

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich
Herausgeber: Geobotanisches Institut Rübel (Zürich)
Band: 31 (1956)

Artikel: Die Vegetationsgürtel der Iberisch-Berbischen Gebirge
Autor: Schmid, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-307964>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Vegetationsgürtel der Iberisch-Berberischen Gebirge

Von E. SCHMID, Zürich

Einleitung

Die I. P. E. 1953 durch Spanien hat ein besonders mannigfaltiges und durch den Einfluß des Menschen verändertes Vegetationsgebiet bereist, das zu einer floristischen Betrachtung verlockt. Soweit die vorhandenen Florenwerke, Monographien, Vegetationsbeschreibungen und die auf der Exkursion und auf früheren Reisen gewonnenen Einblicke es erlauben, soll hier versucht werden, eine Übersicht über die Florenstruktur zu gewinnen.

In den Iberisch-Berberischen Gebirgen sind 18 Vegetations-Gürtel vertreten. Ihr verschiedenes Verhalten wird durch die folgenden Indizien dokumentiert (vgl. Abb. 1):

Taxonomie: Die Artenzahl läßt auf Umfang und Dauer der Anwesenheit im Gebiet schließen. Das Florengefälle führt meistens von altbesiedelten zu jungbesiedelten Gebieten. Da wo der Gürtel am artenreichsten, also seit langer Zeit vorhanden ist, besitzt er auch relativ zur Artenzahl eine große Zahl von Gattungen und seine Phytozönosen sind mehr oder weniger gesättigt. Auch der Grad der taxonomischen Isolation der Arten und Gattungen deutet auf die Dauer der Präsenz; dabei ist jedoch zu beachten, daß dieselbe Erscheinung auch durch Anthrochorie hervorgerufen wird. Eine große Variabilität der Arten deutet auf eine gewisse Dauer in dem betreffenden Gebiete.

Phylogenetik: Aus dem Grad der Verankerung der beteiligten Gattungen in den Vegetationsgürteln erkennen wir ebenfalls das Alter derselben. Die Gattungen junger Transgressionen besitzen im Gebiet keine phylogenetischen Beziehungen zu Stammfloren, während die Gattungen von alteingesessenen Floren durch alle Gürtel hindurch verwandte Arten aufweisen. Die phylogenetischen Anschlüsse fehlen oder sie sind vorhanden, oder aber sie waren vorhanden und sind durch Klimawechsel ausgemerzt worden wie etwa im Falle der Gattung *Minuartia*, deren mesophile Prototypen heute im Mediterrangebiet fehlen. Der *Quercus ilex*- und der *Quercus pubescens*-Gürtel, die beiden am stärksten vertretenen und heute in voller Entwicklung sich befindenden Einheiten, besitzen maximal verankerte Gattungen wie *Santolina*, *Anthemis*, *Carduncellus*, *Andryala*, *Sideritis*, *Bupleurum*, *Teucrium*, *Marrubium*, *Reseda*, *Ononis* u. a. Die Anhäufung von Arten läßt auf primäre oder sekundäre Entstehungszentren schließen; so finden wir im Genisteen-Ericoideen-Gürtel die Gattungen *Sarothamnus*, *Cytisus*, *Genista* u. a. in lebhafter sekundärer Entwicklung.

Genetik: Ein «Genzentrum» im Sinne von VAVILOV besitzt Spanien z. B. in der Gattung *Triticum*, die bis zu den Pyrenäen zahlreiche eigene Kulturrassen des Weizens aufweist. Die zahlreichen Arten der Gattung *Antirrhinum* in Spanien sollen sich nach Erwin BAUR auf vier Spezies zurückführen lassen, aus denen sie durch Bastardierung entstanden seien. Von besonderem Interesse sind für uns die Kontakthybriden. Das sind Arten, welche im Kontaktgebiet zweier Vegetationsgürtel auftreten. Hieher gehört wohl auch *Betula carpatica* und *B. celtiberica*.

Chorologie: Als Hauptgebiet eines Vegetationsgürtels bezeichnen wir den Teil seines Areals, in welchem die Artenzahl am höchsten ist. Vom Hauptgebiet zur Peripherie konstatieren wir ein Florengefälle. Im untersuchten Gebiete haben Genisteen-Ericoideen-Gürtel und Argania-Gürtel ihr Hauptgebiet; Großdisjunktionen von Arten und Gattungen deuten auf ein hohes Alter, ebenso wie das völlig isolierte Vorkommen von alleinstehenden Arten und Gattungen. Haben solche keinen Anschluß an eine lebende Vegetation, so erkennen wir in ihnen älteste Florenelemente.

Die Endemen sind zunächst nach dem Alter zu definieren als paläogene, wozu die ältesten gehören, wie etwa die sukkulenten *Euphorbien*, mesogene, wie etwa *Prunus lusitanica*, neogene, wie etwa die *Viola*-Formen aus der Sammelart *Viola tricolor*. Es werden unterschieden: Reliktendemen, d. h. Reste aus regressiven Floren, z. B. *Ramondia*, und Immutationsendemen, d. h. innerhalb der betreffenden Floreneinheit entstandene Endemen. Diese können wiederum ökologische Isolierungen sein, wie etwa die *Solidago virga-aurea*-Ökotypen, oder geographische Isolierungen, wie etwa die west- und ostalpinen Vikarianten, oder konstitutionelle Isolationen, wie sie etwa bei *Erophila* vorkommen. Die Vikarianzen beginnen an Wert für die Typisierung zu gewinnen, wenn ganze Sektionen und Gattungen beteiligt sind. Omnimediterrane Gattungen sind durchaus geeignet, zur Begründung der Floreneinheiten mediterraner Gürtel beizutragen.

Ganz ähnlich wie in Sardinien, sind auch im Bereiche der westmediterranen Trockengürtel die Hochlagen am reichsten an Endemen, und zwar vorwiegend an neogenen, während in den Tieflagen ihre Zahl zwar abnimmt, ihre taxonomische Wertigkeit jedoch bedeutend höher ist. Das erstere gilt für den mediterranen Gebirgssteppen-Gürtel, das letztere für den *Quercus ilex*-Gürtel und die aus den alten Südroßbreiten stammenden Relikte. Die vollständigen Areale (vertikal und horizontal) ergeben uns die für die Erstellung der Vegetationsgürtel notwendigen Arealtypen. Es handelt sich bei diesen um eine floristische Einheit, und zwar um die floristische Einheit, da wir ja die vollständige Verbreitung und die taxonomisch-floristische Vikarianz mit einkalkulieren.

Reste alter Florenelemente, welche weit zurückliegenden Vegeta-

tionsverhältnissen entstammen, können für die Arealtypisierungen nicht verwendet werden; das gilt z. B. für die Reste der tyrrhenischen Flora, von welcher Paläoendemismen vom katalonischen Granit über die Iles d'Hyères, Maures, Korsika nach Sardinien und Elba vom Meer bis in die Berglagen gefunden werden. Auch manche Reste der tertiären Gebirgsflora, mesophile Waldpflanzen und xerophile Arten der Steppen, ferner die aus den alten Lagen der südlichen Roßbreiten stammenden Xerophyten sind recht häufig azonal und keiner Floreneinheit zuzuweisen. Das gilt jedoch nicht für die zahlreichen westmediterranen, berberischen und iberischen Endemen. Sie müssen als westmediterrane Vikarianzen betrachtet werden, welche ihre Zuteilung zu den mediterranen Gürteln dadurch dokumentieren, daß die Abstammungsflora die gleiche ist wie bei den ostmediterranen und bei den omnimediterranen. — Die Vegetationsgürtel grenzen aneinander in schmäleren oder breiteren Übergangszonen (harten, bzw. weichen Kontakten).

Epiontologie: Die Dynamik der Vegetation können wir im Grenzgebiet der Gürtel erkennen. Isolierte Vorkommnisse deuten auf einen Rückzug nach längerem, mindestens postglazialem Aufenthalt, wenn Isolationsrassen zurückbleiben, auf einen kürzeren, nur einen Teil der Postglazialzeit umfassenden, wenn sie keine solchen ausbilden konnten. Die Regressionen werden auch deutlich gemacht durch die zurückgelassenen Arten und Phytozönosenfragmente. Bei Transgressionen ist der Frontverlauf viel kompakter und die Rassenbildung fehlt.

Bei der Wiederausbreitung der Waldvegetationen nach den interglazialen Wärmezeiten sind Arten aus den in den waldlosen Vegetationen zurückgebliebenen temperierten Gattungen in die einrückenden Gürtel aufgenommen worden. Postglazial ist dieser Vorgang wohl durch den gleichzeitig einsetzenden, waldzerstörenden Einfluß des Menschen begünstigt worden.

Bei den klimatisch bedingten Verschiebungen der Vegetationsgürtel zeigt es sich, daß Spezialistengarnituren für bestimmte Standorte bei Regressionen hängenbleiben und andererseits bei jungen Transgressionen nachhinken, so daß man auf ein hohes Alter eines Vegetationsgürtels in diesem schließen kann, wenn er über artenreiche Spezialistengarnituren verfügt. Spezielle Lokalitäten sind deshalb in einem stark bewegten Gebiete von einer heterogenen Artengemeinschaft besetzt.

Florenstruktur: Eine Zusammenfassung der Indizien für ein bestimmtes Gebiet erlaubt uns die Aufstellung einer Charakterisierung der Florenstruktur.

Ökologie: Ob eine Vegetation in einem bestimmten Gebiete der Klimazone entspricht, erkennen wir daran, daß bei klimaharmonischen Vegetationen die Regulationen auf zerstörende Eingriffe leicht und rasch erfolgen, während bei in Disharmonie zum Klima sich befindlichen

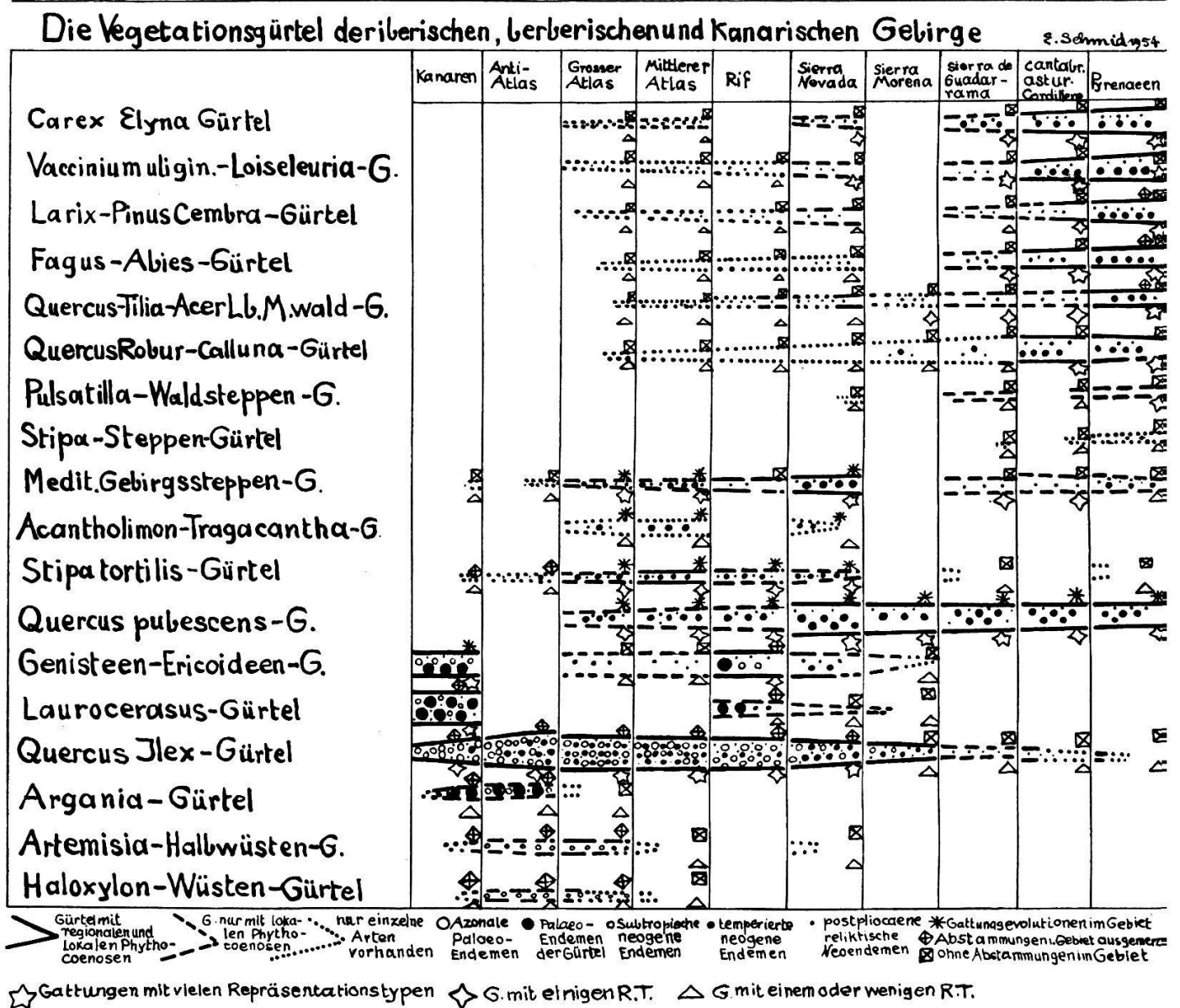
fremde Vegetationen sich eindringen. Die ökologisch-physiognomische Analyse der Arten ergibt für jeden Vegetationsgürtel bestimmte ökologisch-physiognomische Formen (Repräsentationstypen), welche sich zu den Lebensgemeinschaften zusammenfinden. Sind alle möglichen Rollen besetzt durch eine oder mehrere Arten, so spricht man von gesättigten Biozönosen. Auf den Kanaren fällt z. B. sofort das Fehlen von Säugern auf. Die Relation Artenzahl zu Repräsentationstypenzahl kann zur Charakterisierung eines Gürtels in einem bestimmten Abschnitt desselben beigezogen werden. Einen interessanten Versuch, floristische, phylogenetische und ökologisch-physiognomische Verhältnisse miteinander in Beziehung zu bringen, stellt die Arbeit von H. MEUSEL (1952) dar. Die Vikarianz nach dem ökologisch-physiognomischen Typus erlaubt uns, auf die Aufstellung einer großen Zahl von Assoziationen zu verzichten dann, wenn wir im gleichen Vegetationsgürtel, bzw. in den gleichen Artenkombinationen es mit mehreren Arten gleicher Rolle zu tun haben. In den Lebensgemeinschaften sind in den Rollen, welche gespielt werden, die Arten auswechselbar, d. h. sie können einander ersetzen. So kommt es, daß Phytozönosen eines Gürtels, welche die gleiche Ökologie und Physiognomie besitzen, in oft nahe gelegenen Bergkuppen durch eine Artengarnitur vikarianten Charakters gebildet werden. Eine reiche Vertretung der verschiedenen Repräsentationstypen innerhalb der Gattungen deutet auf hohes Alter der betreffenden Vegetation.

Biozönologie: Die Lebensgemeinschaften spezieller Standorte werden als lokale Biozönosen bezeichnet und setzen sich sehr häufig zusammen aus Spezialisten für abiotische Faktorenkomplexe. Die regionalen Phytozönosen sind Ausdruck der allgemeinen Klima- und Bodenverhältnisse.

Ökumenologie: Wenn wir die iberische Halbinsel überfliegen, so sind wir stark beeindruckt durch die Zerstörung der Vegetation, welche der Mensch bewirkt hat. Kaum minder eindrücklich ist das Bild von der Erdoberfläche aus. Eine Rekonstruktion der natürlichen Vegetation scheint fast unmöglich; denn es handelt sich ja nicht nur um eine Zerstörung eines unter den heutigen Bedingungen entstandenen Aspektes, sondern um eine solche der Floren- und Vegetationsevolution seit dem Wärmeoptimum. In die werdende Vegetation hat der Mensch bereits eingegriffen. Die ethnobotanischen Erscheinungen folgen andern Regeln als die spontanen. Sie werden vom Menschen aus gesteuert durch Auslese, Anthropochorie, durch Isolation, welche viel rascher neue Formen hervorbringt als in der Natur, ferner durch Verminderung oder Ausschaltung der Konkurrenz und durch die Eingriffe, welche Bodenbearbeitung, Düngung, Brand, Weide usw. hervorrufen. Eine Gliederung muß deshalb in erster Linie von den ökonomisch-soziologischen Phasen ausgehen. Im Gelände fällt uns die primitive Selbstversorgerwirtschaft

auf durch die spärliche Besetzung der Ökumene mit Unkräutern, z.B. in den Berberdörfern des Rif. Die merkantile Phase ist schon viel reicher an solchen und die großwirtschaftliche Phase ist charakterisiert durch das Fehlen bestimmter Unkrautkombinationen, wie sie in den alten Kulturen vor der Säuberung des Saatgutes vorhanden waren, durch die aus großer Entfernung herkommenden adventiven Arten und durch die rationalisierte Auswahl der Kulturpflanzen selbst. Zytotaxonomische und populationsgenetische Analysen bringen wertvolle Indizien bei; eine alle Gesichtspunkte berücksichtigende zytologische Floristik sichert auch schon durch Stichproben unsere Erkenntnisse (vgl. EHRENDORFER 1949, FAVARGER 1950).

