplare von *Veratrum album* und *Polygonum alpinum* in diesem ihm besonders gut bekannten Gebirge — sind sie in der Sierra de Gredos üppiger entwickelt. Besonders artenreich jedoch sind sie am Oberlauf des Río Jarama im Bereich des Hayedo de Montejo und auf der Nordseite der Sierra de Ayllón dort, wo in Bachrunsen Birken und Buchen wachsen.

Am oberen Río Jarama fand ich:

Athyrium filix femina Roth.
Trollius europaeus L.
Aquilegia vulgaris L.
Aconitum napellus Rchb.
Geum urbanum L.

Geum rivale L.
Chaerophyllum hirsutum L.
Alchemilla vulgaris L.
Hypericum cf. *montanum* L.
Polygonum bistorta L.

In der Sierra de Gredos sind zwischen 1500 und 1800 m häufig:

Veratrum album L.
Polygonum alpinum L.
Aquilegia vulgaris L.
Eryngium bourgati Gouan

Gentiana lutea L.
Adenostyles pyrenaicus Lange
Doronicum cf. *carpetanum*
Boiss. et Reut.

C) Die gehölzfreie Höhenstufe

Oberhalb der geschlossenen Zwergstrauchheiden, also oberhalb 2200 m, kommen auf feinerdereichen Südhängen, die besonders zeitig ausapern, Rasen der starrblättrigen *Festuca indigesta* Boiss. vor. Zahlreiche Hemikryptophyten und Chamaephyten, die ebenso wie *Festuca indigesta* sowohl den heißtrockenen Sommer wie auch den harten zentraliberischen Hochgebirgswinter ungeschützt zu überdauern vermögen, begleiten diese *Trockenrasen*. Durch den in dieser Höhenlage sehr häufigen Frostwechsel und die damit verbundene Solifluktion kommt es zur Ausbildung von Rasengirlanden, wie sie auch für die *Festuca*-Rasen des Kantabrischen Gebirges bezeichnend sind. FRÄNZLE (1959) hat sie ausführlich beschrieben und eine Zusammenstellung ihres Vorkommens in der Sierra de Guadarrama gegeben.

Unter den Begleitarten der fast zu allen Jahreszeiten gelblich-grün aussehenden Schwingelrasen ist der Anteil der Pflanzen am größten, deren Herkunft RIVAS MARTINEZ (1963) mit „alta montaña ibérica“ angibt. Es handelt sich hierbei um Arten oder Unterarten, die auf der Iberischen Halbinsel endemisch sind oder doch hier den Schwerpunkt ihrer europäischen Verbreitung besitzen. Es sind vor allem — neben *Festuca indigesta* selbst —:

Agrostis truncatula Parl.
Silene ciliata Pourr. ssp.
arvatica Riv. God.
Sedum brevifolium DC.
Thymus drucei Ronn.

Jasione humilis Lois. ssp.
centralis Riv. Mart.
Tanacetum pallidum Maire,
var. alpinum Heyw.
Senecio boissieri DC.

Häufig sind hier ferner die beiden im Kastilischen Scheidegebirge endemischen Arten *Armeria caespitosa* Quer und *Hieracium myriadenum* Boiss. et Reut., von denen die zierliche *Armeria* zu einer beliebten Steingartenpflanze geworden ist. Neben diesen Arten, die den charakteristischen Gattungen des SCHMID'schen „Mediterranen Gebirgssteppengürtels“ angehören, wird das boreo-alpine Element durch:

Agrostis rupestris All.
Luzula spicata (L.) DC.

Veronica fruticulosa L. und
Phyteuma hemisphaericum L.

vertreten. Hier wie bereits im Kantabrischen Gebirge begegnen sich also beide Vegetationsgebiete (SCHMID 1956), wobei gegenüber dem kantabrischen Raum die Zahl der arktisch-alpinen Elemente ab-, die der mediterranen dagegen zugenommen hat (s. auch LÜDI 1956).

In der Sierra de Gredos sind solche Schwingelrasen — wahrscheinlich aus klimatischen Gründen — seltener als in der Sierra de Guadarrama. Ich fand sie lediglich dort, wo im Bereich der Mira, eines 2343 m hohen Berges, die Dachfläche zum Tietar-Tal steil abfällt, auf dem Südhang. Hier wird *Festuca indigesta* von *Deschampsia flexuosa* Trin. begleitet. Auf der Dachfläche selbst ist *Festuca indigesta* im Gredos-Gebirge mehr ein Bewohner von Gesteinsspalten. An lichten Stellen steigt sie in der *Cytisus*-Heide bis etwa 1500 m hinab.

Weite Flächen nehmen auf dem Kamm der Mira dagegen steinige Böden ein, auf denen — wohl wegen des Mangels an Feinerde — rasenbildende Gramineen nicht vorkommen. RIVAS MARTINEZ (1963) macht die hohen Niederschläge dieses Gebirges dafür verantwortlich, daß die Feinerde ständig fortgeführt wird. Möglicherweise spielt auch Winderosion eine gewisse Rolle, so daß die Ursache der hochgelegenen, steinigen Böden der Sierra de Gredos die gleiche wäre wie die, welche die „Hamada-Böden“ der Sierra Nevada bedingt.

Neben bereits beschriebenen Arten wie *Agrostis truncatula* Parl., *Sedum brevifolium* DC. und *Jasione humilis* Lois. wächst hier auch *Nardus stricta* L., ein in der Sierra de Gredos überall sehr häufiges Gras. *Silene ciliata* Pourr. ssp. *arvatica* (Lag.) Rivas Goday bildet hier dichte, halbkugelige Polster aus, die sehr stark den Polstern der *Arenaria tetraquetra* L. var. *granatensis* Boiss. der Hamada-Böden der Sierra Nevada ähneln (Bild 11, 12).

Wo im Kastilischen Scheidegebirge die hochalpine Stufe im Sinne TROLLS (1955) erreicht wird, spielen felsige Standorte eine bedeutende Rolle. So liegt im Gredos-Gebirge die Laguna Grande in einem 2000 m hoch gelegenen, rings von Felsen umgebenen Kessel, der nach Norden geöffnet ist. In Felsspalten wachsen hier:

Allosorus crispus Bernh.
Asplenium septentrionale Hff.
Poa nemoralis L.
Festuca indigesta Boiss.
Narcissus rupicola Duf.
Gagea gadarramica Terrac.
Murbeckiella pinnatifida Roth.
(syn. *Phryne boryi* Schulz)

Biscutella pyrenaica Huet.
Umbilicus pendulinus DC.
Sedum hirsutum All.
Sedum brevifolium DC.
Digitalis purpurea L.
Centaurea avilae Pau.
Tanacetum pallidum Maire.

Hier ist auch der Standort der wohl als Glazialrelikt anzusehenden *Pulsatilla alpina* (L.) Schrank, und *Sorbus aucuparia* L. erreicht als kleiner Strauch in Felsspalten 2100 m Höhe.

In den um 2000 m hoch gelegenen Felsen des Lobo-Kares (Sierra de Aylón) wachsen:

Allosorus crispus Bernh.
Cystopteris fragilis Bernh.
Juniperus nana L.

Sedum brevifolium DC.
Alchemilla saxatilis Buser
Sorbus aucuparia L.,

und um 2200 m notierte ich an nordexponierten Felsen der Cabezas de Hierro neben *Allosorus crispus*, *Sedum brevifolium* und *Thymus drucei* Rönning. auch *Saxifraga pentadactylis* Lap. ssp. *willkommiana* (Boiss.) Riv. Mart., eine für hochgelegene Felsen des Kastilischen Scheidegebirges sehr charakteristische Steinbrechart.

III. DIE ANDALUSISCHEN GEBIRGE

1. Die Sierra Nevada im engeren Sinne

A) Die Waldstufe

a) Die mediterrane Fußstufe

Die gesamte Sierra Nevada ist heute sehr waldarm. Nur an wenigen Stellen ist es noch möglich, aus kleinen, einigermaßen geschlossenen Hochwaldbeständen auf die ursprüngliche Vegetation der Waldstufe zu schließen. Während die Wälder des Nordwestabfalles — wohl wegen der Nähe der Stadt Granada — praktisch völlig verschwunden sind, gibt es auf der Nordost-Flanke, im sogenannten „Marquesado“, noch einzelne walderfüllte Täler. Das gleiche ist auf dem Südhang oberhalb des Städtchens Örgiva der Fall, wo im Tale des Río Chico de Örgiva noch recht ausgedehnte natürliche Laubwaldbestände vorkommen. Auch einige weitere Täler dieser „Las Alpujarras“ genannten Landschaft besitzen kleine Waldreste.

Sieht man von der südlich des Río Guadalfeo gelegenen, 2000 m hohen Sierra de Lújar und der östlich anschließenden Sierra la Contraviesa ab, deren dem Mittelmeer zugewandte Südflanken in den unteren rund 250 Metern Reste des später noch zu besprechenden „*Oleo-Ceratonion*“ beherbergen (s. auch FERNANDEZ GALIANO 1960), und in deren Tälern Agrumen- und Zuckerrohr-Bau möglich sind, so gehört die Fußstufe der Sierra Nevada wohl völlig dem immergrünen Eichenwalde an. In ihm kommt und kam der *Steineiche*, *Quercus ilex* L., die Hauptrolle zu, doch wächst nach MUÑOZ MEDINA (1944) bei Lanjarón auch die Korkeiche, *Quercus suber* L. Kleinen Korkeichenwäldern mit eingesprengten Edelkastanien begegnete ich ebenfalls auf der Südseite des Puerto de Fregenite, der die Sierra de Lújar von der Sierra la Contraviesa trennt, zwischen Abuñol und Örgiva in 1000—1200 m Höhe. Ähnlich wie *Pinus pinaster* Aiton weiter westlich, so dürfte auch *Quercus suber* hier von der zeitweise hohen Luftfeuchtigkeit und der häufigen Nebelbildung begünstigt werden, die nach Osten hin schnell abnehmen. So gedeiht in der Sierra de Cartagena bereits die nordwestafrikanische Cupressacee *Callitris quadrivalvis* Vent (s. RIGUAL u. ESTEVE 1952).

Die obere Grenze des immergrünen mediterranen Eichenwaldes dürfte — nach den vorhandenen Waldresten zu schließen — auf beiden Flanken der

Sierra Nevada zwischen 1300 und 1700 m gelegen haben. Der bedeutende Spielraum von 400 m entsteht einmal durch die Tatsache, daß sich diese Waldstufe nur sehr lückenhaft erhalten hat, zum anderen dadurch, daß *Quercus ilex* L. in diesem Gebirge bis in sehr bedeutende Höhen vorkommt, also eine besonders große ökologische Amplitude besitzt. Unter natürlichen Verhältnissen würde sich wahrscheinlich durch die Konkurrenz der Baumarten der verschiedenen Waldstufen untereinander eine wesentlich schärfere Grenze ausbilden. Von einer solchen Konkurrenz kann jedoch heute in der Sierra Nevada keine Rede mehr sein. Wo nicht Weidetriften an die Stelle des immergrünen Eichenwaldes getreten sind, dehnen sich Wein-, Mandel-, Ölbaum- und Kastanien-Kulturen aus. Der Ölbaum erreicht auf der Nordflanke des Gebirges rund 1200, auf der Südflanke bei Pitres 1350 m, während die Edelkastanie bis 1500 m hinauf vorkommt.

Auf den sowohl in den Alpujarras wie auch im Marquesado meist mehr oder weniger kalkhaltigen Schiefnern wird *Quercus ilex* von zahlreichen Pflanzenarten begleitet, von denen besonders häufig sind:

<i>Daphne gnidium</i> L.	<i>Genista equisetiformis</i> Sp.
<i>Cistus laurifolius</i> L.	<i>Genista cinerea</i> D. C.
<i>Cistus albidus</i> L.	<i>Sarothamnus scoparius</i> Wimm.
<i>Cistus salviaefolius</i> L.	<i>Adenocarpus decorticans</i> Boiss.
<i>Halimium umbellatum</i> L.	(untere Grenze um 1300 m)
<i>Helianthemum</i> Adans. div. sp.	<i>Spartium junceum</i> L.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	<i>Retama sphaerocarpa</i> Boiss.
<i>Ulex parviflorus</i> Pourr.	(obere Grenze um 1000 m)
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	<i>Psoralea bituminosa</i> L.
<i>Lavandula stoechas</i> L.	<i>Thapsia villosa</i> L.
<i>Thymus</i> L. div. spec.	<i>Digitalis obscura</i> L.
<i>Phlomis purpurea</i> L.	<i>Chamaepeuce hispanica</i> D. C.
	<i>Artemisia glutinosa</i> Gay
	u. a.

b) Die Stufe der Filzeichenwälder

An die immergrünen Eichenwälder schließt sich nach oben hin eine Stufe laubwerfenden Eichenwaldes an, der von der Filzeiche, *Quercus pyrenaica* Willd., gebildet wird. Dieser Baum erreicht in der Sierra Nevada die Südostgrenze seiner Verbreitung und kommt in kleinen Beständen — z. T. in stattlichen Exemplaren — in den wenigen noch bewaldeten Hochtälern vor. Nach LAZA PALACIOS (1945) gibt es auch in der südwestlich ge-

legenen Sierra Tejeda zwischen 1400 und 1500 m noch geringe Reste eines ehemals wohl ausgedehnteren Filzeichenvorkommens.

Für die untere Grenze der Filzeichenstufe in der Sierra Nevada gilt das gleiche wie für die Obergrenze des Steineichenwaldes: sie schwankt ungemain. In den Alpujarras mischt sich *Quercus pyrenaica* stellenweise bereits bei 1300 m mit *Castanea sativa*, während sie im Marquesado kaum unterhalb 1500 m zu finden ist und häufig erst bei 1700 m die Oberhand über die Steineiche gewinnt. Der „betische“ Filzeichenwald ist durch eine Strauchart, die ihn regelmäßig zu begleiten pflegt, sehr gut charakterisiert; es ist der mehr als 2 m Höhe erreichende, häufig die Form kleiner Bäumchen mit Stamm und Krone annehmende *Adenocarpus decorticans* Boiss. Wo dieser Strauch, wie bei Lugros im Tale des Río de Alhama zwischen 1400 und 1700 m, in *Quercus ilex*-Niederwäldern massenhaft vorkommt, zweifle ich an der Ursprünglichkeit dieser der Köhlerei dienenden Steineichenwälder. Ich halte es vielmehr für möglich, daß die an die Bodenqualität geringe Ansprüche stellende Steineiche hier erst nach der Zerstörung ursprünglich vorhandener Filzeichenwälder „nachrücken“ konnte. Entsprechendes gilt von den zahlreichen Standorten vor allem in den Alpujarras, auf denen *Quercus ilex* die Filzeiche übersteigt. So ist im Tale des Río Chico de Orgiva oberhalb des bei rund 2000 m endenden *Quercus pyrenaica*-Waldes noch ein bis zu 100 m mächtiger Steineichengürtel vorhanden. Auch dort, wo innerhalb der Filzeichenstufe steile, felsige, südexponierte Hangpartien mit ebeneren abwechseln, wie dies oberhalb des Dorfes Pitres in den Alpujarras der Fall ist, werden erstere von der Steineiche, letztere von der Filzeiche besiedelt, so daß solche Hänge von weitem wie gebändert erscheinen.

Als häufige Begleiter der Filzeiche in der Sierra Nevada sind außerdem zu nennen:

Pteridium aquilinum Kuhn

Poa bulbosa L.

Euphorbia characias L.

Helleborus foetidus L.

Ranunculus cf. *gregarius* Br.

Saxifraga granulata L.

Crataegus monogyna Jacq.

Rosa L. *div. spec.*

Sarothamnus scoparius Wimm.

Vicia onobrychoides L.

Galium vernum Scopoli

Centaurea lingulata Lag.

Muñoz MEDINA (1944) nennt aus der Umgebung des Forsthauses von Lanjarón (Alpujarras):

Cephalanthera ensifolia Rich.

Helleborus viridis L.

Arabis verna L.

Calamintha clinopodium Bth.

Digitalis purpurea L. *var.*

nevadensis Kunze

Brunella vulgaris L.

Jasione montana L.

Aus dem Barranco de Poqueira, einem Nebentale des Río Chico de Órgiva, beschreibt der gleiche Autor — leider ohne Höhenangabe und ohne die Begleitarten zu nennen — *Teucrium scorodonia* L.

Neben einigen mediterranen und endemischen Arten handelt es sich also durchweg um Pflanzen, die die Filzeiche auch in den übrigen Gebirgen der Halbinsel begleiten und die zum Teil, wie *Digitalis purpurea*, *Sarothamnus scoparius*, *Helleborus viridis* und *Helleborus foetidus*, eine atlantische bis subatlantische Verbreitung aufweisen.

Nach EMBERGER (1938, 1939) wächst *Quercus pyrenaica* im westlichen Rif, ebenfalls ausschließlich auf kalkfreien Böden, zwischen 200 und 2000 m. Am reinsten sind ihre Bestände in der Zone, die auch im Sommer reichliche Nebel aufweist. Ähnliches dürfte nach meinen Beobachtungen für den Südhang der Sierra Nevada gelten. Als Begleitarten des marokkanischen Filzeichenwaldes nennt EMBERGER: *Quercus mirbeckii*, *Quercus ilex* und *Quercus suber* an der unteren, *Cedrus atlantica* an der oberen Grenze desselben. Wie in der Sierra Nevada, so wachsen auch im Rif *Prunus avium*, *Adenocarpus decorticans*, *Crataegus monogyna*, *Cistus salviaefolius*, *Digitalis purpurea*, *Paeonia coriacea*, *Luzula forsteri* und *Pteridium aquilinum* in diesen Wäldern. An feuchten Standorten fand EMBERGER die Farne *Aspidium aculeatum*, *Athyrium filix-femina*, *Blechnum spicant*, *Asplenium lanceolatum*, *Asplenium adiantum-nigrum*, sowie *Salix pedicellata*, *Ilex aquifolium* und *Hedera helix*.

Die obere Grenze des geschlossenen Filzeichenwaldes in der Sierra Nevada möchte ich mit 2000 ± 100 m angeben. Möglicherweise lag sie früher — vor allem auf der Südflanke — nicht unwesentlich höher. Hier endet heute der Wald recht abrupt und macht sogleich der folgenden Stufe der Zwergsträucher Platz (Bild 13).

c) Der Höhenwald der Nordflanke

Ganz anders vollzieht sich dagegen dieser Übergang auf der Nordflanke. In der „Dehesa del Camarate“ im Marquesado, einem großenteils walderfüllten Tal, lassen sich die natürlichen Verhältnisse noch studieren.

Die Dehesa del Camarate wird in nord-südlicher Richtung von dem steilen, engen Tal des Río de Alhama durchzogen, der bei Purullena in den Río Fardes mündet. Bereits bei 1500 m erscheinen in ihr neben der Filzeiche Arten wie *Fraxinus angustifolius* Vahl, *Acer granatense* Boiss., *Prunus avium* L. und *Rhamnus frangula* L., doch überwiegt bis rund 1900 m die Filzeiche, der bis hierher auch stets einige Steineichen in der Form recht stattlicher Bäume beigemischt sind.

Ab 1850 m nehmen jedoch allmählich andere Baum- und Straucharten den Platz der Eichen ein, um oberhalb 1950 m völlig zu herrschen. Es sind:

Taxus baccata L.
Prunus avium L.
Sorbus aria Crantz
Pirus malus L.

Acer granatense Boiss.
Rhamnus frangula L.
Rhamnus cathartica L.
Lonicera arborea Boiss.

Die genannte Heckenkirschenart wird als kleiner Baum 3 bis 4 m hoch. Auch *Crataegus monogyna* Jacqu. kommt hier in dieser Wuchsform vor, während *Adenocarpus decorticans* Boiss. und *Sarothamnus scoparius* Wimm. im Eichenwalde verbleiben. RIVAS MARTINEZ (1961) fand in der Dehesa del Camarate auch *Sorbus aucuparia* L., und RIVAS GODAY (mündl. Mitteilung) gibt für die Täler oberhalb des Ortes Jeres del Marquesado *Ilex aquifolium* L. an.

An feuchten Plätzen wachsen *Salix cf. capraea* L. und *Salix cf. purpurea* L. Am Rande eines kleinen Seggensumpfes fand ich 1963 neben diesen Weidenarten auch ein stattliches Exemplar von *Betula verrucosa* Ehrh., einer Baumart, die bisher für Andalusien nicht nachgewiesen war. Obwohl der Fund eines einzelnen Baumes noch nicht beweist, daß die Birke hier seit altersher heimisch ist, so sprechen doch einige Umstände für diese Vermutung, nämlich erstens der typische Standort und zweitens die Tatsache, daß die Art in Nordwest-Afrika vorkommt. Dort ist die Birke nach EMBERGER (1938) auf die sehr feuchten und kühlen Schluchten der aus Silikatgestein bestehenden Berge des zentralen Rif (Ktama) beschränkt, wo sie zwischen 1600 und 1800 m vorkommt. Auf der Iberischen Halbinsel galt bisher die Sierra Morena als ihr südlichster Standort. Vielleicht gelingt es einmal, mit Hilfe pollenanalytischer Methoden dieses Problem zu klären.

Auch die systematische Stellung der südiberischen und marokkanischen Birken bedarf noch der Klärung. ROTHMALER (1940) erhob die Birken des marokkanischen Rif als *Betula fontqueri* Rothm. zur Art. Ein Vergleich der Blätter von *Betula fontqueri* Rothm. mit denen des von mir in der Sierra Nevada gefundenen Exemplars erbrachte große Übereinstimmungen in der Blattform und in der Zähnung des Blattrandes. Wegen der noch nicht endgültig erscheinenden systematischen Einordnung sowohl von *Betula fontqueri* Rothm. wie auch von *Betula celtiberica* Rothm. et Vasc. habe ich es vorgezogen, in Anlehnung an die ältere Literatur (WILLKOMM 1896, EMBERGER 1938) die Birken der spanischen Gebirge als *Betula verrucosa* Ehrh. zu bezeichnen.

Der geschilderte „Höhenwald“ (Bild 14), der bezüglich seines Reichtums an Baum- und Straucharten wie auch seiner Lage oberhalb des Filzeichen-

waldes an die übrigen artenreichen Laubmischwälder der spanischen Gebirge erinnert, lockert sich oberhalb 2100 m mehr und mehr auf. In die entstehenden Lichtungen, in denen auch *Berberis hispanica* und *Ribes grossularia* L. — letztere jedoch selten — vorkommen, dringt von oben her die Zwergstrauchheide ein. In der Dehesa del Camarate steigt auf dem „Umbría del Carmelo“ genannten Osthang *Sorbus aria* Crantz, die Mehlbeere, in einzelnen, 5—6 m hohen Bäumen bis 2150 m empor und bildet damit den höchststeigenden Laubbaum der Sierra Nevada, der — soweit sie aus Glimmerschiefer besteht — Nadelbäume völlig fehlen. Seit etwa einem Jahrzehnt wird jedoch der Talschluß des Río Chico de Órgiva mit Waldkiefern aufgeforstet, die mit gutem Erfolg bis in Höhen von mindestens 2400 m angepflanzt worden sind.

