

Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 24, 163-177. Hannover 2012

Flora und Vegetation in Hochgebirgen der Iberischen Halbinsel: Eine biogeographische Untersuchung

– Javier Loidi, Juan Antonio Campos, Gonzalo García-Baquero, Idoia Biurrun, Itziar García-Mijangos und Mercedes Herrera, Bilbao (Spanien) –

Abstract

A biogeographical survey of the Iberian mountains is carried out by means of its high mountain flora. 858 taxa have been identified as those which live exclusively or preferently in the upper vegetation belts of the six main Iberian mountain systems. This means that ca. 14% of the Iberian flora is living in 8.14 % of the total territory (that above 1,200 m a s l). The chorological and phytosociological spectra of this flora in the Pyrenees and the Cantabrian Range is similar to that of the mountain flora of the European mountains belonging to the Alpine System. The other four mountain groups bear a characteristic oromediterranean component, which increases towards the south. All the Iberian mountains present an important group of Arctic-Boreal and European orophilic species, most probably as a result of the influence of the Pleistocenic glaciations. Those elements decrease their representation in the southern ranges. The mountain flora shared with the North African mountains (Rif and Atlas) is much scarcer indicating a much older land connection. The endemic rate is very high (54% of the considered flora) and is maximal in the Baetic Ranges and in the Pyrenees.

1. Einleitung

Die Iberische Halbinsel stellt den am weitesten westlich gelegenen Teil Europas dar und umfasst eine Fläche von 583.254 km². Umspült von Atlantik und Mittelmeer und aufgrund ihrer isodiametrischen Kontur sowie ihres tektonischen Aufbaus bildet sie in gewisser Weise einen eigenen kleinen Kontinent, der mit Europa nur durch eine Landenge – die Gebirgskette der Pyrenäen (Abb.1) – verbunden ist. Diese geographischen Gegebenheiten bestimmen die Situation der Iberischen Halbinsel in Europa: Auf der einen Seite ist die Halbinsel isoliert, auf der anderen stellt sie als Landfragment sozusagen den Übergang von Europa nach Nordafrika dar. Sie bildet eine Inselbrücke zwischen den beiden Kontinenten, welche – zeitlich wechselnd – zu gegenseitigen Beziehungen geführt hat. Auswirkungen dieser besonderen geographischen Lage sind in allen Aspekten iberischer Diversität deutlich zu erkennen, sowohl in der Flora, der Vegetation, der Fauna und in den Ökosystemen, aber auch in den anthropogenen Bereichen wie Geschichte, Kultur, Kunst und Ethnographie.

Die Iberische Halbinsel weist eine bemerkenswerte orographische Struktur auf: Als Grundgerüst der Hochgebirge dient eine riesige Hochebene mit einer Ausdehnung von etwa 220.000 Quadratkilometern und einer durchschnittlichen Höhenlage von 700 m ü. NN. Ein beträchtlicher Flächenanteil der Gebirge liegt in Höhenlagen über 1000 m ü. NN und beherbergt eine artenreiche Flora, die von Pflanzenfamilien subalpiner und alpiner Elemente geprägt ist. Eine genaue biogeographische Analyse der auf den einzelnen Gebirgsmassiven heimischen Gebirgsflora und ihrer Vegetation – sowohl inter-iberisch als auch extra-iberisch – erweitert nicht nur die Kenntnis über die aktuellen Verhältnisse, sondern auch über das Migrationsverhalten jeweiliger Pflanzenarten. Ferner liefert sie Hinweise über die jüngste

Florenzentwicklung. Sie gibt weiterhin Auskunft über das Wanderungs-Verhalten der Pflanzen, etwa während der Formierung des Betisch-Rifenischen Gebirgsbogens, während der Messinischen Salinitätskrise im Mittelmeer oder während der Eiszeiten im Pleistozän (URARTE 2003).

Für das Klima der Iberischen Halbinsel sind ebenfalls große regionale Unterschiede charakteristisch (CAPEL MOLINA 2000). So kennzeichnet zum Beispiel den Küstenstreifen im Norden der Halbinsel am Kantabrischen Meer ein ganzjährig feuchtes, regnerisches, aber gemäßigtes Klima, welches nach Süden hin graduell mediterrane Züge annimmt mit zunehmend trockeneren Sommern. In den Gebirgsregionen ist ebenfalls eine graduelle Höhenabstufung festzustellen, die allerdings durch orographisch bedingte Niederschläge abgeschwächt wird, welche in jedem Gebirge vorkommen. Weitere Einteilungskriterien sind die Kontinentalität des Klimas, wobei Differenzen der Durchschnittstemperaturen zwischen kältesten und wärmsten Monaten des Jahres die Referenzpunkte bilden (siehe Verzeichnis Ic RIVAS-MARTÍNEZ 2007) oder auch die Temperaturamplituden, welche immer größer werden, je weiter man ins Landesinnere vordringt. Der Grad der Kontinentalität wirkt sich auch auf das Höhengefälle der Temperaturen aus, das normalerweise in den ozeanischen Gebirgen ausgeprägter ist als in den kontinentalen Regionen. Außerdem entwickeln sich in den Hochgebirgszonen der ozeanisch geprägten Gebirge mit ihren seltenen warmen Sommern im Vergleich zu Hochgebirgszonen mit kontinentalem Klima entsprechende Vegetationstypen mit geringer Biomasse und Vielfalt. Konkret sichtbar wird dies in der subalpinen Höhenstufe (= Oromediterrane Stufe), wo die Gebirge in kontinentalen Lagen typische Nadelwälder besitzen, während sie in ozeanischen Klimabereichen nur Gebüsch-Formationen tragen.

Die Biogeographie ist die Wissenschaft der Verbreitung von Lebewesen auf der Erde in Raum und Zeit. Sie fragt nach der Ausbreitung und der Verbreitung von Pflanzenarten und deren Lebensgemeinschaften, vor allem nach den räumlichen Mustern und Prozessen ihrer Populationen, Lebensgemeinschaften und Biome (BROWN & LOMOLINO 1988). In diesem Sinn soll mit diesem Aufsatz dargestellt werden, wie man die charakteristische Flora der Iberischen Gebirge nach biogeographischen Gesichtspunkten analysieren kann, d.h. jene Flora zu untersuchen, die dort ausschließlich oder vorzugsweise die höheren Hochgebirgsstufen besiedelt: Die Alpine und Subalpine Stufe (Oro- und Criorotemplado sowie des Oro- und Crioromediterráneo nach RIVAS-MARTÍNEZ et al. 2011).