Abb. 1. Florenstruktur der westmediterranen Gebirge.



Der subtropische Standardgürtel

Der Laurocerasus-Gürtel

Bezeichnende Arten sind: *Prunus lusitanica*, *Laurus nobilis*, *Viburnum tinus*, *Rhododendron ponticum* ssp. *baeticum*, *Pyracantha semper-virens*, *Hedera canariensis*, *Smilax mauretanica*, *Vitis vinifera*, *Woodwardia radicans*, *Davallia canariensis* u. a., alles Arten mit geringer Variabilität und artenarmen Gattungen zugehörend, viele phylogenetisch alt und in hochwertigen endemischen Rassen auftretend. Der Gürtel ist in kleindisjunkten Fragmenten im Mittelmeergebiet verbreitet und wird erst im Orient, in der Kolchis, im hyrkanischen Gebiet umfangreicher, um dann im östlichen Himalaja und im südlichen Ostasien kontinuierlich aufzutreten. Er ist auch in der neuen Welt vorhanden. Im atlantischen Europa und Nordafrika ist der Lorbeerwald der Kanaren das umfangreichste Fragment.

Auf den Kanaren gehört hieher der Lorbeerwald. Er ist nach seiner Zusammensetzung bunt gemischt in einer Artengarnitur, welche dem Südrand des Gürtels entspricht, welche aber auch reliktsche Elemente niedrigerer Breiten enthält. Ökologisch-physiognomisch sind diese Wälder charakterisiert durch breitlaubige immergrüne Bäume mit glänzenden Blättern und einer Begleitflora, welche endemische Arten aus subtropischen Bezirken der Altsüdhemisphäre neben solchen aus der Nordhemisphäre enthält (vgl. E. SCHMID 1954). Die mesophilen subtropischen und tropischen Vegetationsdecken überziehen viel mehr als die extratropischen kleinere spezielle Standorte wie Fels- und Schuttbildungen, Rinnsale u. a., da ihre Bioklima bildende Kraft erheblich größer ist. So kommt es, daß die Zahl der lokalen Phytozönosen im Bereich des Lorbeerwaldes klein ist. Im Gegensatz zu den Hawaii-Inseln, deren Flora nach FOSBERG 1948 aus den ringsum liegenden Kontinenten und Inseln zusammengekommen ist, sind die Kanaren aus den Phasen der auf dem afrikanischen Kontinent vorbeiziehenden Floren beliefert worden.

In Marokko finden sich spärliche Reste des Laurocerasus-Gürtels nur im westlichen Rif. Es können etwa 25 Arten zu unserem Gürtel gerechnet werden. Sehr auffallend sind in den Gebirgsschluchten die mächtigen *Prunus lusitanica*-Bäume, welche in Gemeinschaft mit *Viburnum tinus*, *Smilax mauretanica*, *Hedera canariensis* eine üppige Gesellschaft bilden, eine Gesellschaft, welche zwar eindeutig lokalen Charakter hat, aber doch an die regionalen Biozönosen des Hauptgebietes in der Kolchis erinnert (vgl. E. SCHMID 1952). Noch mehr ist das der Fall im südwestlichen Iberien, wo der Gürtel über etwa 30 Spezies verfügt (im Balkan 41 Gattungen mit 54 Spezies) und die feuchten, engen Täler von der Sierra del Pinar ostwärts und nordwärts abnehmend ausfüllt (vgl. CEBALLOS y BOLANOS 1930). Die üppige Vegetation von *Rhododendron*

ponticum, *Ilex aquifolium*, *Viburnum tinus*, *Erica arborea*, *Smilax mauritanica*, *Hedera canariensis*, *Vitis vinifera*, *Alnus glutinosa*, *Quercus baetica* erinnert an kanarische Wälder. In die Sierra Nevada gelangen die Arten nur noch vereinzelt im *Quercus ilex*-Niveau und mit der Vegetation des Genisteen-Ericoideen-Gürtels. — Die üppige Vegetation der Schluchten geht östlich bis in die mittlere Sierra Morena, wo wir an Bachläufen einige der Arten konstatiert haben. Einzelne Arten treffen wir auch noch in der kantabrisch-asturischen Kordillere in meernahen Schluchten, so etwa *Woodwardia radicans* bei Santander und Cangas de Onis; *Smilax mauretanica*, *Prunus lusitanica* kommen dort nur kultiviert vor.

Die subtropischen Xeromorphosen-Gürtel

Der *Quercus ilex*-Gürtel

Im berberischen Gebiet ist der *Quercus ilex*-Gürtel der artenreichste. Viele Gattungen, z. B. *Teucrium*, *Ononis*, *Echium*, *Poterium*, *Narcissus*, *Scilla*, *Bupleurum*, *Sedum*, *Convolvulus*, *Ferula*, *Euphorbia* u. a. haben hier ihr Zentrum. Es sind alte Gattungen, welche bis in die Tertiärzeit zurückgehen, welche für die verschiedensten Lokale Garnituren ausgebildet haben und welche sekundäre Evolutionen durchmachen. Sie sind es, welche den Artenreichtum bedingen. Dazu kommen zahlreiche Elemente aus temperierten Floren. Sie haben sich im Verlauf der jüngeren Tertiärzeit, in den Zwischeneiszeiten und in der Nacheiszeit beim Rückfluten des Gürtels eingemischt und sind ebenfalls wieder in einer Entwicklungsphase begriffen. Die Gürtelflora umfaßt nicht nur das Gebiet des *Quercus ilex*-Waldes, sie stellt auch den größten Teil seiner Peripheriewälder, gebildet aus *Callitris articulata*, *Juniperus oxycedrus*, *J. phoenicea*, *J. thurifera*. Hierher gehören auch viele anthropogene Vegetationen, so die Olea-Ceratonia»-Vegetation und viele Macchien. Bezeichnende Gattungen unseres Gürtels sind außer den oben erwähnten: *Poterium*, *Trigonella*, *Medicago*, *Lotus*, *Sideritis*, *Daucus* u. a. Sehr groß ist der Reichtum an Endemen, älteren subtrophischen und jüngeren, der Invasion temperierter Florenelemente zugehörenden. In Marokko zählt der Gürtel etwa 1300 Spezies, in Spanien gegen 1000 (im Balkan 429 Gattungen mit 1420 Species).

Der *Quercus ilex*-Gürtel ist nur wenig ärmer an Arten als im Balkan, welcher zusammen mit dem kleinasiatischen Gebiet das östliche Zentrum darstellt, das gegen Osten allmählich übergeht in die Wurzelzone der mediterranen Metamorphosen. Für diesen Übergang bieten die Gattungen *Rhamnus*, *Pistacia*, *Rhus*, *Nannorrhops* und viele andere gute Beispiele. Die Gürtelflora besitzt besonders viele subtropische spezieswer-

tige Endemismen (über 300) und gegen 200 Endemen aus der Gruppe der späteren temperierten Zuzüge. Auch Paläoendemismen sind vorhanden. Der *Quercus ilex*-Gürtel besteht zu einem guten Teil aus Arten, welche im Miozän in den xeromorphierenden Bereich der nördlichen Roßbreiten gelangt sind und welche sich im heutigen Gebiet des Gürtels, in einzelnen Arten aber vom westlichen Himalaja bis zu den Kanarischen Inseln erhalten haben. Hieher gehören z. B. *Chamaerops humilis*, *Nannorhops Ritschieana*, *Callitris articulata* (nahe verwandt mit der im tertiären Europa verbreiteten *C. Brogniardi*), *Cneorum tricoccum* u. a. Ganz deutlich ist auch noch eine Artengruppe zu unterscheiden, welche als Relikt aus der Frühtertiärzeit und aus der ehemaligen Lage der südlichen Roßbreiten am Südrand der Tethys stammt. Hieher gehören mehrere Anthemideengattungen, *Romulea*, *Gladiolus*, *Cytinus*, *Lotononis*, *Argyrobium*, *Asparagus*, *Ornithogalum* u. a. — In der Wärmezeit hat die Gürtelvegetation nordwärts viel Boden gewonnen und auch nach derselben können wir eine deutliche Ausdehnung unter dem Einfluß des Menschen beobachten. Die Ökologie und Physiognomie des Gürtels ist gekennzeichnet durch das sommertrockene Klima der nördlichen Roßbreiten. Die strukturbildenden Arten der regionalen Lebensgemeinschaften sind sklerophylle Laubbäume und Sträucher, Cupresseen-Bäume und -Sträucher, ferner sehr zahlreiche einjährige Arten und Geophyten. Die Waldvegetation grenzt an die Steppe und bildet im Bereiche der Sahara auch die Waldgrenze im Gebirge. Nach den Angaben der nordafrikanischen Botaniker ist in historischer Zeit die Waldfläche um mehr als 60% zurückgegangen, wobei noch berücksichtigt werden muß, daß schon in der vorhistorischen Zeit die Wälder vom Menschen zurückgedrängt wurden.

Auf den Kanaren ist der Gürtel sehr gut vertreten vom Meer bis hinauf an die Stufe der Lorbeerwälder. Hunderte von Arten haben die Inseln mit dem Mediterrangebiet gemeinsam. Es ist der Wald von *Juniperus phoenicea*, welcher einst die Inseln bedeckte, auch die trockenen Purpurarien. Davon zeugen Waldrelikte, die Überlieferung und die Holzreste der Bauten. Sehr auffallend ist der völlige Mangel an Geophyten in diesen Wäldern und in der auf sie gefolgtten Kultursteppe. — Die Berberei ist das westliche Hauptgebiet des Gürtels. Die Endemen spielen eine große Rolle; sie sind alt und hochwertig. Im Großen Atlas reicht der Gürtel von der *Callitris*-stufe bis zu den obersten, die Waldgrenze bildenden *Quercus ilex*-Vorkommnissen, bzw. zu den *Juniperus thurifera*-Beständen. In den mittleren Stufen treten an den trockeneren Standorten *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus* und *J. phoenicea* an die Stelle der Steineiche. Keiner dieser Ersatzbäume für die Steineiche besitzt eine eigene Begleitflora. Das gilt auch für die seltene, die Steineiche vertretende *Cupressus sempervirens*. Der Gürtel erreicht im Gro-

Ben Atlas 2900 m Höhe. Der heutige Rest der Bewaldung beträgt nach BOUDY (1949) 28,1%. Der Mittlere Atlas ist feuchter, und in die Stufe des *Quercus ilex*-Gürtels greifen Keile mesophiler Waldgürtel ein. Das gleiche gilt in noch vermehrtem Maße für das Rif.

Dem *Quercus ilex*-Gürtel ist es hier und in der Baetischen Kordillere geglückt, sich in großem Umfange in eiszeitlichen Refugien zu halten und auch im trockeneren Klima der borealen und frühatlantischen Wärmezeit über genügend Raum zu verfügen. Das erkennen wir auch an den Evolutionen der gut verankerten Gattungen, welche in deutlichen Abstammungslinien bis zu orophytischen Ausbildungen geformt wurden. Solche Vorstöße sind besonders bezeichnend für die subtropischen Gattungen *Santolina*, *Andryala*, *Anthemis*, *Carduncellus*, *Thymelaea*, *Sideritis* u. a. Die untere, anthropogene Schicht, mit *Ceratonia* und *Olea*, reicht von Nordafrika noch bis Südspanien, die oberste, mit *Juniperus thurifera*, erreicht, heute regressiv, die Pyrenäen und die Kantabrische und Asturische Kordillere.

Der natürliche Umfang des *Quercus ilex*-Gürtels auf der Iberischen Halbinsel ist durch den Einfluß des Menschen verändert worden, und zwar im Sinne einer Vergrößerung (vgl. die Karte von BRAUN-BLANQUET 1936, nach welcher der größere Teil der Halbinsel von ihm bedeckt ist). Andererseits ist auf dieser Kartenskizze der Umfang für das Atlasgebiet viel zu klein angegeben, weil das floristisch dazugehörende, als floristische Einheit keine Existenzberechtigung besitzende sogenannte «Oleo-Ceratonion» weggenommen wurde, ebenso wie die großen Strecken anthropogener Steppe. Die Analyse der Flora zeigt jedoch für Marokko eine gewaltige zahlenmäßige Überlegenheit.

In der Sierra Morena ist der *Quercus ilex*-Gürtel sehr umfangreich vorhanden, besonders gegen Osten hin. Der anthropogene Einfluß hat diese Ausbreitung verstärkt; wir sahen nur Degradationen, besonders *Cistus*-Macchien.

An den Südhängen der zentralen Ketten endet das Hauptgebiet des *Quercus ilex*-Gürtels. Den Fuß der Sierra de Guadarrama und der Sierra de Gredos umlagert er noch, teilweise als Rest der Wärmezeit, teilweise durch den Menschen vorgetrieben, wie überall in den Bergen der Umrandung der zentralen Meseten. Das gilt besonders für die untersten Lagen der Nordhänge und für das obere Ebrotal.

Für die Pyrenäen sei bezüglich der Waldvegetationen auf GAUSSEN (1926) verwiesen. Der *Quercus ilex*-Gürtel dringt nur wenig in das Gebirge ein. Er fehlt vollständig im feuchten Nordwesten und ist am vollständigsten vorhanden an der Südostflanke. Die höchsten Vorkommnisse sind entweder Relikte aus der postglazialen Wärmezeit oder aber sekundäre, durch den Menschen bewirkte. Die regionalen Phytozönosen sind nur fragmentarisch vorhanden. Trockenere Stellen werden von *Pinus*

halepensis-Beständen besiedelt, etwas saurere von *Pinus pinea* und extreme Standorte mit Vegetations- und Bodenzerstörungen durch Mischungen der Arten des *Stipa tortilis*-Gürtels mit den Xerophyten lokaler Standorte unseres Gürtels.

Der Argania-Gürtel

In Südmarokko und im atlantischen Teil der Wüste gedeiht bei an sich für Baumwuchs ungenügenden Niederschlägen, aber hoher Luftfeuchtigkeit eine Vegetation von subtropisch-tropischen Arten, welche sich zusammensetzt aus Schlepprelikten der pangäischen Südöbreiten, tropischen mesophilen Arten, aus Arten der Salzböden der Küste und aus saharo-sindischen Wüstenpflanzen. Sie ist ein tropisch-subtropisches xerisches Äquivalent zu den atlantischen Schleppungen weiter im Norden. Sie umgibt den Fuß des AntiAtlas, greift bis 1450 m herauf in die Täler und hinein in die Oueds der Wüste und grenzt nach oben an die trockene Peripherie des *Quercus ilex*-Gürtels mit *Callitris*. An der Nordgrenze im mittleren Marokko ist der Gürtel deutlich regressiv. Im ganzen handelt es sich nur um etwa 20 Spezies, dabei mehrere alte Endemen und Arten mit naher Beziehung zur kanarischen Reliktflora, wie *Asparagus pastorianus*, *Euphorbia obtusata* ssp. *regis jubae*, *Drusa oppositifolia*, *Astydania latifolia*, *Sonchus pinnatifidus*. In diese Verwandtschaft hinein gehören auch Arten wie *Sempervivum arboreum*, *Senecio anteuphorbium*. So scheint diese Flora wie ein Ausläufer derjenigen der kanarischen Felsfluren und hebt sich dadurch sehr deutlich vom *Quercus ilex*-Gürtel ab. *Argania spinosa* selbst ist ein Relikt aus pangäischer tropisch-subtropischer Verwandtschaft. Der von ihr gebildete Wald ist vom Menschen derartig degradiert, daß die natürliche Struktur nicht mehr zu erkennen ist (vgl. auch MAIRE et EMBERGER 1935).

Der Cupresseen-Gürtel

Der Cupresseen-Gürtel in seiner mesophilen Fazies (als Taxoideen-Taxodieen-Gürtel besser abzutrennen) fehlt im westlichen Mittelmeergebiet bis auf wenige Spezies vollständig; in seiner xerischen Fazies ist er nur durch Bestände bildende Bäume vertreten (*Cupressus sempervirens*, *Callitris*, *Juniperus oxycedrus*, *J. cedrus*, *J. brevifolia*, *J. phoenicea*, *J. thurifera*), aber eine Beiflora fehlt. Sie wird durch *Quercus ilex*-Gürtel- und *Quercus pubescens*-Gürtel-Arten gestellt. *J. thurifera* hat eine reliktsche Verbreitung im Großen und Mittleren Atlas und in den nordiberischen Gebirgen. Von allen Arten steigt er am höchsten, im Großen Atlas, wo er die Baumgrenze bildet, nach EMBERGER bis 3100 m. Er reicht vom *Quercus ilex*-Gürtel bis in den *Quercus pubescens*-Gürtel

hinein, und es darf wohl angenommen werden, daß da, wo *Ilex thurifera* sich zeigt, auch einmal der Steineichengürtel vorhanden war. Die Umrandungen der nordhemisphärischen mesophilen Waldgebiete mit von *Pinus*- und *Cupresseen*-Arten gebildeten Trockenwäldern subtropischen Charakters erlangen erst im mittleren Asien größere floristische Selbständigkeit.