B) Die Zwergstrauchstufe

In der gesamten Schieferzone der Sierra Nevada dehnt sich oberhalb der Waldstufe eine aus verschiedenen Zwergsträuchern zusammengesetzte, etwa halbmeterhohe Formation aus, wie sie ähnlich auch in den entsprechenden Lagen der bisher geschilderten Gebirge vorhanden ist. Mit diesen teilt die Sierra Nevada den Zwergwacholder, *Juniperus nana* Willd., sowie den Rutenstrauch *Cytisus purgans* (L.) Spach, der hier in einer niedrigeren Form als im Zentrum und im Norden der Halbinsel vorkommt. Häufiger als *Cytisus purgans* ist in der Zwergstrauchstufe der Sierra Nevada jedoch der sparrige Ginster *Genista baetica* Spach, dessen Zweigenden in Dornen auslaufen und der mit seiner mehr horizontalen, häufig dem Boden angeschmiegtten Wuchsform sehr stark der *Genista legionensis* der Picos de Europa ähnelt.

Neben diesen drei wichtigsten Zwergsträuchern sind lokal außerdem verbreitet:

Juniperus sabina L. Subsp.

humilis (Endl.) Hook.

Astragalus sempervirens Lmk.

Subsp. *nevadensis* Bss., ein Tragant aus der Sektion *Tragacantha* L., im folgenden kurz „*Astragalus nevadensis*“ genannt.

Erinacea anthyllis Link

Alyssum spinosum L., ein Cruciferen-Halbstrauch mit Infloreszenzdornen.

Während *Genista baetica* und *Juniperus nana* als wichtigste Arten dieser Formation niemals fehlen, sind die übrigen Zwergsträucher mehr lokal verbreitet. So fehlt *Cytisus purgans* der Granada zugekehrten Nordwest-Flanke der Sierra völlig, während er auf der gesamten Südflanke und den

Hängen des Marquesado häufig ist. Aus diesem Grunde dürfte er auch den meisten nichtspanischen Besuchern dieses Gebirges entgangen sein, denn weder BOISSIER, noch WILLKOMM, noch QUEZEL erwähnen ihn in ihren die Sierra Nevada betreffenden Werken. REIN (1899) bezeichnet „*Genista purgans* L.“ als einen der „Hauptbestandteile des Monte Bajo in der Sierra Nevada“, dem man zwischen 700 und 1500 m begegne. Diese völlig unzutreffende Angabe könnte sich allenfalls auf *Sarothamnus scoparius* Wimm. oder auf *Genista cinerea* L. beziehen.

Die sehr genau beobachtenden PRITZEL und BRANDT (1915) nennen leider nur *Genista baetica* Spach und *Genista hirsuta* (wohl = *Genista boissieri* Spach) mit lateinischem Namen, während sie sonst mehrfach von „Ginstern“ bzw. „Ginsterbüschen“ sprechen.

Über die möglichen Ursachen der auffälligen Verteilung der beiden wichtigsten Ginsterarten der Zwergstrauchstufe des Gebirges gibt vielleicht ihr Verhalten dort, wo sie gemeinsam vorkommen, Aufschluß: Auf der südlich des Veleta-Gipfels gelegenen Loma de Puga ziehen sich in rund 2600 bis 2700 m Höhe seichte Längsrillen den südexponierten Hang hinab. An ihnen fällt auf, daß ihre nach Osten zeigende Flanke stets *Genista baetica* in einer besonders eng am Boden angeschmiegtten Wuchsform trägt, während die nach Westen weisende Seite von dem mehr aufrecht wachsenden *Cytisus purgans* bestanden ist, dem außerdem hier reichlich *Festuca indigesta* Boiss. beigesellt ist. Vermutlich wird diese Anordnung durch die unterschiedliche Höhe und Dauer der winterlichen Schneebedeckung der beiden Flanken der Längsrillen bedingt. Die im Lee der schneebringenden westlichen Winde liegende ostexponierte Flanke erhält demnach mehr Schnee als die gegenüberliegende Luvseite, die auch entsprechend früher ausapert. Hier sind der aufrecht wachsende *Cytisus purgans* sowie die licht- und trockenheitsliebende *Festuca indigesta* der *Genista baetica* überlegen, welche wiederum ihrer Wuchsform entsprechend größere Schneemassen erträgt (Abb. 9).

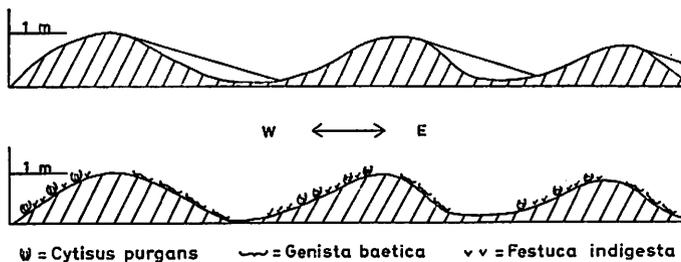


Abb. 9: Verbreitungsmuster der Zwergstrauchheide in hangabwärts gerichteten Rinnen auf der Loma de Puga (Sierra Nevada) in 2600 m Höhe. Oben: Skizze der winterlichen Schneebedeckung

Betrachten wir nun den mächtigen, west-östlich streichenden Gebirgskörper der Sierra Nevada als Ganzes, so stellt deren Nordwest-Flanke den wohl niederschlagsreichsten Abschnitt dar, und hier wird sich die Schneedecke auch am längsten erhalten. Die stark besonnte Südflanke dagegen wird — ebenso wie die niederschlagsärmere Nordost-Seite — früher ausapern, so daß *Genista baetica* hier *Cytisus purgans* gegenüber nicht mehr im Vorteil ist.

Von den weiteren an der Zusammensetzung der Zwergstrauchheiden beteiligten Sträuchern besitzt der Igelstrauch *Erinacea pungens* syn. *E. anthyllis* Link. eine ähnliche Verbreitung wie *Cytisus purgans* Spach — er ist im östlichen Gebirgstheil häufiger als im Westen. *Astragalus nevadensis* ist auf Glimmerschiefer selten, während er auf dem Kalkgestein des nahen Dornajo ausgedehnte Bestände bildet. *Alyssum spinosum* L. syn. *Ptilotrichum spinosum* Barrel. endlich ist mehr auf Schutt angewiesen und kommt auf diesem durch die gesamte Zwergstrauchstufe bis in die Gipfelregion des Picacho de Veleta und des Mulhacen (PRITZEL u. BRANDT 1915) vor.

Neben den beschriebenen Sträuchern wachsen zahlreiche weitere Pflanzenarten in der Zwergstrauchheide. Nach meinen Beobachtungen sind dies in abnehmender Stetigkeit:

Festuca indigesta Boiss.
Thymus serpylloides Bory
Silene boryi Boiss.
Hieracium pseudopilosella
 Boiss.
Ranunculus acetosellifolius
 Boiss.
Arenaria tetraquetra L. var.
granatensis Boiss.

Deschampsia flexuosa Trin. s. l.
Helianthemum glaucum Pers.
Calamintha granatensis B. et R.
Cerastium ramosissimum Boiss.
Jasione sessiliflora Boiss.
Plantago subulata L.
 und
Jurinea humilis D. C.

In ihrer ganzen Artenfülle erreichen die Ginster-Wacholder-Zwergstrauchheiden der Sierra Nevada auf dem Nordhang 2500 m Höhe. Hier endet das Vorkommen von *Genista baetica*, während *Juniperus nana* noch rund 200 m höher steigt. Auf der Südflanke liegt die obere Grenze des Vorkommens von *Genista baetica* bei 2800 m, hier ist *Juniperus nana* nach meinen Beobachtungen wesentlich seltener als auf der Nordseite der Sierra. Besonders bemerkenswert ist es, daß auf der Loma de Puga *Cytisus purgans* um volle 150 m höher steigt als *Genista baetica* und sich mit den Arten der darauffolgenden Stufe mischt. Ihre Obergrenze finden seine Bestände hier erst bei 2950 m!

Wo zwischen der Waldgrenze und rund 2500 m Höhe südexponierte, feinerdereiche Hänge vorkommen, sind diese häufig statt mit Zwergstrauchheiden mit dichten Beständen der bereits mehrfach genannten *Festuca spadicea* L. s. l. bedeckt, die in der Sierra Nevada in der var. *baetica* vorkommt. Besonders ausgedehnte *Festuca spadicea*-Rasen bedecken die steilen Südhänge oberhalb des Ortes Guéjar Sierra sowie den zum Río Monachil abfallenden Südhang unterhalb der Fahrstraße zum Picacho de Veleta, wo ich außerdem *Thymus zygis* L., *Deschampsia flexuosa* Trin., *Helianthemum glaucum* Pers., *Arenaria grandiflora* L., *Cerastium ramosissimum* Boiss. und *Agrostis nevadensis* Boiss. notierte. Auch in der Dehesa del Camarate sind auf steilen Südhängen oberhalb 1900 m stellenweise solche dichten Bestände dieser großen Schwingelart verbreitet. QUEZEL (1953) beschreibt ebenfalls *Festuca spadicea*-Rasen aus der Sierra Nevada, doch kommen diese nach seinen Angaben erst oberhalb 2700 m vor und sind mit *Festuca pseudo-eskia* vermischt. Ich kann hier QUEZEL nicht folgen und sehe in *Festuca pseudo-eskia* Boiss. die Charakterart einer wesentlich höher gelegenen Vegetationsstufe, die mit *Festuca spadicea* lediglich die Vorliebe für sonnige Südhänge teilt. Auch QUEZELS Bemerkung, daß *Festuca pseudo-eskia* stellenweise noch wesentlich tiefer als 2700 m hinabsteigt, kann ich nicht bestätigen.

Darüber hinaus vermute ich, daß die äußerst artenarmen, dicht geschlossenen *Festuca spadicea*-Bestände zwischen 2000 und maximal 2500 m in einem gewissen Zusammenhang mit dem hier noch in dieser bedeutenden Höhe betriebenen Ackerbau stehen, d. h., möglicherweise aufgelassene Felder bedecken. Diese Annahme wird durch eine Beobachtung TROLLS (mündl. Mitt.) gestützt, der noch 1955 beim Albergue Universitario den Anbau von Kartoffeln, Zwiebeln und Futtermais beobachtete.

Auf den in den Zwergstrauchgürtel hineinragenden, ausgedehnten Schuttlagen sind, ebenso wie im Kastilischen Scheidegebirge, *Senecio tournefortii* La Peyrouse syn. *S. pyrenaicus* Loefl., hier in der var. *granatensis* Boiss., und *Digitalis purpurea* L. var. *nevadensis* Kunze ebenfalls sehr häufig, während *Allosorus crispus* Bernh. in der Sierra Nevada auf Felsen beschränkt zu sein scheint. Regelmäßig wachsen im Schutt auch *Solidago virga aurea* L. var. *alpestris* Boiss. und *Carduus carlinoides* Gouan, die, zusammen mit den Endemiten *Reseda complicata* Boiss. und *Cirsium gregarium* Boiss. zu den bereits in der subnivalen Frostschuttzone gelegenen, mobilen Schutthalde überleiten, in denen folgende Arten bis in die Gipfelregion der Sierra Nevada emporsteigen:

Ranunculus parnassifolius L.
Brassica cheiranthus Villars
Saxifraga oppositifolia L.
Viola nevadensis Boiss.

Eryngium glaciale Boiss.
Linaria glacialis Boiss.
Linaria glareosa B. et R.

An felsigen Standorten finden sich im Bereich des Zwergstrauchgürtels:

Asplenium trichomanes L.
Asplenium septentrionale
Hoff.
Asplenium viride Huds.
Cystopteris fragilis Bernh.
Polystichum filix-mas Roth.
Festuca cf. *clementei* Boiss.
Poa nemoralis L.
Silene rupestris L.
Cerastium alpinum L.

Cerastium boissieri Grenier
Arabis alpina L.
Sempervivum tectorum D. C.
Umbilicus pendulinus D. C.
Saxifraga granulata L.
Alchemilla alpina L.
Prunus prostrata Lab.
Androsace vandellii Chiov.
Centranthus angustifolius D. C.
Hieracium amplexicaule L.

QUEZEL (1953) nennt außerdem:

Allosorus crispus Bernh.
Aspidium lonchitis Sw.
Ceterach officinarum Willd.
Polypodium vulgare L.

Draba tomentosa Wahlb.
var. *frigida*
Arabis (Phryne) boryi Boiss.
Rhamnus pumila L.

Auch Hochstaudenfluren fehlen der Sierra Nevada nicht völlig, allerdings hat ihr Artenreichtum gegenüber den nördlichen Gebirgen stark abgenommen. An den Bächen in der Nähe des Albergue Universitario wachsen um 2300 m:

Rumex crispus L.
Aconitum napellus Rchb.
Aconitum lycoctonum Auct.
Alchemilla vulgaris L.

Epilobium angustifolium L.
Eryngium bourgati Gouan
und
Chaerophyllum hirsutum L.

In der Waldstufe sind an Bächen unter anderem *Aquilegia nevadensis* Boiss. et Reuter, *Heracleum granatense* Boiss. und *Cirsium flavispinum* Boiss. häufig. Ganz entsprechende Hochstaudenbestände schildern PRITZEL u. BRANDT (1915) aus der Umgebung von Jeres del Marquesado in der nordöstlichen Sierra Nevada und von Capileira in den Alpujarras, jeweils in Höhen zwischen 2300 und 2400 m.

C) Die Stufe der „Mediterranen Gebirgssteppe“ i. S. SCHMIDS

Eine völlig neuartige Vegetationsformation tritt uns auf sonnigen Hängen entgegen, die beträchtlich über die obere Grenze der geschlossenen Ginster-Wacholder-Heide aufragen. Solche Standorte sind vor allem die „Lomas“ auf der Südflanke der Sierra Nevada, doch kommen sie auch jenseits des

Kammes an einigen Stellen vor. Als Beispiel seien auch hier wieder die Verhältnisse auf der Loma de Puga geschildert, über die der Saumpfad aus dem Tale von Pampaneira (= Barranco de Poqueira) in den Alpujarras über den etwa 3200 m hohen Puerto de Capileira ins Dilar-Tal auf der Nordseite verläuft. Wir befinden uns auf der Loma de Puga in Höhen zwischen 2800 und 3100 m mitten im Verbreitungsgebiet der eingangs erwähnten „alpinen Hamada-Rohböden“ im Sinne KUBIENAS. Der Winterschnee schmilzt hier schnell und ausgedehnte Schneefelder, wie sie auf der Nordseite bis in den Juli hinein vorhanden sind, fehlen als sommerliche Wasserspender weitgehend. Die Sonneneinstrahlung ist sehr intensiv. Oftmals heftige Winde führen nach der Schneeschmelze die trockene Feinerde fort und schaffen so die typischen Steinpflaster aus plattigem Schieferschutt, auf die sich der Name „Hamada-Böden“ bezieht (Bild 16).

Unter solchen ökologischen Bedingungen hat sich hier eine Vegetationsform entwickelt, die physiognomisch durch die Weitständigkeit der Einzelpflanzen stark an *Steppe* erinnert. Horstförmig wachsende Gräser der Gattung *Festuca* und die bis kopfgroßen, dichten Polster der *Arenaria tetraquetra* L. s. l. geben dieser Stufe ihr unverwechselbares Gepräge. Besonders häufig sind hier:

Festuca pseudo-eskia Boiss.,

eine hartblättrige, horstförmig wachsende, mittelgroße Schwingel-Art (Bild 16).

Festuca indigesta Boiss.

Arenaria tetraquetra L. var. *granatensis* Boiss. (Bild 12)

Sideritis glacialis Boiss.,

ein Labiaten-Halbstrauch, dessen Blütenstengel nach dem Abfallen des Blütenstandes verholzen und lanzenförmig allseits abstehen. Dadurch erhält die Art das Aussehen eines Dornstrauches.

Reseda complicata Boiss.,

eine halbstrauchige *Reseda*-Art von ähnlicher Wuchsform wie *Sideritis glacialis*. Wie *Alyssum spinosum*, das auch hier vorkommt, bevorzugt auf Schutt wachsend.

Arenaria pungens Clem.,

eine ebenfalls halbstrauchige, großblütige *Arenaria*-Art mit stechenden Laub- und Kelchblättern (Bild 15). Lokal häufig. Weiterhin:

Poa ligulata Boiss.
Trisetaria glacialis Pavn.
Silene boryi Boiss.
Biscutella levigata L. s. l.
Anthyllis vulneraria L.
ssp. webbiana Bss.

Ptilotrichum purpureum Boiss.
Thymus serpylloides Bory
Jasione sessiliflora Boiss.
Pyrethrum radicans Lag. et Rod.
Jurinea humilis DC.
Leontodon boryi Boiss.

Als weiterer Bestandteil dieser Gesellschaft erreicht auf der Loma de Puga *Cytisus purgans* Sp. 2950 m, während die obere Grenze der Formation selbst in der Sierra Nevada bei rund 3100 m liegt.

Wird einerseits die Beziehung zu den nord- und zentraliberischen *Festuca*-Trockenrasen hochgelegener, sonniger Hänge deutlich, so tritt doch mit den dornigen Halbsträuchern hier eine neue Wuchsform auf, die wir bisher nur in den *Genista lusitanica* var. *erinacea*-Beständen in der Sierra de Gredos kennengelernt haben und der auch die in der Ginster-Wacholder-Zwergstrauchheide der Sierra Nevada verstreut wachsenden Arten *Astragalus nevadensis* und *Erinacea anthyllis* zugehören.

Tatsächlich charakterisieren die „Dornkissen“- oder „Dornpolsterpflanzen“ einen weiteren, den dritten, Typ der auf der Iberischen Halbinsel oberhalb der Waldgrenze ansetzenden Zwergstrauchstufe. Weisen die kantabrischen Ericaceenheiden enge Bezüge zu den alpinen Zwergstrauchheiden der Pyrenäen, Alpen und Karpathen auf, so stellt die andalusische Dornpolster-Zwergstrauchheide den nordwestlichsten Ausläufer einer Formation dar, die in den Hochgebirgen des nordafrikanisch-vorderasiatischen Steppengürtels weit verbreitet ist. CUATRECASAS hat für dieselbe 1929 den Begriff „*Xero-Acanthetum*“ geprägt. EMBERGER (1939) nennt die in den Atlasländern von dieser Formation eingenommene Stufe „*étage à coussinets épineux*“. GAMS (1956) spricht von „*Tragacantha*-Igelheiden“ und spielt damit auf die Sektion *Tragacantha* L. der Gattung *Astragalus* an, die in allen diesen Gebieten eine besonders große Rolle spielt. Eine weitere wichtige Gattung, die jedoch auf der Iberischen Halbinsel nicht vorkommt und die vor allem in Vorderasien größte Bedeutung besitzt, nämlich *Acantholimon*, findet in dem von SCHMID (1956) benutzten Ausdruck „*Acantholimon-Tragacantha*-Gürtel“ Erwähnung.

Dieser Vegetationsgürtel ist, wie auch SCHMID (1956) betont, in der Sierra Nevada nur fragmentarisch vorhanden und besitzt nur geringe floristische Bezüge zu seinem „orientalischen Hauptgebiet“. Auch stellen hier im Westen vor allem immergrüne *Genisteen* und *Caryophyllaceen* die Dornpolster- und Polsterpflanzen dieser Formation, während es im Osten ganz überwiegend sommergrüne *Astragalus*- sowie *Acantholimon*-Arten sind.

GAMS (1956) kommt in seiner Studie über die *Tragacantha*-Igelheiden zu dem Schluß, daß es vor allem klimatische Faktoren und nicht eine Anpassung zum Schutz gegen Tierverbiß sind, die in den verschiedenen Familien und Gattungen zur Acanthokladië (Stachelsprossigkeit) und Acanthophyllie (Stachelblättrigkeit) geführt haben. Er vermutet, daß der Dornmantel „die zarten Laubblätter und Blüten vor zu starker Erhitzung und Verdunstung (schütze) und wohl auch Festhalten von Schnee und Bodenfeuchtigkeit (bewirke)“. Auch die „in den alpinen Igelheiden wohl durchwegs sehr heftige Windwirkung und das Schneegebläse“ seien zu berücksichtigen. Nach TROLL (1959) stellen die Igelsträucher eine für die sommertrockenen, strahlungsreichen Gebirgsklimate der subtropischen Zone typische Wuchsform dar, wobei „die extremen Strahlungsbedingungen der bodennahen Luftschicht und die Wasserökonomie des polsterförmigen Wuchses, vielleicht auch die starken tageszeitlichen Temperaturschwankungen eine Rolle spielen dürften“.

Es handelt sich also bei den Arten der westmediterranen „alpinen“ Igelheiden, die nicht, wie *Astragalus nevadensis*, nahe mit solchen der östlichen verwandt sind, um unter ähnlichen klimatischen Bedingungen konvergent zu jenen entstandene Wuchsformen. Auffällig ist dabei, daß viele westmediterrane Igelsträucher immergrün sind (z. B. *Erinacea*, *Genista div. spec.*), während nach GAMS (1956) die östlichen Igelheiden durchweg sommergrün zu sein pflegen.

In der Sierra Nevada erreichen nach meinen Beobachtungen *Arenaria pungens* 3000 m, *Alyssum spinosum* mehr als 3200 m und *Astragalus nevadensis* und *Erinacea anthyllis* etwa 2500 m. Im Hohen Atlas kommen *Arenaria pungens* bis 3788 m, *Alyssum spinosum* bis 3850 m und *Erinacea anthyllis* bis 3600 m hinauf vor (EMBERGER 1939). Auf der Granada zugewandten Nordflanke der Sierra Nevada dehnen sich in entsprechenden Höhen — also von 2500 m an aufwärts — vorzugsweise weite Grobschutthalden mit einer stark spezialisierten, eher mesophilen Vegetation aus, so daß hier die Formationen der Dornpolster-Heiden und der „mediterranen Gebirgssteppen“ fehlen bzw. nur an südexponierten Hängen zu finden sind.

Zu diesen Formationen ist eine kleine Pflanzengesellschaft zu zählen, die zwischen 2700 und 3000 m besonders stark windexponierte Kämme besiedelt, soweit diese nicht felsig sind. Es handelt sich durchweg um Hemikryptophyten mit sehr wirksamen Verdunstungs-Schutzeinrichtungen. Diese bestehen bei der auch hier häufigen *Arenaria tetraquetra* L. var. *granatensis* Boiss. in der dicht-polsterförmigen Wuchsweise, bei *Galium pyrenaicum* Gouan in dem kriechenden Wuchs und den sehr schmalen, fast nadelförmigen Blättchen. *Erodium cheilanthifolium* Boiss. und *Senecio boissieri* DC. besitzen sehr kleine Blätter, die einen dichten, weißen Haarfilz tragen.