Auf diese Weise sollen die Beziehungen zwischen den verschiedenen Iberischen Bergmassiven einerseits und den benachbarten Bergmassiven in Europa (Zentralmassiv, Alpen usw.) und denen in Nordafrika (Rif, Atlas) dargelegt werden. Dazu wurde speziell die Gebirgsflora gewählt, die auf der Iberischen Halbinsel in Regionen von mehr als 1600 m. ü. NN gedeiht. Einige der beteiligten Pflanzenarten lassen sich allerdings auch in tiefer gelegenen Zonen bis zu 1000 m ü. NN finden. Nicht berücksichtigt wurden Pflanzenarten mit sehr großer Höhenamplitude, also jene Arten, die in der Lage sind, sowohl in niederen, als auch in sehr hohen Regionen zu leben und die deswegen nicht repräsentativ als Hochgebirgspflanzen gelten können.

Bekanntlich kann die Gebirgsflora nach ihrer Herkunft in drei Hauptgruppen eingeteilt werden (KÖRNER 2003):

1. Taxa, die bei der tektonischen Anhebung der Gebirge – also während der Orogenese – lokal entstanden sind, als Konsequenzen auf die mit zunehmender Höhenlage eintretenden klimatischen Veränderungen. In Zentral- und Südeuropa handelt es sich um eine Flora postmiozäner Differenzierung (OZENDA 1985) mit zahlreichen Endemismen und reinen Hochgebirgsarten.
2. Reliktische Pflanzengruppen, wahrscheinlich aus dem Paläogen und Neogen, welche die klimatischen Härten des Pleistozäns überlebt haben. Sie treten immer isoliert auf und fin-

den Schutz in Biotopen mit für sie günstigen Lebensbedingungen. Solche Arten sind als Palaeoendemiten zu werten (FAVARGER 1995).

3. Migranten, die aufgrund einschneidender Klimaschwankungen, z.B. während einer Vereisung, aus anderen Regionen eingewandert sind. So beherbergen die Höhenlagen der Gebirge kryophile Pflanzen aus kalten Regionen und die Tieflagen thermophile Pflanzenarten aus wärmeren und trockeneren Gebieten.

Die Iberischen Gebirge sind reich an Hochgebirgs-Endemiten im strikten Sinn. Dazu zählen auch europäische Hochgebirgspflanzen aus den Gebirgen Zentral- und Südeuropas und solche aus nordafrikanischen Gebirgen. Diese Arten können generell der ersten Kategorie zugeordnet werden, welche während einer Orogenese entstanden ist. Aus der Gruppe 2 gibt es so gut wie keine Vertreter in den aktuellen alpinen und subalpinen Höhenstufen Iberiens. Der Gruppe 3 kann man eine beträchtliche Anzahl von Pflanzen zuordnen, die normalerweise in der Arktischen bzw. der Borealen Zone vorkommen. Diese Arten sind im Zuge der Glazialzeiten nach Südeuropa migriert und fanden nach dem späteren Rückgang der Vereisungen hier in den kalten Höhenlagen der zentral- und südeuropäischen Gebirge einen neuen Lebensraum. Dieses als arktisch-alpine Disjunktion bezeichnete biogeographische Phänomen erstreckt sich praktisch über alle Iberischen Gebirge und reicht sogar – wenn auch schwach – bis in die Gebirge im Norden Afrikas. Die entsprechenden Arten werden als Arko-Boreales Vegetations-Element bezeichnet. Dazu gehören auch die durch jungquartäre Klimaschwankungen verursachten Migrationen vom Typ 3 innerhalb der Hochgebirgspflanzenwelt von einem Gebirge zum anderen (z.B.: alpisch-pyrenäische Disjunktion).

2. Untersuchungsmethoden

Definition der Gebirgsmassive: Die Gebirgsmassive der Iberischen Halbinsel wurden in sechs Hauptgruppen unterteilt und umfassen praktisch alle Gebiete mit Höhenlagen über 1600 m ü. NN (Abb. 1). Ausgenommen wurden einige singuläre Gebirge, deren Gipfel zwar diese Höhe überschreiten, die aber anteilig eine zu geringe Fläche einnehmen. Die sechs Gruppen sind den wichtigsten Gebirgsmassiven zugeordnet und einige von ihnen beinhalten überragende Massive (Tab. 1).

Tab. 1: Hauptgebirgsmassive der Iberischen Halbinsel

	Hauptgebirgsmassive	Darin eingeschlossene Massive	Gipfel (m.ü.NN)	Fläche über 1600 m (km ²)	Gesamtanzahl der Gebirgspflanzenarten
1	Pyrenäen (Pyre)	Pirineos	Aneto 3.404	4.628	580
2	Kantabrische Gebirgskette (KaGe)	Cordillera Cantábrica, Montes de León	Torre Cerredo 2.650	2.260	378
3	Ostiberische Gebirgskette Nord (OsGN)	Demanda, Neila, Urbión, Cebollera, Moncayo	Moncayo 2.316	587	151
4	Ostiberische Gebirgskette Süd (OsGS)	Montes Universales, Albarraçín, Gúdar, Javalambre	Javalambre 2.020	1.115	127
5	Westiberische Gebirgskette (WeGe)	Ayllón, Guadarrama, Gredos, Candelario, Estrêla	Almanzor 2.592	1.658	144
6	Betische Gebirge (BeKo)	Cazorla-Segura, Mágina, Nevada, Baza -Filabres, Contraviesa-Gádor	Mulhacen 3.479	2.334	323



Abb. 1: Hauptgebirgsmassive der Iberischen Halbinsel, von Südfrankreich und Nordmarokko mit den Migrationswegen der Gebirgsflora

Flora: Nach der Analyse einer umfangreichen botanischen Literatur wurden insgesamt 958 Taxa ausgewählt – sowohl spezifische als auch subspezifische –, die ausschließlich in den Gebirgen der Iberischen Halbinsel oder in Höhenstufen über 1600 m ü. NN wachsen, in vielen Fällen aber auch in geringeren Höhenlagen bis zu 1000 m ü. NN. Als wichtigste Informationsquellen und Referenzen zur Iberischen Pflanzenwelt dienten dabei die folgenden Grundlagenwerke: Flora Iberica (CASTROVIEJO et al. 1986-2012), Flora dels Països Catalans (BOLÒS & VIGO 1984-2001) und Flora vascular de Andalucía oriental (BLANCA et al. 2009).