Die Stellung von *Juniperus thurifera* in den Floreneinheiten ist schwer zu erklären, da es sich um eine alte Reliktpflanze handelt. Ein großer Teil ihrer Vorkommnisse liegt im Gebiet des *Quercus pubescens*-Gürtels. Eine junge afrikanische Herkunft, wie sie EMBERGER annimmt, kommt kaum in Frage, da ja die ganze Verwandtschaft ihr Hauptgebiet extratropisch hat, da ferner die afrikanische Form nach DEL VILLAR sogar speziesverschieden ist, da ferner der Reliktcharakter durch die große Disjunktion deutlich wird und jüngere Invasionen aus Afrika bis in die Westalpen nicht beobachtet worden sind.

Der Artemisia-Halbwüsten-Gürtel und der Haloxylon-Wüsten-Gürtel

Der Artemisia-Halbwüsten-Gürtel und der Haloxylon-Wüsten-Gürtel, die mit vorwiegend subtropischer Flora von Zentralasien bis zur Sahara sich ausdehnen, sind im atlantischen und subatlantischen Gebiet der Westsahara nicht leicht zu unterscheiden von den sahara-sindischen Vegetationseinheiten, da sie durcheinander gemischt vorkommen. Sowohl Argania-Gürtel wie Artemisia-Halbwüsten-Gürtel und die irano-turanischen und sahara-sindischen Vegetationen weisen Schleppungsrelikte der pangäischen Südhemisphäre auf, welche maximal auf den Kanaren, weniger umfangreich in Marokko und noch weniger in Südwesteuropa, vereinzelt bis in die Pyrenäen auftretend uns Dokumente sind der Nord-Süd-Bewegung der Breitenzonen während des Tertiärs. Sie sind ihrer Herkunft nach jedenfalls älter als die irano-turanischen und sahara-sindischen Elemente, welche Xeromorphosen der Nordroßbreiten und in homologen Reihen aus dem Osten zum Atlantik vorgedrungen sind (*Chenopodiaceen*, *Haloxylon*-, *Lepidium*-Arten, Kompositen, *Boraginaceen*, *Labiata* usw.) Die Zahl des Artemisia-Halbwüsten-Gürtels zusammen mit derjenigen der sahara-sindischen Flora beträgt etwa 250 Spezies in Marokko und etwa 47 in Spanien. Es sind viele artenarme Gattungen dabei und speziell westsaharische Endemen. Die Endemen haben eine relativ hohe taxonomische Wertigkeit; die Neoendemen sind seltener. Die Flora reicht bis in die marokkanischen Meseten und vereinzelt Arten finden wir auf den Kanaren (z. B. *Dipcadi fulvum*, *D. xeratinum*, *Gennaria diphylla*). Diese Flora hat unter anthropogenem Einfluß ihr Areal vergrößert und ist vielfach auf das Gebiet des *Stipa tortilis*-Gürtels übergetreten.

Die atlantischen Refugien-Gürtel

Der Genisteen-Ericoideen-Gürtel

Der Genisteen-Ericoideen-Gürtel umfaßt das Gebiet, welches DESFONTAINES und spätere Autoren als dasjenige der atlantischen Flora bezeichnen: Südwest-Iberien, Nordwest-Afrika — die äußersten Vorkommnisse nach Osten erreichen die Krumirie, wo ja nach DESFONTAINES die Grenzen seiner atlantischen Flora liegen und wo nicht nur zahlreiche Arten, sondern auch die umfangreiche Vertretung des Gürtels durch den *Quercus suber*-Wald diese Benennung rechtfertigen —, das Granitgebiet Kataloniens und als letzte Ausläufer gegen Osten die Granite und Trachyte Corsardiniens. Es sind etwa 150 Arten in Marokko und ebenso viele in Spanien, wobei aber Portugal nicht berücksichtigt ist. Es sind zum Teil wenig variable alte Geschlechter wie *Corema*, *Erica*, *Myrica*, *Drosophyllum*, zum Teil alte Gattungen mit sekundärer Evolution wie *Ononis*, *Cytisus*, *Ulex*, *Sarothamnus*, *Genista*, *Adenocarpus*. Die bezeichnenden Bäume sind *Q. fruticosa* (nur strauchig), *Pinus pinaster* (die von französischen Förstern behauptete Spontaneität dieser Art im östlichen Algerien wird durch den Fund wahrscheinlich hierher gehörenden Pollens aus einem subrezentem Moor der Krumirie durch FIRBAS indiziert), *P. canariensis*, *Erica arborea*, *Juniperus cedrus*. Der Endemismus ist sehr groß; es ist ja eine refugiale Flora, und da auch sekundäre Entwicklungen vorliegen, so sind Paläo- und Neoendemismen vorhanden, welche etwa die Hälfte der Arten ausmachen. Gegen Osten ist in unserem Gürtel ein starkes Florengefälle zu beobachten. Als Schlepplungsrelikt steht er mit den Ericoideen-Genisteen-Floren und -Vegetationen des tropischen und südlichen Afrika in Verbindung. Die Vegetation des Gürtels ist durchaus auf oligotrophe und Stickstoffmangel-Böden beschränkt, so daß die Abgrenzung gegen die eutrophen Vegetationen des *Quercus ilex*-Gürtels leicht zu finden ist. Größere Schwierigkeiten bereitet die Abgrenzung gegen den ebenfalls azidiphilen, nördlich und nach oben anschließenden *Quercus robur*-*Calluna*-Gürtel. Die regionalen Wälder sind größtenteils zerstört und durch Degradationen wie *Erica*-Heiden und *Cistus*-Macchien ersetzt.

Auf den Kanaren finden wir einen südlichen Abschnitt des Gürtels vor über dem Lorbeerwald so weit hinauf als die Luftfeuchtigkeit es zuläßt, mit prächtigen *Erica arborea*-*Myrica faya*-Wäldern als regionalen Phytozönosen. — In den Großen, mehr noch in den Mittleren Atlas sind in der ausgehenden Wärmezeit *Quercus suber*- und auch *Pinus pinaster* (var. *maghrebiana* H. V.) -Wald weiter vorgedrungen als heute (EMBERGER), da die Bestände auch durch den Menschen stark reduziert sind. Sie reichen nach dem gleichen Autor von 1500—2200 m hinauf. Im Rif erstreckt sich das atlantische Korkeichen-Gebiet im unteren Teil mit

Quercus suber, im oberen mit *Pinus pinaster* bis über 1700 m herauf. — In der Bätischen Kordillere nimmt der Gürtel gegen den trockenen Osten rasch ab und erreicht die Westseite der Sierra Nevada mit heute durch den Menschen fast völlig zerstörten *Q. suber*- und höher (bis etwa 1000 m) *P. pinaster*-Beständen, welche auf saureren Böden in feuchten Lagen mit der *Quercus ilex*-Vegetation abwechseln. Einzelne Arten dringen auch in diese und in die Pinsapo-Wälder ein (z. B. *Ulex*-Arten, *Quercus fruticosa*, *Pinus pinaster*). — Auch in der westlichen Sierra Morena, so in dem von uns passierten Teil, ist der Gürtel da vorhanden, wo die Böden oligotroph sind. Auch hier nehmen die *Quercus suber*-Bestände, die genisteenreichen Gesellschaften westwärts zu. Damit ist die Grenze gegen Nordosten in Spanien erreicht, mit Ausnahme der Exklave auf dem katalanischen Granit. Einzelne Arten finden wir im viscayischen Küstengebiet in den Beständen der Vegetation des *Quercus robur*-*Calluna*-Gürtels. Wieweit es sich auf diesem um alte Kulturen oder um die Gürtelvegetation handelt, welche sich auf den durch Übernutzung verarmten Böden einstellen, oder um spontanes Vorkommen, ist manchmal recht schwer zu entscheiden.

Der Quercus robur-Calluna-Gürtel

Der *Quercus robur*-*Calluna*-Gürtel ist aus seinem Hauptgebiet im temperierten atlantischen Küstengebiet vom mittleren Portugal bis zu den Britischen Inseln, bis in das innere Spanien und bis Nordwest-Afrika vorgestoßen. An der Peripherie im Rückzug und nach relativ kurzer Anwesenheit ohne Endemen gebildet zu haben oder aber nur mit Hybridogenen aus den Kontakten mit anderen Gürteln wie etwa *Betula celtiberica*, hat er in den Refugien in Meeresnähe doch eine recht ansehnliche Artenzahl von etwa 230 Spezies in Spanien (Portugal ist nicht inbegriffen) (im Balkan 46 Gattungen mit 63 Arten) und etwa ein Fünftel alter und jüngerer Endemen. Die Vorzüge des Refugiums haben alte Geschlechter konserviert wie *Sibthorpia*, *Erica*, *Calluna*, *Narthecium*, *Simethis*, *Endymion*. Viele Gattungen sind artenreich, auch reich an Endemen wie *Aira*, *Genista*, *Ulex*, *Sarothamnus*, *Adenocarpus*, *Epilobium*, *Hypericum* u. a. Es ist eine recht heterogene Gesellschaft, refugial zusammengekommen aus mehreren Klimaperioden, in welche zudem noch fremde Arten wie *Quercus ilex*, *Pinus pinaster* u. a. dank dem toleranten maritimen Klima eingedrungen sind. Nach dem verwandten, unten anschließenden subtropischen Genisteen-Ericoideen-Gürtel hin ist der Kontakt breit und recht allmählich, kontinentwärts bei Gesteinswechsel oft völlig abrupt, sonst aus florensgeschichtlichen Gründen durch Relikte aufgeweicht, besonders gegen den Laubmischwald-, den Fagus-Abies-Gürtel, aber auch gegen den *Quercus pubescens*-Gürtel hin. —

Wie beim Genisteen-Ericoideen-Gürtel ist die Ökologie und Physiognomie aus der Stickstoffarmut des Bodens (i. S. von STEEMANN NIELSEN) zu erklären. Eichen- (*Quercus robur*) Wälder mit Ericaceen und Genisteen als Unterwuchs sind sehr verbreitet und geben der Landschaft ein insubrisches Gepräge. Gegen Nordwesten sind sie vielfach durch den Menschen zu *Erica*-Heiden degradiert, eine Degradation, welche hier nicht erfolgt aus Mangel an Feuchtigkeit, sondern an Nährstoffen des Bodens. Fettwiesen-, Getreide-, Mais- und Weinbau dominieren.

In Nordafrika bis in die Krumirie ist der Gürtel nur schwach vertreten, und zwar nicht mehr durch Vegetationen, nur durch etwa 25 Spezies, welche, wie *Digitalis purpurea*, *Aira caryophyllea*, *Corynephorus canescens*, *Anthoxanthum odoratum*, *Teucrium scorodonia*, in die Wälder kalkarmer Böden (*Quercus suber*, *Pinus pinaster*) bis zu den Zedernwäldern hinauf eingestreut vorkommen. In den Bachschluchten des Flysch trifft man recht häufig auf *Alnus glutinosa* in Gesellschaft von *Laurocerasus*-Gürtel-Arten. Das ist auch in Südwest-Spanien der Fall, wo wir diese Art an den Bachläufen der Sierra Morena zusammen mit *Ludwigia palustris*, *Epilobium lanceolatum*, *Carex pendula* und *Hypericum androsaemum*. Am Djebel Tidighin kommt auch *Betula fontqueri* und *Rhamnus frangula* vor. — In den stark beweideten Föhrenwäldern der Sierra de Guadarrama treffen wir auf den mageren Granitböden trotz der Trockenheit in der Pteridium-, *Sarothamnus*-, *Juniperus*-Vegetation reichlich an: *Aira caryophyllea*, *Anthoxanthum odoratum*, *Digitalis purpurea*, *Jasione montana*, *Genista florida*. — Die stärkste Position hat der Gürtel auf der Nordseite der Kantabrisch-Asturischen Kordillere, vom Meer bis etwa 900 bis 1000 m hinauf und von Galizien bis zu den Pyrenäen, von Lugo an mit prächtigen Wäldern, von Kulturen auf Terrassen unterbrochen, und im unteren Teil durchsetzt mit Nestern von *Erica arborea*, *Quercus ilex* und *Castanea sativa*, im oberen von *Betula celtiberica* (ob hier nicht auch *Betula verrucosa* zu finden ist?). Auf der Südseite des Gebirges treten die Arten reichlich auf im *Quercus pyrenaica*-Wald, so etwa ob Cremeñes (1000 m), bei Cistierna, bei Ponferrada. Wir sind hier im Kontaktgebiet zwischen *Quercus robur*-*Calluna*-Gürtel, Laubmischwald-Gürtel und *Quercus pubescens*-Gürtel, in welchem das Hinundher der klimatisch bedingten Transgressionen einzigartige Mischungen hervorgebracht hat. — In den Pyrenäen ist der Nordwesten in ähnlicher Weise ein Hauptgebiet. Im mittleren Teile gesellt sich der Stieleiche die Hängebirke zu. Auf der Südseite und im trockenen Osten fallen Artenzahl und noch mehr Phytözöosen ab bis zum völligen Fehlen. Auf den kalkfreien Silurschiefern am Ostende des Gebirges stoßen wir auf nur einzelne Arten, wie z. B. am Pic de Madeloc bei 650 m auf *Ulex parviflorus*, *Calluna*, *Genista pilosa*, *Teucrium scorodonia* u. a.

Die temperierten Standard-Gürtel

Der Quercus-Tilia-Acer-Laubmischwaldgürtel

Der Quercus-Tilia-Acer-Laubmischwaldgürtel muß noch zu den Standard-Gürteln, d. h. zu den vom normalen Breitenklima abhängigen, auf der Nordhemisphäre durchgehenden, nicht spezialisierten, nicht metamorphen gezählt werden, wenn er auch einen etwas trockeneren Charakter als dieselben aufweist. Das zeigt sich in Ostasien, wo er wohl nördlich bis in die Mandschurei sehr artenreich entwickelt ist, aber in der Annäherung an die Subtropen zwischen dem Taxoideen-Taxodieen-Gürtel und dem darüberliegenden Buchengürtel recht diffus auskeilt. Viel schärfer sind seine Grenzen in Vorderasien und in Europa, wo er gegen Westen mehrfach vorstoßend ärmer wird (vgl. E. RUPF 1953). Immerhin besitzt er auch hier noch die für ihn charakteristische, relativ zu den andern Gürteln große Zahl von Holzpflanzen, Bäumen und Sträuchern: *Quercus*-, *Tilia*-, *Acer*-, *Sorbus*-, *Prunus*-, *Pirus*-, *Salix*-, *Corylus*-, *Evonymus*-, *Rhamnus*-, *Cornus*-, *Crataegus*-, *Berberis*- und *Ligustrum*-Arten, sehr viele Waldpflanzen und besonders auch Helophyten. An Endemen ist der Gürtel im Gebiet arm. Das hängt mit seiner Geschichte auf iberisch-berberischem Boden zusammen. Nachdem er im ausgehenden Tertiär gegen den europäischen Süden vorgestoßen und während der Eiszeiten bis Nordafrika gelangt war, wurde er in den langen trockenen Zwischeneiszeiten zurückgedrängt, so daß die während der Glazialzeiten wieder einwandernden Bestände in, im stammesgeschichtlichen Sinne harten, Kontakt mit dem Flaumeichengürtel und auch mit dem Quercus robur-Calluna-Gürtel gerieten. Heute kommt er nesterweise auch in sekundären Mischungen und breiten Übergängen zum Quercus robur-Calluna-Gürtel und Quercus pubescens-Gürtel vor. Die Verbindung mit dem tertiären Stammgebiet ist völlig gelöst, ganz im Gegensatz zum Verhalten der subtropischen Gürtel. Die Ökologie und Physiognomie des Gürtels wird bestimmt durch das feuchte Klima mit Sommerregen und einer Unterbrechung der Vegetation im Winter, welche bei den Holzpflanzen Laubfall erzwingt. Bienne Kräuter und Stauden sind in großer Zahl vorhanden. Die Spezialgarnituren für lokale Phytozöosen sind arm an Arten. In Nordspanien haben die Wälder des Gürtels vielfach Fettwiesen, Äckern und Weinbergen Platz machen müssen, und die Wälder selbst sind zumeist im Degradationszustand.