Ökologisch scheint hier eine Entsprechung zu den kantabrischen „Windheiden“ aus *Calluna*, *Genista pilosa* und Strauchflechten vorzuliegen, die jedoch an die besonderen Bedingungen eines mediterranen Hochgebirges angepaßt ist.

D) Die gehölzfreie Höhenstufe

Oberhalb 3000 m siedeln dort, wo der Schutt festliegt und Feinerde mit ihm vermischt ist, und wo außerdem Schmelzwasser auch im Sommer den Boden durchfeuchtet, Pflanzen, die teilweise enge Bezüge zu denen der subnivalen Stufe der Alpen und Pyrenäen aufweisen, teilweise aber auch Endemiten der Sierra Nevada sind. Nach QUEZEL (1953) stellt die kleine, weichblättrige *Festuca clementei* Boiss. die Charakterart dieser Gesellschaft dar, auch *Trisetaria glacialis* (Boiss.) Paunero ist hier häufig. Außerdem finden sich:

<i>Luzula spicata</i> DC.	<i>Galium pyrenaicum</i> Gouan
<i>Arenaria tetraquetra</i> L.	<i>Gentiana alpina</i> Villars
<i>var. granatensis</i> Bss.	<i>Jasione sessiliflora</i> Bss.
<i>Cerastium alpinum</i> L.	<i>Erigeron alpinus</i> L.
<i>Ptilotrichum purpureum</i> Bss.	<i>Erigeron frigidus</i> Bss.

Artemisia granatensis Bss., die hier ursprünglich ebenfalls in großen Mengen wuchs, ist nach RIVAS GODAY (1959) durch intensives Sammeln zur Teebereitung sehr selten geworden.

Nach PRITZEL u. BRANDT (1915) nimmt diese „hochalpine Vegetation“ auf dem Mulhacen sehr große Flächen ein und reicht bis zum Gipfel. Letzteres ist nach meinen Beobachtungen auch am Picacho de Veleta der Fall, wo die beschriebenen subnivalen Gras- und Kräuterfluren mit einer für diese Stufe ebenfalls charakteristischen Schuttgesellschaft alternieren. Diese ist an die solifluidal entstandenen Steinstreifen und Frostschutthalden gebunden, die im Gipfelbereich der Sierra Nevada sehr häufig sind. FRÄNZLE (1959) hat ähnliche „Fluidalstrukturen“ aus der Sierra de Guadarrama beschrieben. Die Gesellschaft besteht aus:

<i>Ranunculus parnassifolius</i> L.	<i>Eryngium glaciale</i> Boiss.
<i>Brassica cheiranthus</i> Vill.	<i>Linaria glacialis</i> Boiss.
<i>Reseda complicata</i> Boiss.	<i>Linaria glareosa</i> Bss. et Reut.
<i>Viola nevadensis</i> Boiss.	<i>Carduus carlinoides</i> Gouan.
<i>Saxifraga oppositifolia</i> L.	

2. Die andalusischen Kalkmassive

A) Die Waldstufe

a) Die Wälder der Südflanken

Die vorliegende Studie über die Hochgebirgsvegetation der Iberischen Halbinsel längs eines NW-SE-Profiles wäre unvollständig ohne die Berücksichtigung der süd- bzw. südostandalusischen Kalkgebirge. Ihnen sei daher das folgende Kapitel gewidmet, wobei vor allem das Pflanzenkleid der höheren Stufen berücksichtigt werden soll (Abb. 10).

Die mitgeteilten Beobachtungen stammen aus folgenden Gebieten:

Sierra del Pinar (1654 m)	}	Serranía de Ronda
Sierra de la Nieve (1919 m)		
Sierra Bermeja (Reales-Gipfel: 1450 m)		
Cerro de Huenes	}	Sierra Nevada i. w. S.
Cerro Trevenque } (alle um 2100 m)		
Dornajo		
Sagra Sierra (2381 m)	}	„Betische Außenkordillere“ i. S. LAUTENSACHS
Sierra de Cazorla und		
Sierra del Pozo (rd. 2100 m)		
Sierra de Mágina (2167 m)		

- ♣ = *Quercus ilex*
- ⊙ = " *faginea*
- ♣ = *Abies pinsapo*
- ♣ = *Pinus halepensis*
- ♣ = " *pinaster*
- ♣ = " *nigra*
- ♣ = " *silvestris*
- ♣ = Arten des Xero-Acanthetums

N ← → S

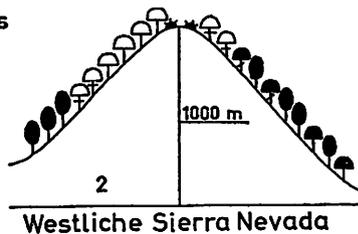
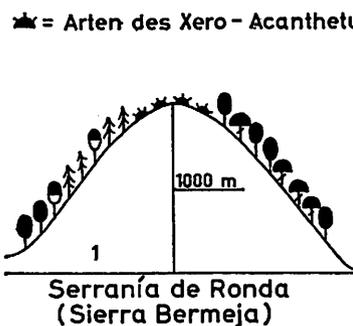
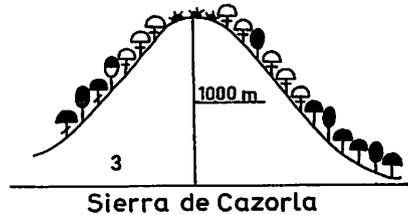


Abb. 10: Vegetationsprofile durch die andalusischen Kalkmassive

Außer dem aus dem basischen Tiefengestein Serpentin bestehenden Reales-Massiv sind alle genannten Gebirge aus Kalken bzw. Dolomiten aufgebaut, wobei letztere vor allem im Trevenque-Gebiet vorherrschen.

Die wärmeliebende Formation des wilden Öl- und des Johannisbrotbaumes, das „*Oleo-Ceratonion*“, erreicht nur in der Serranía de Ronda nennenswerte Ausdehnung und kommt hier bis in etwa 600 m Höhe hinauf vor. *Olea europaea* L., *Ceratonia siliqua* L., *Chamaerops humilis* L. und *Pistacia lentiscus* L. geben dieser Stufe durch ihr häufig massenhaftes Auftreten das Gepräge. Lokal kommt auch das großblumige *Halimium atriplicifolium* Wk. hier vor, und bei Almuñecar wachsen in ähnlichen Beständen *Buxus balearica* Lam. und *Cneorum tricoccum* L. Zusammen mit dem ebenfalls wärmeliebenden *Teucrium fruticans* L. fand ich die Zwergpalme, *Chamaerops humilis* L., auf der Nordseite der Sierra Bermeja — allerdings auf einem nach S geneigten Hang — noch bei 800 m.

Im allgemeinen beginnt jedoch in der gesamten Serranía de Ronda bei 500—600 m Höhe die Stufe der immergrünen *Steineiche*, und dieser Baum bildet bzw. bildete auch in den unteren Lagen der übrigen andalusischen Kalkgebirge die Waldstufe. Er wird dabei von jeweils verschiedenen Baum- und Straucharten begleitet, unter denen *Juniperus phoenicea* L., *Juniperus oxycedrus* L., *Quercus coccifera* L., *Quercus faginea* Lamk. s. l. die wichtigsten sind. Als angenäherte obere Verbreitungsgrenze der Steineiche ermittelte ich auf Südhängen:

1. In der Sierra del Pinar: 1500 m. Auf ihrem sehr steilen, felsigen Südhang reichen zusammen mit wenigen strauchförmigen Exemplaren der Steineiche *Juniperus phoenicea* L., *Ulex baeticus* Boiss. und *Festuca spadicea* L. s. l. bis zum Kamm hinauf.
2. Am Cerro de Trevenque: 1800—1900 m. Gruppen baumförmiger Steineichen erreichen auf Süd- und Osthängen diese Höhe. Sie werden hier begleitet von *Ulex parviflorus* Pourret, *Genista boissieri* Spach syn. *Genista webbii* var. *boissieri* (Sp.) C. Vic., *Genista cinerea* L., *Cistus laurifolius* L., *Rubia peregrina* L., *Lavandula lanata* Bss., *Salvia lavandulaefolia* Vahl u. a.
3. In der Sierra Seca: 1700 m. Dieses zur Sierra de Segura gehörende Gebirge ist der Sagra Sierra nördlich vorgelagert. Ihr Südfall wird bis in 1700 m Höhe von einem mit *Juniperus oxycedrus* L. und *Genista scorpius* L. durchsetzten Steineichenwald bedeckt. In ihm sind bis 1500 m *Genista cinerea* L., zwischen 1500 und 1700 m dagegen *Sarothamnus scoparius* Wimm. häufige Begleitarten.

Bei dem auf Kalk vorkommenden Besenginster der ostandalusischen Gebirge handelt es sich wahrscheinlich um die var. *reverchonii* C. Vic., die, an

die Steineichenstufe gebunden, nach meinen Beobachtungen 1700 m nicht wesentlich übersteigt. Hier liegt eine ähnliche Erscheinung wie bei *Genista cinerea* vor, die in der calciphilen Nominatform weitgehend auf den Osten und Süden der Halbinsel beschränkt ist, während die *forma cinerascens Laguna* im Kastilischen Scheidegebirge bis in die Provinz Cáceres hinein die Filzeiche auf sauren Gesteinen bis an deren Obergrenze begleitet.

Auf dem Südhang der Sierra de Cazorla i. w. S. notierte ich oberhalb des Städtchens Pozo Alcón im dortigen Schwarzkiefernwald zwischen 1600 und 1700 m ebenfalls vereinzelt *Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus* und *Sarothamnus scoparius* var. *reverchonii Laguna*.

Die heute noch vorhandenen Waldreste lassen also vermuten, daß die Steineiche in den Kalkgebirgen Andalusiens auf deren Südflanken bis in Höhen von mindestens 1700—1800 m hinauf vorgekommen ist. Heute sind diese ehemaligen Steineichenwälder weithin zu Garriguen, offenen, von zahlreichen Sträuchern und Halbsträuchern der Gattungen *Lavandula*, *Thymus*, *Salvia*, *Teucrium*, *Cistus*, *Helianthemum*, *Halimium*, *Ulex*, *Genista*, *Thymelaea* usw. beherrschten Weidetriften, degradiert worden oder sie haben forstlich wertvolleren Baumarten weichen müssen.

Solche stellen auch hier die verschiedenen Kiefernarten dar. Bis 1000 m, in der Sierra de Cazorla auch bis 1200 m hinauf werden die Garriguen überall gerne mit der schnellwüchsigen Aleppokiefer, *Pinus halepensis Mill.*, aufgeforstet, so in der Sierra de la Nieve, im Trevenque-Gebiet und in der Sierra de Cazorla. Auf dem Serpentin der Sierra Bermeja sowie auf den Kalken der Sierra Almirajara dehnen sich weite Waldungen der Sternkiefer, *Pinus pinaster Aiton* aus, und auch auf den Dolomit-sanden des Trevenque-Gebietes ist diese Kiefer häufig. Sie erreicht in Süd-Exposition den Gipfel des Reales-Berges (1450 m), in der Sierra Almirajara nach LAZA PALACIOS (1945) 1700 m — wobei hier bis 700 m *Pinus halepensis* die untere Waldstufe bildet — und nach meinen Beobachtungen am Cerro de Huenes in der Sierra Nevada i. w. S. 1850 m. Bei der vorwiegend auf basischen Gesteinen vorkommenden, südandalusischen Gebirgsform der Sternkiefer handelt es sich um die *Subsp. pinaster syn. Pinus mesogeensis Fieschi et Gaussen*.

Anders als in der Serranía de Ronda folgt in den Kalkmassiven der Betschen Außenkordillere auf die Stufe der Steineiche und der Sternkiefer ein weiterer Waldbaum, nämlich die S c h w a r z k i e f e r, *Pinus nigra Arnold Subsp. salzmannii (Dunal) Franco*, eine auf Südfrankreich und Spanien beschränkte Subspecies dieser rund um das Mittelmeer verbreiteten Baumart (DEBAZAC 1963).

In den Forsten der Südflanke der Sierra de Cazorla geht bei 1200 m der *Pinus halepensis*-Wald in den *Pinus nigra*-Wald über, und die Schwarz-

kiefer erreicht hier in Reinbeständen 1900—2000 m. Entsprechendes schildert CUATRECASAS (1929) von der Sierra de Mágina, wo *Quercus ilex* — lokal von *Quercus faginea s. l.* und *Acer monspessulanum* begleitet — an frischen Standorten 1900 m erreicht, wo auf trockenen Süd- und Südost-Hängen jedoch bis 1200 m *Pinus halepensis*, von 1200 bis 1700 m, stellenweise sogar bis 2000 m hinauf *Pinus nigra* waldbildend auftritt. Er nimmt darüber hinaus an, daß die Kiefern das frühere Eichenareal hier mehr und mehr erobern, nachdem letztere gefällt wurden.

Für die unteren Lagen der Sierra Almirajara kommt LAZA PALACIOS (1945) ebenfalls zu dem Schluß, daß bei der heutigen Vitalität von *Pinus halepensis* ein Wiederenstehen des früher hier vorhandenen thermophilen Steineichenwaldes kaum möglich sei. HEYWOOD (1961) endlich betont, daß auch in der Sierra de Cazorla die bedeutende Ausdehnung, die *Pinus pinaster* auf deren Nordflanke erfahren hat, auf Kosten früherer *Quercus ilex*- und *Quercus faginea*-Wälder erfolgt sei.

Somit liegt hier also die gleiche Erscheinung vor, die LOPEZ GOMEZ (1955) für die Sierra de Neila im Quellgebiet des Duero und die HOPFNER (1950) für weite Teile Alt- und Neukastiliens beschreibt, nämlich die Vernichtung ursprünglicher Laubwälder und die nachfolgende Ausbreitung von Kiefernarten in diesen Gebieten in historischer Zeit.

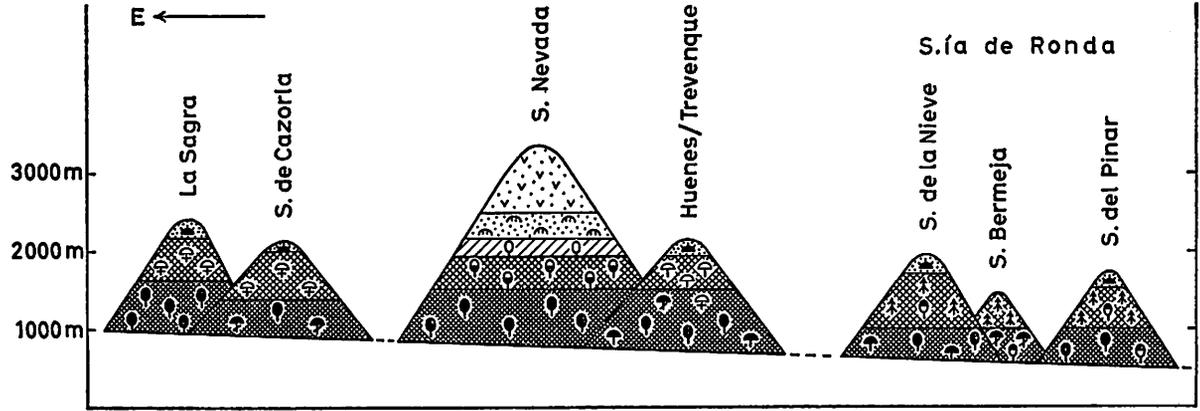
b) Die Wälder der Nordflanken

Bedeutend differenzierter als auf den im wesentlichen der mediterranen Steineichenstufe zugehörigen Südhängen zeigt sich die Waldstufe auf den Nordhängen der andalusischen Kalkgebirge (Abb. 11).

So reicht in der Sierra del Pinar (Serranía de Ronda) im Tale des die Dehesa del Pinar nach Norden hin entwässernden Baches ein Mischwald aus *Quercus ilex L.* und *Quercus faginea Lamk. s. l.* bis 800 m empor. In ihm wachsen:

Smilax aspera L.
Daphne gnidium L.
Cistus albidus L.
Crataegus monogyna Jacq.
Pistacia lentiscus L.
Rhamnus alaternus L.
Erica arborea L.
Phlomis purpurea L.

Brachypodium ramosum R. et S.
Scilla hispanica Mill.
Anemone palmata L.
Ficaria Huds. sp.
Geum silvaticum Pourr.
Thapsia villosa L.
Rubia peregrina L.
 u. a.



- | | | |
|------------------------------|-----------------------------|---|
| ☉ = <i>Quercus ilex</i> | ♣ = <i>Pinus halepensis</i> | ☉ = Höhenwald der kristallinen Sierra Nevada |
| ☉ = <i>Quercus faginea</i> | ♣ = <i>Pinus pinaster</i> | ☉ = Genisteen-Juniperus-Zwergstrauchheiden der kristallinen Sierra Nevada |
| ☉ = <i>Quercus pyrenaica</i> | ♣ = <i>Pinus nigra</i> | ✱ = Xero-Acantheten |
| ♣ = <i>Abies pinsapo</i> | ☉ = <i>Pinus silvestris</i> | ∇∇ = hochalpine Gesellschaften der Sierra Nevada |

Abb. 11: Vegetationsstufen der Nordhänge andalusischer Gebirge (Profil Nr. 2)

Bereits ab 700 m mischen sich in diesen Laubwald einzelne *Nadelbäume*, und zwar sind es die ersten Exemplare der andalusischen *Pinsapota*, *Abies pinsapo Boiss.*, die der Dehesa del Pinar ihren Namen gegeben haben.

Über die andalusischen Pinsapo-Wälder besteht bereits ein umfangreiches Schrifttum (BUCK 1912; CHODAT 1909; CEBALLOS u. BOLAÑOS 1930; CUATRECASAS 1930; CEBALLOS u. VICIOSO 1933; RIKLI 1948; GAUSSEN 1949; RIVAS GODAY 1953 (a) u. a.), so daß ich mich hier auf einige ökologische Angaben beschränke.

Mit alleiniger Ausnahme des aus Serpentin bestehenden Reales-Massivs wächst *Abies pinsapo* in der Serranía de Ronda auf Kalkgestein. In der Dehesa del Pinar beginnen ihre Bestände bereits in 700 bis 800 m Höhe, während in den beiden übrigen Gebirgsstöcken, der Sierra Bermeja und der Sierra de la Nieve, 1000 m ihre untere Grenze darstellen.

In der Sierra del Pinar kommt es zunächst zur Bildung eines Eichen-Tannen-Mischwaldes, wobei vor allem *Quercus faginea s. l.* bis 1350 m hinauf im Tannenwalde verbreitet ist. Im Gegensatz zu den Eichen- und Kiefernwäldern Andalusiens sind die Pinsapo-Wälder dicht geschlossen und düster. Ein häufig mehrere Dezimeter mächtiger, schwarz- bis schokoladenbrauner, mullartiger Humus lagert unmittelbar auf dem Kalkschutt des Nordhanges auf. Als Unterwuchs finden sich im Walde selbst nur schattenliebende Pflanzen wie *Daphne laureola L. s. l.* und eine *Iris*, die im Schrifttum stets als *Iris xiphium Ehrh.* bezeichnet wird. Nach dem Äußeren der von mir leider nicht im blühenden Zustande angetroffenen Pflanze sowie nach ihrer Ökologie zu urteilen, handelt es sich dabei jedoch eher um *Iris foetidissima L.* oder eine ihr nahe verwandte Art.

Auf künstlichen Waldlichtungen sind *Helleborus foetidus L.*, *Paeonia coriacea Boiss.*, *Berberis hispanica B. et R.*, *Rubus L. spec.*, *Rosa L. spec.* und *Crataegus monogyna Jacq.* verbreitet, unter deren Schutz horstweise die jungen Tannen emporwachsen. Die Samenproduktion scheint sehr reichlich zu sein, jedenfalls war dies zur Zeit meines Besuches im Mai 1963 der Fall; überall zeigten sich Tannenkeimlinge, die jedoch weder im geschlossenen Walde noch auf sterilem Kalkschutt Aussichten auf ein Fortkommen besitzen dürften. Zum Schutz gegen Austrocknung und Viehverbiß sind sie vielmehr auf die Dickichte dorniger Sträucher angewiesen. Unter diesem Gesichtspunkt scheint auch das gern geübte Fällen der den Tannenwald begleitenden, oft mächtigen Eichen zum Zwecke der Köhlerei nicht unbedingt vorteilhaft zu sein, da vor allem *Quercus faginea* mit ihrer lockeren Krone einen guten Schirm für die unter ihr emporwachsenden Tannen bildet. Wenn *Abies pinsapo* nicht tiefer als bis 700 m in den Eichenwald hinabsteigt, so scheint dies an dem gehäuften Befall mit Rindenschädlingen zu liegen, die

die Bäume in niederen Lagen häufig zum Absterben bringen. Möglicherweise sind diese Schäden auch bereits eine Folge der hier herabgesetzten Vitalität des Baumes.

Das Optimum des Pinsapowaldes liegt nach meinen Beobachtungen heute zwischen 1000 und 1300 m (Bild 19). Hier sind die Bestände am dichtesten, die Bäume am gesündesten und der Jungwuchs besonders üppig. In Gruppen z. T. sehr alter Bäume reicht *Abies pinsapo* jedoch bis auf den 1500 m hohen Kamm der Sierra del Pinar, allerdings fand ich hier praktisch keinen Jungwuchs. Manche der alten Wettertannen sind hier dicht vom Efeu (*Hedera helix* L.) umspinnen. Auf Lichtungen sind in dieser Höhe häufig:

Festuca spadicea L. s. l.
Anthoxanthum odoratum L.
Luzula forsteri DC.
Cerastium boissieri Gren.
Thlaspi prolongoi Boiss.

Arabis verna L.
Viola demetria Prol.
Saxifraga granulata L.
Geranium lucidum L.
Valeriana tuberosa L.

An Sträuchern trifft man *Crataegus monogyna* Jacq., *Sorbus aria* Crantz, *Ulex baeticus* Boiss. und *Bupleurum spinosum* L. an, dazu eine im Mai noch kahle *Acer*-Art, vermutlich *Acer monspessulanum* L. oder *Acer granatense* Boiss., eine Unterart des im Mittelmeerraum weitverbreiteten *Acer opalus* Mill.

Der Pinsapo-Wald der Sierra del Pinar scheint sich — entgegen manchen düsteren Prognosen — eher in einer Phase der Wiederausbreitung als in einer des allmählichen Verschwindens zu befinden. Dafür sprechen auch relativ große Flächen 5—10jähriger Jungtannen auf bisher losem Kalkschutt. Falls die Beweidung aufhören sollte und der Wald von Bränden verschont bleibt, ist damit zu rechnen, daß in einigen Jahren die gesamte Nordflanke der Sierra del Pinar wieder von Pinsapotannen besiedelt sein wird.