Außerdem wurden zur Verortung der Taxa verschiedene Webseiten benutzt, die umfangreiche Informationen über die Verbreitung von Pflanzenarten enthalten:

— SIVIM: Iberian and Macaronesian Vegetation Information System (<http://www.sivim.info/sivi>)

— ANTHOS: Spanish Plants Information System (<http://www.anthos.es>)

Bei den angefertigten Analysen wurde nicht zwischen den taxonomischen Einheiten Pflanzenart, Unterart und Varietät differenziert, da normalerweise alle drei den Sachbestand für die Kategorisierung in Arten/ für die Klassifizierung als Art/ für die Bestimmung als Art erfüllen. Für jede Pflanzenart wurde die taxonomische Abstammung in Übereinstimmung mit dem Schema der Angiosperm Phylogeny Site (<http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/>) und in Kombination mit dem generellen System im Lehrbuch des “Straßburger” (SITTE et al. 2002) angelegt.

Für die syntaxonomische Interpretation aller ausgewählten Pflanzenarten wurde die Klassifizierung von RIVAS-MARTÍNEZ et al. (2011) benutzt, in der jede Art einer Vegetationsklasse im pflanzensoziologischen System zugeordnet wird. Mit den gewonnenen Informatio-

nen wurde eine Datenbank angelegt, die uns als Grundlage diene. Dabei haben wir folgende Klassifikation vorgenommen:

◆ Analyse der Verteilungsmuster der Pflanzenarten der Iberischen Hochgebirgsflora, differenziert nach verschiedenen Pflanzengemeinschaften oder geobotanischen Elementen.

● Arкто-Boreales Element

● Europäisches Hochgebirgs-Element

● Endemisches Element

— Pyrenäisches Subelement

— Kantabrisch-Pyrenäisches Subelement

— Kantabrisches Subelement

— Ostiberisches Subelement

— Westiberisches Subelement

— Betisches (einschl. Nevadensisches) Subelement

● Iberisch-Nordafrikanisches Element

◆ Analyse der Gebirgsflora hinsichtlich ihrer Präsenz in jedem einzelnen der sechs verschiedenen Gebirgsmassive.

In allen Fällen wurde eine Untersuchung der Familienspektren und des syntaxonomischen Verwandtschaftsgrades jeder Differenzierung vorgenommen, mit dem Ziel, die Beziehungen der genannten Gebirgsmassive untereinander zu dokumentieren.

3. Ergebnisse

3.1 Verbreitung der geobotanischen Elemente

Die Einordnung der 958 untersuchten Taxa in die Hauptelemente der Iberischen Gebirgsflora ist in Tabelle 2 dargestellt. Dabei werden vier Kategorien unterschieden: Zahlenmäßig

Tab. 2: Hauptelemente der Iberischen Gebirgsflora

Biogeographische Gliederung	Anzahl	%
Europäische Verbreitung: Mittel- und südeuropäische Hochgebirgspflanzen	238	25
Europäische Verbreitung: Arкто- Boreal	145	15
Endemiten	522	54
Ibero-afrikanische Arten	53	6

am stärksten vertreten sind die Endemiten, gefolgt von den europäischen Gebirgspflanzen. Im Gegensatz dazu ist das Iberisch-Nordafrikanische Element zahlenmäßig am geringsten vertreten. Bei der Differenzierung der Endemiten (Tab. 3) wird deutlich, dass die betischen Endemiten – also die aus der Sierra Betica in Südspanien – gefolgt von den pyrenäischen die zahlenmäßig größte Gruppe darstellen. Von den betischen Endemiten werden die Nevadensichen Endemiten als Untereinheit differenziert, die ausschließlich in der Sierra Nevada vorkommen und in dieser Gruppe die Mehrheit ausmachen. Ihr Vorkommen hängt mit kiesel-säurehaltigen Substraten der Sierra Nevada zusammen.

Die Arкто-Borealen Elemente und die Europäischen Hochgebirgselemente, also diejenigen, welche die Iberische Halbinsel mit dem europäischen Kontinent in Verbindung bringen,

nehmen in den Iberischen Gebirgen kontinuierlich von Norden nach Süden ab. Sie sind also häufiger in den nördlichen Gebirgsketten anzutreffen als in den zentral und südlich gelegenen Gebirgen (Abb. 2). Dabei gibt es eine Gruppe von Arten, die vorzugsweise auf den west-

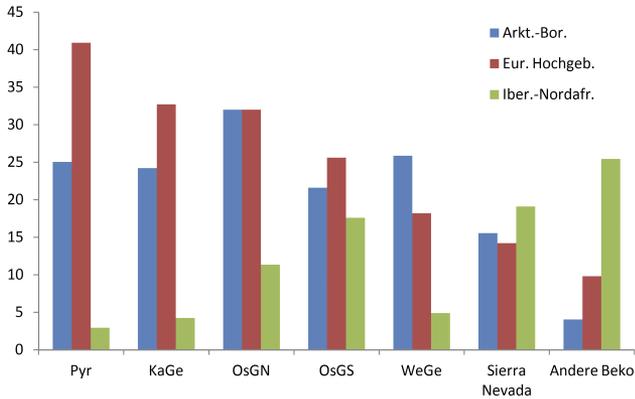


Abb. 2: Prozentuale Verbreitung Arкто-Borealer Elemente sowie Europäischer Hochgebirgs-Elemente und solchen mit Nordafrikanischer Herkunft in den sieben Gebirgsmassiven der Iberischen Halbinsel