Marokko besitzt mit etwa 80 Spezies nur noch ein Drittel der Arten Spaniens (der Balkan 262 Gattungen mit 727 Spezies). — Die Vertretungen unserer primären Floren- und Vegetationseinheiten, der Standard-Gürtel, d. h. der nicht metamorphisierten Vegetationsgürtel, werden nach den Artenzahlen in den Refugien beurteilt. — Die Arten sind

von einer geringen Variabilität und auch die Endemen sind spärlich vorhanden (z. B. nach MAIRE 1924 und ROI 1937: *Ribes grossularia* L. var. *atlanticum* Ball., *Campanula Trachelium* L. var. *mauretanica* (Pernel) Ball, *Stachys officinalis* (L.) Trev. var. *tangerina* Pau, *Viburnum Lantana* L. var. *glabrescens* Ball). Die Durchmischung mit Arten anderer Gürtel (*Quercus pubescens*-, *Fagus-Abies*-, *Quercus robur-Calluna*-, *Quercus ilex*-Gürtel) ist noch intensiver als in Spanien und geht bis zur Auflösung in einzelne Arten. Deutlich lassen sich die beiden Einwanderungslinien, die Gibraltar- und die Sizilien-Tunis-Brücke unterscheiden. *Arabis Turrita*, *Cardamine graeca*, *Evonymus latifolia*, *Circaea lutetiana*, sind beispielsweise über die letztere, *Berberis hispanica*, *Geum silvaticum*, *Lonicera arborea* über die erstere eingewandert, und zwar während der letzten Eiszeit, da ja dieser Artengruppe die Isolationsrassen noch fehlen. Die Wälder von *Quercus mirbeckii* entsprechen dem Charakter des Gürtels noch am ehesten. Im Großen Atlas sind sie selten, im feuchten Mittleren Atlas umfangreicher. Bei HERODOT schon wird der Atlas als dicht bewaldet beschrieben, und in der antiken Literatur wird der mauretanische Atlas als mit ausgedehnten Nadelwäldern bekleidet angeführt. Heute noch besitzt der mittlere Atlas nach EMBERGER üppige Wälder von Zeder, Weißtanne, *Quercus mirbeckii*, *Qu. suber* und *Pinus pinaster*. Wo die Zedernwälder feuchter sind, enthalten sie immer auch Arten des Gürtels (*Rosa sicula*, *Potentilla micrantha*, *Sorbus aria*, *Acer opalus* u. a.). Im Großen und Mittleren Atlas und im Rif tritt der Gürtel vegetationsmäßig auf und diese Lebensgemeinschaften müssen nach ihrem regressiven Charakter als Reste einer größeren Verbreitung während der Eiszeit betrachtet werden.

Im Rif ist der Gürtel relativ gut vertreten; das zeigen die *Quercus mirbeckii*-Bestände und die Gürteltypen, welche noch in die *Abies pinsapo* ssp. *marocana*- und in die Zedernwälder eintreten.

Mit dem Übergang auf die iberische Halbinsel nehmen die Gürtelarten zu bis zu den Pyrenäen. Gleichzeitig werden auch die von ihnen gebildeten Phytozönosen-Abschnitte größer. In der Baetischen Kordillere, wo die Veränderungen durch den Menschen das größte Ausmaß erreichen, gab es noch vor wenigen Jahrzehnten urwaldartige Bestände, z. B. Pinsapo-Wälder, in welchen unsere Gürteltypen dominierten (vgl. W. J. BUCK 1912, F. PRITZEL und M. BRANDT 1915). Es sind Nordhänge, feuchte Schluchten, Flachmoore und Ufer, wo unsere Arten Lebensgemeinschaften bilden.

In der Sierra Morena haben wir keine Spuren des Gürtels gesehen, doch müssen nach den vorliegenden älteren Beschreibungen (WILLKOMM 1896) in den höchsten Lagen Reste einer früher großen Repräsentation vorhanden sein. — Bei unserer raschen Begehung der Sierra de Guaderrama an der Strecke Madrid—Punta de Peñalara—Segovia

war zwar vom Laubmischwaldgürtel nichts zu sehen, doch sind die Literaturangaben (WILLKOMM, CUATRECASAS 1932 u. a.) so eindeutig, daß wir von der Sierra de Grados über die Sierra de Guadarrama bis zur Sierra de Moncayo eine an Arten- und Phytozönosen-Zahl und Umfang der Abschnitte zunehmende Vertretung des Gürtels annehmen dürfen. Die Verschiebungen der Eis- und Nacheiszeit haben es mit sich gebracht, daß die Bestände der gürteligenen Phytozönosen stark durchmischt sind mit Arten anderer Gürtel, ja daß der dominierende und das Bioklima bildende Baum sogar einem anderen Gürtel zugehört, wie das im Buchenwald der Sierra de Moncayo der Fall ist.

Gürtelreste finden wir auch in der Kastilischen Hochebene und dann wieder in großem Umfange in der Kantabrisch-Asturischen Kordillere vom Gebiet von Lugo bis an die Pyrenäen. Deutliche und wohl dokumentierte, wenn auch von anderen Gürtелеlementen durchmischte Vegetationen sind auf der ganzen Strecke da vorhanden, wo die Luftfeuchtigkeit höher als im Flaumeichengürtelgebiet und wo die Wärme größer als im Fagus-Abies-Gürtel-Gebiet ist; überall stehen sie auf kalkreichem Boden. Man kann infolge der Durchsetzung mit *Quercus robur*-Calluna-Gürtel-Arten von einer atlantischen Fazies des Gürtels sprechen. Jedenfalls aber kann ein Zusammenwerfen dieser alten, originalen, mit zahlreichen eigenen Arten versehenen Flora und Vegetation mit der Flaumeichen-Einheit, wie dies häufig geschieht, nicht in Frage kommen, auch hier im Westen Europas nicht, wo infolge der klimatischen Dynamik und der speziellen topographischen Verhältnisse eine besonders starke Durchmischung vorhanden ist.

Das gilt auch für die Pyrenäen. Hier wie überall dürfen wir nicht nach den Waldbäumen allein die Vegetationseinheiten statuieren, denn sehr oft ist ein Baum (wie hier z. B. *Fagus*) resistenter bei den Regressionen als sein Unterwuchs und bleibt mit einem nicht zu seinem Gürtel gehörenden Unterwuchs zurück, oder jüngere hybridogene Baumarten geben in den Kontaktzonen der Gürtel den Ton an, wie etwa *Quercus pyrenaica* gegen den atlantischen Laubwald und *Quercus lusitanica* gegen das Flaumeichengebiet hin. Man beachte die gewaltige Verbreitung des *Quercus*-Tilia-Acer-Laubmischwald-Gürtels über die ganze nördliche Hemisphäre hinweg (RUPF 1953) und vergleiche damit die geringe des Flaumeichen-Gürtels und des sonorischen *Quercus pseudoprinus*-Gürtels, welche beide auf die Trockengebiete der Nordroßbreiten beschränkt sind. Der Laubmischwaldgürtel ist im ganzen Bereich der Pyrenäen vorhanden, er ist stärker vertreten in der Mitte und im Westen als im trockeneren Südosten; südlich geht er bis zum Monseny und in das südliche Aragonien. Im Südosten, wo fast alle Vegetationsgürtel durch eine Reihe von *Pinus*-Arten vom Meer bis in das Hochgebirge dominiert werden, ist unsere Gürtelvegetation nur an den feuchten Orten zu finden.

Im übrigen Gebiet herrscht die Waldföhre vor. Im Nordwesten sehen wir auf nicht extrem kalkreichen Böden die *Quercus robur*-*Calluna*-Arten in den Laubmischwald eindringen.

Der Fagus-Abies-Gürtel

Trotz der geringeren Entwicklungsmöglichkeit für den *Fagus-Abies*-Gürtel besitzt er in Spanien fast gleich viel Arten wie der *Quercus-Tilia-Acer*-Laubmischwaldgürtel (etwa 230 Spezies), aber fast ein Drittel weniger als auf dem Gebiet der Schweiz (im Balkan 448 Spezies). Vom Hauptgebiet in den Pyrenäen nimmt ihre Zahl gegen Süden rasch ab und in Marokko treffen wir nur noch ein schwaches Sechstel. Während die jüngeren Vegetationsgürtel sich artenreich entwickeln, verlieren die alten Standardgürtel, wie der *Fagus-Abies*-Gürtel, an Arten und Umfang. Mit Ausnahme der Hydrophyten sind auch die Garnituren für lokale Milieus lückenhaft oder sie fehlen, was auf eine geringe Dauer der Siedlungen deutet. Bei den regionalen Phytozönosen, Buchen- und Weißtannenwäldern, bestehen die Artengarnituren aus alten Arten aus ein- oder wenigartigen Gattungen. Im Süden von Spanien und in Marokko handelt es sich um eine junge Transgression dieses alten Gürtels, doch finden sich hier xeromorphisierte Elemente des Gürtels, welche von früheren eiszeitlichen Transgressionen des Gürtels herkommen, wie z. B. *Abies pinsapo*, *Galium pruinum* (dem sardischen *Galium glaucophyllum* entsprechende, wohl von *G. aristatum*-ähnlichen Formen abzuleitende Art), *Ranunculus macrophyllus* Desf. u. a. — Reste des Gürtels sind im Süden, wo die Buche fehlt, konstatiert worden. Wir müssen annehmen, daß zu allen Eiszeiten Vorstöße nach Nordafrika erfolgt sind. Eine *Fagus* cf. *silvatica* wurde im Villafranchien von Tunis durch AREMBOURG, ARENES und DEPAPE (1952) nachgewiesen, ferner *Carpinus* aus rißeiszeitlicher Ablagerung von Algier. — Ökologisch-physiognomisch hat die regionale Vegetation viel Ähnlichkeit mit dem *Quercus mirbeckii*-Wald. Die hohe Buchenhalle deckt kleine Bäume von *Taxus* und *Ilex* und Sträucher. Charakteristisch sind die von der Frühlingssaison profitierenden Geophyten. Die Spezialisten der lokalen Phytozönosen sind nur im Norden verbreitet. — Wie überall im Mediterrangebiet, sind die höheren Lagen, welche der Gürtel einnimmt, wenig oder gar nicht vom Menschen besiedelt. Weide und Brand haben den Wald zugrunde gerichtet. Wo der Gürtel vorhanden ist, ließen sich wohl Fettwiesen einrichten, um der Futternot zu steuern. Bei der Armut an Wiesenpflanzen mußten jedoch solche eingeführt werden.

In den feuchten Wäldern des Großen Atlas finden wir in Nordexposition noch einige einzelne Arten des Gürtels, oft aber in endemischen Rassen wie *Aconitum lycoctonum* ssp. *neapolitanum* var. *rerayense*, He-

racleum sphondylium var. *suaveolens*, *Digitalis lutea* ssp. *atlantica*, *Moehringia trinervia* ssp. *pentandra*, *Ranunculus ficaria* ssp. *ficariiformis*. Ob es sich jeweils um ältere, aus früheren Eiszeiten oder um mit der letzten Eiszeit stammende Endemen handelt, kann nur die monographische Untersuchung aufhellen. Nach BRAUN-BLANQUET (1923) und MAIRE (1924) haben eurosibirische Elemente Nordafrika schon im Neogen erreicht (*Fagus pliocaenica* im Burdigalien auf Majorca nach LEPAPE et FALLOT 1928). MAIRE konstatiert eine «forte tendance à l'endémisme des espèces eurosibiriennes de l'Afrique Nord». Daneben besitzt Nordafrika Arten des Fagus-Abies-Gürtels ohne jede endemische Variabilität wie etwa *Asperula odorata*, *Veronica montana*, *Elymus europaeus*, *Carex remota*, *Ajuga reptans*. Im Mittleren Atlas nehmen die Arten unseres Gürtels zu. Auch hier sind es nur einzelne Arten, welche aus einer wärmezeitlichen Vegetation zurückgeblieben sind und heute in den Zedern- und Zeneichenwäldern, in feuchten Schluchten, an Nordhängen sich erhalten haben. — Das gleiche gilt für das Rif. Hier kommt noch als Standort der Wald der *Abies pinsapo* ssp. *marocana* dazu, der auch *Prunus avium*, *Ilex aquifolium*, *Taxus baccata*, *Sambucus ebulus*, *Carex pendula*, *Milium montianum*, *Geum urbanum* enthält. Arten wie *Aposeris foetida*, *Scilla hispanica*, *Geum silvaticum* zeigen als Einwanderungsweg die Gibraltarbrücke. Die Meinung PENCKS (1936), daß die Straße von Gibraltar so tief sei, daß sie durch keine eiszeitliche Bewegung trockengelegt werden konnte und daß keine Pflanze während des Eiszeitalters nach Europa gekommen sei, ist heute überholt, denn PFANNENSTIEL (1951) hat gezeigt, daß die Passagemöglichkeiten vorhanden waren, und daß Vegetationen passiert haben, dafür sind die borealen Relikte Nordafrikas Zeugen.

Auch in bezug auf den Fagus-Abies-Gürtel stimmt die Sierra Nevada weitgehend überein mit dem Rif. Er ist nur durch einzelne Arten, nicht durch ganze Phytozönosen vertreten. Wir finden sie im Pinsapo-Wald, in *Quercus faginea*-Beständen, in feuchten Schluchten, an Ufern, gemischt mit Arten des Laubmischwald-Gürtels, des Flaumeichen-Gürtels, ja des Lärchen-Arven-Gürtels. Hier, wie im Rif, ja sogar noch im Atlas sind wir immer wieder überrascht von dem borealen Aspekt der Vegetation der hohen Gebirgslagen. Auch wenn ein buntes Durcheinander von Arten aus temperierten und subarktischen Gürteln an Stelle der typischen Vegetationseinheiten steht, kann man sich in den Norden versetzt fühlen.

Diesen Eindruck hat man auch in der Sierra de Guadarrama (in der Sierra Morena fehlt der Gürtel), wenn man aus den Stufen der immergrünen Eichen durch die Flaumeichen-Zone höher steigt. Nur sind hier die Wälder vom Menschen stark degradiert. Vergebens blicken wir uns nach Laubwald um. Der Buchen-Tannen-Gürtel und seine Phytozönosen

sind zwar schon in der Sierra Moncayo besser vertreten, wo große Buchenwälder vorkommen, wenn auch vorwiegend mit Arten des Flaumeichen- und des Laubmischwald-Gürtels als Unterwuchs. Arten des Fagus-Abies-Gürtels finden wir westlich bis in die Sierra de Gredos hinein vor. Der Buchenwald der Sierra de Guadarrama gehört seiner Artengarnitur nach zum großen Teil nicht mehr zum Fagus-Abies-Gürtel, doch deuten Arten wie *Asperula odorata*, *Actaea spicata*, *Luzula pilosa*, *Ajuga reptans*, *Humulus lupulus*, *Moehringia trinervia*, *Carex silvatica*, *Paris quadrifolia*, *Heracleum sphondylium*, *Lamium galeobdolon* auf eine in vergangener Zeit größere Vollständigkeit hin. Auch Fragmente lokaler Phytozönosen, besonders von Helophyten-Gesellschaften, sind noch zu beobachten.

In der kantabrisch-asturischen Kordillere und in den Pyrenäen sind wir im iberischen Hauptgebiet des Gürtels. In wohlausgebildeten Phytozönosen können wir ihn verfolgen über dem Quercus robur-Calluna-Gürtel anschließend von etwa 700—1000 m bis etwa 1400—1600 m bis an den subarktisch-subalpinen Lärchen-Arven-Gürtel oder die Waldgrenze bildend, wie stellenweise in den Picos de Europa. In den West-Pyrenäen steht der Gürtel über dem Quercus robur-Calluna-Gürtel in großer Mächtigkeit so weit das feuchtere Klima reicht. Die regionalen Phytozönosen werden im Westen von der Buche, gegen Osten hin von der Weißtanne gebildet. Im Südosten fehlt der Gürtel fast ganz. Nur lokale Lebensgemeinschaften wie flußbegleitende Alneten vertreten ihn. — Der pyrenäische Abschnitt des Gürtels ist der artenreichste. In den Ostpyrenäen keilt der Gürtel aus, da wo die Feuchtigkeitsverhältnisse nicht mehr genügen. *Fagus* wird auf flachen, sauren, felsigen Stellen durch *Abies* vertreten. In trockeneren Lagen am Südhang des Gebirges kommen nach den Beobachtungen der Exkursion Buchenwälder mit dominierenden Laubmischwald- und Flaumeichen-Gürtel-Arten vor (LÜDI 1954). Nicht einmal die maximal verdämmende Buche bringt es hier fertig, ihre Begleiter durch ihr spezifisches Klima zu halten.