Die Tannenwälder der weiter östlich gelegenen Sierra de la Nieve folgen bei rund 1000 m auf eine teilweise mit Aleppokiefern aufgeforstete Garrigue, in der *Quercus coccifera* L., *Juniperus oxycedrus* L., *Mercurialis tomentosa* L., *Daphne gnidium* L., *Cistus albidus* L., *Ulex parviflorus* Pourret, *Rosmarinus officinalis* L., *Lavandula lanata* Bss. und *Aphyllantes monspeliensis* L. häufig sind. Auch hier finden sich die dichtesten und verjüngungsfreudigsten Bestände zwischen 1000 und 1300 m, doch macht der Wald hier einen trockeneren Eindruck als in der Sierra del Pinar (Bild 17). Auf dem großen Plateau der Sierra de la Nieve erreichen Gruppen alter Pinsapotannen ohne jeden Jungwuchs 1700 m Höhe (Bild 18).

Neben der Pinsapotanne ist auf dem Gipfelplateau der Sierra de la Nieve auch eine laubwerfende Eiche, *Quercus alpestris* Boiss., heimisch. Sie

wird von SCHWARZ (in Flora Europaea 1964) zu *Quercus faginea* Lamk. gestellt und ist heute nur noch in weit auseinanderstehenden, alten, stark geschnittenen Exemplaren zu finden. Wenn nicht die mit der Überweidung verbundene Bodenzerstörung energisch bekämpft wird und man es weiterhin unterläßt, künstliche Anpflanzungen dieser Eichenart anzulegen, dürfte dieselbe in wenigen Jahrzehnten hier ausgestorben sein (Bild 18).

Vermutlich haben *Quercus alpestris* und *Abies pinsapo* hier früher ähnliche Mischbestände gebildet, wie es die Pinsapotanne und *Quercus faginea* s. l. in der Sierra del Pinar heute noch tun. Auch in der Sierra de la Nieve werden die Reste jener Tannen-Eichen-Mischwälder von *Crataegus monogyna* begleitet, der hier — ebenso wie *Abies pinsapo* — vom Vieh häufig sehr stark verbissen ist.

Der Tannenwald der Sierra Bermeja endlich ist ringsum von Sternkiefernwaldungen umgeben. Er bedeckt die Nordseite des Reales-Berges von 1000 bis 1450 m sowie einen kleinen Teil des Westhanges, wo er den von dem Ort Gaucín aus sichtbaren „Pinsapar de la Mujer“ bildet. Neben den bereits genannten Begleitarten sind in den Pinsapowäldern der Sierra Bermeja *Genista hirsuta* Vahl und *Cistus populifolius* L. verbreitet.

Nach VICIOSO u. CEBALLOS (1933) liegen alle Vorkommen von *Abies pinsapo* in Andalusien im „Piso mediterraneo humedo“ mit Jahresniederschlägen über 1000 mm. Die winterlichen Minimaltemperaturen der Pinsapo-Standorte geben diese Autoren mit — 10 bis — 12° C an, das Temperaturmittel zur Vegetationszeit mit + 15 bis + 20° C. RIVAS GODAY (um 1953) weist auf das hohe Feuchtigkeitsbedürfnis der mediterranen Tannenarten hin und betont, daß sie darin viel eher Laub- als Nadelbäumen gleichen. Mit 2432 mm Niederschlag pro Jahr stellt die Sierra de Grazalema (wohl = Sierra del Pinar) nach LAUTENSACH (1964) das niederschlagsreichste Gebiet Andalusiens dar.

Möglicherweise liegt die Ursache des Fehlens von *Abies pinsapo* in der Sierra Nevada in dem weniger ozeanischen Klima dieses Gebirges begründet. Die Pollenstudien WELTENS (1956) ergaben keinerlei Anhaltspunkte für ein eventuelles früheres Vorkommen der Pinsapotanne in der Sierra Nevada. Dort, wo die Niederschläge ausreichen würden, um ein Gedeihen dieses Baumes zu gewährleisten, nämlich in Höhen um 1800 m, steht im allgemeinen Schiefer an, den *Abies pinsapo* nicht besiedelt. Außerdem dürften die winterlichen Minimaltemperaturen in der Sierra Nevada bereits deutlich unter denen der Serranía de Ronda liegen, worauf z. B. das Vorkommen von *Pinus silvestris*, die ein Frostkeimer ist, hinweist.

Im marokkanischen Rif beginnen die Bestände der ebenfalls auf Kalkgestein beschränkten *Abies pinsapo* Boiss. Subsp. *maroccana* (Trab.) Emb. et Maire bei 1500—1600 m und erreichen nach EMBERGER (1938, 1939) 2150 m

als oberste Grenze. Den marokkanischen Tannenwäldern sind *Quercus ilex* L., *Quercus mirbeckii* Dur. — ebenfalls eine Form von *Quercus faginea* Lamk. — *Acer granatense* Boiss., *Lonicera arborea* Boiss., *Taxus baccata* L. und *Sorbus aria* Crantz an feuchten, *Pinus pinaster* Aiton und vor allem *Cedrus atlantica* Carrière an trockeneren Stellen beigemischt. Die Zeder gelangt besonders in größeren Höhen wegen der dort spürbaren Gipfeltrockenheit („sècheresse des cimes“, EMBERGER) zur Vorherrschaft. An Sträuchern nennt EMBERGER *Ruscus aculeatus* L., *Ononis aragonensis* Asso, *Berberis hispanica* B. et R., *Daphne laureola* L., *Ribes grossularia* L., *Rosa sicula* Tratt., *Juniperus oxycedrus* L., *Lonicera etrusca* Santi, *Crataegus lacinata* Bkb. und *Crataegus monogyna* Jacq.

Mit den spanischen Pinsapo-Wäldern teilen die marokkanischen schließlich die Kräuter *Cerastium boissieri* Gren., *Luzula forsteri* DC., *Anthoxanthum odoratum* L. und *Paeonia coriacea* Boiss.

Auf den Nordhängen der Kalkberge in der westlichen Sierra Nevada (Atalayones de Dilar, Trevenque, Huenes, Dornajo) ist die Waldzerstörung so stark, daß die obere Grenze der Steineichenstufe hier nur mit Vorbehalt mit etwa 1600 m angegeben werden kann. Bis zu dieser Höhe fand ich jedenfalls vereinzelte Exemplare der Steineiche, und bis hierher ist auch die artenreiche *Lavandula lanata-Salvia lavandulaefolia*-Garrigue verbreitet. Am Cerro de Trevenque wächst *Quercus ilex* in Baumform in Ostexposition allerdings noch in 1800 m Höhe.

Wie auf den Südhängen, so mischen sich auch auf den Nordhängen dieses Kalkgebirges Kiefern mit den Steineichen. Während es auf Dolomitmergeln bis rund 1600 m *Pinus pinaster* Aiton ist, kommen auf kompaktem Kalkgestein auch hier bereits vereinzelte Schwarzkiefern, *Pinus nigra* Arn. Subsp. *salzmannii* Franco vor. Am Trevenque selbst erreichen sie 2000 m Höhe, am Cerro de Huenes bilden sie an einer Stelle sogar auf dem Südhang um 1900 m einen kleinen Bestand. Die Schwarzkiefer dürfte hier ihre Westgrenze erreichen.

Die interessanteste und wichtigste Formation nach Norden gerichteter Hänge dieses Gebietes sind jedoch einige wenig ausgedehnte Wäldchen der Waldkiefer, *Pinus silvestris* L., die sich an dieser südlichsten Stelle des Verbreitungsgebietes der Art in Iberien erhalten haben. Mehr oder weniger geschlossen, stellenweise auch in forstliche Pflege genommen, finden sie sich ausschließlich in Nordexposition zwischen rund 1600 und 2000 m. Die in der Literatur weitverbreitete Angabe, die Waldkiefer erreiche am Cerro de Trevenque selbst 2000 m, trifft allerdings — zumindest heute — nicht zu. Vielmehr handelt es sich bei den Kiefern, die seine kahlen Kalkfelsen weit hin sichtbar besiedeln, um Schwarzkiefern. *Pinus silvestris* wächst vielmehr östlich unterhalb des Trevenque-Gipfels in einer Zone, in der Kalkgestein

und Glimmerschiefer aneinandergrenzen (Bild 20). Obwohl die Waldkiefer stellenweise auch auf Schiefer wächst, stehen ihre größten Bestände doch auf Kalk. Dies gilt auch für den Nordhang des Cerro de Huenes, wo dem Waldkiefernwald vor allem in seinem unteren Abschnitt zahlreiche Schwarzkiefern beigelegt sind.

Die *Pinus silvestris*-Wälder der Sierra Nevada i. w. S. bestehen aus 10 bis 15 m hohen Bäumen, die im oberen Teil sehr stark verzweigt sind und als besondere Rasse: *Pinus silvestris* L. *Subsp. nevadensis* (Christ) Heywood gelten. In den meist lichten Beständen ist der Boden gewöhnlich von dichtem Unterholz aus Bärentraube, Aragonesischem Hauhechel, den beiden Zwergwacholdern, der Spanischen Berberitze usw. bedeckt und zahlreiche größere Sträucher und kleinere Baumarten begleiten die Kiefer hier. Es sind — in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit:

Arctostaphylos uva ursi L.
Ononis aragonensis Asso
Juniperus sabina L. s. l.
Juniperus nana Willd.
Berberis hispanica B. et R.
Erinacea pungens Boiss.
Vella spinosa Boiss.
Amelanchier ovalis Medik.
Rosa cf. *pouzini* Tratt.

Acer granatense Boiss.
Cotoneaster granatensis Boiss.
Sarothamnus scoparius Wimmer
 s. l.
Rhamnus catharticus L.
Crataegus monogyna Jacq.
Sorbus aria Crantz
Taxus baccata L.
Lonicera arborea Boiss.

An krautigen Arten finden sich:

Stipa pennata L.
Melica ciliata L.
Brachypodium ramosum R. et S.
Arenaria aggregata Lois.
Cerastium boissieri Gren.
Polygonatum officinale All.
Helleborus foetidus L.
Helianthemum Adanson spec.
Geum cf. *silvaticum* Pourr.
Erodium asplenioides Boiss.

Polygala boissieri Coss.
Eryngium bourgati Gouan
Digitalis obscura L.
Odontites longiflora Webb.
Calamintha granatensis B. et R.
Lonicera splendens Boiss.
Scabiosa tomentosa Cav.
Teucrium aureum Schreb.
Salvia lavandulaefolia Vahl
Holcus caespitosus Boiss.

Dort, wo die Waldkiefernbestände auf die Schiefer der kristallinen Sierra Nevada übergreifen, treten an die Stelle der kalkholden Papilionaceensträucher *Ononis aragonensis* Asso und *Sarothamnus scoparius* Wimm. var. *reverchonii* Vic. die aus den Filzeichenwäldern des Gebirges bereits bekannten Genisteen *Adenocarpus decorticans* Boiss. und *Genista baetica* Spach.

Ononis aragonensis ist eine in gelben Rispen blühende, unbedornete, strauchförmige Hauhechelart, die etwa 1 m hoch wird. Sie bildet in den Kalkgebirgen Andalusiens häufig das Unterholz in Kiefernwäldern und kommt vorzugsweise in der Stufe zwischen 1700 und 2000 m vor — sie löst als Waldbegleiter also *Sarothamnus scoparius* var. *reverchonii* mit zunehmender Höhe ab. Obwohl sie in der Subsp. *reuteri* (Boiss.) Riv. God. in den Pinsapo-Wäldern der Serranía de Ronda und in den Tannenwäldern des marokkanischen Rifs ebenfalls vorkommt, liegt doch ihr Verbreitungsschwerpunkt im Osten der Halbinsel. Über die Gebirge Valencias und Aragoniens kommt sie bis in die Pyrenäen hinein vor. Ähnlich ist auch *Arctostaphylos uva ursi*, der ich in der Serranía de Ronda nicht begegnete, im Osten Iberiens häufiger als im Westen, und die Waldgesellschaft *Pinus silvestris* — (*Pinus nigra*) — *Juniperus sabina humilis* — *Juniperus nana* stellt nach RIVAS GODAY (1956) einen stark mediterran beeinflussten Untergürtel des borealen Nadelwaldgürtels dar, der in den Gebirgen Mittel- und Osteuropas erheblich stärker entwickelt ist als hier an der Südwestgrenze seiner Verbreitung.

Nach mündlicher Mitteilung von RIVAS MARTINEZ kommt in der Sierra de Baza, die — ebenfalls aus Kalk bestehend — der Sierra Nevada unmittelbar nordöstlich vorgelagert ist, *Pinus silvestris* in ganz entsprechender Lage und in der gleichen Vergesellschaftung vor. Zweifelhaft erscheint mir die Angabe von LAUTENSACH (1958, 1964), daß die Waldkiefer auch in der Sagra Sierra wachse. Bei meinem Besuch dieses Berges konnte ich auf dessen Nordseite nur Bestände von *Pinus nigra* feststellen, in denen bis 1500 m hinauf *Quercus ilex* verbreitet ist und deren letzte Einzelkiefern bei 2200 m stehen. Auch *Pinus pinaster* fand ich auf der Nordflanke der Sagra Sierra nicht. Ein Bewohner der Gegend versicherte mir, daß diese Art hier extrem selten sei.

Die Nordflanke der Sierra de Cazorla weist heute weite Kiefernwaldungen auf. So erreicht *Pinus halepensis* etwa 1000 m; die folgende Höhenstufe bis 1300 m, stellenweise auch 1400 m, wird von *Pinus pinaster* gebildet, einer Art, die dem Südfall dieses Gebirges weitgehend fehlt. Ab 1300 m tritt die Schwarzkiefer gehäuft auf und bedeckt in ausgedehnten Beständen das gesamte Bergland bis in eine Höhe von maximal 2000 m.

Die Kiefernwaldungen der Sierra de Cazorla werden forstlich intensiv genutzt und das Gebirge ist von einem dichten Netz von Fahrwegen durchzogen. Die Nutzung liegt in den Händen der spanischen staatlichen Eisenbahngesellschaft RENFE. Schon hieraus ist ersichtlich, daß der Einfluß des wirtschaftenden Menschen auf die Vegetation der Sierra de Cazorla recht bedeutend ist. Bei näherer Untersuchung der Waldungen stellt sich dann

auch bald heraus, daß neben den heute vorherrschenden Nadelbäumen eine große Anzahl von Laubbäumen hier vorkommt.

Wie HEYWOOD in verschiedenen Arbeiten (1954, 1961/62) hervorhebt, ist in früheren Zeiten die Sierra de Cazorla — zumindest in der unteren Stufe — vorwiegend von Eichenwäldern bedeckt gewesen. Tatsächlich finden sich, vor allem an frischen Standorten, aber auch dort, wo der allzu steile felsige Untergrund eine rationelle Waldwirtschaft nicht erlaubt, im gesamten Gebiet größere oder kleinere Bestände verschiedener Laubbäume. Dabei läßt sich bis 1000 m, in Südexposition auch bis etwa 1100 m Höhe eine besonders wärmeliebende Variante des Steineichenwaldes erkennen, in der *Quercus coccifera* L., *Teucrium pseudochamaeypsis* L., *Dorycnium suffruticosum* Vill., *Brachypodium ramosum* R. et S. und andere mediterrane Arten vorherrschen. Bereits ab 1000 m zeigt sich auf tiefgründigen Böden und in Quellmulden auch bereits *Quercus faginea* Lamk. neben der Steineiche. Daneben kommen zahlreiche Baum- und Straucharten mit weniger großem Wärmebedürfnis hier vor, wie:

Juniperus oxycedrus L.
Juniperus phoenicea L.
Pistacia terebinthus L.

Fraxinus angustifolia Vahl
Acer monspessulanum L.
Rosmarinus officinalis L. usw.

An sonnigen, felsigen Standorten kommen diese Arten bis in eine Höhe von 1600 m vor, ja, *Juniperus phoenicea* wächst auf südexponiertem Kalkfels bei Nava de Paulo noch in 1700 m Höhe in Form von 4 m hohen, offensichtlich sehr alten Bäumen. Ebenfalls bei Nava de Paulo wächst im Schwarzkiefernwald an einer Stelle *Quercus ilex* noch bei 1800 m, zusammen mit *Juniperus phoenicea*, *Aphyllanthes monspeliensis* und *Lithospermum fruticosum*. Daß es sich hierbei um Ausnahmen handelt, zeigt der Umstand, daß schon von 1300 m an Baum- und Straucharten auftreten, deren Verbreitungscharakter eher „submediterran“ zu nennen ist. So bilden an Bachläufen, in den poljeähnlichen Depressionen, deren Boden aus zusammengeschwemmter Feinerde besteht, sowie an nordexponierten Hängen:

Taxus baccata L.
Daphne laureola L.
Berberis hispanica B. et R.
Crataegus monogyna Jacq.
Rosa L. spec.
Prunus mahaleb L.

Sorbus aria Crantz
Acer granatense Boiss.
Sarothamnus scoparius Wimm. s. l.
Lonicera arborea Boiss.,
und, seltener, auch
Corylus avellana L.

kleine Wäldchen, die große Ähnlichkeit mit dem „Höhenwald“ der kristallinen Sierra Nevada besitzen. Häufig wachsen diese Arten auch als Unterholz im Schwarzkiefernwald (Bild 22). Dieser ist heute in der Sierra de Ca-

zorla zwischen 1500 und 1800 m am besten entwickelt, in der gleichen Höhe also, in der auch das Optimum der genannten „submediterranen“ Laubwaldreste liegt. Deren Arten bleiben oberhalb 1800 m immer mehr zurück und werden durch andere Sträucher ersetzt. Zugleich zeigt sich *Pinus nigra* oberhalb 1800 m sehr empfindlich gegen Einschlag und Waldweide und verjüngt sich kaum noch. Im reinen Kiefernwald, wie er vor allem auf ärmeren Böden vorherrscht, treten bereits ab 1500 m die beiden Zwergwacholder, *Juniperus nana* Willd. und *Juniperus sabina* L. *Subsp. humilis* Endl. häufig auf, neben ihnen sind

Berberis hispanica B. et R.

Ononis aragonensis Asso

Helianthemum glaucum Pers.

Erinacea pungens Boiss.

regelmäßige Begleiter der Schwarzkiefer zwischen 1500 und 2000 m. Lokal treten im Kiefernwalde auch *Buxus sempervirens* L. (Banderillos), *Daphne oleoides* Schreib. (Empanadas) und *Satureia montana* L. auf, wozu sich an lichten Stellen zahlreiche Arten der felsigen Triften gesellen wie:

Prunus prostrata Labill.

Genista lobelii D. C. s. l.

Astragalus nevadensis Boiss.

Genista boissieri Sp.

Werden die Kiefern gefällt, so bilden diese Zwergsträucher eine Formation, die mit den „Xero-Acantheten“ der höheren andalusischen Kalkgebirge im Aussehen übereinstimmt.

Im höchsten der südspanischen Kalkmassive, der 2381 m erreichenden Sagra Sierra, liegt die von der Schwarzkiefer gebildete Baumgrenze bei 2200 m. Da die anderen Kalkgebirge Andalusiens weniger hoch sind, muß angenommen werden, daß sie ihre Kahlheit oberhalb 2000 m einem „Gipfelphänomen“ verdanken und daß die im allgemeinen hier anzusetzende Waldgrenze höher liegen würde, falls bedeutendere Massenerhebungen vorhanden wären.

B) Die Vegetation oberhalb der heutigen Waldgrenze

In der Sierra del Pinar bedeckt im Bereich der früher wohl ausgedehnteren Pinsapo-Wälder eine Formation die zwischen 1200 und 1500 m gelegenen Nordhänge, in der neben *Festuca spadicea* L. s. l. *Ulex baeticus* Boiss. sehr häufig ist. Zu den kugeligen Stachelbüschen dieser wärmeliebenden südwestspanischen Stechginster-Art gesellen sich die ebenfalls immergrüne *Erinacea pungens* Boiss. und die halbstrauchige Umbellifere *Bupleurum spinosum* Boiss.

Von 1600—1700 m an bilden in der Sierra de la Nieve

Juniperus sabina L. s. l.

Juniperus nana Willd.

Alyssum spinosum L.

Berberis hispanica Bss. et Reut.

Erinacea pungens Bss.

Bupleurum spinosum Bss.

eine Dornpolster-Wacholder-Formation, die in dieser Form bis zum Gipfel der Torrecilla reicht (Bild 18).

In entsprechender Weise geht auch in der westlichen Sierra Nevada die von zahlreichen Labiaten-Halbsträuchern beherrschte Garrigue der Steineichenstufe im Gebiete des Dornajo nach oben hin in ein *Xero-Acanthetum* über. So erscheint bei 1600 m in Nordexposition bereits *Vella spinosa* Boiss., ein gelbblühender Igelstrauch aus der Familie der Cruciferen, der nur in höheren Lagen der andalusischen Kalkgebirge heimisch ist. *Astragalus nevadensis* erscheint bei rund 1750 m, *Juniperus sabina humilis* bei 1850 m; oberhalb 2000 m ist dann das *Xero-Acanthetum* voll ausgebildet (Bild 23). Folgende Arten sind in der Sierra Nevada besonders häufig darin:

Juniperus sabina L. s. l.

Vella spinosa Boiss.

Berberis hispanica B. et R.

Astragalus nevadensis Boiss.

Erinacea pungens Boiss.

Holcus caespitosus Boiss.

Festuca indigesta Boiss.

Festuca hystrix Boiss.

Poa ligulata Boiss.

Tulipa australis Lamk.

Euphorbia nicaeensis All.

Sedum L. div. spec.

Teucrium aureum Schr.

Zahlreiche Pflanzen, wie *Polygala Boissieri* Coss., *Thymus granatensis* Boiss., *Salvia lavandulaefolia* Vahl u. a., die in den tiefer gelegenen Garriguen heimisch sind, kommen ebenfalls in den Igelheiden vor. Auch beherbergen dieselben viele Schutt- und Felsbewohner, wie *Amelanchier ovalis* Med., *Rhamnus pumila* L. und *Prunus prostrata* Labill.

Astragalus nevadensis bevorzugt mergelige, tief verwitterte Böden, auf denen er ausgedehnte Reinbestände bildet. Er ähnelt hierin *Rosmarinus officinalis*, der in der Steineichenstufe ein ähnliches Verhalten zeigt. *Ulex*-Arten fehlen den „echten“ Igelheiden der Sierra Nevada, die hier 2200 m erreichen und damit zweifellos noch nicht ihre obere Verbreitungsgrenze finden.