lichen Gebirgsmassiven vorkommen und eine andere, die vorzugsweise auf den östlichen Massiven zu finden ist. Zwischen beiden Gruppen sind jedoch klare Unterschiede zu beobachten: Bei den zum Europäischen Hochgebirgselement gehörenden Arten ist eine stärkere Abstufung der Häufigkeit von Norden nach Süden festzustellen, während die Arten des Arкто-Borealen Elements noch eine hohe Präsenz in den Gebirgszügen der zentralen Iberischen Halbinsel aufweisen. Im Gegensatz dazu sind Pflanzenarten, welche die Iberischen Gebirge mit denen in Nordafrika verbinden, prozentual weitaus seltener. Ihr Verbreitungsmuster in den Iberischen Gebirgsmassiven ist dem vorher geschilderten Verbreitungstyp ähnlich, allerdings in umgekehrter Richtung (Abb. 2). Die Endemiten stellen als biogeographisches Element mit 522 Taxa zahlenmäßig den größten Anteil an der Flora der Iberischen Halbinsel und machen 54,5% des Gesamtaufkommens an Gebirgspflanzen aus. Die Gruppe der Endemiten läßt sich noch einmal in 7 Subelemente gliedern, welche sich nur durch ihre Verbreitung und ihr spezielles Vorkommen in den einzelnen Iberischen Gebirgsmassiven unterscheiden, in denen sie entweder exklusiv und selten oder gehäuft vorkommen (Tab. 3).

Tab. 3: Vorkommen von Endemiten auf der Iberischen Halbinsel

Endemiten	Anzahl
Pyrenäen (Pyre)	130
Kantabrien + Pyrenäen	42
Kantabrien (KaGe)	65
Westiberien (WGe)	63
Ostiberien (OsG)	42
<i>BeKo Sierra Nevada</i>	82
<i>BeKo andere</i>	98
BeKo Total	180
Total IH	522

3.2 Analyse der Gebirgsflora der wichtigsten Bergsmassive

Die Anzahl der in jedem der sechs wesentlichen Gebirgsmassive vorhandenen Taxa der Hochgebirgspflanzenwelt korreliert mit der Höhenstufe über 1600 m ü. NN (Tab.1). Dabei treten die Pyrenäen als Gebirgsmassiv mit der reichhaltigsten Gebirgsflora hervor.

Auch die Verbreitung der taxonomischen Pflanzenfamilien folgt einem durch die geobotanischen Elemente bestimmten Muster: Die nordischen arktischen und borealen Pflanzenfamilien sind in den nördlich gelegenen Gebirgen stärker vertreten als in den südlichen – mediterranen Gebirgen, auch wenn dort vermehrt Gefäßsporenpflanzen, also Pteridophyta vorkommen. Sie sind in diesen Gebirgsmassiven im Zentrum der Iberischen Halbinsel wegen der dortigen kieselsäurehaltigen Substrate häufiger möglich und entsprechend auch vertreten. Im Gegensatz dazu finden wir die Pflanzenfamilien mit mediterranem Charakter, insbesondere Lamiaceae und Fabaceae hauptsächlich in den Ostiberischen und Betischen Gebirgen, wo kalkhaltige Böden vorherrschen (Abb. 3).

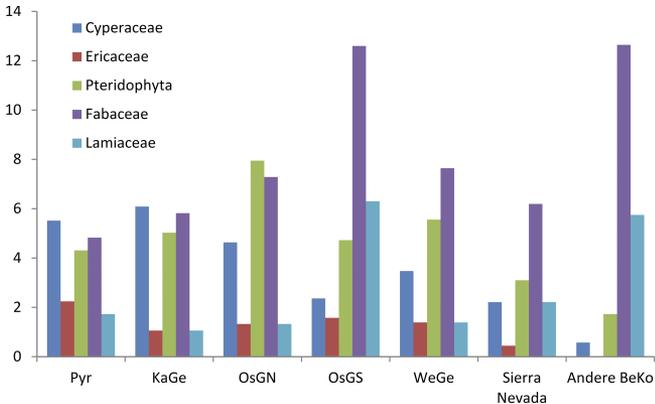


Abb. 3: Prozentuale Verbreitung nordischer bzw. mediterraner Pflanzenfamilien in den Iberischen Gebirgen

Zu den syntaxonomischen Spektren der Flora der sechs Hauptgebirge lässt sich folgendes sagen: Die nordischen, arкто-borealen Gemeinschaften aus der Vegetationsklasse der Vaccinio-Piceetea, der boreal-kontinentalen zwergstrauchreichen Nadelwälder der Vegetationsklasse der Carici-Kobresietea, der subalpin-alpinen Magerrasen über Mischgesteinen sowie die Vegetationsklasse der Kobresio-Seslerietea, der Loiseleurio-Vaccinietea oder der Caricetea curvulae kommen in verschiedenen Abstufungen und Ausprägungen vor allem in den Pyrenäen sowie der Kantabrischen Gebirgskette vor und nehmen von dort aus nach Süden ab (Abb. 4). Die

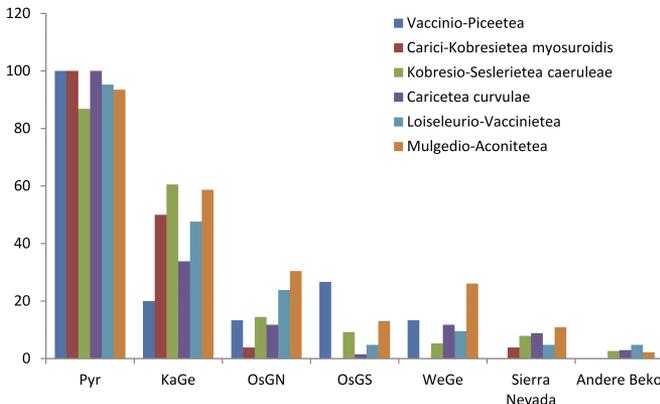


Abb. 4: Prozentuale Vorkommen Arкто-Borealer Elemente in den Iberischen Gebirgen

Pflanzengemeinschaften der mediterranen Gebirgsvegetation sind ebenfalls in den zentral und im Süden gelegenen Gebirgen der Iberischen Halbinsel vertreten, in besonderem Maße sogar in der Sierra Nevada (Abb. 5). Übereinstimmend mit den klimatischen und den Bodenverhältnissen sind die südiberischen Gebirge mit Ausnahme der Sierra Nevada durch ein außergewöhnlich starkes Vorkommen der Pflanzengesellschaften und Vegetationstypen der Vegetationsklasse der Rosmarinetea gekennzeichnet.