Es ist unmöglich, die temperierten Waldvegetationen am Südrand der mesophilen Waldgürtel nach dem dominierenden Waldbaum, etwa der Buche, der Tozaeiche oder der Waldföhre zu differenzieren, da nicht nur Mischungen und breite Übergangszonen von Wäldern mit Unterwuchs aus verschiedenen Gürteln vorliegen, sondern auch weil hier Baumarten vorkommen mit kleinen Arealen, wie *Quercus pyrenaica*, *Q. faginea*, welche geradezu charakteristisch sind für Bestandsbildungen mit heterogenen Artengarnituren und ohne eigene Florula. Die Durchmischung der Florentypen ist im atlantischen Westen etwas größer als im kontinentaleren Osten; sie ist vor allem da größer, wo die mesophilen Waldvegetationen nur lückig vorhanden oder zu spät aufgetreten sind, um als Barrieren gegen Transgressionen wirken zu können.

Die temperierten mediterranen Xeromorphosen-Gürtel

Der Quercus pubescens-Gürtel

Der *Quercus pubescens*-Gürtel ist nach dem *Quercus ilex*-Gürtel weit-
aus der mächtigste. Ganz deutlich zeigen sich bei den Gattungsanalysen
die nahen Beziehungen zu den andern temperierten Trockengürteln, zum
Stipa tortilis-, zum mediterranen Gebirgssteppen- und zum *Acantholi-*
mon-Tragacantha-Gürtel. Sie bilden zusammen die in ihren Xeromorpho-
sen durch das Klima der nördlichen Roßbreitenzone mehr oder weniger
gleichzeitig, d. h. hauptsächlich im Neogen und bis in die Interglazial-
zeiten hinein entstandenen Vegetationen, welche an die Stelle der Stan-
dard-Gürtel traten als das Mediterranbecken zum Trockengebiet wurde.
Aus subtropischen (z. B. *Poterium*, *Anthyllis*, *Securinea*), hauptsäch-
lich aber aus temperierten Stämmen gingen nicht nur Arten, sondern
auch Gattungen hervor, wie *Anarrhinum*, *Verbascum*, *Trinia*, *Ptychotis*,
Sison, *Heterotaenia*, *Magydaris*, *Thapsia*, *Elaeoselinum*, *Hohenackeria*,
Hispidella, *Xeranthemum* u. a. Nicht zu verwechseln ist diese Xeromor-
phose mit der jüngeren, alpidischen, welche die zentralasiatischen und
Prärie-Trockenvegetationen hervorbrachten. Die Trockengürtel-Serie be-
herrscht heute das submediterrane und mediterran-alpine Gebiet und
verdrängt sowohl in den Eiszeiten wie in den trockenwarmen Intergla-
zials die mesophilen alten Floren und Vegetationen. Eine verwirrende
Fülle neuer Formen ist z. B. in der Gattung *Quercus* entstanden, in den
Sektionen *Robur* und *Gallifera*; sie dokumentieren mit ihren Arealen das
Bild der vielfachen Transgressionen und Regressionen. Die für den Gür-
tel bezeichnende Eiche ist im nordiberischen Gebiet *Q. pubescens*. An
der Grenze zum maritimen Klima spielt *Q. pyrenaica* Willd. (= *Q. toza*
Bosc) und gegen das eumediterrane *Q. ilex*-Gebiet *Q. faginea* eine Rolle.
— Gegen das subtropische Trockengebiet hin nimmt der Gürtel ab; wäh-
rend er in Spanien von allen Gürteln die meisten Arten stellt (über 1300
Spezies gegen 1000 des *Q. ilex*-Gürtels; im Balkan 419 Gattungen mit
1592 Spezies), tritt er in Marokko mit nur etwa 260 gegenüber dem
Steineichen-Gürtel mit etwa 1300 Arten sehr zurück. Diese großen Ar-
tenzahlen lassen sich verstehen durch die artenreichen Gattungen, wel-
che im westlichen Mediterrangebiet Entwicklungszentren haben, wie
z. B. *Narcissus*, *Ononis*, *Trifolium*, *Teucrium* u. a. Die Verankerung im
Submediterrangebiet ist viel tiefer als bei den transgredierte mesophi-
len Standardgürteln. — An der Grenze gegen den *Quercus ilex*-Gürtel
zeigt unser Gürtel heute eine Disharmonie mit dem Zonalklima. Vom
Menschen zerstörte Wälder regenerieren sich nicht mehr, sondern wer-
den durch *Q. ilex*-Gürtel-Vegetation ersetzt. Die Hauptcharaktere des
Gürtelklimas sind die Unterbrechungen der Vegetationszeit durch den
Winter und für viele Arten durch die Sommertrockenheit. Schon in der

antiken Literatur galt Spanien als ein rauhes, wenig bebautes, dürres Land. Bienne Kräuter und Geophyten sind häufig. Durch Gramineen gebildete Trockenwiesen treten als lokalbedingte Phytozönosen auf. Wo der Laubwald nicht mehr genügend Feuchtigkeit vorfindet, wechselt er mit *Pinus laricio*- oder auch mit *P. silvestris*-Beständen ab. Hieher gehören wohl auch z. T. die heute vom Menschen stark dezimierten nordspanischen *Juniperus thurifera*-Bestände. Die klimaharmonischen regionalen Phytozönosen sind größtenteils dem Menschen zum Opfer gefallen. Lokale Gesellschaften des Gürtels, wie die steppenartigen Wiesen, haben sich ausgebreitet. — Die Kulturwiesen im Gebiete des Gürtels müssen bewässert werden. Die Gürtelflora hat zahlreiche Kulturpflanzen geliefert und die ebenfalls dem Gürtel entstammenden Unkräuter, oft anthropogene Arten (z. B. *Cuminum*-, *Coriandrum*-, *Bifora*-, *Eleaescholium*-, *Tordylium*-, *Lamium*-, *Bromus*-, *Agropyrum*-, *Malva*-, *Isatis*-Arten usw.). Ja sogar anthropogene Artenkombinationen mit mannigfaltigen Korrelationen der Glieder haben sich eingestellt. Die Mutationen werden ja im Bereich des Menschen viel rascher selektioniert und isoliert. Hieher gehört ein großer Teil der Tomillares, welche große Teile Spaniens bedecken, die nach den Untersuchungen der spanischen Autoren natürlicherweise Wälder tragen würden.

In Nordafrika ist der Flaumeichen-Gürtel z. T. autochthon mit sehr vielen hochwertigen Endemen und Verankerungen, z. T. aber nur transgressiv, im Anschluß an die Eiszeiten eingewandert. Er tritt vegetationsmäßig auf in reliktschen Beständen, zu welchen wohl z. T. die *Juniperus thurifera*-Bestände des Großen Atlas zu rechnen sind. Daß die Gesellschaft der senkrechten Dolomitwände mit Verwandten der *Potentilla caulescens*, *Asplenium seelosii* von den Südalpen über Pyrenäen bis zum Großen Atlas reicht, zeigt QUEZEL (1952).

Die Verschiedenheiten zwischen Atlas und Sierra Nevada bezüglich der rupikolen Flora, welche QUEZEL (1952) dazu führen, neue Assoziationsverbände aufzustellen, kommen für die Gliederung nach Gürteln nicht in Betracht, da es sich in den meisten Fällen um Vikarianz handelt. Im Rif fehlen Vegetationsreste des Gürtels (E. SCHMID 1952). Einzelne Arten sehen wir in den Wäldern der Zeneiche (und wohl auch in denjenigen der von EMBERGER und MAIRE angegebenen *Q. pyrenaica*, in bunter Mischung mit Arten mesophiler Waldgürtel. — In Spanien ist ein Haupt- und Entstehungsgebiet des Gürtels, und zwar am Nordrand des Mediterranbeckens, reich an Endemen verschiedener taxonomischer Wertigkeit und maximal verankert, während z. B. die wärmezeitliche Transgression nach Mitteleuropa infolge ihrer kurzen Dauer keine Rassen hervorgebracht hat. Besonderes Interesse verdienen die Relikte der Standardgürtel, welche mit ihren Xeromorphosen im Quartär in den

Flaumeichengürtel eingetreten sind, wie *Galium pruinosa*, *Digitalis*-, *Omphalodes*-, *Calamintha*- u. a. Arten. — In der Sierra Nevada fehlt der Gürtel nur an den feuchten Orten. Er reicht vom *Quercus ilex*-Gürtel an bis gegen 2500 m herauf, ist aber seiner regionalen Waldgesellschaften beraubt. Nur Fragmente derselben mit *Quercus pyrenaica*, *Pinus laricio* (= *P. clusiana* Clemente var. *latisquama* [Willk.] H. V.) sind vorhanden. An den Kalkfelsen bei Jaén und in der Waldschlucht bei 1100 m ebenda sahen wir Fragmente des Gürtels mit *Ulmus campestris*, *Quercus alpestris*, *Crataegus monogyna*, *Rhamnus pumila*, gemischt mit Arten des *Q. ilex*-Gürtels, und bis in die Höhen bei 2000 m, wo letzte Reste von *Pinus silvestris*-Wald stehen, ja bis an die ehemalige Waldgrenze bei 2500 m finden wir unsere Gürtelarten. Der größte Teil der Vegetation ist auf Kalk zu Tomillares, auf kalkarmer Unterlage zu Gramineen-Steppen degradiert. Groß ist der Reichtum an Endemen des Gürtels auf der Sierra und auf den anschließenden Hochflächen. Der anthropogene Einfluß reicht bis zum Gipfel. Die Roggen- und Kartoffel-Kulturen werden bis an die Waldgrenze vorgetrieben, weiter als etwa auf der Apenninen-Halbinsel. — In der Sierra Morena fällt, wie in allen süd- und zentral-spanischen Gebirgen, immer wieder auf, wie sehr der sommerliche Aspekt der Landschaft infolge der Degradation durch den Menschen eine xerischere Vegetation vortäuscht als in Wirklichkeit vorhanden ist. So überraschen uns bei der Überschreitung des Gebirges die fast waldlosen, mit Arten und Vegetationsfragmenten des *Laurocerasus*-, des *Genisteo-Ericoideen*-, des *Quercus ilex*- und des *Quercus robur*-*Calluna*-Gürtels durchsetzten Hänge. Ja sogar der Laubmischwald-Gürtel ist auf der Südhälfte im Bereich der *Quercus mirbeckii* vertreten, während auf der trockeneren Meseta-Seite unsere Arten häufig sind. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß die *Quercus ilex*-Gürtel-Vegetation weit nachrückt auf *Q. pubescens*-Gürtel-Boden, sobald der Mensch die regionale Waldgesellschaft desselben vernichtet hat. Im höheren trockenen östlichen Teil des Gebirges ist die Flaumeichen-Flora umfangreicher vorhanden. Die regionale Phytozönose ist dort der *Pinus laricio*-Wald (*P. clusiana* var. *latisquama*). — Für die Sierra de Guadarrama gilt das gleiche in bezug auf den ersten Eindruck, da hier die Waldverwüstung und Waldveränderung durch den Menschen sehr groß ist. Die Waldstufen sind kaum zu erkennen, und doch sind die Gürtel durch die Arten und Vegetationsfragmente dokumentiert. Der Flaumeichen-Gürtel zeigt sich mit Arten im Waldföhrenwald, in *Q. pyrenaica*-Beständen und in lokalen Phytozönosen, welche von der Sierra de Moncayo bis zur Sierra de Gredos verfolgt werden können, allerdings überall mit Beimischung des *Q. ilex*-, des Laubmischwald-, des *Fagus-Abies*-Gürtels und auf mageren Böden des *Genisteo-Ericoideen*- und des *Quercus robur*-*Calluna*-Gürtels.

Die Grenzen zwischen dem *Quercus pubescens*-Gürtel, dem *Quercus-Tilia-Acer*-Laubmischwald-Gürtel und dem *Quercus robur-Calluna*-Gürtel sind in der Kantabrisch-Asturischen Kordillere durch eine breite Übergangszone verwischt, welche von den *Quercus pyrenaica*-Wäldern gebildet wird, so wie etwa die TÜXENSche «Carpinion»-Vegetation die Übergänge zwischen dem atlantischen *Quercus robur-Calluna*-Gürtel zum Laubmischwald- und zum Buchengürtel darstellt. Es sind Mischungen wie sie charakteristisch sind in der Annäherung an das maritime Klima, aber auch für die Gebiete klimatischer Oszillationen in topographisch stark variiertem Raum. Es ist das Gebiet der hybridogenen Endemen, welche dem Zusammentreffen verschiedener Floreneinheiten ihre Entstehung verdanken; *Quercus pyrenaica* dürfte hierher gehören. Es hat keinen Sinn, aus den Wäldern von diesem Typus einen eigenen Gürtel zu formieren, denn es fehlt ihnen eine eigene Flora. *Quercus pubescens* tritt auf der Binnenseite der Kordillere, seltener auf der Seeseite, auf trockenen Böden mit ihren Begleitarten auf, so etwa im Creméñestal ob Leon bei 1100 m abwechselnd mit *Juniperus thurifera* und *Fagus*, ferner bei Cistierna, bei Ponferrada, 800 m, also ein gutes Stück westlich der von VICIOSO 1950 angegebenen Westgrenze. — In den Pyrenäen ist der *Quercus pubescens*-Gürtel nur im trockenen südlichen und östlichen Teil vorhanden. Im nordwestlichen, feuchten Gebirge fehlt er ganz. Die Übergänge zum maritimen Klimagebiet sind sehr allmähliche. Hier bildet *Quercus pyrenaica* Bestände, in welchen *Quercus pubescens*-Gürtel-Arten sich mischen mit solchen aus dem Laubmischwald-Gürtel und aus dem *Quercus robur-Calluna*-Gürtel. Im Osten tritt an die Stelle von *Quercus pyrenaica* *Quercus pubescens* und an den trockensten Stellen *Pinus salzmanni*. An der unteren Grenze des Gürtels kommen ebenfalls *Juniperus thurifera*-Bestände vor, welche eine Mischung von *Quercus ilex*-Gürtel-Arten mit solchen unseres Gürtels aufweisen (vgl. SAPP und RIVAS-GODAY 1954).

Stipa tortilis-Gürtel

Der *Stipa tortilis*-Gürtel umfaßt die spontanen Steppen der tiefen Lagen des Mediterran-Gebietes. Er grenzt gegen das feuchte Gebiet an den *Quercus ilex*-Gürtel, gegen das trockenere an die *Artemisia*-Halbwüsten. Wie beim Steineichen-Gürtel bilden hier Spanien und die Berberei eine Einheit. Im ersteren zählt der Gürtel etwa 100, in der letzteren gegen 150 Arten. Seine Entstehung verdankt er der nördlichen Roßbreiten-Zone; durch sie wurden temperierte Elemente erfaßt, welche bereits im Neogen das Mediterrangebiet erreichten. Zahlreiche junge Evolutionen sind für die Gürtelabschnitte charakteristisch, so daß die Zahl der Endemen wie beim mediterranen Gebirgssteppen-Gürtel, beim Stein-

eichen- und beim Flaumeichen-Gürtel recht hoch ist. Die Verbreitung muß während der postglazialen Wärmezeit stark vergrößert gewesen sein, was dazu beigetragen haben mag, die heutige Verbreitung zu groß anzugeben. Meist ist der Gürtel auf Salz- und Gipsboden zurückgedrängt und hat nur durch den Einfluß des Menschen in den zerstörten Waldgebieten (Flaumeichen- und Steineichen-Wälder) Fuß gefaßt. Überbeweidung und sonstige Nutzung wie Papierfasergewinnung von *Stipa tenacissima* lassen auch die *Artemisia herba alba*-Halbwüste degradationsmäßig auf die *Stipa tortilis*-Vegetation folgen.

Charakteristische Gattungen sind im Gebiet: *Herniaria*, *Trigonella*, *Coronilla*, *Hedysarum*, *Astragalus*, *Moricandia*, *Crambe*, *Guirava*, *Iberis*, *Malcolmia*, *Stipa*, *Aristida*, *Piptatherum*, *Wangenheimia*, *Bromus*, *Erano-pyrum*, *Agropyrum*, *Gypsophila*, *Zollikoferia*, *Paronychia*, *Vella*, *Cachrys*, *Aplophyllum* und andere, aus denen die stammesgeschichtlichen Beziehungen zur Flora des mediterranen Gebirgssteppen-Gürtels deutlich werden: *Nepeta*, *Hippocrepis*, *Silene*, *Armeria*, *Agrostis*, *Koeleria*, *Bupleurum*, *Coronilla*, *Astragalus*, *Iberis*, *Helianthemum*, *Lepidium* u. a.