In der Betischen Außenkordillere sind *Xero-Acantheten* vor allem in der Sierra de Mágina und der Sagra Sierra entwickelt. CUATRECASAS hat in der ersteren 1929 diesen Begriff erstmalig aufgestellt und die ökologischen Ansprüche der sie bildenden Arten beschrieben. Meine eigenen Beobachtungen stimmen mit seinen Angaben durchaus überein. Hiernach kommen *Erinacea pungens*, *Bupleurum spinosum* und *Genista boissieri* als recht thermophile

Pflanzen auch bereits in niederen Lagen der Sierra de Mágina vor, wobei *Genista boissieri* 1900 m — und dies nur in Südlagen — nicht überschreitet. Sie ist damit weit mehr eine Art der Garriguen der Steineichenstufe, ähnlich wie *Ulex parviflorus*, den ich hier nur bis 1500 m hinauf antraf. Oberhalb 1650 m stellen sich dann *Vella spinosa*, *Juniperus sabina humilis*, *Juniperus nana* und *Alyssum spinosum*, die nach CUATRECASAS wichtigste Dornpolsterpflanze des Gipfelbereiches, ein. Der hier seltene *Astragalus nevadensis* soll feuchte Standorte bevorzugen, was wohl auch seine Vorliebe für tiefgründige Mergelböden in der Sierra Nevada erklärt. In der Sagra Sierra kommen bis in den Gipfelbereich *Vella spinosa*, *Juniperus nana* und *Ononis aragonensis* vor, auch die übrigen Arten des *Xero-Acanthetums* der Kalkgebirge sind dort zwischen 1800 und 2300 m häufig.

In der nur rund 2100 m hohen Sierra de Cazorla nehmen die Dornpolstergesellschaften wegen des bedeutenden Waldanteils nur relativ geringe Flächen ein.

In allen genannten andalusischen Kalkgebirgen spielt außer den beschriebenen Wald- und Zwergstrauchformationen auch die F e l s v e g e t a t i o n eine bedeutende Rolle. Ihr haben u. a. RIVAS MARTINEZ (1960) und HEYWOOD (1952) wichtige Arbeiten gewidmet, auch bei QUEZEL (1953) finden sich ausführliche Listen derselben. Hier sei nur auf den außerordentlich starken Endemismus der andalusischen Kalkfels-Flora hingewiesen. Arten wie *Viola cazorlensis* Gandoger, *Ptilotrichum reverchonii* Degen et Hervier, *Lithospermum cf. oliaefolium* Lap. (von mir in der Sierra de Mágina gefunden; bisheriger einziger Fundort: ein Bachtal in den Ostpyrenäen) dürften Tertiärrelikte sein. *Saxifraga camposii* Bss. et Rt., *Pinguicula vallisneriaefolia* Webb, *Geranium cataractorum* Coss., *Viola demetria* Prol., *Senecio quinqueradiatus* Boiss., *Andryala aghardii* Haens., *Pteroccephalus spathulatus* (Lag.) Coult., *Echium albicans* Lag., *Jasione foliosa* Cav. u. a. seien als zum Teil besonders prachtvolle Beispiele andalusischer Fels- und Kalkschuttendemiten genannt.

Eine der „Windkanten-Gesellschaft“ von *Senecio boissieri* und *Erodium cheilanthifolium* der kristallinen Sierra Nevada analoge Formation ist an entsprechenden Standorten auch in den andalusischen Kalkgebirgen vertreten. *Erodium cheilanthifolium* selbst ist in der Sierra de la Nieve häufig. In der Sierra Nevada i. w. S. und den ostandalusischen Massiven dagegen ist *Convolvulus nitidus* Bss. „Leitart“ dieser Windkantenvegetation. Auch bei dieser Art handelt es sich um eine dem Boden eng angeschmiegt wachsende Pflanze mit kleinen, dicht behaarten Blättchen. Dichte Behaarung zeichnet auch die an ähnlichen Standorten verbreiteten Arten *Anthyllis tejedensis* Boiss., *Helianthemum pannosum* Boiss. und *Andryala aghardii* Haens. aus.

Wo größere Schutthalde entwickelt sind, wie z. B. am Nordhang der Sagra-Sierra, kommt eine interessante Schuttvegetation zur Entfaltung, von deren Charakterarten nach QUEZEL (1953) *Doronicum pyrenaicum* und *Crepis pygmaea* auch für Kalkschutthalde der Zentral- und Ostpyrenäen, *Platycapnos saxicola* und *Vicia glauca* für solche des Hohen Atlas typisch sind. Mit *Festuca scoparia* kommt hier auch eine Art der für die Gebirge der Halbinsel so wichtigen Gattung *Festuca* vor (Bild 24).

IV. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Zunächst seien die Obergrenzen vergleichbarer Formationen in den kristallinen Gebirgen der Iberischen Halbinsel von Nordwesten nach Südosten betrachtet (Abb. 12):

Am Nordabfall des Kantabrischen Gebirges erreichen Buchenwälder rund 1600—1700 m, Birkenwälder, gemischt mit *Sorbus*-Arten, 1800 m.

Auf der Südflanke des Gebirges dürfte der dort herrschende Filzeichenwald 1700 m kaum wesentlich überschreiten.

Am Nordhang der Sierra de Ayllón erreicht die Buche im geschlossenen Bestände 1800 m, sie beginnt hier bei rund 1500 m in reiner Nordexposition die Filzeiche zu verdrängen. Auf Südhängen geht letztere jedoch bis mindestens 1750 m, möglicherweise auch bis 1800 m hinauf.

Im Guadarrama-Gebirge bildet überall *Pinus silvestris* die obere Waldgrenze. Ihre geschlossenen Bestände reichen auf der Nordflanke bis 1900 m, auf der Südflanke bis etwa 2100 m empor. Wie hier, so erreicht auch in der stark entwaldeten Sierra de Gredos die Filzeiche 1600 m. *Sorbus aucuparia*-Haine bei 1750 m und hochsteigende Adlerfarn-Bestände lassen jedoch die Vermutung zu, daß die Waldgrenze in der Sierra de Gredos ursprünglich zwischen 1700 und 1800 m gelegen hat.

Auf den Nordhängen der Serra Nevada erreichen Filzeichenwälder 1900 m, auf der Südflanke etwa 2100 m, in beiden Fällen untermischt mit *Quercus ilex*, die jedoch in diesen Höhen eine untergeordnete Rolle spielt. Dagegen erreicht auf der Nordflanke der „Höhenwald“ aus *Sorbus*-, *Acer*-, *Prunus*- u. a. Arten 2150 m. Möglicherweise ist auch in der Sierra Nevada die ursprüngliche Waldgrenze stark durch menschliche Einwirkungen abgesenkt worden. Dafür sprechen einmal alte Reisebeschreibungen, zum anderen die Tatsache, daß man in den Alpujarras heute *Pinus silvestris* mit Erfolg bis 2400 m hinauf anbaut.

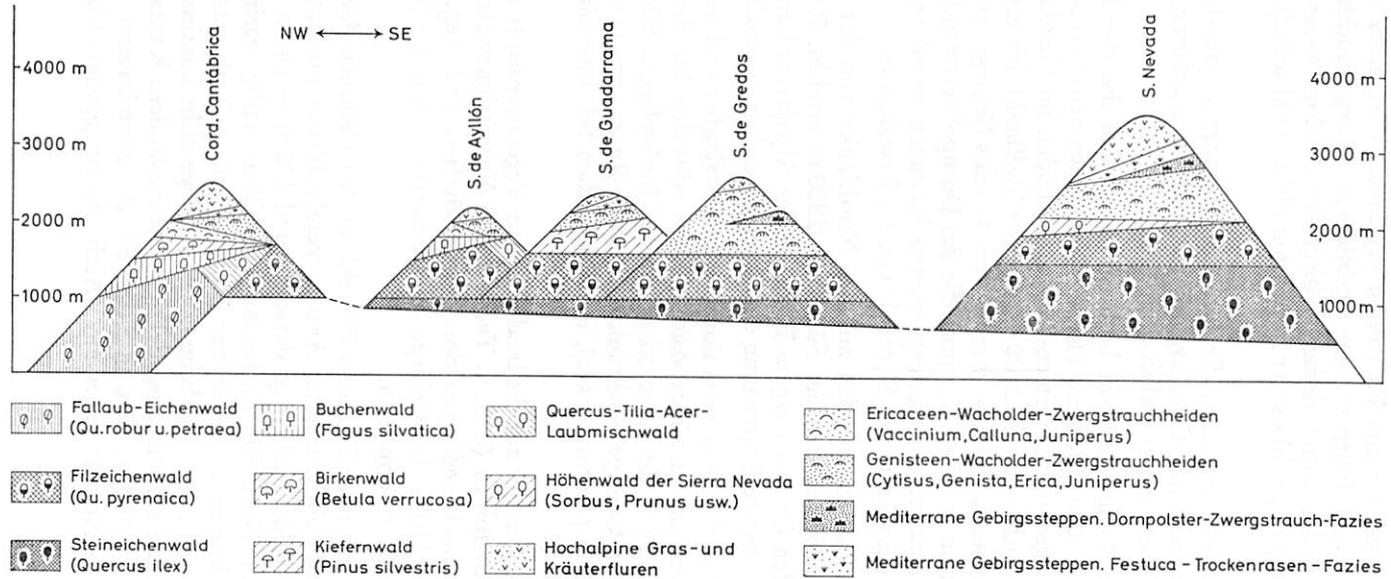


Abb. 12: Vegetationsstufen der kristallinen Hochgebirge der Iberischen Halbinsel von Nordwesten nach Südosten (Profil Nr. 1)

Die obere Grenze der aus *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum*, *Calluna vulgaris* und *Juniperus nana* gebildeten Zwergstrauchheiden liegt auf der Nordseite des Kantabrischen Gebirges bei 2000 m; wesentlich höher steigen diese Arten in geschlossener Formation nicht, wohl jedoch als Einzel-exemplare.

Auf der Südflanke erreichen die Genisteen-*Juniperus nana*-Heiden, gelegentlich untermischt mit *Erica aragonensis* und *Erica arborea*, im äußersten Westen 1900 m, weiter östlich auch 2100 m.

Die Sierra de Ayllón ist nicht hoch genug, als daß die hier bis 1900 m hinauf vorkommenden Ericaceen-Heiden ihre Höhengrenze erreichen könnten. Dagegen steigen die Genisteen-*Juniperus*-Heiden im Guadarrama-Gebirge auf der Nordflanke bis 2200 m, auf der Südflanke bis etwa 2300 m empor. Entsprechende Höhen werden im Gredos-Gebirge erreicht. Als wichtige Formation verdient hier noch die des Dornpolsterstrauches *Genista lusitanica* var. *erinacea* auf südexponierten Kämmen zwischen 2000 und 2200 m in der Hauptkette der Sierra de Gredos Erwähnung.

In der Sierra Nevada werden auf der Nordflanke von der Genisteen-*Juniperus*-Heide 2500 m, auf der Südflanke 2800 m erreicht. Rechnet man die hochsteigenden *Cytisus purgans*-Bestände der Alpujarras hinzu, so muß man 2950 m als oberste Begrenzung der Zwergstrauchstufe angeben.

Die steppenähnliche Formation dorniger Halbsträucher und xeromorpher *Festuca*-Arten bedeckt in Südexposition einen schmalen Streifen zwischen 2800 und 3100 m. Die ihr entsprechenden, auf hochgelegene Südhänge der übrigen spanischen Gebirge beschränkten *Festuca*-Rasen erreichen in Kantabrien rund 2200 m (*Festuca eskia*), im Kastilischen Scheidegebirge 2400 m (*Festuca indigesta*).

Die Höhengrenzen der auf die beschriebenen Vegetationsstufen folgenden alpinen und hochalpinen (i. S. v. TROLL 1955) Vegetationsstufe sowie der zahlreichen edaphisch bedingten Sondergesellschaften sind wegen der sehr unterschiedlichen Höhe der Gebirge untereinander kaum vergleichbar, ja häufig nicht einmal zu ermitteln.

Von Nordwesten nach Südosten läßt sich in den Gebirgen der Iberischen Halbinsel demnach ein deutlicher Anstieg vergleichbarer Formationen feststellen. Für die Waldstufe beträgt derselbe rund 400 m — ein in Anbetracht der bedeutenden Nord-Süd-Entfernung verhältnismäßig geringer Wert. Verschiedene Faktoren lassen sich zur Erklärung dieses Tatbestandes heranziehen. So nimmt die Massenerhebung der Gebirge nicht kontinuierlich von Norden nach Süden zu. Den ausgedehnten Gebirgsländern Kantabriens und Kastiliens steht im Süden, dazu in Sichtweite des Mittelmeeres, die isoliert aufragende Sierra Nevada gegenüber. Auch die ausgeprägte Ozeanität im

Klimagang des größten Teiles der Halbinsel verhindert ein stärkeres Ansteigen der Waldgrenzen. Mit alleiniger, bezeichnender Ausnahme der Sierra de Guadarrama, der östlichen Sierra de Gredos und der andalusischen Kalkgebirge bilden denn auch überall **L a u b b ä u m e** die obere Waldgrenze, wobei die immergrüne Steineiche erst auf dem Südhang der Sierra Nevada in deren Bereich gelangt, eine Erscheinung, die bereits an die noch wesentlich bedeutendere Vertikalverbreitung der Steineiche in den Atlasländern erinnert.

Innerhalb des Zwergstrauchgürtels sind die Höhenunterschiede zwischen Nordwesten und Südosten größer. Sie betragen 500 m für die Nordflanken und rund 800 m für die Südflanken. Dabei zeigt sich die euatlantische Formation der Ericaceenheiden auf den Nordhang des Kantabrischen Gebirges beschränkt, während auf dem Südhang desselben, im Scheidegebirge und in der Sierra Nevada der „iberisch-kontinentale“ Typ („Facies continental ibérica“ RIVAS GODAYS, 1949) des Genisteen-*Juniperus*-Zwergstrauchgürtels herrscht.

Nur auf der Südflanke der Sierra Nevada findet sich wiederum ein Anklang an die Verhältnisse, wie sie für die Atlasländer typisch sind, nämlich die schmale Zone der dornigen Kugelbüsche, der „Xero-Acantheten“. Auch die *Genista lusitanica*-Bestände der Sierra de Gredos weisen bereits diesen Wuchstyp auf. TROLL (1955) bezeichnet die Dornpolsterformation als eine „Stuppenfazies der alpinen Stufe unserer Gebirge.“

Der Ansicht QUEZELS (1953) und anderer Autoren, die auch die *Genista baetica* — *Juniperus nana*-Heiden der Sierra Nevada zum *Xero-Acanthetum* rechnen, kann ich nicht zustimmen. Nach meinen Beobachtungen stellt gerade diese Formation ökologisch gesehen eine Entsprechung der *Cytisus purgans*-*Juniperus*-Heiden des Kastilischen Scheidegebirges und des Südfußes des Kantabrischen Gebirges dar, ja, sie zeigt sich sogar noch stärker an das Ertragen bedeutender Schneelasten angepaßt als diese. Nach GAMS (1956) stellt die Dornpolster-Wuchsform aber gerade eine Anpassung an eine „relativ geringe Schneedecke“ und die damit verbundenen Wirkungen des Windes, der Strahlung (TROLL 1958) und des winterlichen Schneegebüses dar, eine Anpassung, die unter einer langwährenden, mächtigen Schneebedeckung überflüssig wäre. Auf den Südhängen der kristallinen Sierra Nevada stellen sich dementsprechend „echte“ Dornpolsterpflanzen wie z. B. *Arenaria pungens* erst in größerer Höhe ein, wo bei entsprechender Hangneigung die starke Sonneneinstrahlung sowie die heftige Windwirkung ein frühes Ausapern bedingen. Es wäre wünschenswert, in der Sierra Nevada einmal ähnliche ökologische Beobachtungen im Winterhalbjahr anzustellen, wie RIVAS MARTINEZ (1963) solche im Kastilischen Scheidegebirge vorgenommen hat.

Die Vegetation der Gebirge der Iberischen Halbinsel folgt in ihrer Anordnung damit durchaus den vier von LAUTENSACH (1952) aufgestellten Formenwandel-Kategorien und ihren Interferenzen:

1. Der *hypsometrische Wandel* drückt sich überall in der Abstufung der einzelnen Formationen über abnehmend thermophile Waldgesellschaften und Zwergstrauchheiden zu den Hemikryptophytengesellschaften der Gipfelregion aus.
2. Der *planetarische Wandel* wird durch den Anstieg der Waldgrenzen von Norden nach Süden, die Abnahme des Anteils boreo-alpiner Elemente (Lüdi 1956) sowie die gleichzeitige Zunahme mediterraner Arten und Gesellschaften in der angegebenen Richtung bezeugt.
3. Der *peripher-zentrale Wandel* ist deutlich im Kastilischen Scheidegebirge erkennbar, dessen zentrale Abschnitte mit ihren hochsteigenden Kiefernwaldungen in deutlichem Gegensatz zu den östlich und westlich anschließenden Gebirgstteilen stehen, in denen die Waldgrenze von Laubbäumen gebildet wird, die 1800 m an keinem Punkte überschreiten dürften.
4. Der *west-östliche Wandel* ist besonders gut auf den Nordhängen der andalusischen Kalkmassive ausgeprägt. Von den an ein mildozeanisches Klima angepaßten Pinsapowäldern der Serranía de Ronda gelangen wir hier über die bereits kontinentalere Klimaverhältnisse ausdruckenden Waldkiefern-Reliktbestände der Sierra Nevada i. w. S. zu den mediterran-kontinentalen Schwarzföhrenwäldern der Sierra de Cazorla und anderer ostandalusischer Gebirge.

Hinzu tritt bei dieser letzten Formenwandelkategorie noch der petrographische Unterschied zwischen dem durchweg aus kalkarmen bzw. kalkfreien Gesteinen bestehenden „atlantischen“ und dem überwiegend aus Kalkgestein aufgebauten „levantischen“ Iberien, auf den LAUTENSACH (1952, 1964) hinweist. Da der Kalkstein nach TROLL (1925) ein im Vergleich zu silikatischen Gesteinen „kontinentales Substrat“ darstellt, wird der west-östliche Gegensatz vor allem im Zentrum der Halbinsel äußerst kraß. Als Beispiel hierfür sei angeführt, daß den Buchenwäldern der aus paläozoischen Schiefen bestehenden Sierra de Ayllón in der gleichen Provinz Guadalajara weiter östlich auf Kalkstein *Juniperus thurifera*- und *Pinus nigra*-Wälder folgen. Einen entsprechenden Kontrast treffen wir, diesmal jedoch rein klimatisch bedingt, am Südrande des Kantabrischen Gebirges an, wo zwischen Riaño und Crémenes auf Karbonkalken am Nordhang der Kalkbuchenwald, auf Südhängen dagegen der lichte Trockenwald von *Juniperus thurifera* wächst. LOUIS (1939) beschreibt aus den Hochgebirgen am Südufer des Schwarzen Meeres den gleichen Gegensatz zwischen der Nordflanke mit ihren *Fagus*

orientalis-Abies bornmülleri-Wäldern und der Südflanke mit Trockenwäldern aus Schwarzkiefern, sommergrünen Eichen und Baumwacholdern.

Überblicken wir die durchreisten Gebirgssysteme Spaniens abschließend aus größerer Entfernung, so lassen sich drei Vegetationsgebiete (i. S. FREITAGS, 1962) erkennen, die von dem Nordwest-Südostprofil geschnitten werden:

Am ausgedehntesten ist der Anteil des zentraliberischen Gebietes, welches das ganze Scheidegebirge, die Südflanke des Kantabrischen Gebirges, die gesamte Nordflanke sowie weite Teile des Südabfalles der Sierra Nevada einnimmt. Harte, schneereiche Winter und trockene, strahlungsreiche Sommer — also ein Klima großer thermischer und hygri-scher Gegensätzlichkeit der Jahreszeiten — bedingen die Entwicklung einer an solche Faktoren gut angepaßten, jedoch relativ artenarmen Pflanzenwelt. Mit seinen sommergrünen Wäldern aus Filzeiche und Lusitanischer Eiche weist dieser Sektor Bezüge zum großen submediterranean Flaumeichengürtel Europas und Westasiens auf, während die vorwiegend aus immergrünen Genisteen-Rutensträuchern bestehenden alpinen Zwergstrauheden für die Iberische Halbinsel charakteristisch sind und ihr eine Sonderstellung verleihen. Neben florengeschichtlichen Gründen darf wohl das auch im Zentrum der Halbinsel deutlich maritime Züge aufweisende Klima als Ursache dieser Sonderstellung innerhalb der europäisch-vorderasiatischen Mediterraneis angesehen werden.

Das zweite, nämlich das kantabrische Vegetationsgebiet, ist auf den Nordabfall des Kantabrischen Gebirges beschränkt. Hier bedingen ein immerfeuchtes, ozeanisches Klima sowie die direkte Verbindung mit den Pyrenäen eine artenreichere, durchaus mesophile Gebirgsvegetation. Die starke Beteiligung kantabrischer Endemiten und solcher des übrigen Iberien an der Flora dieses Gebirges, dazu der Reichtum an Ericaceen und Farnen vor allem in den unteren Stufen, lassen eine Abtrennung vom pyrenäischen Vegetationsgebiet sinnvoll erscheinen (s. auch GUINEA 1953 a).

Das „betische“ Vegetationsgebiet endlich ist durch das Vorkommen thermophiler mediterraner und mediterran-atlantischer Pflanzenarten bis in größere Höhen hinauf sowie vor allem durch die physiognomisch so auffällige Formation des „Xero-Acanthetums“ gekennzeichnet. Ein im Vergleich zum zentraliberischen schneeärmeres, strahlungsreicheres Klima bedingt dieselbe und läßt sie als nördlichsten Ausläufer eines für die subtropischen Hochgebirge Nordafrikas und Südwestasiens bis zum Himalaya (TROLL 1938) kennzeichnenden Formationstyps nur auf einige besonders günstige Standorte sonnseitiger Hänge der Sierra Nevada gelangen.

Zusammenfassung

1. Die vorliegende Arbeit beschreibt die dreidimensionale Anordnung der Gebirgsvegetation Iberiens innerhalb einer Zone, welche die größten auf der Halbinsel vorhandenen klimatischen Gegensätze umfaßt. Ihr Ziel ist die Erstellung eines Nordwest-Südost-Vegetationsprofils.

2. Untersuchungsgebiete waren das Kantabrische Gebirge, das Kastilische Scheidegebirge und die Gebirge Andalusiens.

3. Es werden zunächst — für die verschiedenen Expositionen getrennt — die mit zunehmender Meereshöhe aufeinanderfolgenden Pflanzengesellschaften und -formationen untersucht und deren Grenzen ermittelt. Allgemein zeigt sich, daß vergleichbare Formationen von Norden nach Süden und von der Peripherie zum Zentrum der Gebirge hin an Höhe gewinnen. Verglichen mit den Vorkommen ähnlicher Formationen in den Atlasländern erscheint diese Höhenzunahme jedoch relativ gering. Als Erklärung für diese Erscheinung werden die geringe Massenerhebung vor allem der südspanischen Gebirge sowie das ozeanisch beeinflusste Klima der Iberischen Halbinsel angesehen.