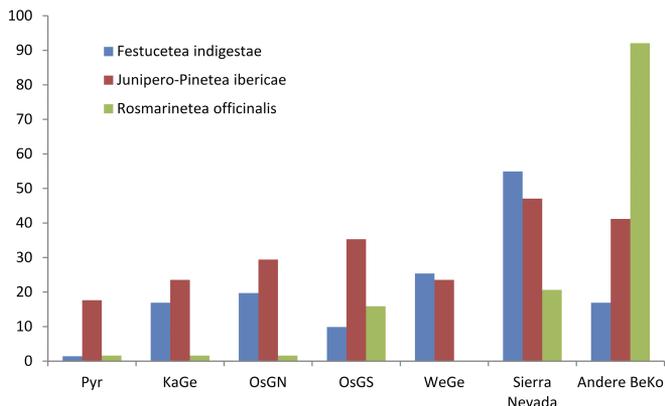


Abb. 5: Prozentuale Vorkommen Mediterraner Elemente in den Iberischen Gebirgen

4. Diskussion

Zunächst sei nochmals darauf hingewiesen, dass die ausgewählten 958 Taxa ungefähr 14% der Gefäßpflanzen der Iberischen Flora ausmachen, welche insgesamt auf ca. 7000 Taxa (Arten und Unterarten) geschätzt wird (CASTROVIEJO 1997). Sie besiedeln jedoch nur 8,14% der Gesamtfläche in Höhenlagen über 1200 m ü. NN. Diese Tatsache verdeutlicht, dass die Iberischen Gebirge generell eine hohe botanische Diversität aufweisen. Alle Hauptvorkommen der iberischen Gebirgsflora liegen also in den ausgedehnten Gebirgsmassiven, wie z.B. in den Pyrenäen (Tab. 1).

Besonders interessant ist die Analyse der Flora, welche die Iberischen Gebirge mit Gebirgen in Zentral- und Südeuropa gemeinsam haben, wie mit den Alpen, Karpaten, dem Apennin und Zentralmassiv sowie mit den nordafrikanischen Gebirgen Rif und Atlas. Die erste Pflanzengruppe ist weitaus umfangreicher (383 Taxa) als die zweite (53 Taxa), wodurch ein viel stärkerer europäischer als nordafrikanischer Einfluss auf die Gebirgsflora der Iberischen Halbinsel deutlich wird. Die geologischen Episoden, die Iberien während der Messinischen Salinitätskrise im Miozän mit dem Norden Afrikas verbanden (HSÜ et al. 1973), lagen vor der Zeit der pleistozänen Vereisungen. Dies bedeutet, dass die Überformung des Landes während des Pleistozän damit aus weitaus jüngerer Zeit stammt und ihre Auswirkungen deshalb deutlicher zu erkennen sind (FAVARGER 1995) – ähnlich wie auch in anderen Teilen Europas.

Bei den hier zu betrachtenden Pflanzenarten, die auch im übrigen Europa vorkommen, können zwei biogeographische Elemente unterschieden werden: Zum einen das Arktoboreale Element, welches in Nordeuropa in der arktoborealen Zone stark vertreten ist, zum anderen das Europäische Hochgebirgselement, das in den europäischen Gebirgen angesiedelt ist und den arktoborealen Raum nicht erreicht (Tab. 2). Der Nachweis arktoborealer Elemente war eines der entscheidenden Argumente für die These, dass die Eismassen im Pleistozän diese Flora von Norden aus nach Südeuropa verdrängt haben und die Pflanzenarten dann beim Rückzug der Gletscher in hohen Bergregionen geeignete Lebensbedingungen fanden und dort bis heute überlebt haben (Arktisch-Alpine-Disjunktion). Auf der Iberischen Halbin-

sel ist das Arko-Boreale Element mit 145 Taxa sehr stark vertreten, die wiederum 15% der gesamten aktuellen iberischen Hochgebirgsflora ausmachen. Seine Streuung über die Iberischen Gebirge ist bemerkenswert (Abb. 2), weil diese Pflanzen nicht etwa – wie man sich vorstellen könnte – am häufigsten in den Pyrenäen oder der Kantabrischen Gebirgskette vorkommen, sondern in den Gebirgen im Nordwesten Iberiens (OsGN). Jedenfalls liegt der Schwerpunkt ihrer Verbreitung im Norden und im Zentrum, während sie gen Süden stark abnehmen, was mit ihrem generellen Verbreitungsmuster im meridionalen Europa übereinstimmt (FAVARGER 1995). Die stetige Abnahme nach Süden wird allerdings durch einige Vorkommen in der Sierra Nevada relativiert, was mit deren extremer Höhe zusammenhängt. Die aktuelle Verbreitung der arko-borealen Flora in den Gebirgen der Iberischen Peninsula ist demnach unverwechselbar durch Auswirkungen der quartären Eiszeiten geprägt.

Das Europäische Hochgebirgselement, das sich praktisch über die Alpen, die Karpaten und andere große Gebirgsketten Europas erstreckt, tritt auch hier in den Iberischen Gebirgen auf und ist mit 238 Taxa häufiger als das Arko-Boreale Florenelement. Seine generelle Verbreitung über die Iberischen Gebirgsmassive folgt also einem Muster der Abstufung in Form eines Nord-Süd Gefälles, wobei die Pyrenäen das größte Aufkommen dieser biogeographischen Gruppe tragen, gefolgt von der Kantabrischen Gebirgskette und dem Iberischen Nord-West-Massiv (OsGN). Die Sierra Nevada bildet wiederum eine Ausnahme in dieser Konstellation. Der Ursprung dieser Pflanzengruppe ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf ihre Anpassung an die Anhebung der Gebirgsmassive in deren orogener Phase zurückzuführen, welche zeitlich vor allem im Neogen, vor der pleistozänen Eiszeit stattgefunden hat. Daher ist diese Gebirgsflora ein Resultat der Anpassung einer arko-tertiären Flora, die vorher in den entsprechenden Territorien beheimatet war. (FAVARGER 1972, 1995, PAWŁOWSKI 1970)