Wieweit der *Stipa tortilis*-Gürtel spontan an der Vegetation der Kanarischen Inseln beteiligt ist, kann erst die floristische Analyse zeigen. Der Strom der vom Menschen eingeschleppten «mediterranen» Gewächse ist sehr groß und die Zerstörung der natürlichen Waldvegetation derartig, daß jedenfalls kein sehr großer Anteil sich ergeben dürfte. — Der Große Atlas wird zu beiden Seiten, der Mittlere auf der Ostseite und das Rif nur im äußersten Osten von der trockenen Steppe umgrenzt. Im Süden mischen sich saharo-sindische Arten ein. Es sind meist Grassteppen mit halophilen Arten; auf schweren Böden und unter dem Einfluß des Menschen spielt *Artemisia herba alba* eine große Rolle. — Auf der Iberischen Halbinsel ist das natürliche Hauptgebiet der Südosten, wo die Steppe weit hinaufdringt auf die Hochflächen des östlichen Andalusiens, aufgesplittert in kleine Bestände auf Gips oder etwas salzhaltigem Boden bis in die östliche Sierra Morena, auf die Meseta in Nordkastilien, nach RIVAS (mdl.) mit endemischen Arten, auch noch in Altkastilien und im Ebrobecken bis in das Gebiet von Goria (SAPPA und RIVAS 1954) hinauf, überall nur auf speziellen Unterlagen, Gips und salzhaltigem Boden und mit in großem Umfange durch die Vernichtung der Flaumeichen- und Steineichen-Wälder erweitertem Areal.

Der Acantholimon-Tragacantha-Gürtel

Der Acantholimon-Tragacantha-Gürtel, welcher in Vorderasien sein Hauptgebiet in den Gebirgen zwischen dem dort die Waldgrenze bildenden Flaumeichengürtel und dem Mediterranen Gebirgssteppengürtel hat, greift nur wenig auf europäischen Boden über. In Griechenland und auf

Kreta kommt er noch vegetationsmäßig vor, aber im westlichen Mittelerrangebiet sind nur noch artenarme Fragmente vorhanden: in Marokko 7, in Spanien 8 Arten, die meisten ältere Endemen, so daß man sich fragen muß, ob es sich überhaupt um ein gürtelmäßiges Auftreten handle und ob diese Fragmente in Beziehung zum orientalischen Hauptgebiet gebracht werden können. Dagegen spricht der Mangel an gemeinsamen Arten, dafür die Verwandtschaft an beiden Orten mit dem mediterranen Gebirgsteppengürtel und dem *Stipa tortilis*-Gürtel, das Auftreten von Arten der Sektion *Tragacantha* der Gattung *Astragalus* im Osten wie im Westen, die Übereinstimmung der Ökologie und Physiognomie, die Ähnlichkeit der Struktur der Vegetation. Im Osten spielen *Acantholimon*- und *Astragalus*-Arten die dominierende Rolle, Kompositen, Labiaten und Boraginaceen, im Westen Genisteen, Kompositen und Caryophyllaceen. Die Stammflora des Gürtels besteht wohl aus mesophilen, tertiären, subtropischen und temperierten Arten und aus Halophyten. Die Xeromorphosen müssen nach der Wertigkeit der Endemen älter sein als die Metamorphosen, welche zur Bildung des mediterranen Gebirgssteppen-Gürtels geführt haben und der miozän-pliozänen Nordroßbreiten-Xeromorphose zugehören. Die Repräsentationstypen sind Polsterpflanzen, spinose Kissen, welche nichts zu tun haben mit den Tomillarestypen der Degradationsphasen der *Quercus pubescens*- und der *Quercus ilex*-Gürtel-Wälder. Sehr auffällig sind indessen in diesem Zusammenhang die stacheligen und dornigen Typen aus dem mediterranen Litorale (etwa *Centaurea horrida*, *Statice echioides*, welche dem Repräsentationstypus unseres Gürtels sehr ähnlich sind. Auch im *Stipa tortilis*-Gürtel kommen solche Typen vor, und so gesellt sich zu der floristischen Verwandtschaft mit diesen Gürteln auch die ökologisch-physiognomische Ähnlichkeit. Ohne Zweifel sind, wie EMBERGER betont, die spinosen Polster nicht durch Beweidung entstanden, sondern auf kleinrhythmische Fröste (im Sinne von K. TROLL), auf Trockenheit, dazu Wind und Schneegebläse zurückzuführen.

Nach QUEZEL ist in dem östlichen Großen Atlas die Hauptverbreitung im Bereiche der maximalen Niederschläge zwischen 2200 und 3000 m. — Die Individuen stehen als Solitäre ohne biozönologische Struktur, was nach EMBERGER mit der Beweidung zusammenhängt.

Auf den Kanaren erinnern die dichten Büsche des *Spartocytisus supranubius*, des *Cistus ochreatus* auf den trockenen Terrassen des Teide auf Teneriffe nur ganz entfernt an den Gürtel. Für den Großen und Mittleren Atlas gibt EMBERGER einen «horizon à xérophytes épineux en coussinets» an mit Arten wie *Alyssum spinosum*, *Arenaria pungens*, *Erinacea anthyllis*, *Cytisus balansae*, *Bupleurum spinosum*, welche über ihre nicht dem Kissentyp angehörende Begleiter dominieren, durch die Beweidung bevorzugt werden und ohne Beweidung mit ihnen zusammen

eine geschlossene Vegetationsdecke bilden. Unterhalb dieser Vegetation beginnen die *Quercus ilex*-Gürtel-Gesellschaften, darüber diejenigen des mediterranen Gebirgssteppen-Gürtels. Im Rif kommen nur vereinzelte Arten vor wie *Alyssum spinosum*. Auf der Sierra Nevada ist der Gürtel angedeutet durch Arten wie *Alyssum spinosum*, *Astragalus boissieri*, *A. nevadensis*, *Bupleurum spinosum*, *Arenaria pungens*, *A. tetraquetra*, *Eri-nacea pungens*, *Genista baetica*, *G. hirsuta*, *Festuca indigesta* und andere Arten. Den übrigen Gebirgen fehlt diese orophile Xerophyten-Vegetation.

Der Mediterrane Gebirgssteppen-Gürtel

Der Mediterrane Gebirgssteppen-Gürtel gehört seiner floristischen Struktur nach zur Gruppe der im südlichen Iberien und in der Berberei einen Teil ihres Hauptgebietes besitzenden Floren- und Vegetationseinheiten, des Flaumeichen- und des *Quercus ilex*-Gürtels. Wie sie, besitzt er eine relativ große Artenzahl, in Marokko etwa 170, in Spanien etwa 250 Arten mit jungen Evolutionszentren, sehr vielen Endemen und mit Garnituren für lokale Phytozönosen. Die Arten entstammen größtenteils dem temperierten Anteil des mediterranen nördlichen Roßbreitengebietes, welches im Laufe der isostatischen Hebungen Orophyten lieferte; daher auch die nahe Verwandtschaft mit dem *Stipa tortilis*-Gürtel. Hier in der mediterranen alpinen Stufe sind die Abstammungslinien aus den tiefen Lagen noch vorhanden. Eine Reihe von Gattungen steigt mit ihren Arten aus der trockenen Vegetation der Tiefe (*Stipa tortilis*-, *Quercus ilex*- und *Quercus pubescens*-Gürtel, in die alpine Stufe auf, so z. B. *Thymelaea*, *Centranthus*, *Evax*, *Aster*, *Erigeron*, *Scabiosa*, *Santolina*, *Senecio*, *Cirsium*, *Centaurea*, *Carduncellus*, *Andryala*, *Taraxacum*, *Crepis*, *Galium*, *Asperula*, *Campanula*, *Jasione*, *Nepeta*, *Calamintha*, *Satureia*, *Thymus*, *Armeria*, *Plantago*, *Myosotis*, *Teucrium*, *Sideritis*, *Linaria*, *Scrophularia*, *Veronica*, *Sesleria*, *Koeleria*, *Gagea*, *Thesium*, *Eryngium*, *Bupleurum*, *Saxifraga*, *Herniaria*, *Paronychia*, *Astragalus*, *Anthyllis*, *Lotus*, *Trifolium*, *Genista*, *Rhamnus*, *Erodium*, *Polygala*, *Minuartia*, *Cerastium*, *Silene*, *Dianthus*, *Viola*, *Helianthemum*, *Iberis*, *Thlaspi*, *Lepidium*, *Sisymbrium*, *Arabis*, *Alyssum*, *Draba*, *Brassica*, *Reseda*, *Ranunculus* u. a., fast alle Gattungen aus der Aridis der nördlichen Roßbreiten mit beträchtlichem Arealgewinn zu den großen Trockenzeiten. Die große Verbreitung von Vorderasien bis zum Atlantischen Ozean reichte während der trockenen Abschnitte der Eiszeiten bis nach Mitteleuropa und brachte den Gürtel in engen Kontakt mit den alpinen Gürteln. Die ganz eigenartigen Durchmischungen und Auflösungen der Gürtel in den südspanischen und nordafrikanischen Gebirgen mit ihren Keilen borealer Floreneinheiten wiederholen sich am Nordrande des Me-

diterrangebietes in umgekehrter Weise, indem hier die Trockengürtel des Mediterrangebietes sich in die Alpenprofile einkeilen. — Die Isolierung auf die Gebirgslagen erzeugte eine größere Zahl sekundärer Evolutionszentren, so in den Gattungen *Leucanthemum*, *Campanula*, *Viola*, *Saxifraga*, *Dianthus*, *Iberis*, *Thlaspi*, *Lepidium*, *Potentilla* u. a. Im Gegensatz zu den Repräsentationstypen-Garnituren sind die Artengarnituren infolge des hohen Endemismus recht heterogen. Die Struktur ist durch die intensive Beweidung häufig zerstört. — Die klimaharmonischen regionalen Phytozönosen sind Grassteppen mit Horstgräsern wie *Festuca glauca*, *F. varia*, *Poa violacea* u. a. Es sind die sommersüber trockenen, warmen Hochlagen, auf welchen diese Vegetation siedelt, wenn sie nicht, wie im trockenen Orient, stufenmäßig unter den beiden arktischen Gürteln eingeordnet ist. Der einzigartige Fall des von QUEZEL beschriebenen Schneetälchens (*Raffenaldietum platycarpae*) des Großen Atlas zeigt, daß auch der mediterrane Gebirgssteppen-Gürtel eine solche Garnitur stellen kann.

Auf den Kanarischen Inseln gehören nur wenige Arten der höchsten Lagen des Teide zu unserem Gürtel: *Viola palmensis*, *V. cheiranthifolia* (aus der Verwandtschaft der *Viola tricolor*), *Arabis albida*, *Cheiranthus cumbrae*. Im Großen Atlas ist der Gürtel gut ausgebildet und zeigt durch seine gemeinsamen Arten die natürliche Zusammengehörigkeit von Bätischer Kordillere und Atlas. Seine Vegetation nimmt die Gipfelregion über der Waldgrenze ein, in Höhen über 2800 m. Der Reichtum an älteren Neoendemen fällt auf, wie überall im Gebiet des Gürtels. Ähnlich sind die Verhältnisse im Mittleren Atlas; doch das Rif erreicht der Gürtel nur mit wenigen Arten auf den höchsten Gipfeln (2459 m), da diese noch der subalpinen Vegetation zugehören. Den größten Reichtum an Arten und Endemen treffen wir in der Sierra Nevada, wo der Gürtel auf der Nordseite von etwa 2500 bis 2900, auf der Südseite, nach PRITZEL und BRANDT (1915), bis über 3000 m reicht. Als ein Stock selbständiger, in längerer Isolation aus Stämmen erwachsener Arten, welche heute noch, wenn auch verändert, in der Nähe vorhanden sind, bietet diese Flora ein völlig von der der Pyrenäen verschiedenes Strukturbild. — Der Sierra Morena fehlt der Gürtel bis auf den äußersten und höchsten Osten. — Die Sierra de Guadarrama steht am Nordrand des Hauptgebietes, am Südrand der arktisch-alpinen Flora; schon überwiegen die nördlichen Florenelemente. — In den Picos de Europa kommt es zwar noch zur Vegetationsbildung, doch mit verarmten Garnituren. Für die Anwesenheit des Gürtels in der Kantabrisch-Asturischen Kordillere zeugen Trockenwiesen mit *Festuca spadicea*, *Poa alpina*, *Alyssum*-, *Iberis*-, *Dianthus*-, *Helianthemum*-, *Mesentera*-, *Bulbocodium*- u. a. Arten. Einige Arten sind sogar mit der Sierra Nevada gemeinsam. In den Pyrenäen sind unter den von BRAUN-BLANQUET 1947 beschriebenen alpinen «As-

soziationen» auch Phytozönosen des mediterranen Gebirgssteppen-Gürtels, und zwar, den Klimaansprüchen entsprechend, vorwiegend auf der Südseite und, im Gegensatz zu den Alpen, über die Waldgrenze hinauf rein alpine Gesellschaften bildend. Es scheint, daß hier in den trockenen Ostpyrenäen noch etwas von der im Hauptgebiet vorhandenen Verbindung mit den xerischen Floren der Tieflagen durch die aufgelockerten trockenen Fazies des Laubmischwald- und Fagus-Abies-Gürtels hindurch vorhanden sei. Auch die Durchsetzung der Lebensgemeinschaften des Vaccinium-Loiseleuria-Gürtels mit den Arten unseres Gürtels ist sehr viel inniger als in den Alpen.

Die temperierten osteuropäisch-zentralasiatischen Xeromorphosen-Gürtel

Der Stipa-Steppen-Gürtel

Der Stipa-Steppen-Gürtel verschwindet sehr rasch in den mediterranen Trockengürteln (Quercus pubescens- und Mediterraner Gebirgssteppen-Gürtel), wie ja diese bei ihren Transgressionen schon in Mitteleuropa in Kontakt mit ihm kommen. Interessant sind die Isolationsrasen bei *Stipa pennata* ssp. *mediterranea*, *Adonis vernalis* var. *granadensis* u. a., deren Herausbildung auf eine länger dauernde Präsenz hinweist. Es ist fraglich, ob eine vegetationsmäßige Vertretung im heutigen Spanien vorhanden ist.

Der Pulsatilla-Waldsteppen-Gürtel

Wie überall am Südrande des Pulsatilla-Waldsteppen-Gürtels, in Südeuropa wie in Vorderasien, sind die *Pinus silvestris*-Vorkommnisse stark durchsetzt mit Arten aus dem Flaumeichen-Gürtel, so daß wir sie beim Überwiegen derselben diesem Gürtel zuteilen müssen. In Spanien ist das der Fall in der Sierra Nevada und in anderen südlichen Gebirgen, ferner in den Südost-Pyrenäen. Von den Pulsatilla-Waldsteppen-Gürtel-Arten fallen zuletzt aus: *Pirola chlorantha*, *Goodyera repens*, *Juniperus communis*, *Pinus silvestris*, *Arctostaphylos uva ursi*, *Aster amellus*, *Lathyrus pratensis*, *Epipactis atropurpurea*. In Annäherung an die maritimen Klimagebiete, schon in der Sierra de Guadarrama, am Südrand der Kordillere und auf der Südseite der Westpyrenäen sind es hauptsächlich Arten des Laubmischwaldgürtels und des Quercus robur-Calluna-Gürtels, welche in den Föhrenwald eindringen (vgl. auch LÜDI 1954). *Pinus silvestris* ist die am wenigsten Bedingungen schaffende Baumart. Für ganz Spanien kommen nur etwa 35 Arten als gürtel eigene in Frage. Gegen die subalpine Stufe hin vollzieht sich ein sehr allmählicher Übergang in die *Pinus uncinata*-Wälder des Lärchen-Arven-Gürtels.

tels. — In Afrika fehlt der Gürtel. In der Sierra Nevada sind nur kleine Föhrenbestände vorhanden. — Die große Verbreitung prächtiger Bestände der Waldföhre in der Sierra de Guadarrama läßt zwar an eine starke Repräsentation dieses Gürtels denken, doch sind die dem Gürtel zugehörigen Arten sehr spärlich vorhanden: *Monotropa*, *Arctostaphylos uva ursi* etwa. Der größte Teil der Wälder hat Sekundärwaldcharakter. Die Begleitflora der *Pinus*-Wälder ist so sehr gemischt, auf Granit und anthropogen besonders mit Arten des *Quercus robur*-*Calluna*-Gürtels, daß nur eine umfangreiche Untersuchung, die auch den menschlichen Einfluß genügend berücksichtigt, zu einer Lösung kommt. In den nördlichen Gebirgen sind Bestände von *P. silvestris* bis in die Sierra de Gredos und in die Sierra de Gerez beobachtet worden. Am vollständigsten ist die Erhaltung des Gürtels in den Südpirenenäen und in den süd-aragonischen Gebirgen, wo Arten wie *Aster amellus*, *Pirola chlorantha*, *Goodyera repens*, *Arctostaphylos uva ursi* und *Juniperus communis* vorkommen.