4. Von Nordwesten nach Südosten wandelt sich der Formationscharakter entsprechend der Änderung des Klimas in der gleichen Richtung. In der Waldstufe nimmt der Anteil mesophiler Laubbäume kontinuierlich ab. Über eine breit entwickelte Übergangszone mäßig xerophiler, laubwerfender Eichenwälder kommt es im äußersten Südosten zur Beteiligung rein mediterraner, immergrüner Baumarten an den Waldungen aller Höhenlagen. Im gleichen Sinne keilen die an Ericaceen reichen Zwergstrauchheiden nach Südosten hin aus. In den kristallinen Gebirgen Zentraliberiens kommt es zur Entwicklung einer Fazies der Zwergstrauch-Formation, in der neben Zwergwacholdern immergrüne Rutensträucher der Gattungen *Cytisus* und *Genista* ausgedehnte Bestände bilden. Im Südosten der Halbinsel schließlich wird diese Rutenstrauch-Formation von den Vorposten der in den Gebirgen Nordafrikas und Südwest-Asiens beheimateten „Igelpolster-Zwergstrauchheiden“ ersetzt.

Auch die gehölzfreien, an Hemikryptophyten reichen Pflanzengesellschaften oberhalb der Zwergstrauchstufe verarmen in nordwest-südöstlicher Richtung an nordischen Elementen, während gleichzeitig mediterrane Arten zunehmen. Zugleich ändert sich der Bestandscharakter. Kommt es im Nordwesten noch zur Bildung relativ geschlossener alpiner Matten, so nimmt die

Vegetation dieser Stufe nach Südosten hin ein mehr steppenähnliches Aussehen an.

5. Auffällig erscheint die Seltenheit von Nadelbäumen in den Gebirgen der westlichen Hälfte der Halbinsel. Neben kleinen, Reliktcharakter besitzenden *Pinus silvestris*-Beständen und solchen der atlantisch-mediterranen Kiefer *Pinus pinaster* kommen an Nadelbäumen nur *Abies pinsapo* in der Serranía de Ronda sowie *Taxus baccata* vor. Auch hierin drückt sich der ozeanische Klimacharakter vor allem der Westhälfte der Halbinsel aus. Größere Nadelwaldbestände treten erst mit zunehmender Kontinentalität auf, d. h. dort, wo die Jahresamplitude der Monatsmitteltemperaturen größer wird. Eindrucksvoll wird dies in den Kalkgebirgen Andalusiens sichtbar, wo die Vielzahl der dortigen Nadelbäume in ihrer Anordnung von Südwesten nach Nordosten den in gleicher Richtung vor sich gehenden Wechsel vom ozeanischen zum mediterran-kontinentalen Klima in allen Feinheiten widerspiegelt.

6. Die Gebirgsvegetation der Iberischen Halbinsel folgt in ihrer dreidimensionalen Anordnung durchaus den vier von LAUTENSACH (1952) aufgestellten Formenwandelkategorien.

7. Als untere Begrenzung der Hochgebirgsnatur (TROLL 1955) liegen im Kantabrischen Gebirge und im Kastilischen Scheidegebirge die eiszeitliche Schneegrenze und die heutige Waldgrenze nah beisammen. In der Sierra Nevada dagegen liegt die eiszeitliche Schneegrenze bereits um 300 bis 500 m über der heutigen Waldgrenze. In den weitaus arideren Hochgebirgen Nordafrikas und Südwest-Asiens rücken beide Linien noch weiter auseinander.

8. Es gelangen einige floristische Neufunde. Auf dem Nordhang der Sierra Nevada konnte erstmals das Vorkommen von *Betula cf. verrucosa* Ehrh. festgestellt werden. In der Sierra de Mágina wurde *Lithospermum cf. oleae-folium* Lap. gefunden, womit ein weiteres Beispiel für das gleichzeitige Vorkommen ähnlicher bzw. gleicher „tertiärer Reliktarten“ in den Ostpyrenäen und in Südspanien vorliegt, auf das HEYWOOD (1960) hinweist.

Summary

1. The three-dimensional arrangement of the mountain vegetation of the Iberian peninsula is described in a zone that comprises the greatest possible climatic differentiations. A northwest-southeast profile of the vegetation was drawn.

2. The survey includes the Cordillera Cantábrica, Cordillera Central and the mountains of Andalusia.

3. At first, plant associations and formations in their vertical zonation are investigated and their areas located, taking the different types of exposition into account. Generally, comparable plant formations are to be found at increasing height going from north to south and from the periphery to the centre of the peninsula. Compared to the position of similar plant formations in the Atlas Mts. this increase in height seems to be relatively small. The author attributes this fact to the almost negligible factor of mass elevation, especially in the mountains of southern Spain, and to the climate of the Iberian peninsula as a whole which is modified by the influence of the surrounding seas.

4. The character of plant formations changes from NW to SE according to climatic differentiations which are taking effect in the same direction. In the forest belt the proportion of mesophyte broad-leaved wood is decreasing continuously. A wide transitional zone of moderately xerophyte deciduous oak forest leads in the SE to an area where Mediterranean evergreen species are a constituent of the forests at all heights. Correspondingly, the ericaceous dwarf-shrub heath above the tree-line reaches its limit towards the SE, gradually taken over by the dwarf-shrub formation of central Iberia which is largely composed of broom-like shrubs belonging to the genera of *Cytisus* and *Genista* besides two species of dwarf juniper. In the south-eastern part of the peninsula this formation is replaced by outposts of the thorny cushion-plant belt characteristic of the mountain vegetation of North Africa and Southwest Asia. The alpine region with its hemicryptophyte plant associations is also changing from NW to SE. As northern elements are decreasing Mediterranean genera are increasing. At the same time the plant cover changes from a compact type to an open steppe-like appearance.

5. There are remarkably few conifers in the mountains of the western half of the peninsula: *Taxus baccata* L., some relics of *Pinus pinaster* Aiton

which are generally confined to the coast, and *Abies pinsapo* Boiss. confined to the Serranía de Ronda. This too seems to be caused by the more oceanic climate in the western part of the peninsula. As the climate becomes more continental towards the east coniferous species increase. This is to be seen most strikingly in the limestone mountains of Andalusia where a multitude of conifers reflect in their arrangement the climatic change which is experienced going from SW to NE.

6. The mountain vegetation of the Iberian peninsula corresponds in its three-dimensional arrangement exactly with LAUTENSACH'S „Formenwandel“ (1952).

7. The Quarternary snow-line and the present forest-line coincide in the Cordillera Cantábrica and Cordillera Central. In the Sierra Nevada the Quarternary snow-line is to be found about 300—500 m above the present forest-line. In the more arid mountains of North Africa and Southwest Asia these lines are even more diverging.

8. During field investigations *Betula cf. verrucosa* Ehrh. was found on the northern slope of the Sierra Nevada, hitherto unknown there. In the Sierra de Mágina a *Lithospermum*, probably closely related to *Lithospermum oleaefolium* Lapeyrouse, was seen which would be another example of the disjunction type between the eastern Pyrenees and Andalusia to which HEYWOOD (1960) has drawn attention.

Resumen

1. El presente trabajo estudia la distribución, en tres dimensiones, de la vegetación de montaña en la Península Ibérica. A sido elegido la zona que abarca los mayores contrastes climaticos posibles. El objeto es dar un perfil de la vegetación desde el noroeste al sureste de la Península.

2. Fueron estudiadas las Cordilleras Cantábricas y Central así como las montañas de Andalucía.

3. En primer lugar se ha estudiado la variación de los límites de altitud de cada piso de vegetación según su orientación. Se ve comparativamente que las asociaciones vegetales comparables ganan altura de norte a sur y de la periferia al interior de la Península. Al lado de los pisos ocupados por asociaciones similares en el Atlas Marroquí el gradiente en altitud de la vegetación en las montañas ibéricas parece relativamente menor. La explicación del fenómeno se encuentra muy probablemente: primero en el escaso agrupamiento de los macizos del sur de España que, así aislados, no creen las condiciones climaticas indispensables que permiten subir el límite superior del bosque, y segundo en el clima bastante oceánico de la Península Ibérica.

4. El aspecto de la vegetación cambia del noroeste al sureste correlativamente a los cambios que experimenta el clima en este sentido. En el piso de bosque los árboles mesofíticos disminuyen continuamente hacia el sureste. Después de una amplia zona de transición con bosques caducifolios de robles y quejigos (*Quercus pyrenaica* Willd., *Quercus faginea* Lamk.), en el extremo sureste de España los bosques típicos para cada piso de altitud presentan ya árboles de carácter mediterráneo con hojas persistentes. En el mismo sentido — siempre del noroeste al sureste se van perdiendo los brezales del piso subalpino. En las montañas centrales de la Península Ibérica se desarrolla una facies de landa compuesta fundamentalmente por matas enanas de Genisteas (géneros: *Cytisus* y *Genista*) que cubren, con los enebros enanos *Juniperus nana* Willd. y *Juniperus sabina* L. *subsp. humilis* Hook terrenos muy extensos. En las montañas del sureste el piso correspondiente está constituido por almohadilladas matas espinosas que forman el „Xero-Acanthetum“. Así mismo se van empobreciendo las asociaciones del piso alpino, compuestas sobre todo por hemicriptofitas, en elementos nórdicos a medida que ganan terreno las especies mediterráneas. Además el aspecto de la vegetación cambia: en la Cordillera Cantábrica se encuentran céspedes cerrados de plantas de origen alpino y ártico; al revés, el tapiz vegetal de

éste piso en la alta montaña andaluza tiene un aspecto abierto que recuerda la estepa.

5. Sorprende la escasez de coníferas en las montañas de la mitad occidental de la Península. A parte del Pino Marítimo, *Pinus pinaster* Aiton, y de algunos bosques de *Pinus silvestris* L. mas o menos relicticos, la aciculilva europea está representada solamente por *Abies pinsapo* Boiss. en la Serranía de Ronda. El hecho se explica por el carácter francamente oceánico de ésta mitad. Formaciones importantes de coníferas se encuentran en regiones de clima mas continental del este de España donde son mayores las variaciones anuales de temperatura. Así, en los macizos calizos de Andalucía la abundancia de coníferas y su distribución desde el suroeste (Serranía de Ronda) al noreste (Sierra de Cazorla/Segura) reflejan claramente el cambio experimentado por el clima, que pasa desde el tipo oceánico al continental mediterráneo.

6. En su disposición la vegetación de montaña en la Península Ibérica sigue claramente las cuatro categorías de la graduación geografica (Geographischer Formenwandel) de LAUTENSACH (1952).

7. Según TROLL (1955) el límite inferior de la alta montaña está constituido sobre todo por el límite superior del bosque actual y el inferior de la nieve durante la última glaciación. Las dos líneas se superponen prácticamente en el centro de Europa. Lo mismo se puede constatar en las Cordilleras Cantábrica y Central, mientras que en Sierra Nevada el límite de la nieve durante el período wurmiense se encuentra a unos 300 a 500 m por encima del límite del bosque actual. En las montañas mucho mas áridas del norte de Africa las dos líneas se apartan aún mas.

8. Se describen dos hallazgos nuevos para Andalucía. En la vertiente septentrional de Sierra Nevada fue encontrado un árbol de *Betula cf. verrucosa* Ehrh. y en el Macizo de Mágina un *Lithospermum* muy probablemente una forma proxima al *Lithospermum oleaefolium* Lapeyrouse.

Literaturverzeichnis

- ALBAREDA HERRERA, JOSÉ M.: Die klimabildenden Ranker Spaniens, ihre Mikromorphologie und Genese. Soil Micromorphology. Amsterdam 1964, S. 151—168.
- ALBAREDA HERRERA, JOSÉ M. u. MUÑOZ TABOADELA, MANUEL: Sobre los suelos españoles de montaña. Actes du 2. congr. intern. d' études pyrénéennes, Luchon-Pau 1954.
- BELLOT RODRIGUEZ, FRANCISCO: Estudio sobre la vegetación y flora de la comarca de Somosierra. Anales Real Acad. Farm. 10, Nr. 2. Madrid 1944, S. 109—130.
- BELLOT RODRIGUEZ, FRANCISCO: Adiciones a la flora gallega. Anales T. 10, Vol. 1, 1950 (a), S. 383—387.
- BELLOT RODRIGUEZ, FRANCISCO: Sinopsis de la vegetación de Galicia. Anales T. 10, Vol. 1, 1950 (b), S. 389—444.
- BELLOT RODRIGUEZ, FRANCISCO u. CASASECA MENA, B.: Adiciones a la flora de Galicia. Anales T. 17, Vol. 1, 1959, 233—248.
- BELLOT RODRIGUEZ, FRANCISCO u. VIEITEZ CORTIZO, E.: Primeros resultados del analisis polinico de los turberas galaicas. Anales Inst. Edaf. 4, Madrid 1945, S. 281—307.
- BENITO CEBRIAN, N. DE: Brezales y brezos. Madrid 1948, 67 S.
- BERNIS, FRANCISCO: Revisión del género *Armeria* Willd. con especial referencia a los grupos ibéricos. Anales T. 11, Vol. 2, 1952, S. 5—288.
- BLÜTHGEN, JOACHIM: Der skandinavische Fjällbirkenwald als Landschaftsformation. Petermanns Geogr. Mitt. Jg. 104, Gotha 1960, S. 119—144.
- BLÜTHGEN, JOACHIM: Allgemeine Klimageographie. Berlin 1964. 599 S.
- BOEGEL, R.: Untersuchungen zum Jahresgang des mittleren geographischen Höhengradienten der Lufttemperatur in den verschiedenen Klimagebieten der Erde. Ber. Dt. Wetterdienst Nr. 26, 1956, 42 S.
- BOLAÑOS, M. M. u. GUINEA, E.: Jarales y Jaras (Cistografía Hispanica). Madrid 1949. 228 S., Inst. Forest. 49.
- BOLÓS, ORIOL DE: La cartografía de la vegetación en los Pirineos. Zaragoza 1950.
- BOLÓS, ORIOL DE u. MOLINIER, RENÉ: Recherches phytosociologiques dans l'île de Majorque. Collectanea Botanica, Vol. 5, Fasc. 3, 1958. Barcelona 1958, S. 699—865.
- BORJA CARBONELL, JOSÉ: Una visita a las localidades clásicas del *Geranium subargenteum* Lge. . . y a los brezales de Mabe. Anales T. 10, Vol. 2, 1951, S. 399—412.
- BORJA CARBONELL, JOSÉ: Datos para la flora cantábrica. Plantas de Nacedo (León). Anales T. 11, Vol. 1, 1952, S. 419—436.
- BORJA CARBONELL, JOSÉ: La *Erica mediterranea* L. en el Reino de Valencia. Anales T. 12, Vol. 2, 1954, S. 523—531.
- BORJA CARBONELL, JOSÉ: Una excursión a la Sierra de la Sagra (Granada). Anales T. 13, Vol. 1, 1954, S. 455—467.
- BRAUN, JOSIAS: Les Cévennes Méridionales (Massif de l'Aigoual). Etude phytogéographique. Genf 1915, 207 S.
- BRAUN-BLANQUET, JOSIAS: Über die Genesis der Alpenflora. Christ-Festschrift, Basel 1923, S. 243—261.
- BRAUN-BLANQUET, JOSIAS: La végétation de l'étage alpin des Pyrénées Orientales comparée à celle des Alpes. Zaragoza 1950.
- BROCKMANN-JEROSCH, H.: Baumgrenze und Klimacharakter. Beitr. z. geobot. Landesaufnahme d. Schweiz 6, Zürich 1942.
- BUCH, H.: Über die Flora und Vegetation NW-Spaniens. Soc. Scient. Fenn. Comm. Biol. 10, 17. Helsingfors 1951, S. 1—92.
- BUCK, W. J.: Die spanische Edeltanne, *Abies pinsapo*. Mitt. d. Dt. Dendrolog. Ges. Bd. 21, 1912. S. 138—141.
- CABALLERO, A.: Ilustraciones de la flora endémica española. Anales T. 2, 3, 4, 5, 6. 1941 bis 1945.

- CABALLERO, A.: Dos excursiones botánicas a los alrededores de la Alberca (Salamanca, Cáceres). *Anales* T. 7, 1946, S. 645—653.
- CARLÉ, W.: Der Stachelginster — eine Nutzpflanze Galiciens (Nordwestspanien). *Aus der Heimat. Naturw. Monatsschrift* H. 9, Sept. 1942, S. 123—129.
- CEBALLOS, L. u. BOLAÑOS, M.: Estudio sobre la vegetación forestal de la provincia de Cádiz. Madrid 1930. 353 S.
- CEBALLOS, L. u. ORTUÑO MEDINA, F.: Estudio sobre la vegetación y la flora forestal de las Canarias Occidentales. Madrid 1951. 461 S. *Inst. Forest.*
- CEBALLOS, L. u. VICIOSO, C.: Estudio sobre la vegetación y la flora forestal de la provincia de Málaga. Madrid 1933. 285 S.
- CHODAT, R.: *Excursions botaniques en Espagne et au Portugal.* Genf 1909. 132 S.
- CUATRECASAS, JOSÉ: Estudios sobre la flora y la vegetación del Macizo de Mágina. Barcelona 1929, 510 S.
- CUATRECASAS, JOSÉ: Adiciones y correcciones a mis estudios sobre Mágina. *Cavanillesia*, Vol. 3, Barcelona 1930.
- CUATRECASAS, JOSÉ: Una visita al pinsapar de Sierra de la Nieve. *Bull. Inst. Catal. Hist. Nat.* Vol. 10, Nr. 4—5. Lérida 1930.
- CUATRECASAS, JOSÉ: Die Verbreitung von *Fagus silvatica* auf der Iberischen Halbinsel. *Veröff. Bot. Inst. Rübel* 8, Zürich 1932, S. 443—463.
- DANTIN CERECEDA, JUAN: Resumen fisiográfico de la Península Ibérica. Madrid 1912. 275 S.
- DEBAZAC, E. F.: L'aire spontanée du Pin de Salzmann en France. *Revue Forest. Franc.* Nr. 10, Oct. 1963, Nancy 1963, S. 768—784.
- DELVOSALLE, L. u. DUVIGNEAUD, J.: Itinéraires botaniques en Espagne et au Portugal. *Les Naturalistes Belges*, T. 43. Bruxelles 1962.
- DUPONT, P.: Sur le peuplement des terrains calcaires de la région littorale vascoasturienne. *10. I. P. E.*, T. 1, S. 177—185.
- DUPONT, P. u. S.: Contributions à la flore du Nord-Ouest de l'Espagne. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, T. 88, 1953. S. 120—132.
- DUPONT, P. u. S.: Additions à la flore du Nord-Ouest de l'Espagne. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, T. 91, 1956. S. 313—334.
- ELORRIETA Y ARTAZA, J.: El Castaño en España. Madrid 1949. 303 S., *Inst. Forest.* 48.
- ELLENBERG, HEINZ: *Vegetation Mitteleuropas und der Alpen.* Stuttgart 1963. 943 S.
- EMBERGER, LOUIS: Les arbres du Maroc et comment les reconnaître. Paris 1938. 317 S.
- EMBERGER LOUIS: Aperçu général sur la végétation du Maroc. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel*, H. 14. Zürich 1939, S. 40—157.
- EMBERGER, LOUIS: Le climat méditerranéen du point de vue biologique. *Manuskript, vervielfältigt.* Um 1958.
- EMBERGER, LOUIS, WERNER, R. u. BOUDY, P.: La végétation et la flore du Maroc. *La science au Maroc.* Casablanca 1934. S. 150—206.
- FERNANDES, A.: Sur la phylogénie des espèces du genre *Narcissus*. *Bol. da Soc. Brot.*, Vol. 25, 2. Ser. Coimbra 1951, S. 113—190.
- FERNANDEZ GALLIANO, E.: Mapa de vegetación de la provincia de Jaén. Jaén 1960. 35 S. u. Karte.
- FERNANDEZ GALLIANO, E.: El area del Oleo-Ceratonion en Andalucía. *Melhoramento*, Vol. 13, 1960. S. 71—78.
- FONT QUER, P.: Datos acerca de la flora orofila de Gredos. *Bol. Soc. Exp. Hist. Nat.* 25, Madrid 1925, S. 265—270.
- FONT QUER, P.: El Quercus toza a Catalunya i al Marroc. *Cavanillesia* Vol. 6, Barcelona 1934, S. 49—58.
- FONT QUER, P.: Le Festucetum hystericis, une association montagnarde nouvelle de l'Espagne. *Vegetatio* Vol. 5—6, Den Haag.
- FONT QUER, P.: La Vegetación. *Península Ibérica*, T. 2. Barcelona 1954, S. 145—271 (Hrsg.: Manuel de Terán).
- FOURNIER, PAUL: Les Quatre Flores de la France. Paris 1946, 1099 S.
- FRÄNZLE, OTTO: Glaziale und periglaziale Formbildung im östlichen Kastilischen Scheidegebirge. *Bonner Geogr. Abhandlungen* H. 26. Bonn 1959. 80 S.