Synthese: Aus einer gemeinsamen Flora hat sich im Zuge der Erhebungen in Zentral- und Mitteleuropa im Neogen eine entsprechende Gebirgsflora herausgebildet. Die Pyrenäen und die Kantabrische Gebirgskette blieben aufgrund ihrer geographischen Lage im Norden der Iberischen Halbinsel in der milden europäischen Klimazone, nördlich der mediterran beeinflussten Klimazone. Dadurch blieben sie klimatisch eng mit den Alpen verbunden und gehören deshalb noch heute in die sogenannte Pan-Alpine Gruppe (OZENDA 1995, 2009). Paul Ozenda beschreibt die Pan-Alpine Gruppe als den „Archipel der Gebirge“, der die derzeitige europäische Gebirgsflora damals unter milden klimatischen Bedingungen hervorgebracht hat. Die Beziehung zwischen den Pyrenäen und den Alpen ist deshalb noch immer besonders intensiv, was sich darin ausdrückt, dass über die Hälfte der Gebirgspflanzen in beiden Gebirgen vorkommt: 61% der Alpenflora existiert auch in den Pyrenäen (FAVARGER 1972, FAVARGER & KÜPFER 1968), während 66% der Pyrenäen-Flora auch in den Alpen anzutreffen ist. Die übrigen Iberischen Gebirge – auch, wenn sie Resultate tektonischer Episoden aus ungefähr dem gleichen Zeitraum darstellen – haben wahrscheinlich einige klimatische Veränderungen im Miozän und im Pliozän durchgemacht, die zu ihrer fortschreitenden Austrocknung führten: diese endete mit der Herausbildung des mediterranen Klimas.

Das zum Zentrum und nach Süden hin abnehmende Vorkommen von Pflanzenarten, die zum Europäischen Hochgebirgs-Element gehören und auch in den Alpen vertreten sind, kann somit als zusätzlicher Hinweis dafür interpretiert werden, dass die fortschreitende Vergletscherung im Pleistozän außer dem Arko-Borealen Element auch das Europäische Hochgebirgs-Element bis auf die Iberische Halbinsel getragen und begünstigt hat. Dies bedeutet, dass die Ansiedlung der entsprechenden Pflanzenarten – wenn sie durch die Eiszeit ausgelöst wurde – noch relativ jung ist, also später stattgefunden hat als die Orogenese und die damit verbundene Herausbildung der oromediterranen Flora während der Entstehung der Gebirge. Dies veranschaulicht das Phänomen der Überlagerung geobotanischer Elemente durch eine erzwungene Migration aufgrund von klimatischen Veränderungen, die bereits durch andere

Autoren festgestellt wurde (FAVARGER 1995). Nur ein sehr geringer Anteil (12) der Taxa, die heute zum Europäischen Hochgebirgs-Element gestellt werden, wanderte über die Meerenge von Gibraltar und fand neue Lebensräume in den nordafrikanischen Gebirgen, z.B. wie *Carex nigra*, *Poa alpina* oder *Nardus stricta*.

Die Flora, welche auch in den Gebirgen Nordafrikas vorkommt, also das Ibero-Nordafrikanische Element, ist auf der Iberischen Halbinsel erheblich weniger vertreten und stellt mit einer Anzahl von 53 Taxa nur 6% der insgesamt in Betracht kommenden Arten. Ungefähr die Hälfte davon ist auf den betischen Gebirgsketten verbreitet. Die andere Hälfte konnte weiter nach Norden vordringen und erreichte in einigen Fällen, wie z.B. *Valeriana apula* und *Ononis aragonensis* sogar die Trockensegmente der Kantabrischen Gebirgskette sowie die der Pyrenäen. Wenn man noch weitere Pflanzenarten berücksichtigt, die so weit nördlich liegende Gebiete erreicht haben, z.B. *Juniperus sabina*, dann wird deutlich, dass das Vordringen der mediterranen Gebirgsflora nach Norden nicht unbedeutend ist, was bereits für den Bereich der Alpenkette nachgewiesen worden ist (AESCHLIMANN et al. 2011). Dieses Muster der Verbreitung könnte mit klimatischen Bedingungen in vorpleistozänen Perioden zusammenhängen, die in Südeuropa zu einem starken Anstieg der Trockenheit geführt haben. Die Spuren sind nicht unbedingt zahlreich, aber eindeutig genug, um dessen Relevanz zu verdeutlichen. Unter den iberisch-nordafrikanischen Elementen dominieren basiphile Pflanzenarten. Ihre Verbreitung markiert einen ostiberischen Migrationsweg. Diese Pflanzengruppe ist durch eine starke Präsenz mediterraner Familien gekennzeichnet, wie der Fabaceae und Lamiaceae (Abb. 3), was wiederum eine Ähnlichkeit mit den biogeographischen Subelementen der Endemismen der meridionalen Iberischen Gebirgsketten (BeKo und OsGS) darstellt. Das Spektrum ihrer syntaxonomischen Verwandtschaft zeigt ein ähnliches Muster: Ein starkes Vorkommen von Taxa aus den Vegetationsklassen der Festucetea indigestae, der Rosmarinetea und der Junipero-Pinetea (Abb. 5), deren mediterranes Profil sehr deutlich ist. Von den biogeographischen Elementen tritt das der iberischen Endemiten am häufigsten auf, welches nachfolgend näher beschrieben wird. Seine Gliederung in verschiedene Subelemente ist in Tab.3 dargestellt.

Zu den iberischen Endemiten ist folgendes zu bemerken:

1. Die große Anzahl (522) und der hohe prozentuale Anteil (54,5%) endemischer Pflanzen an der iberischen Gebirgsflora bestätigen weitgehend die geobotanische Eigenständigkeit der Iberischen Halbinsel (FAVARGER 1972, RIVAS-MARTÍNEZ et al. 1991, SAINZ-OLLERO & HERNÁNDEZ-BERMEJO 1985, MORENO-SAIZ & SAINZ-OLLERO 1992, GIMÉNEZ et al. 2004, PENAS et al. 2005). Von den geobotanischen Subelementen sind das Betische Element (einschließlich Nevadensische Pflanzenarten) und das Pyrenäische Element am zahlreichsten vertreten, das der iberischen Ostgebirge (OsG) am geringsten. Dabei muss festgehalten werden, dass der für die Gebirgsflora der Pyrenäen errechnete Prozentsatz von 22,5% erheblich höher liegt als der von FAVARGER (1972) mitgeteilte Wert von 14%. Für die Sierra Nevada stimmt der von uns ermittelte Prozentsatz von 36% an Endemiten allerdings mit dem Wert überein, den auch der schweizerische Autor errechnet hat. Außerdem ist festzustellen, dass sich die Endemiten der Iberischen Gebirge mehrheitlich auf die subalpinen und alpinen Höhenstufen konzentrieren, insbesondere in den Pyrenäen und der Kantabrischen Gebirgskette. Ein Großteil ist ferner spezialisiert auf felsige Lebensräume bzw. Geröllstandorte. Die Artenlisten der Klasse Asplenieta trichomanis enthalten in den Pyrenäen 19% Endemiten, im Kantabrischen Gebirge sind es 16%. Ähnliche Werte von 19% bzw. 11% gelten für die Thlaspietea rotundifolii. Eine analoge Situation besteht im Vergleich mit den Alpen (PAWŁOWSKI 1970). Bei den Endemiten der Sierra Nevada muss auf die Thlaspietea aufmerksam gemacht werden, die dort mit einem Anteil von 21% auftreten.