Die subarktischen Standard-Gürtel

Der Larix-Pinus cembra-Gürtel

Die Artenzahl der Flora des *Larix-Pinus cembra*-Gürtels ist auf der iberischen Halbinsel nicht klein (gegen 200, im Balkan 683 Arten), jedoch im Verhältnis zum *Quercus ilex* und zum *Quercus pubescens*-Gürtel recht unbedeutend, was der südlichen Lage entspricht. Nach Marokko sind nur noch ganz wenige Arten gelangt. Wie es sich für eine alte Standardflora gehört, enthält sie viel ein- oder wenigartige Gattungen und im Transgressionsgebiete an der südlichen Peripherie fehlen die Endemen. Wie in den Alpen, ist es in den nordiberischen Gebirgen zur Bildung von Kontaktendemen gekommen; Beispiele sind *Betula celtiberica*, *B. carpatica*; auch *Pinus uncinata* dürfte hybridogen sein, ebenso wäre die pyrenäische *Salix phylicifolia* zu untersuchen. Im übrigen handelt es sich um geographische Isolationsrassen und einige Paläendemismen. Der Gürtel enthält verhältnismäßig viele spezielle Arten für besondere Standorte, mehr als z. B. der *Fagus-Abies*-Gürtel, was zu verstehen ist aus dem großen Umfang der speziellen Milieus, aus den Verschiebungen des Gürtels in vorwiegend vertikaler Richtung, aus dem Konkurrenzangel für diese speziellen Standorte für die gürtel-eigenen Garnituren, aus der Lage des Gürtels an der Peripherie der extratropischen Waldgürtel.

Daß der Gürtel in den Eiszeiten bis in den Großen Atlas vorgestoßen ist beweisen Arten wie *Dryopteris lonchitis*, *Juniperus hemisphae-*

rica, *Ribes alpinum* u. a. Der anthropogene Einfluß reicht hier bis in die vorhistorische Zeit zurück und wirkt sich in der Zerstörung der Wälder und in der intensiven Beweidung aus.

An nassen Stellen des Rif bildet *Nardus stricta* Bestände mit *Carex stellulata*, *C. cf. intricata* (MAIRE 1929). Hieher gehört wohl auch die *Betula fontqueri*, falls es sich bestätigt, daß sie mit *B. celtiberica* näher verwandt ist als mit *B. verrucosa*. — Als eine subspezieswertige Endeme des Larix-Pinus cembra-Gürtels im Rif kann *Centaurea uniflora* ssp. *alibeyana* gelten. Die vom Rif bis zum Großen Atlas angegebene *Juniperus hemisphaerica* Presl, welche auch in Algier, auf Sardinien, Sizilien und in Griechenland vorkommt, wird jetzt von KUSAN (1953) als mediterrane Rasse zu *J. nana* Willd. gezogen und hat weder mit *J. communis* (MAIRE 1931) noch mit *J. oxycedrus* (SCHMID 1933) zu tun. *J. communis* fehlt in Afrika. — Auf der Sierra Nevada ist der Gürtel heute nur spärlich durch Flachmoore und Arten wie *Juniperus nana*, *Allosorus crispus*, *Dryopteris lonchitis*, *Viola palustris* u. a. vertreten.

Die Vegetation der Sierra de Guadarrama ist durch den Menschen so sehr verändert, daß eine Rekonstruktion des natürlichen Zustandes schwieriger ist als im übrigen Iberien. Immerhin deuten vereinzelte Phytozönosen, etwa Fragmente subalpiner Flachmoore, Hochstaudenfluren und einige wenige Arten auf das einstige Vorhandensein des Larix-Pinus cembra-Gürtels hin (*Nardus stricta*, *Aconitum napellus*, *Pirola minor*). Der von GAUSSEN bei der Besteigung der Punta de Peñalara gefundene Föhrenzapfen mit deutlichen Hybrideneigenschaften könnte, wenn es sich nicht um eine eingeführte Form handelt, auf ein ehemaliges Vorkommen des *Pinus uncinata* hinweisen.

Wenn auch in der Kantabrisch-Asturischen Kordillere häufig die Buche die Waldgrenze bildet, so fehlt doch nicht eine von Holzgewächsen dominierte Lärchen-Arven-Gürtel-Schicht mit Arten wie *Betula celtiberica*, *Juniperus nana*, *Gentiana lutea*, *Aconitum paniculatum*, *A. napellus*, *Sparganium affine*, *Adenostyles*- und *Mulgedium*-Spezies u. a. Aus den Angaben von ROTHMALER und VASCONCELLOS zu schließen, dürfte es sich bei *Betula celtiberica* um eine hybridogene Spezies handeln, ähnlich wie solche auch in den Pyrenäen und Alpen vorkommen, und um einen Parallelfall zu den aufrechten Bergföhren der Alpen, die aus dem Kontaktgebiet des Lärchen-Arven- und des Pulsatilla-Waldsteppen-Gürtels herkommen. Auch *Salix phylicifolia* ist in den Alpen nur noch durch die hybridogene *S. hegetschweileri* vertreten. Der Reichtum an Hybriden und hybridogenen Formen nordischer Arten aus den Gattungen *Quercus*, *Salix*, *Sorbus* u. a. ist bekannt. Sie bilden die «Kontaktendemen», hybridogene Endemen aus dem Bereich des Zusammenstreffens zweier oder mehrerer Floreneinheiten. *Betula celtiberica* bildet

in der zentralen Kordillere niedrige Wälder mit einem Unterwuchs von *Vaccinium myrtillus*, *Saxifraga umbrosa*, *Blechnum*, *Melampyrum pratense*, *Sorbus aucuparia*, *Homogyne alpina*, *Gentiana lutea*, *Doronicum austriacum* u. a.

In den Pyrenäen ist der Gürtel sehr ausgeprägt vorhanden mit einer reichen Flora, worunter als Bäume und Sträucher *Pinus uncinata*, *Betula carpatica*, ferner *Salix myrsinites*, *S. arbuscula*, *S. caesia*, *S. glauca*, *S. hastata*, *Sorbus chamaemespilus* und viele andere figurieren.

Das feuchte Gebirgsklima bringt es mit sich, daß der Wald des Larix-Pinus cembra-Gürtels von den Ostpyrenäen bis zum Westen sich ausdehnt. Er wird gebildet von *Pinus uncinata*. — Wir haben so in den Südost-Pyrenäen in allen Gürteln Pinus-Gehölze vom *Pinus halepensis*-Wald über *Pinus salzmanni* zu *Pinus silvestris* und *Pinus uncinata*. — Höhere Feuchtigkeit zeigt *Betula carpathica* an, welche, wie in den Alpen, an ihren jetzigen Standorten wohl ein Relikt aus einer feuchteren und kühlen Phase der Spätglazialzeit ist. Auch im Gebirge von Albarracin wird von WILLKOMM Lärchen-Arven-Gürtel-, ja sogar Vaccinium-Loiseleuria-Gürtel-Vegetation angegeben.

Der Picea-Gürtel

Der Picea-Gürtel fehlt dem Gebiet. Die Vorkommnisse von Arten wie *Blechnum spicant*, *Saxifraga cuneifolia*, *Vaccinium myrtillus* haben mit diesem Gürtel nichts zu tun, da sie nicht in den Verbreitungstypus dieses Gürtels fallen; daß die Fichten-Gürtel-Flora in der Eiszeit im mittleren und östlichen Mittelmeerbecken weit südlich vorgedrungen ist, wird aus vereinzelt pollenanalytischen Angaben und aus der klassischen Literatur wahrscheinlich. Ob aber die Vorkommnisse dieser Arten in den mittelspanischen Gebirgen (*Blechnum spicant* geht bis Nordafrika) als Beweise gelten können, ist sehr fraglich.

Die arktischen Standard-Gürtel

Der Vaccinium uliginosum-Loiseleuria-Gürtel

Der Vaccinium-Loiseleuria-Gürtel besitzt in Spanien etwa 180, in Marokko nur noch etwa 20 (im Balkan 570) Arten. Der relativ geringe Anteil der Endemen und die geringe Verankerung der Gattungen deutet für das südiberisch-berberische Gebiet auf junge, während der Eiszeit erfolgte Transgressionen aus dem Norden. Zu den Glazialzeiten müssen die heute regressiven Bestände umfangreicher gewesen sein, besonders in der Berberei. Die Bestände sind auf die Stellen angewiesen, an wel-

chen bis in den Sommer hinein Schmelzwasser zur Verfügung steht, an nordexponierten Hängen, wo der Schnee lange liegenbleibt, in Rinnsalen, in Schneetälchen. Die klimaharmonischen regionalen Phytozönosen, die Zwergstrauchheiden fehlen in Nordafrika. Es kommen wiesenartige Feuchtmulden-Vegetationen vor, und zwar nur im Atlas; dem Rif fehlen sie, da es mit 2450 m Höhe keine Waldgrenze aufweist. Von MAIRE (1929) wurden immerhin auf dem Gipfel des Tidighin bei 2456 m neben Arten des mediterranen Gebirgssteppen-Gürtels noch einige alpine Arten notiert wie *Crepis hookeriana*, *Cardamine resedifolia*. — Die Sierra Nevada bietet in ihrem Gipfelgebiet (Mulahacen 3480 m), besonders auf der Nordseite auf Glimmerschiefer, genügend Standorte für Schneetälchen, Empetrumheide, Flachmoore, Schutt und Fels, da der Winterschnee bis in den Sommer hinein liegen bleibt. Der Endemismus ist jünger und geringer als derjenige des mediterranen Gebirgssteppen-Gürtels; zum Teil sind die Endemen mit den Pyrenäen gemeinsam, z. T. mit der Sierra de Guadarrama. Durch die intensive Beweidung sind die Phytozönosen stark degradiert worden, so stark, daß die Beschreibungen WILLKOMMS von den gleichen Lokalitäten fast unwahrscheinlich klingen. Heinrich WALTER (mdl.) vergleicht mit südwestafrikanischen Felslandschaften, in welchen der Unterschied zwischen übermäßig beweideten und nicht beweideten Stellen größtes Ausmaß annimmt. In der Sierra Morena fehlt der Gürtel. Die Sierra de Guadarrama besitzt auf der von uns besuchten Punta de Peñalara, 2405 m, eine gute Vertretung in einer Höhenlage, in welcher im Rif Abies- und Cedrus-Wald steht. Auch hier fällt derselbe Unterschied in der Häufigkeit und taxonomischen Wertigkeit der Endemen auf wie in der Sierra Nevada und in Nordafrika zwischen unserem Gebiet und dem mediterranen Gebirgssteppen-Gürtel. Ein Unterschied, welcher sich in den Pyrenäen und noch mehr in den Alpen in das Gegenteil verkehrt, denn dort ist die mediterrane Gebirgssteppe die junge Transgression und der Vaccinium-Loiseleuria-Gürtel mit seinen alpigen Beständen ist zu einem guten Teil autochthon.

Auf den Picos de Europa ist der Gürtel schon recht reich entwickelt und in den Pyrenäen reicht er in bezug auf die Repräsentation an das Vorkommen auf dem Boden der Schweiz heran. Über die Vergleichbarkeit der Flora und Vegetation der alpinen Stufe der Pyrenäen mit derjenigen der Alpen hat BRAUN-BLANQUET 1947 Angaben gemacht. Nach ihm beginnt die alpine Stufe in den äußeren Ketten der Ostpyrenäen bei 2100—2200 m, in den inneren bei 2350—2400 m. In den trockenen Südostpyrenäen ist die Abtrennung der mediterranen Gebirgssteppen-Gesellschaften von denen unseres Gürtels nicht so einfach wie in den Alpen, wo sie schon aus vegetationsgeschichtlichen Gründen, durch die postglaziale Einwanderung leicht erkennbar ist.

Der Carex-Elyna-Gürtel

Der Carex-Elyna-Gürtel, der Gürtel mit den am höchsten steigenden Arten, verhält sich im iberisch-berberischen Gebiet ähnlich wie der Vaccinium-Loiseleuria-Gürtel, ist aber viel ärmer an Arten. Es ist etwa ein Drittel der in der Schweiz vorkommenden. Das arktisch-alpine Element dominiert. Die Transgressionen fanden während der Eiszeiten statt; die Neoendemen sind Isolationsrassen. Im Atlas kommen nur einzelne Arten vor an feuchten Nordhängen, auf Schutt und Fels. In der Sierra Nevada und in den Picos kommt es zu Pioniergesellschaften. Wie beim Vaccinium-Loiseleuria-Gürtel sind im Süden die Vorkommnisse nicht stufenmäßig über dem mediterranen Gebirgssteppen-Gürtel gelagert, sondern innerhalb desselben an feuchten Stellen. In den Pyrenäen sind die hochalpinen Gesellschaften unseres Gürtels deutlich entwickelt (vgl. BRAUN-BLANQUET 1947).

Zusammenfassung

Die Verteilung der Vegetationsgürtel

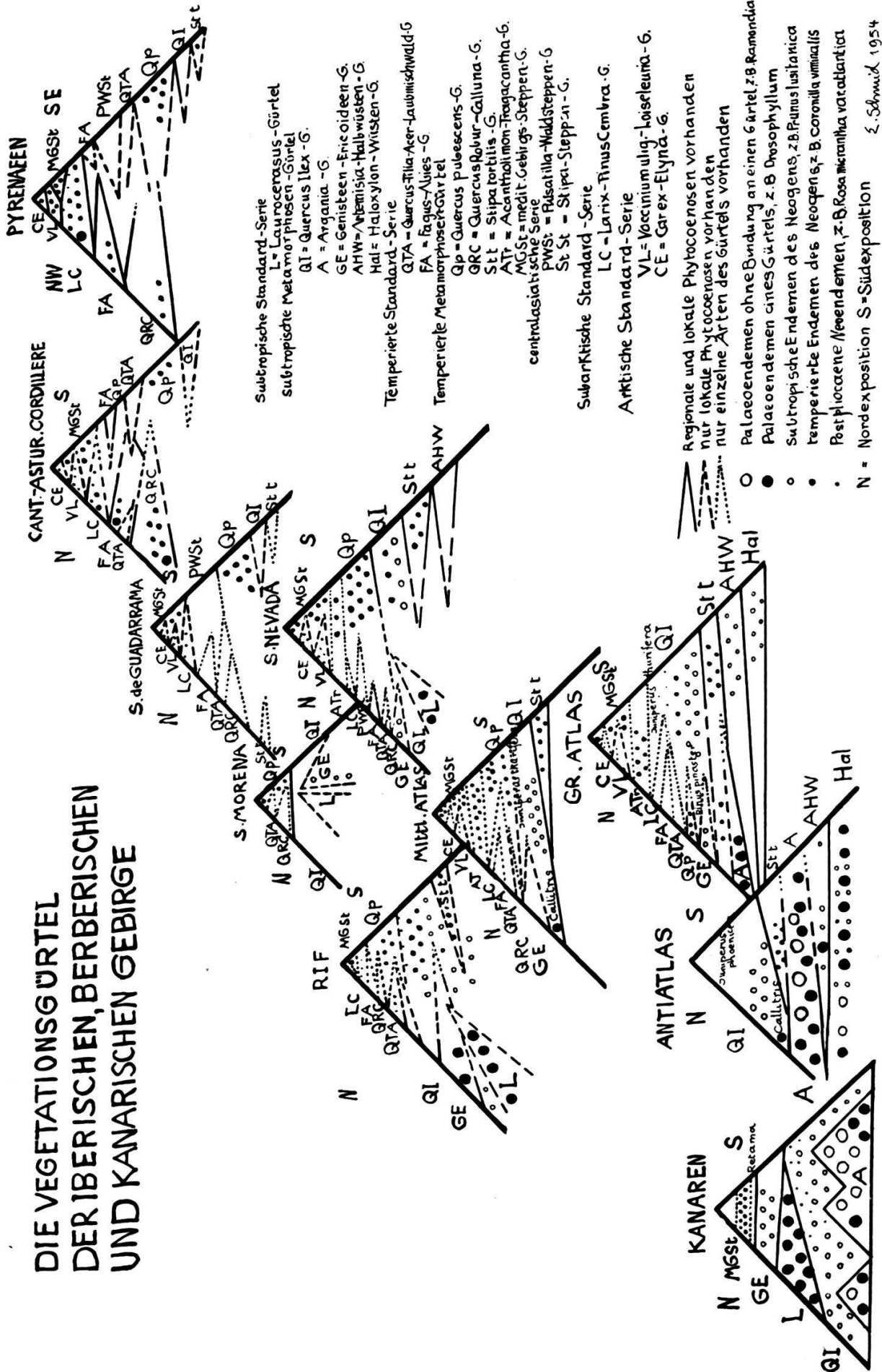
Das Gebiet des Atlas, des Rif und der Bätischen Kordillere wird vom Quercus ilex-Gürtel beherrscht. An ihn schließen sich südwärts an der Argania-, der Artemisia-Halbwüsten- und der Haloxylon-Wüstengürtel. Im südlichen, zentralen und östlichen Iberien dominiert der Quercus pubescens-Gürtel mit seinen verwandten, dem Stipa tortilis-, dem Acantholimon-*Tragacantha*- und dem mediterranen Gebirgssteppen-Gürtel. Den atlantischen Westen der Halbinsel und den ozeanischen Nordwesten Afrikas beanspruchen Genisteo-Ericoideen- und Quercus robur-Calluna-Gürtel. Im Nordosten ist das Hauptgebiet der temperierten bis arktischen Standardgürtel und der Reste der Waldsteppe und der Steppe der osteuropäischen und zentralasiatischen Trockengebiete. Die Kanarischen Inseln mit ihrer klimatischen und orographischen Vielfältigkeit spielen als Refugien der subtropischen Gürtel eine ähnliche Rolle wie der atlantische Küstensaum (vgl. Fig. 2).