- FREITAG, H.: Einführung in die Biogeographie von Mitteleuropa. Stuttgart 1962. 214 S.
- GAMS, HELMUT: Die Tragacantha-Igelheiden der Gebirge um das Kaspische, Schwarze und Mittelländische Meer. 10. I. P. E., T. 1, S. 217—243. Bern 1956.
- GAUSSEN, HENRI: Végétation de la moitié orientale des Pyrénées. Toulouse 1926. 559 S.
- GAUSSEN, HENRI: L'influence du passé dans la repartition des Gymnospermes de la Péninsule Ibérique. Compte Rendu du 16. Congr. Int. de Géographie. Lisbonne 1949. S. 805—821.
- GAUSSEN, HENRI: La végétation des Pyrénées espagnoles. 10. I. P. E., T. 1, Bern 1956. S. 90—123.
- GAUSSEN, HENRI: Les ensembles écologiques de la Péninsule Hispanique. Publ. del Inst. de Biol. Aplic. T. 26, Sept. 1957, Barcelona 1957.
- GONZALES ALBO, J.: Datos sobre la flora y fitosociología de la provincia de Madrid. Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. T. 28—29. Madrid 1940, S. 9—18.
- GUINEA, EMILIO: De mi primer viaje botánico a Picos de Europa. Anales T. 7, 1946, S. 335—356.
- GUINEA, EMILIO: El subsector cantábrico del Norte de España. Anales T. 12, Vol. 1, 1953 (a) S. 509—522.
- GUINEA, EMILIO: Geografía Botánica de Santander. Santander 1953 (b).
- GUINEA, EMILIO: Cistáceas españolas. (Cistografía Hispanica). Madrid 1954, 192 S. Inst. Forest. 71.
- HENRIQUES, J. A.: Expedição Científica à Serra da Estrela em 1881. Seccão de Botanica, Soc. de Geogr. de Lisboa. Lisboa 1883.
- HERMES, K.: Die Lage der oberen Waldgrenze in den Gebirgen der Erde und ihr Abstand zur Schneegrenze. Kölner Geogr. Abhandlungen, H. 5, 1955.
- HEYWOOD, V. H.: El concepto de asociación en las comunidades rupícolas. Anales T. 11, Vol. 2, 1952. S. 463—481.
- HEYWOOD, V. H.: La riqueza botánica de la Sierra de Cazorla. Anuario del Adelantamiento de Cazorla, 1954, Nr. 3, S. 27—33.
- HEYWOOD, V. H.: The taxonomy and distribution of *Genista lobelii* DC. and allied species. Collectanea Botanica Vol. 5, Fasc. 2. Barcelona 1957. S. 515—525.
- HEYWOOD, V. H.: Problems of geographical distribution and taxonomy in the Iberian Peninsula. Feddes Repert. Bd. 63, H. 2, Berlin 1960, S. 160—168.
- HEYWOOD, V. H.: The flora of the Sierra de Cazorla, S. E. Spain. Feddes Repert. Bd. 64, H. 1, Berlin 1961/62, S. 28—73.
- HEYWOOD, V. H. u. BALL, P. W.: Taxonomic and nomenclatural changes in the Spanish flora. Feddes Repert. Bd. 66, H. 1/2, Berlin 1962, S. 149—157.
- HOPFNER, HELLMUTH: Die Entwicklung des Waldes auf der altkastilischen Meseta in historischer Zeit. Romanist. Jahrbuch, Bd. 3, 1950. S. 233—253.
- KEINPENNIG, J. M.: La región Pinariega. Estudio geografico del noroeste de Soria y suroeste de Burgos (España). Diss. Utrecht 1962.
- KOEPFEN, W.: Baumgrenze und Lufttemperatur. Petermanns Geogr. Mitt. 1919, S. 201 bis 203.
- KUBIENA, W. L.: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart 1953.
- KUBIENA, W. L.: Kurze Übersicht über die wichtigsten Formen der Bodenbildung in Spanien. 10. I. P. E., T. 1, Bern 1956. S. 23—31.
- KUEHNELT, W.: Vorarbeiten zu einer Biogeographie der Iberischen Halbinsel. Angewandte Pflanzensoziologie, Festschrift Aichinger. Klagenfurth 1954.
- KUEMMEL, K.: Die Stellung Südfrankreichs und der Krim im west- und ostmediterranen Vegetationsprofil. Bonn 1949.
- LANG, G.: Zum Klima Hochspaniens. Meteorologische Rundschau 9, 1958, S. 141—142.
- LAUTENSACH, HERMANN: Madeira — eine länderkundliche Skizze. Erdkunde Bd. 3, 1949, S. 212—229.
- LAUTENSACH, HERMANN: Die Niederschlagshöhen auf der Iberischen Halbinsel. Petermanns Geogr. Mitt., 1951. S. 145—160.
- LAUTENSACH, HERMANN: Der Geographische Formenwandel. Coll. Geogr., Bonn 1952, 191 S.
- LAUTENSACH, HERMANN: Der Rhythmus der Jahreszeiten auf der Iberischen Halbinsel. Geogr. Rundschau 7, 1955. S. 1—12.

- LAUTENSACH, HERMANN: Die Sagra Sierra in ihrer südostspanischen Umwelt. Die Erde 89, 1958. S. 193—216.
- LAUTENSACH, HERMANN: Die Temperaturverhältnisse der Iberischen Halbinsel und ihr Jahresgang. Die Erde 91, 1960, S. 86—114.
- LAUTENSACH, HERMANN: Die Iberische Halbinsel. München 1964. 700 S.
- LAUTENSACH, HERMANN u. BOEGEL, R.: Der Jahresgang des mittleren geographischen Höhengradienten der Lufttemperatur in den verschiedenen Klimagebieten der Erde. Erdkunde 10, Bonn 1956, S. 270—282.
- LAZA PALACIOS, MODESTO: Estudios sobre la flora y la vegetación de las Sierras Tejada y Almirara. Anales T. 6, Vol. 2, 1945. S. 217—370.
- LEFEBVRE, TH.: Les modes de vie dans les Pyrénées Atlantiques orientales. Paris 1933. 777 S.
- LOPEZ GOMEZ, A.: Evolución de los bosques en las montañas Ibéricas. (Observaciones en la Sierra de Neila). Estudios Geograficos, Año 16, Nr. 58, Madrid 1955. S. 167 bis 170.
- LOSA ESPAÑA, T. M.: Plantas de los alrededores de Riaño (León). Anales T. 2, 1941. S. 172—187.
- LOSA ESPAÑA, T. M.: Contribución al estudio de la flora y vegetación de la provincia de Zamora. Barcelona 1949. 165 S.
- LOSA, ESPAÑA, T. M.: Resumen de un estudio comparativo entre las floras de los Pirineos franco-españoles y los montes cántabro-leoneses. Rapp. et Comm. 7. Congr. Int. Bot. Paris 1954, Sect. 4, S. 91—100.
- LOSA ESPAÑA, T. M.: Catálogo de las plantas que se encuentran en los montes palentino-leoneses. Anales T. 15, S. 243—376. 1956.
- LOSA ESPAÑA, T. M. u. MONTERRAT, P.: Aportación al estudio de la flora de los Montes Cantábricos. Anales T. 10, Vol. 2, 1951. S. 413—510.
- LOSA ESPAÑA, T. M. u. MONTERRAT, P.: Nueva aportación al estudio de la flora de los Montes cántabro-leoneses. Anales T. 11, Vol. 2, 1952, S. 385—462.
- LÜDI, WERNER: Einige Betrachtungen zur Pflanzenwelt der alpinen Höhenstufe in Spanien. 10. I. P. E., T. 1, 1956. S. 186—198.
- MAYOR, MATIAS: Especies pirenaicas en el tramo oriental del Sistema Central. Anales T. 22, Madrid 1964, S. 407—420.
- MELCHIOR, H. u. CUATRECASAS, J.: La Viola cazorlensis Gand., su distribución, sistematica y biología. Cavanillesia Vol. 7, Fasc. 6—9. Barcelona 1935, S. 134—148.
- MERINO, B.: Flora descriptiva é ilustrada de Galicia. Santiago de Compostela 1905.
- MONTERRAT RECODER, PEDRO: El género Luzula en España. Anales T. 21, Fasc. 2, Madrid 1963, S. 407—442.
- MUÑOZ MEDINA, J. M.: Lanjarón como localidad botánica. Farmacognosía, Año 3, Nr. 5. Madrid 1944, S. 117—128.
- MUÑOZ MEDINA, J. M.: Ojeada fitoecológica en el alto valle del Genil. Anales T. 6, Vol. 1, 1945. S. 173—185.
- MUÑOZ MEDINA, J. M. Breves recorridos botánicos por el Marruecos Español. Anales T. 10, 1951, S. 341—382.
- MUÑOZ MEDINA, J. M.: El Leontopodium alpinum Coss. en Sierra Nevada. Anales T. 11, Vol. 2, 1952. S. 561.
- OBERDORFER, E.: Nordägäische Kraut- und Zwergstrauchfluren im Vergleich mit den entsprechenden Vegetationseinheiten des westlichen Mittelmeergebietes. Vegetatio 5/6, 1954.
- OBERMAIER, HUGO: Die eiszeitliche Vergletscherung Spaniens. Petermanns Geogr. Mitt. 1921. S. 158—162.
- OTTMAR, D.: Beiträge zur Phänologie Spaniens auf Grund der phänologischen Beobachtungen des spanischen Wetterdienstes 1943—1955. Ber. d. Dt. Wetterdienstes Nr. 60. 1959.
- PAFFEN, KARL-HEINZ: Heidevegetation und Ödlandschaft der Eifel. Bonn 1940. 272 S. (Diss.)
- PAFFEN, KARL-HEINZ: Geographische Vegetationskunde und Pflanzensoziologie. Erdkunde 1951, S. 196—203.

- PRITZEL, E. u. BRANDT, M.: Vegetationsbilder aus der Sierra Nevada in Südsanien. Englers Jahrb. Bd. 53, 1915. Beibl. 116, S. 274—283.
- QUÉZEL, P.: Contribution à l'étude phytosociologique et géobotanique de la Sierra Nevada. Mém. da Socied. Brot. Vol. 9, Coimbra 1953. S. 5—78.
- QUÉZEL, P.: Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Paris 1957.
- RAUH, WERNER: Vegetationsstudien im Hohen Atlas und dessen Vorland. Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wiss., Jg. 1952, 1. 118 S.
- REIN, JOHANNES: Beiträge zur Kenntnis der spanischen Sierra Nevada. Abhandlungen der k. u. k. Geogr. Ges. in Wien, I, 1899, S. 183—326.
- RIGUAL, A. u. ESTEVE, F.: Algunas anotaciones sobre los últimos ejemplares de *Callitris quadrivalvis* Vent. en la Sierra de Cartagena. Anales T. 11, Vol. 1, 1953. S. 437—476.
- RIKLI, M.: Das Pflanzenkleid der Mittelmeerländer. Bern 1948. 3 Bände.
- RIKLI, M. u. RÜBEL, E.: Über die Sommer-Vegetation von Korsika. Christ-Festschrift, Basel 1923, S. 187—207.
- RIVAS GODAY, S.: Dos plantas cavanillesias. Anales T. 6, Vol. 2, 1945. S. 397—420.
- RIVAS GODAY, S.: Sobre la habitación de la *Digitalis purpurea* L. (sensu lato). Anales Inst. Farmacognosia 5, Nr. 9. Madrid 1946, S. 123—154.
- RIVAS GODAY, S.: Los „Brezales“ de España. Bol. del Cons. Gen. de Col. Of. de Farmacéuticos. Madrid, Nov. 1946 (a).
- RIVAS GODAY, S.: Acerca del grado de vegetación subalpino en la Península Ibérica. Portugaliae Acta Biologica (B) Vol. Julio Henriques. 1949, S. 141—153.
- RIVAS GODAY, S.: Apreciación sintética de los grados de vegetación de la Sierra de Gerés. Agronomia Lusitana 12 (1950). S. 449—480.
- RIVAS GODAY, S.: Acerca del significado epiontológico de la *Digitalis thapsi* L. Las Ciencias, Nr. 1, Año 18. Madrid 1953. S. 74—79.
- RIVAS GODAY, S.: Los Abetos mediterraneos, su posición en la aciculisilva. Las Ciencias. Madrid, Año 14, Nr. 1. 1953 (a). S. 79—85.
- RIVAS GODAY, S.: Los grados de vegetación de la Península Ibérica. Anales T. 13, 1954. S. 269—331.
- RIVAS GODAY, S.: Algunas especies raras o relicticas que deben protegerse en la España mediterranea. Comptes rendus de la Réunion technique d'Athènes de l'U. I. C. N. Vol. 5, 1959, S. 95—101.
- RIVAS GODAY, S.: Prontuario de ecología vegetal. Ministerio de educación nacional. Biblioteca „Cátedra“. Madrid 1960.
- RIVAS GODAY, u. BORJA CARBONELL, J.: Estudio de Vegetación y florula del Macizo de Gúdar y Jabalambre. Anales T. 19, 1961. 550 S.
- RIVAS GODAY, S. u. FERNANDEZ GALIANO, E.: Praeclimax y postclimax de origen edáfico. Anales T. 10, Vol. 1, 1950. S. 455—517.
- RIVAS GODAY, S. u. FERNANDEZ GALIANO, E.: *Adenocarpus hispanicus* DC. como planta ornamental. Anales T. 12, Vol. 2, 1953. S. 305—311.
- RIVAS GODAY, S. u. MADUEÑO BOX, M.: Consideraciones acerca de los grados de vegetación del Moncayo ... Anales Inst. José Celestino Mutis de Farmacognosia. Madrid 1946.
- RIVAS GODAY, S. u. MANUEL PINIÉS, C.: Acerca del área ecológico de la adelfa *Nerium oleander* L. Ibid. Vol. 9, Nr. 15, Madrid 1949. S. 223—230.
- RIVAS GODAY, S. u. RIVAS MARTINEZ, S.: Una visita a la Laguna de Arvas (Leitariegos). Anales T. 16, 1958, S. 565—586.
- RIVAS MARTINEZ, S.: Roca, clima y comunidades rupícolas. Anales de la Real Acad. de Farmacia, Año 1960, Nr. 2. Madrid 1960. S. 153—168.
- RIVAS MARTINEZ, S.: Los pisos de la vegetación de la Sierra Nevada. Bol. Real. Soc. Esp. Hist. Nat. (B) 59, 1961. S. 55—64.
- RIVAS MARTINEZ, S.: Contribución al estudio fitosociológico de los Hayedos españoles. Anales T. 20, 1962, S. 99—128.
- RIVAS MARTINEZ, S.: Estudio sistemático-ecológico de las Rhamnáceas españolas. Anales de la Real Acad. de Farmacia. Madrid 1962, Nr. 5. S. 363—397.

- RIVAS MARTINEZ, S.: Estudio de la vegetación y flora de las Sierras de Guadarrama y Gredos. Anales T. 21, Fasc. 1, Madrid 1963. 325 S.
- RIVAS MARTINEZ, SALVADOR: Esquema de la vegetación potencial y su correspondencia con los suelos en la España peninsular. Anales T. 22, Madrid 1964, S. 341—405.
- RIVAS MATEOS, M.: Excursión botánica a Gredos. Bol. Real. Soc. Esp. de Hist. Nat. T. 24, Madrid 1924.
- RIVAS MATEOS, M.: Especies botánicas de Gredos. Ibid. T. 25, Madrid 1925.
- ROTHMALER, WERNER: Plantae novae vel criticae Peninsulae Ibericae. Cavanillesia Vol. 7, Barcelona 1935, S. 1—11.
- ROTHMALER, WERNER: Arbores de Portugal. Bol. Soc. Brot. Vol. 15, 2. Ser. Coimbra 1941, S. 133—148.
- ROTHMALER, WERNER: Promontorium Sacrum — Vegetationsstudien im südwestlichen Portugal. Feddes Repertor., Beiheft 128. Berlin 1943, 96 S.
- ROTHMALER, WERNER: Die Gliederung der Gattung *Cytisus* L. Feddes Repertor. Bd. 53, H. 2. Berlin 1944, S. 137—150.
- ROTHMALER, WERNER: Vegetationsstudien in NW-Spanien. Vegetatio 5—6. Den Haag 1954.
- ROTHMALER, WERNER u. CARVALHO E VASCONCELLOS, J. DE: *Betula celtiberica* Rothm. et Vasc. Ein Beitrag zur Systematik der westeuropäischen Birken. Bol. da Soc. Brot. Vol. 14, 2. Ser. Coimbra 1940. S. 139—188.
- RUPF, ELSA: Beiträge zur Chorologie des Laubmischwaldgürtels. Dedeniana. Bd. 107 (1953) Bonn 1954, S. 1—104.
- SAPPA, FRANCESCO: Sulla posizione del Quercetum lusitanicae nella vegetazione forestale spagnola. 10. I. P. E., Bern 1956, S. 164—176.
- SCHMID, EMIL: Die Reliktföhrenwälder der Alpen. Beitr. z. geobot. Landesaufnahme d. Schweiz. Bern 1936. 190 S.
- SCHMID, EMIL: Der Mediterrane Gebirgssteppengürtel. Bericht d. Geobot. Inst. Rübel 1942. S. 76—81. Zürich 1942.
- SCHMID, EMIL: Die „atlantische Flora“ — eine kritische Betrachtung. Ber. Geobot. Inst. Rübel. Zürich 1945.
- SCHMID, EMIL: Afrikanische Florenelemente in Europa. Ber. Geobot. Inst. Rübel. Zürich 1946, S. 42—61.
- SCHMID, EMIL: Natürliche Vegetationsgliederung am Beispiel des spanischen Rif. Ber. Geobot. Inst. Rübel. Zürich 1952, S. 55—79.
- SCHMID, EMIL: Beiträge zur Flora und Vegetation der Kanarischen Inseln. Bern 1953.
- SCHMID, EMIL: Die Vegetationsgürtel der Iberisch-Berberischen Gebirge. 10. I. P. E., T. 1, Bern 1956. S. 124—163.
- SCHMITHÜSEN, JOSEF: Allgemeine Vegetationsgeographie. Berlin 1959.
- SCHWEINFURTH, U.: Die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya. Bonn 1957.
- SCHWENZNER, J. E.: Zur Morphologie des Zentralspanischen Hochlandes. Bonn Phil. Diss. 1937.
- TREPP, WALTER: Der Lindenmischwald (*Tilieta-Asperuletum taurinae*). Beitr. z. geobot. Landesaufnahme d. Schweiz, H. 27. Bern 1947. 128 S.
- TROLL, CARL: Ozeanische Züge im Pflanzenkleid Mitteleuropas. Drygalski-Festschrift. München-Berlin, 1925. S. 307—335.
- TROLL, CARL: Das Pflanzenkleid des Nanga Parbat. Begleitworte zur Vegetationskarte der Nanga-Parbat-Gruppe (NW-Himalaya) 1:50 000. Wiss. Veröff. d. Dt. Museums für Länderkunde, N. F. 5. Leipzig 1938. S. 150—180.
- TROLL, CARL: Das Wasser als pflanzengeographischer Faktor. Handbuch der Pflanzenphysiologie, hrsg. v. W. Ruhland, Bd. 3. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1956. S. 750 bis 786.
- TROLL, CARL: Über das Wesen der Hochgebirgsnatur. Jahrb. d. Dt. Alpenvereins Bd. 80. München 1955. S. 142—157.
- TROLL, CARL: Zur Physiognomik der Tropengewächse. 35. Hauptvers. d. Ges. v. Freunden u. Förderern d. Rhein. Fried.-Wilh.-Univ. zu Bonn e. V. Bonn 1958. S. 23 bis 95.

- TROLL, CARL: Die tropischen Gebirge. Ihre dreidimensionale klimatische und pflanzengeographische Zonierung. Bonner Geogr. Abhandlungen, H. 25. Bonn 1959. 93 S.
- TROLL, CARL: Klima und Pflanzenkleid der Erde in dreidimensionaler Sicht. Die Naturwissenschaften, H. 9, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1961. S. 332—348.
- TROLL, CARL: Vegetationsgeographie und Pflanzensoziologie. (Zu J. Schmithüsens Werk „Allgemeine Vegetationsgeographie“.) Die Erde, Jg. 93, H. 3. 1962 (a). S. 235 bis 239.
- TROLL, CARL: Die dreidimensionale Landschaftsgliederung der Erde. H. v. Wissmann-Festschrift. Tübingen 1962 (b). S. 54—80.
- TROLL, CARL: Über Landschafts-Sukzession. In: Bauer, H. J.: Landschaftsökologische Untersuchungen im ausgekohnten rheinischen Braunkohlenrevier der Ville. Bonn 1963.
- TROLL, CARL u. PAFEN, K.-H.: Die Jahreszeitenklimata der Erde. Legende zur Karte 1:45 000 000. Erdkunde 1964, H. 1. Mit Karte 1:45 000 000.
- TUTIN, T. G. (u. a.): Flora Europaea. Vol. 1. Lycopodiaceae to Platanaceae. Cambridge 1964 (464 S.).
- TÜXEN, R. (Hrsg.): Bericht über das Internationale Symposium für Vegetationskartierung vom 23.—26. 3. 1959 in Stolzenau (Weser) Weinheim 1963. 500 S.
- TÜXEN, R. u. OBERDORFER, E.: Eurosibirische Phanerogamen-Gesellschaften Spaniens. 10. I. P. E., H. 2, Bern 1958.
- VICIOSO MARTINEZ, CARLOS: Materiales para el estudio de la flora soriana. Anales T. 2, Madrid 1941, S. 188—235.
- VICIOSO MARTINEZ, CARLOS: Revision del genero „Quercus“ en España. Madrid 1950, 194 S. Inst. Forest. 51.
- VICIOSO MARTINEZ, CARLOS: Salicaceas de España. Madrid 1951. 131 S. Inst. Forest. 57.
- VICIOSO MARTINEZ, CARLOS: Genisteas Españolas 1. Genista, Genistella. Madrid 1953. 153 S. Inst. Forest. 67.
- VICIOSO MARTINEZ, CARLOS: Genisteas Españolas 2. Erinacea, Spartium, Retama, Chamaecytisus, Cytisus, Sarothamnus, Calicotome, Adenocarpus. Madrid 1955. 258 S. Inst. Forest. 72.
- VICIOSO MARTINEZ, CARLOS: Estudio monografico sobre el genero „Carex“ en España. Madrid 1959. 205 S. Inst. Forest. 79.
- VICIOSO MARTINEZ, CARLOS: Revision del genero „Ulex“ en España. Madrid 1962. 68 S. Inst. Forest. 80.
- WALTER, HEINRICH: Die Vegetation der Erde in ökologischer Betrachtung. Bd. 1: Die tropischen und subtropischen Zonen. Jena 1962. 538 S.
- WALTER, HEINRICH u. LIETH, H.: Klimadiagramm-Weltatlas. Jena 1960.
- WELTEN, M.: Pollenniederschlagstypen aus höheren Lagen Spaniens und ihre subzentren Veränderungen. Veröff. d. Geobot. Inst. Rübel. 31. 10. I. P. E., T. 1, Bern 1956. S. 199—216.
- WHITTAKER, R. H.: A consideration of climax theory: The climax as a population and pattern. Ecological Monographs 23, S. 41—78.
- WILLKOMM, MORITZ: Grundzüge der Pflanzenverbreitung auf der Iberischen Halbinsel. Leipzig 1896. 395 S.
- WILLKOMM, MORITZ u. LANGE, I.: Prodromus Florae Hispanicae. Vol. 1—3. Stuttgart 1870—1880.

Es bedeuten:

- „Anales“ = Anales del Instituto A. J. Cavanilles = Anales del Jardín Botánico de Madrid.
- „Inst. Forest.“ = Ediciones del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. (Ministerio de Agricultura. Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial).
- „10. I. P. E.“ = Die Pflanzenwelt Spaniens. Ergebnisse der 10. Internationalen Pflanzengeographischen Exkursion (IPE) durch Spanien 1953. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich.

BILDANHANG

1. Die Abbildung zeigt die Strukturformel des Moleküls. Die Atome sind durch Kreise dargestellt, die durch Linien verbunden sind. Die Linien stellen die chemischen Bindungen dar. Die Kreise sind mit den Elementensymbolen beschriftet. Die Linien sind durchgezogen oder gestrichelt, um die räumliche Anordnung der Atome zu verdeutlichen.

2. Die Abbildung zeigt die Strukturformel des Moleküls. Die Atome sind durch Kreise dargestellt, die durch Linien verbunden sind. Die Linien stellen die chemischen Bindungen dar. Die Kreise sind mit den Elementensymbolen beschriftet. Die Linien sind durchgezogen oder gestrichelt, um die räumliche Anordnung der Atome zu verdeutlichen.

3. Die Abbildung zeigt die Strukturformel des Moleküls. Die Atome sind durch Kreise dargestellt, die durch Linien verbunden sind. Die Linien stellen die chemischen Bindungen dar. Die Kreise sind mit den Elementensymbolen beschriftet. Die Linien sind durchgezogen oder gestrichelt, um die räumliche Anordnung der Atome zu verdeutlichen.