2. Die starke phylogenetische Verbindung einiger Endemiten-Gruppen untereinander gilt als Beleg für ihre noch nicht so lange zurück liegende Entstehung und ihre Spezialisierung, welche hauptsächlich durch geographische Isolierung bedingt ist (FAVARGER 1972). Die Orographie der Iberischen Halbinsel ermöglicht zahlreiche Verbindungen zwischen den Hauptgebirgsmassiven durch Sekundärgebirge mittlerer Höhe mit Übergängen zwischen ihnen (Abb. 1). Diese Übergänge wirkten sich vor allem in den Glazialzeiten aus und ermöglichten ein Übersiedeln kälteangepasster Pflanzen von einem Massiv zum anderen. Ein Beweis dafür sind die zahlreichen Vorkommen von Relikten kälteliebender Pflanzen in den Gipfelregionen dieser Mittelgebirge als Spuren ihrer Migrationswege. Die Klimaschwankungen im Quartär verursachten jedoch graduelle Abnahme sowie Unterbrechungen dieser Übergänge, wodurch das hohe Aufkommen vikariierender Pflanzen zu erklären ist, eine in anderen europäischen Gebirgsmassiven – wie den Alpen – übliche Erscheinung (KÜPFER 1974). In diesem Kontext sollte auch die endemische Gattung *Petrocoptis* erwähnt werden, deren zwölf Arten sich praktisch ausschließlich auf die Kantabrische Gebirgskette und die Pyrenäen beschränken (P. MONTSERRAT & FERNÁNDEZ CASAS 1990).

Die Gesamtanalysen der iberischen Gebirgsflora ergeben einige erklärungsbedürftige Resultate: Zunächst ist der Umfang dieser Flora im Verhältnis zur Größe des jeweiligen Gebirgsmassivs zu sehen, wobei die Pyrenäen mit der größten Ausdehnung die meisten Taxa beherbergen und das kleinste Areal, die nordostiberische Gebirgskette (OsGN) die geringste Anzahl aufweist (Abb. 1.). Dieses Resultat erklärt sich nicht nur aufgrund der Ausdehnung, sondern auch aus der großen Anzahl geeigneter Lebensräume. Was die Verbreitung der Familien betrifft, so sind die Pteridophyta in den Iberischen Gebirgen zwar recht gleichmäßig verteilt und sie erreichen ihre größte Dichte in der nordostiberischen Gebirgskette (OsGN) und nicht – wie man vielleicht in einer ersten Hypothese vermuten könnte – in den Pyrenäen (Abb. 3). Die Pflanzenfamilien der Cyperaceae und der Ericaceae sind mit Ausnahme der betischen Gebirge (ohne die Sierra Nevada, wo sie auffällig stark abnehmen) in den einzelnen iberischen Massiven angemessen vertreten. Das Spektrum der Pflanzenfamilien der nördlichen Gebirgsketten – Kantabrisches Gebirge und die Pyrenäen – zeigt also eine deutliche Ähnlichkeit mit dem biogeographischen Spektrum der Alpen (AESCHLIMANN et al. 2004, AESCHLIMANN et al. 2011).

Für die Verbreitung der vorwiegend mediterran verbreiteten Familien der Fabaceae und der Lamiaceae lässt sich eine umgekehrte Situation feststellen, was überdies eine klare Verbindung zwischen den betischen Gebirgen (ohne Sierra Nevada) und den südöstlichen Gebirgsketten (OsGS) (Abb. 3) bedeutet.

Das Vorhandensein von Vegetationsbeständen aus den genannten Vegetationsklassen weist ein Muster auf, bei dem die borealen Gruppen in den Nordmassiven (Pyrenäen und Kantabrische Gebirgskette) und die mediterranen in den Massiven des Südens dominant sind, welche wiederum mit den betischen (ohne Sierra Nevada) und den südöstlichen Gebirgsketten (OsGS) in Verbindung stehen. Die Elemente der oromediterranen, also der Gebirgsmediterranen Höhenstufen, zeigen Verbindungen mit den Massiven des Zentrums (WeGe und OsGN) und der Sierra Nevada (Abb. 4 und 5).

Die Verbreitungsmuster der Pflanzenfamilien und der Vegetationsklassen stimmen absolut mit der Initialhypothese überein, dass die Gebirgsketten des Nordens – die Pyrenäen und die Kantabrische Gebirgskette – in die Gemeinschaft der Alpen Europäischen Gebirgsmassive einzugliedern sind und sie bestätigen damit entsprechende Ausführungen von OZENDA & BOREL (1995) und verdeutlichen ihre Gleichartigkeit mit den Alpen (OZENDA 1985).

Die betischen Gebirgsketten (BeKo) weisen zu dem klare Charakteristika der mediterranen Gebirge auf, die denen der nordafrikanischen Gebirgsketten des Rif- und des Atlas-Gebir-

ges ähneln. Dabei bildet die Sierra Nevada eine Ausnahme, wobei das Vorkommen nordischer Gewächse auf die große Höhe dieses Gebirges zurückzuführen ist. Auch ist ein Einfluss der Weichseiszeit dort nachgewiesen. Die südostiberische Gebirgskette (OsGS) ist durch einen klaren mediterranen Charakter und eine deutliche Beziehung zum betischen Gebirge gekennzeichnet. Die westiberischen Gebirgsketten (WeGe) stehen in enger Beziehung zu den nordwestiberischen Gebirgsketten (OsGN) und besitzen aufgrund der dort angesiedelten Vegetationstypen oromediterraner Vegetationsklassen eine eigene Charakteristik.