Die Verschiebungen der Vegetationsgürtel seit der Eiszeit

Die subtropischen Trockenwaldvegetationen des Quercus ilex- und des Argania-Gürtels sind heute vom Menschen auf große Strecken hin vernichtet. Vegetationsfragmente und einzelne Arten des Steineichen-gürtels ohne Isolationsneoendemen aus der Wärmezeit finden wir im feuchten Nordiberien. Während des ausgehenden Atlantikums wurde dieser Gürtel in den Gebirgen herabgedrückt und an der Nordgrenze reduziert. In der Wärmezeit hat er seine nördlichsten und höchsten

Abb. 2. Verteilung der Vegetationsgürtel in den westmediterranen Gebirgen.

DIE VEGETATIONSGÜRTEL DER IBERISCHEN, BERBERISCHEN UND KANARISCHEN GEBIRGE



Standorte erreicht, mußte aber an der Südgrenze der Halbwüste weichen. Bei seiner Verschiebung nach Norden hat er wohl, wie in früheren Zwischeneiszeiten, temperierte Elemente des *Quercus pubescens*-Gürtels aufgenommen. Während der Eiszeit ist er in die Sahara vorgestoßen. Er verfügt heute über die größten Arten- und Repräsentationstypen-Garnituren. *Artemisia*-Halbwüsten- und *Haloxylon*-Wüsten-Gürtel sind entsprechend verschoben worden und haben in der Wärmezeit Südost-Iberien erreicht. Die aus der Wärmezeit sich ergebenden Änderungen haben keine Regressionsendemien gebildet.

Die Stammflora der subtropischen Gürtel, der *Laurocerasus*-Gürtel, welcher die Nordhemisphäre umschließt, ist im Gebiet sehr reduziert und in der atlantischen Zeit, wie die Funde in der Bätischen Kordillere zeigen, um ein wenig verbreiteter gewesen, jedenfalls ausgedehnter als in der Wärmezeit und mehr noch als in der Eiszeit. Verglichen mit den Refugien in der Kolchis und im nordpersischen Gebiet ist die Vertretung sehr gering, noch geringer als im Balkan. Der Relikt-Endemismus ist hochwertig.

Die Serie der temperierten Trockenvegetationen keilt sowohl nach Süden wie nach Norden aus, mit dem Unterschied, daß im Süden die Gürtel miteinander in weichen Kontakten stehen, während im Norden Keile mesophiler Vegetationen mit hartem Kontakt sich dazwischenschieben. Diese Gürtel, in erster Linie der *Quercus pubescens*-Gürtel, zeigen in ihren Phytozönosen recht vollständige Garnituren von Arten und Repräsentationstypen und eine sehr gute Verankerung der Gattungen in dem ganzen Bereich. In der atlantischen Zeit sind diese Vegetationen vor denjenigen des Laubmischwaldgürtels, des *Quercus robur*-*Calluna*- und des *Genisteae*-*Ericoideae*-Gürtels zurückgewichen. In der Wärmezeit waren die Gürtel maximal nach Norden vorgeschoben. Endemismen aus dieser Zeit fehlen mit Ausnahme der zahlreichen anthropogenen Rassen. In der Eiszeit gelang es nur dem mediterranen Gebirgssteppen-Gürtel, in trockeneren Phasen nach Norden vorzustoßen. Die Grenzen, über welche hinaus diese Vorstöße gediehen, sind heute erkennbar an den Vorkommnissen der alten, autochthonen Flora (z. B. in den Cevennen), über die hinaus nur eine relativ kleine Artenzahl gelangte. Aus diesen eiszeitlichen Reliktstandorten sind zahlreiche Reliktendemien bekannt.

Die temperierten Standardgürtel, der *Fagus*-*Abies*- und der *Quercus*-*Tilia*-*Acer*-Laubmischwald-Gürtel, die alten Bastionen mesophiler Wälder der Tertiärzeit, sind gegenüber dem Balkan schlecht vertreten, auch wenn man die Ausmerzungen durch Klimaveränderungen und durch den Einfluß des Menschen abrechnet. Gegenüber der mächtigen Beteiligung der Trockengürtel treten sie sehr zurück. Im Atlantikum war ihnen das Klima sehr günstig und in den Gebirgen haben sie wohl damals umfang-

reiche Bestände gebildet, während die Wärmezeit sie nur an besonders feuchten Lokalitäten mit maritimem, bzw. Gebirgsklima erhalten hat. Vollends in der Eiszeit war ihre Vertretung bis auf fleckenweise Vorkommnisse an feuchten geschützten Stellen eingeschränkt, wobei auch Nordafrika als Refugium beteiligt war. Jedenfalls waren die Regenerationskerne, an der heutigen Verbreitung abgemessen, nicht so groß wie im Balkan.

Die zentralasiatischen Xeromorphosen, der Pulsatilla-Waldsteppen-Gürtel und der Stipa-Steppen-Gürtel, sind heute durch den Menschen begünstigt; sie konnten sich im Atlantikum an manchen Stellen südlich bis in die Bätische Kordillere erhalten. Die Wärmezeit war ihnen weniger günstig als den mediterranen, temperierten Tropen- und Subtropengürteln, während die Eiszeit mindestens den Waldgürtel bis an den Südrand der Halbinsel vortrieb. Doch sind aus dieser Zeit nur recht wenig umfangreiche Vertretungen zurückgeblieben, deren Reliktendemismus taxonomisch so hochwertig ist, daß er zum Teil auf frühere Eiszeiten zurückgehen dürfte.

Die atlantischen Floren und Vegetationen, der temperierte *Quercus robur*-Calluna- und der subtropische Genisteen-Ericoideen-Gürtel, waren im Atlantikum maximal entwickelt, haben aber keine Reliktendemismen zurückgelassen, dagegen weiche Kontakte mit dem Laubmischwald- und dem Flaumeichen-Gürtel und Hybriden im Übergangsbereich. Hybridogene Arten aus diesem Kontakt rühren wohl aus früheren Interglazialzeiten her. In der Wärmezeit waren diese Gürtel maximal reduziert und in der Eiszeit wohl nur in der Meeresnähe und in einem gegenüber heute bedeutend kleineren Gebiete vorhanden.

Der subarktische Standard-, der *Larix-Pinus cembra*-Gürtel, ist heute im Süden nur durch einzelne Spezies und kleine Fragmente lokaler Phytozönosen vertreten. Das Atlantikum war für ihn günstiger; die Wärmezeit dagegen hat ihm große Gebiete genommen. Das Maximum der Verbreitung fällt in die Eiszeit. Reliktendemismen, darunter höherwertige, die wohl in frühere Eiszeiten zurückweisen, sind ziemlich häufig.

Ähnlich verhalten sich die beiden arktischen Gürtel, deren Bestände im Atlantikum gegenüber heute etwas vermehrt, in der Wärmezeit minimal und in der Eiszeit maximal waren. Auch hier zeigt sich ein Besitz an Reliktendemismen geringerer und höherer taxonomischer Wertigkeit.

Die Ökumene

Die Florenwerke und Vegetationsbeschreibungen, besonders diejenige von WILLKOMM (1896) erlauben uns die Veränderungen der Vegetation durch den Menschen zu ermitteln, indem wir mit dem heutigen Zustande vergleichen. Die Unterschiede aus den letzten Jahrzehnten

sind sehr bedeutend und sind allein durch den Menschen hervorgebracht worden, während bei den Veränderungen seit der Wärmezeit auch das Klima beteiligt ist. Der zerstörende Einfluß nimmt mit der soziologischen Evolution zu. Alle Vegetationsgürtel von den subarktischen bis zu den subtropischen Trockengürteln werden erfaßt, am wenigsten der *Laurocerasus*-Gürtel, am meisten der Flaumeichen- und der *Quercus ilex*-Gürtel. Die geringere Konkurrenz an den vom Menschen geschaffenen Standorten läßt die Individuenzahlen gegenüber der natürlichen Vegetation größer werden. Die Variabilität der Arten ist groß und deutet auf eine lange Dauer des anthropogenen Einflusses. Bekannt sind die Weizenrassen Spaniens, welche nordwärts die Pyrenäen nicht überschreiten. Domestikationsrassen sind sehr zahlreich, relativ reicher als in der Spontanflora, da die Rassenbildung in der Domestikation beschleunigt ist. Die Areale der Anthropochoren sind, mit Ausnahme der Selbstversorgergebiete in den Gebirgen, wie im Rif, beträchtlich ausgeweitet. Die Veränderungen durch den Menschen sind an den trockenen Stellen nicht sehr augenfällig, da von den Fragmenten echter Steppe zu den Kultursteppe allmähliche Übergänge vorhanden sind. Spanien, das bis auf den Südosten als Waldland bezeichnet werden muß (DEL VILLAR 1930), ist heute im trockenen Teil entwaldet. Gewiß hat der Mensch in den schon im Neolithikum besiedelten Gebieten wärmezeitliche Vegetationsreste konserviert. Mit dem auf die Wärmezeit folgenden feuchteren und kühleren Klima setzte gleichzeitig die Zerstörung der Wälder ein, so daß die wärmezeitliche Physiognomie der Vegetation an diesen Stellen erhalten blieb. Getreide und Ölbaum bilden hier die charakteristischen Kulturen, da sie nur auf saisonmäßige, bzw. geringe Niederschläge Anspruch machen.

LITERATURVERZEICHNIS

- BARBEY, A.: A travers les forêts de Pinsapo d'Andalousie. Paris 1931.
BRAUN-BLANQUET, J.: La Chênaie d'Yeuse méditerranéenne. Montpellier 1936.
— La végétation alpine des Pyrénées orientales. Barcelona 1948.
— Irradiations européennes dans la végétation de la Kroumirie; in «Vegetatio», Vol. IV, Fasc. 3, 1953.
BUCK, W. J.: Die spanische Edeltanne, *Abies Pinsapo*. Mitt. D.D.G. 21, 1912.
CEBALLOS, L., y BOLANOS, M. M.: El pinsapo y el abeto de Marruecos. Madrid 1929.
— Estudio sobre la vegetación forestal de la provincia de Cádiz. Madrid 1930.
— y ORTUNO, F.: Vegetacion y Flora Forestal de las Canarias occidentales. Madrid 1951.
CUATRECASAS, J.: Die Verbreitung von *Fagus silvatica* auf der Iberischen Halbinsel. In Rübel, Die Buchenwälder Europas. Veröff. Geobot. Inst. Rübel 8, 1932.
CZECZOTT, H.: A contribution to the knowledge of the flora and vegetation of Turkey. Fedde Rep. Beihefte 57, 1, 1938.
DUBUIS, A., et FAUREL, L.: Essai sur la flore montagnarde du Djurdjura: Endemisme et affinités floristiques; in «Trav. Bot. déd. à R. Maire». Alger 1949.

- Tome II des «Mémoires hors-série de la Soc. Hist. Nat. de l'Afrique du Nord».
- FAVARGER, C.: Polyploidie et vicariance dans la flore alpine. Archiv d. Julius-Klaus-Stiftung f. Vererbungsf. Socialanthropol. u. Rassenhygiene. Bd. 25, Heft 3/4. Zürich 1950.
- FERNANDEZ, A.: Sur la phylogénie des espèces du genre *Narcissus*. Boletim da Sociedade Broteriana. Vol. XXV, 2. Sér. Coimbra 1951.
- FOSBERG, F. R.: Derivation of the Flora of the Hawaiian Islands; in «Insects of Hawaii», by E. C. Zimmermann, Vol. I, Introduction. 1948.
- GAUSSEN, H.: Végétation de la Moitié orientale des Pyrénées. Paris 1926
- KÜMMEL, KÄTHE: Die Stellung Südfrankreichs und der Krim im west- und ost-mediterranen Vegetationsstufenprofil. Bonn 1949.
- KUSAN, F.: Über die Verbreitung und die Verwandtschaftszugehörigkeit des Zwergwacholders in Jugoslawien. Jahrb. des biol. Inst. in Sarajevo, Tom 5, 1952 (kroatisch).
- LEMÉE, GEORGES: Contribution à la connaissance phytosociologique des confins saharo-marocains. Vegetatio Vol. IV. Fasc. 3. 1953.
- LINDBERG, H.: Itinera mediterranea... Acta soc. sci. fenn. n.S.B., Tome 1, 2, 1932.
- MAIRE, R.: Deuxième contribution à l'étude de la flore du Djurdjura. Bull. de la Soc. d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, 1916.
- Etude sur la végétation et la flore du Grand Atlas et Moyen Atlas marocain. Mémoire Soc. sc. nat. du Maroc, 1924.
- Origine de la flore des Montagnes de l'Afrique du Nord. Mém. Soc. de Biogéogr. Tome II, 1928.
- Sur la végétation et la flore de l'Atlas rifain central. Bull. Soc. Hist. Natur. de l'Afrique du Nord, Tome XX, 1929.
- MAIRE, R., et ÉMBERGER, L.: La végétation de l'Anti-Atlas occidental. Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences, Tome 200, 1935.
- MAIRE, R. et WILCZEK, E.: Sur la végétation du Sahara occidental. Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences 200, 1935.
- MEUSEL, H.: Über Wuchsformen, Verbreitung und Phylogenie einiger mediterran-mitteleuropäischer Angiospermen-Gattungen. Flora. Bd. 139, 1952.
- PRITZEL, E., und BRANDT, M.: Vegetationsbilder aus der Sierra Nevada in Südspanien. Engl. Bot. Jahrb., Beiblatt 116, 53, 1915.
- QUÉZEL, P.: Contribution à l'étude de la flore du Grand Atlas oriental. Soc. Sc. Nat. Maroc., Rabat 1951.
- Contribution à l'étude phytosociologique et géobotanique du Grand Atlas calcaire. Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc 50, 1952.
- Contribution à l'étude Phytosociologique et géobotanique de la Sierra Nevada. Mém. da Socied. Brot. Vol. IX. Coimbra 1953.
- RICHARDS, P. W.: Tenth International Phytogeographical Excursion. «Nature», Vol. 172, p. 566, Sept. 26, 1953.
- ROI, JACQUES, S. I.: Les espèces eurasiatiques continentales et les espèces boréo-alpines dans la région méditerranéenne occidentale. Comm. 55 St. Intern. de Géobot. médit. et alpine Montpellier. Toulouse 1937.
- ROTHMALER, W., und de CARVALHO e VASCONCELLOS, J.: *Betula celtiberica* Rothm. et Vasc. Ein Beitrag zur Systematik der westeuropäischen Birken. Bolletim da Sociedade Broteriana, Vol. XIV, 2. Ser. Instit. Bot. da Universidade da Coimbra, 1940.
- SAPPA, F., e RIVAS GODAY, S.: Contributo al Interpretazione della Vegetazione dei Monegros. Boll. dell'Istituto et Orto Bot. dell'Università di Torino, Fasc. I, 1954.
- RUPF, E.: Beiträge zur Chorologie des Laubmischwaldgürtels. Decheniana, Bd. 107. Bonn 1953.
- SCHMID, E.: Beiträge zur Flora der Insel Sardinien. Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. in Zürich, 78, 1933.
- Prinzipien der natürlichen Gliederung der Vegetation des Mediterrangebietes. Ber. Schweiz. Bot. Ges., Band 59, 1949.

- Natürliche Vegetationsgliederung am Beispiel des Spanischen Rif. Rübel, E., und Lüdi, W., Ber. über d. Geobot. Forschungsinstitut Rübel in Zürich f. d. Jahr 1951. 1952.
- Beiträge zur Flora und Vegetation der Kanarischen Inseln. Rübel, E., und Lüdi, W. Ber. über d. Geobot. Forschungsinstitut Rübel in Zürich 1953. 1954.
- Gattungsanalysen der illyrischen Vegetationsgürtel. Jahrb. Biol. Instit. Sarajevo. Jg. V (1952), Heft 1—2.
- TRABUT, L.: Le Sapin du Maroc (*Abies marocana* Trab.). Bullet. de la Station de recherches forestières du nord de l'Afrique. Tome I, Fasc. 4, 1916.
- VICIOSO, C.: Revision del Genero «*Quercus*» en España. Madrid 1950.
- VILLARS, E. H. del: Les Sols méditerranéens en Espagne. Madrid 1930.
- Types de Sol de l'Afrique du Nord. Fasc. I. Rabat 1947.
- WILLKOMM, M.: Über die atlantische Flora, ihre Zusammensetzung und Begrenzung. In Lotos, Jahrb. f. Nat. Wiss. N. F. Bd. V, 1884.
- Grundzüge der Pflanzenverbreitung auf der Iberischen Halbinsel, in «Die Vegetation der Erde». Leipzig 1896.
- WILLKOMM, M., et LANGE, I.: Prodrum Florae Hispanicae. Stuttgartiae 1870—1880.