4. Die Abbildung zeigt die Strukturformel des Moleküls. Die Atome sind durch Kreise dargestellt, die durch Linien verbunden sind. Die Linien stellen die chemischen Bindungen dar. Die Kreise sind mit den Elementensymbolen beschriftet. Die Linien sind durchgezogen oder gestrichelt, um die räumliche Anordnung der Atome zu verdeutlichen.

5. Die Abbildung zeigt die Strukturformel des Moleküls. Die Atome sind durch Kreise dargestellt, die durch Linien verbunden sind. Die Linien stellen die chemischen Bindungen dar. Die Kreise sind mit den Elementensymbolen beschriftet. Die Linien sind durchgezogen oder gestrichelt, um die räumliche Anordnung der Atome zu verdeutlichen.

6. Die Abbildung zeigt die Strukturformel des Moleküls. Die Atome sind durch Kreise dargestellt, die durch Linien verbunden sind. Die Linien stellen die chemischen Bindungen dar. Die Kreise sind mit den Elementensymbolen beschriftet. Die Linien sind durchgezogen oder gestrichelt, um die räumliche Anordnung der Atome zu verdeutlichen.

7. Die Abbildung zeigt die Strukturformel des Moleküls. Die Atome sind durch Kreise dargestellt, die durch Linien verbunden sind. Die Linien stellen die chemischen Bindungen dar. Die Kreise sind mit den Elementensymbolen beschriftet. Die Linien sind durchgezogen oder gestrichelt, um die räumliche Anordnung der Atome zu verdeutlichen.

8. Die Abbildung zeigt die Strukturformel des Moleküls. Die Atome sind durch Kreise dargestellt, die durch Linien verbunden sind. Die Linien stellen die chemischen Bindungen dar. Die Kreise sind mit den Elementensymbolen beschriftet. Die Linien sind durchgezogen oder gestrichelt, um die räumliche Anordnung der Atome zu verdeutlichen.

9. Die Abbildung zeigt die Strukturformel des Moleküls. Die Atome sind durch Kreise dargestellt, die durch Linien verbunden sind. Die Linien stellen die chemischen Bindungen dar. Die Kreise sind mit den Elementensymbolen beschriftet. Die Linien sind durchgezogen oder gestrichelt, um die räumliche Anordnung der Atome zu verdeutlichen.

10. Die Abbildung zeigt die Strukturformel des Moleküls. Die Atome sind durch Kreise dargestellt, die durch Linien verbunden sind. Die Linien stellen die chemischen Bindungen dar. Die Kreise sind mit den Elementensymbolen beschriftet. Die Linien sind durchgezogen oder gestrichelt, um die räumliche Anordnung der Atome zu verdeutlichen.

Verzeichnis der Bilder

- Bild 1:** Peña Curavacas (2520 m) von NW
- Bild 2:** Gebiet der Peña Prieta. Rasengirlanden von *Festuca eskia*
- Bild 3:** Zwergstrauchheiden im Kantabrischen Gebirge südlich des oberen Río Luna bei Villasecino (León)
- Bild 4:** Picos de Europa. Blick auf die Nordflanke der rd. 2400 m hohen Picos de Cornión
- Bild 5:** Picos de Europa. Stark degradiertes Buchenwald auf Karrenfeldern im Bereich des Lago Enol
- Bild 6:** Luna-Tal (Kantabrisches Gebirge). *Juniperus thurifera*-Trockenwald mit Unterwuchs von *Juniperus sabina humilis*
- Bild 7:** Sierra de Gredos. *Pinus silvestris*-Bestände im Quellgebiet des Río Tormes
- Bild 8:** Sierra de Ayllón. Windverformte Buchen an der Waldgrenze am Puerto de la Quesera
- Bild 9:** Sierra de Gredos, Hauptkette. Einförmige *Cytisus purgans*-Heiden
- Bild 10:** Sierra de Gredos. Bestände von *Genista lusitanica* var. *erinacea*
- Bild 11:** Sierra de Gredos. Polster der *Silene ciliata* ssp. *arvatica*
- Bild 12:** Sierra Nevada, Südflanke. Polster der *Arenaria tetraquetra* var. *granatensis*
- Bild 13:** Sierra Nevada. Grenze des Filzeichenwaldes bei 2000 m
- Bild 14:** Sierra Nevada. „Höhenwald“
- Bild 15:** Sierra Nevada, Südflanke. *Arenaria pungens*
- Bild 16:** Sierra Nevada, Südflanke. *Festuca pseudo-eskia* auf einem alpinen Hamada-Rohboden
- Bild 17:** Sierra de la Nieve. Bestände von *Abies pinsapo*
- Bild 18:** Sierra de la Nieve. Bestände von *Quercus alpestris* und *Abies pinsapo*
- Bild 19:** Sierra del Pinar. Altbestand von *Abies pinsapo* mit *Berberis hispanica*
- Bild 20:** Sierra Nevada: Cerro Trevenque. Bestände von *Pinus silvestris* ssp. *nevadensis*
- Bild 21:** Sierra de Cazorla: Cerro Cabañas. Durch NW-Winde verformte Schwarzkiefern
- Bild 22:** Sierra de Cazorla. Buschwald aus *Prunus mahaleb*, *Acer granatensis*, *Lonicera arborea* u. a.
- Bild 23:** Sierra Nevada. Vollentwickeltes *Xero-Acanthetum* mit *Vella spinosa*, *Erinacea pungens*, *Astragalus nevadensis* und *Berberis hispanica* bei 2200 m
- Bild 24:** Sagra Sierra, Nordhang. Kalkschutt durch *Festuca* befestigt



Bild 1: Peña Curavacas (2520 m) von NW. Im Hintergrunde rechts erkennt man die Sierra de la Peña (1993 m). (21. 8. 1963)



Bild 2: Gebiet der Peña Prieta. Rasengirlanden von *Festuca eskia* bei 2150 m. (21. 8. 1963)



Bild 3: Kantabisches Gebirge südlich des oberen Río Luna bei Villasecino (León). Standort: bei 2000 m. Von S (im Bild links) her reicht die Heide von *Cytisus purgans* — *Genista obtusiramea* — *Erica aragonensis* — *Erica arborea* bis fast in 2000 m Höhe. (23. 7. 1962)



Bild 4: Picos de Europa. Blick auf die Nordflanke der rd. 2400 m hohen Picos de Cornión. Buchenwälder, Weidetriften, Geröllhalden und Kalkfels. (17. 8. 1962)

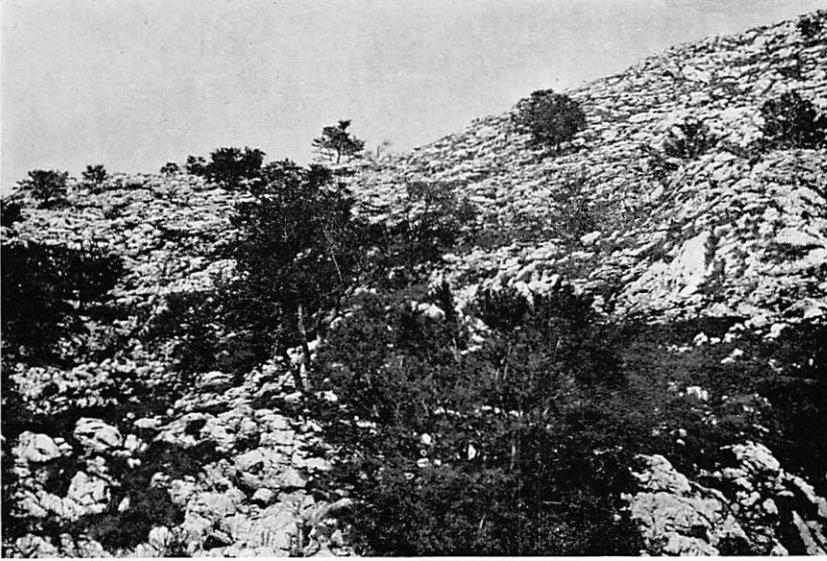


Bild 5: Picos de Europa: Stark degradiertes Buchenwald auf Karrenfeldern im Bereich des Lago Enol. Standort: rd. 1000 m. (19. 8. 1962)

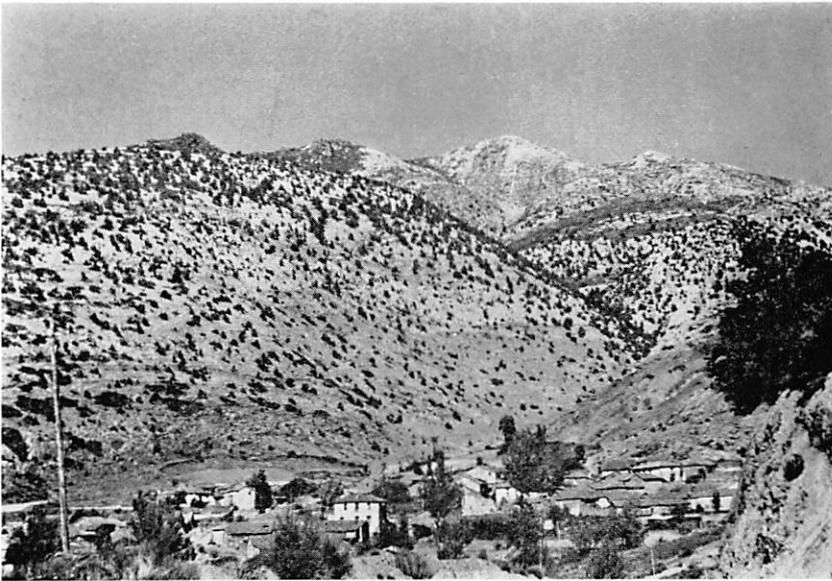


Bild 6: Luna-Tal (Kantabrisches Gebirge). *Juniperus thurifera*-Trockenwald mit Unterwuchs von *Juniperus sabina humilis* auf Karbonkalk oberhalb des Dorfes Mirantes um 1150 m. (19. 8. 1963)



Bild 7: Sierra de Gredos. *Pinus silvestris*-Bestände im Quellgebiet des Río Tormes. Standort: unterhalb des Parador Nacional de Gredos bei 1500 m. (7. 8. 1963)

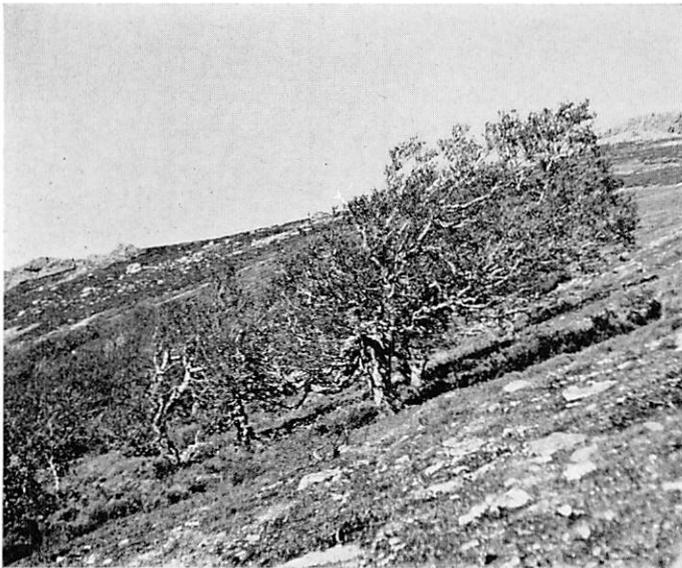


Bild 8: Sierra de Ayllón. Windverformte Buchen an der Waldgrenze am Puerto de la Quesera oberhalb Ríofrío de Riaza bei 1800 m. (11. 6. 1962)



Bild 9: Sierra de Gredos, Hauptkette. Einförmige *Cytisus purgans*-Heiden zwischen 1700 und 1900 m. (8. 8. 1963)



Bild 10: Sierra de Gredos. Kamm der Hauptkette in der Nähe des Refugio del Rey, 2100 m. Bestände von *Genista lusitanica* var. *erinacea*. Im Hintergrund — noch verschneit — der Pico del Moro Almanzor (2592 m). (3. 7. 1962)

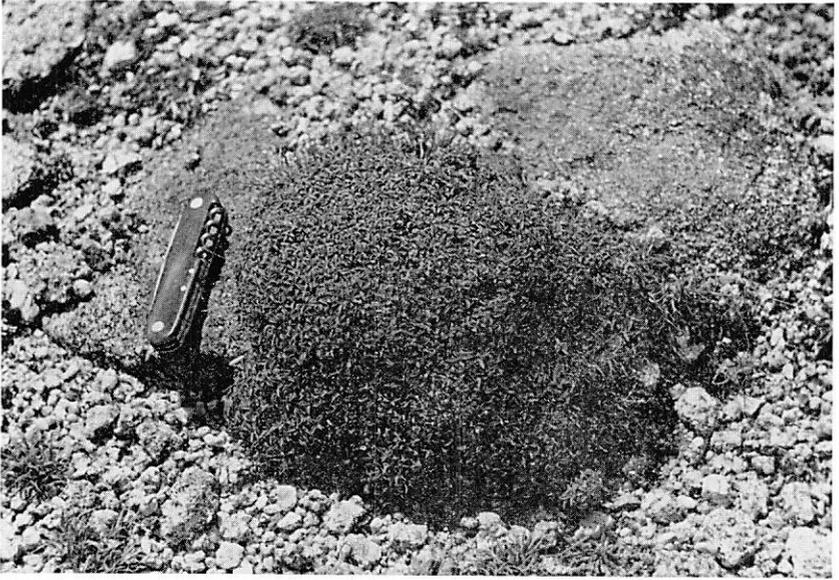


Bild 11: Sierra de Gredos, Polster der *Silene ciliata* ssp. *arvatica* in 2200 m Höhe auf dem Nordhang der „Mira“. (8. 8. 1963)

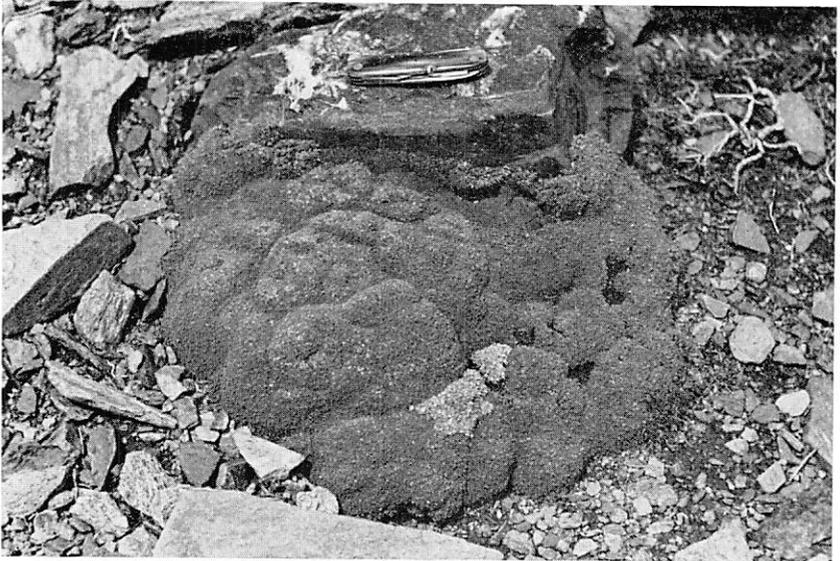


Bild 12: Sierra Nevada, Südflanke. Polster der *Arenaria tetraquetra* var. *granatensis* in 3000 m Höhe auf der Loma de Puga. (1. 8. 1963)



Bild 13: Sierra Nevada, Oberlauf des Río Chico de Órgiva. Grenze des Filzeichenwaldes bei 2000 m. Darüber beginnt die *Genista baetica*-Heide. (1. 6. 1963)



Bild 14: Sierra Nevada, Oberlauf des Río de Alhama. „Höhenwald“ aus *Taxus baccata*, *Prunus avium*, *Sorbus aria* und einem Exemplar von *Betula verrucosa* (im Hintergrund). Höhe: 1850 m. (22. 5. 1963)



Bild 15: Sierra Nevada, Südflanke. *Arenaria pungens* bei 2900 m auf der Loma de Puga.
(1. 8. 1963)



Bild 16: Sierra Nevada, Südflanke. Horste von *Festuca pseudo-eskia* auf alpinem Hamada-Rohboden im Sinne KUBIENAS in 2900 m Höhe. (1. 8. 1963)

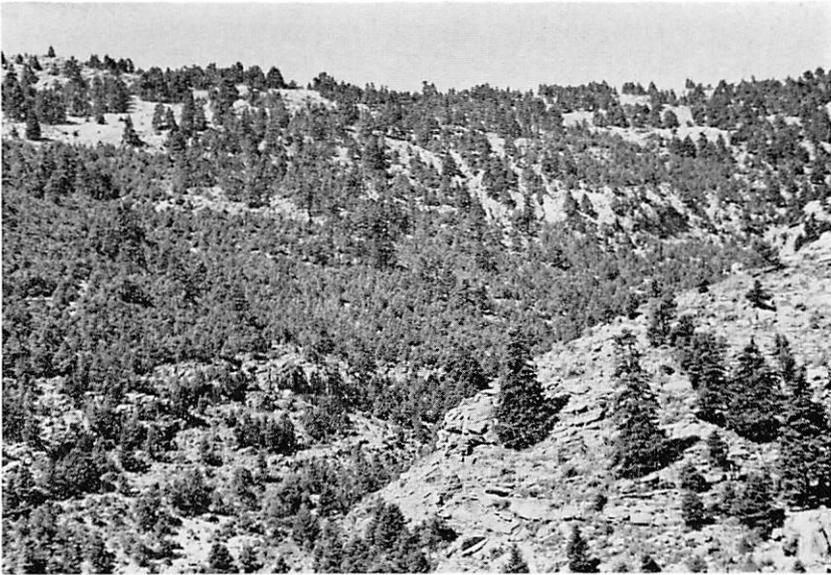


Bild 17: Sierra de la Nieve. An Jungwuchs reiche Bestände von *Abies pinsapo* auf dem Nordhang zwischen 1100 und 1300 m. (14. 5. 1963)



Bild 18: Sierra de la Nieve (Serranía de Ronda). Im Vordergrund *Evinacea pungens*, dahinter Bestände von *Quercus alpestris* und *Abies pinsapo* in 1600 m Höhe. Auf der Nordflanke des Torrecilla-Gipfels im Hintergrunde erkennt man als dunkle Flecke *Juniperus sabina humilis*. (14. 5. 1963)



Bild 19: Sierra del Pinar (Serranía de Ronda). Geschlossener Altbestand von *Abies pinsapo* mit *Berberis hispanica* bei 1300 m. (10. 5. 1963)

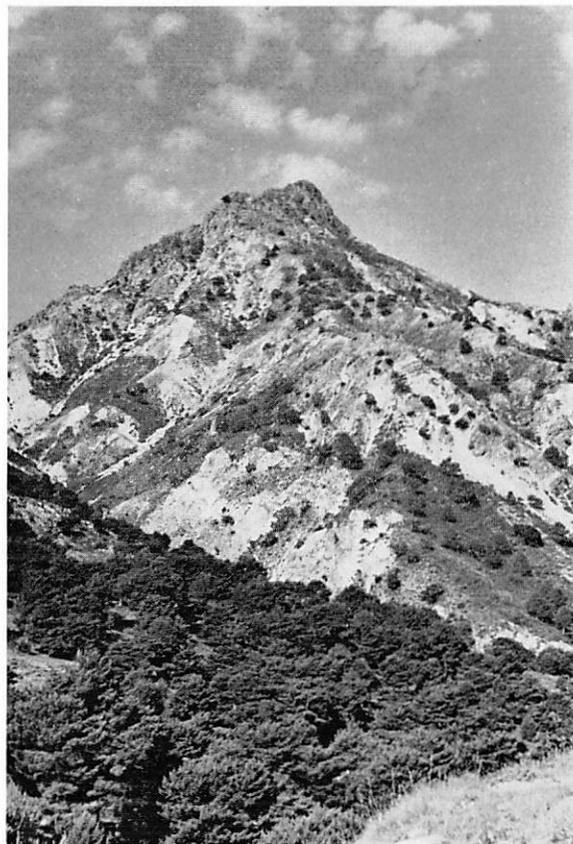


Bild 20: Sierra Nevada: Cerro Trevenque. Standort: 1800 m. Im Vordergrund Bestände von *Pinus silvestris* ssp. *nevadensis*. Am Trevenque selbst vereinzelte Exemplare von *Pinus nigra* s. l. (3. 8. 1963)



Bild 21: Sierra de Cazorla. Cerro Cabañas. Durch NW-Winde verformte Schwarzkiefern in 1900 m Höhe. (17. 6. 1963)

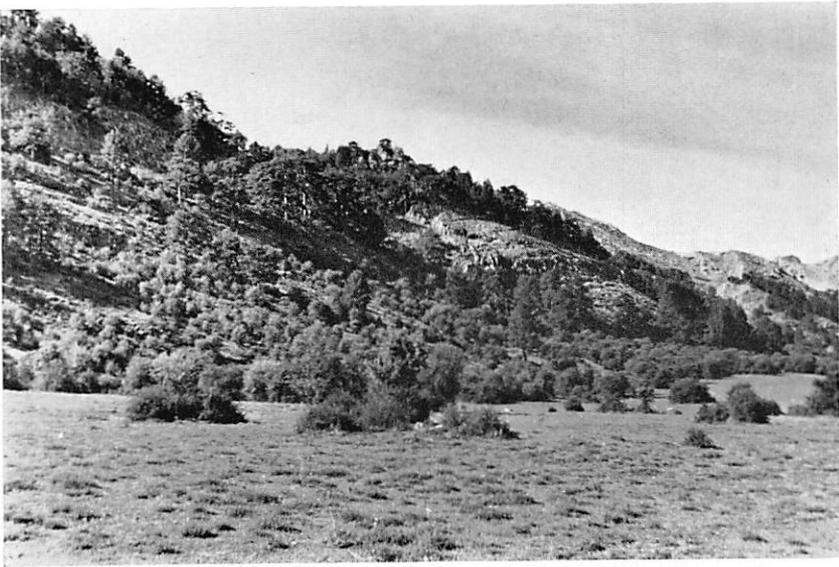


Bild 22: Sierra de Cazorla. N-Fuß des Cerro Empanadas. Der N-Hang trägt Schwarzkiefernwald, während am Rande der 1700 m hoch gelegenen Depression ein Buschwald aus *Prunus mahaleb*, *Acer granatense*, *Lonicera arborea* u. a. entwickelt ist.



Bild 23: Sierra Nevada. Dornajo. Vollentwickeltes *Xero-Acanthetum* mit *Vella spinosa*, *Erinacea pungens*, *Astragalus nevadensis* und *Berberis hispanica* bei 2200 m. (26. 6. 1963)



Bild 24: Sagra Sierra, Nordhang. Der Kalkschutt ist hier bei 2250 m durch *Festuca scoparia* befestigt. (18. 6. 1963)