5. Schlussfolgerungen

Die Analyse der Verbreitung der iberischen Gebirgsflora, ihrer Spektren der Pflanzenfamilien und pflanzensoziologisch begründeten Verwandtschaft ergibt folgende Schlussfolgerungen:

1. Die Gebirgsflora der Iberischen Gebirge besteht aus 958 Taxa, was ungefähr 14% der gesamtiberischen Flora entspricht. Dies verdeutlicht ihren überdurchschnittlich hohen Artenreichtum im Vergleich zum Mittelwert der gesamten Iberischen Halbinsel, zumal die Gebirgspflanzen ausschließlich oder bevorzugt nur einen geringen Flächenanteil von 8,14 % (Höhenlagen über 1200 m ü. NN) besiedeln. Die Hochgebirgslagen besitzen also die höchste biologische Vielfalt der gesamten Iberischen Halbinsel.
2. Die Beziehung der Iberischen Hochgebirge zu den übrigen Gebirgen auf dem europäischen Kontinent ist durch das Vorkommen arktisch-borealer Elemente und durch Elemente der europäischen Gebirgsflora stärker als die Verbindung zu den Gebirgen in Nordafrika. Dies lässt sich durch die aktuellen geographischen Gegebenheiten begründen; aber auch tektonische und klimatische Einflüsse aus dem Neogen und dem Pleistozän sind Ursachen dafür.
3. Ein erheblicher Teil dieser Pflanzenarten (145 Taxa) besiedelt arktisch-boreal geprägte Habitats und verteilt sich somit ungleichmäßig bis in den Süden über die Iberischen Gebirge. Die heutigen Kleinareale zeigen eine deutliche Beziehung zur Vergletscherung während der Würmeiszeit. Es gilt daher als sehr wahrscheinlich, dass solche Pflanzen – ähnlich wie in den Alpen und anderen europäischen Gebirgen – während der Eiszeiten im Pleistozän mit dem Vordringen der Gletscher auf die Iberische Halbinsel gelangten.
4. Pflanzen, die dem Europäischen Hochgebirgs-Element zugehören und die auch in anderen europäischen Gebirgen, speziell in den Alpen mit genau 238 Arten vorkommen, sind also in den Iberischen Gebirgen zahlreicher vertreten als Arten mit arktisch-borealer Verbreitung und kommen hauptsächlich in den nordiberischen Gebirgsketten vor. Daraus folgt, dass diese Gebirge der Gruppe der alpinen Massive Südosteuropas zugeordnet werden können. Dieses Element ist ebenfalls durch den Einfluss der Gletscher in die zentralen und südlichen Iberischen Gebirgsketten gelangt.
5. Die beiden oben angeführten Elemente sind über zwei Hauptwege auf die Iberische Halbinsel vorgedrungen: Der westliche führte über die silikatischen Massive im Westen der Halbinsel und der östliche vor allem in die mediterranen und betischen Gebirge; letzterer Weg wurde vor allem von basiphilen Pflanzen bevorzugt.
6. Das Iberisch-Nordafrikanische Element ist mit insgesamt 53 Arten zwar weniger zahlreich aber sehr gestreut über weite Gebiete der Iberischen Halbinsel verbreitet, einige Pflanzenarten davon findet man sogar im Norden. Die evolutive Entstehung von Pflanzen dieses Elements wird zeitlich früher eingeordnet als die der beiden zuvor genannten Gruppen. Dies geschah wahrscheinlich in der Endphase des Neogen, als sich die Meerenge von

Gibraltar schloss und als während der Messinischen Salinitätskrise das Klima eine starke Mediterranisierung erfuhr.

7. Genau 522 Pflanzenarten sind Endemiten und damit sind sie zahlenmäßig das stärkste Element. Man unterteilt diese Gruppe in sieben Subelemente. Eine besondere Rolle spielen dabei Neoendemiten, die evolutiv jüngeren Ursprungs sind und in verschiedenen Höhenregionen der Gebirge vorkommen.
8. Bei der Analyse der Familien-Spektren und der phytozoologischen Verwandtschaft der Gebirgsflora der Pyrenäen und der Kantabrischen Gebirgskette wird ein starker Konnex zum sogenannten Alpin-Europäischen System deutlich, zu dem die Gebirgsmassive Zentral- und Südeuropas gestellt werden, also die Alpen, das französische Zentralmassiv, der Apennin, die Karpaten und die Gebirge des Balkan. Man kann davon ausgehen, dass beide Gebirgsketten seit ihrer Orogenese Teile des alpinen Gebirgsbogens waren
9. Die nordostiberische Gebirgskette (OsGN) weist ebenfalls starke Gemeinsamkeiten mit dem Alpin-Europäischen System auf, wo nach man sie diesem ebenso zurechnen könnte. Andererseits zeigen sich hier aber auch viele Gemeinsamkeiten mit der westiberischen Gebirgskette (WeGe).
10. Die Betische Gebirgskette (BeKo) beheimatet die meisten Endemiten und hat viele Gemeinsamkeiten mit der südostiberischen Gebirgskette (OsGS). Beide Gebirgsmassive sind gekennzeichnet durch einen gemeinsamen Artenstock und das Vorkommen verwandter typisch mediterraner Vegetationsformationen und Vegetationseinheiten.
11. Die Sierra Nevada inmitten der Betischen Gebirgskette stellt aufgrund ihrer überragenden Höhe und ihrer vorwiegend kieselsäurehaltigen Substrate eine wesentliche Ausnahme dar. Darin liegt auch begründet, dass besonders in der Sierra Nevada einige Elemente des Alpin-Europäischen Systems sowie aus dem Zentraliberischen Massiv auftreten. Diese fehlen jedoch in den anderen Teilen des Betischen Gesamtgebirges.

Zusammenfassung

Diese biogeographische Studie der Iberischen Gebirge basiert auf der Analyse ihrer Hochgebirgsflora. Es wurden insgesamt 958 Taxa aus den höchsten Stufen der sechs wichtigsten Iberischen Bergmassive ausgewählt, welche Unterschiede zu einander aufweisen. Die Hochgebirgspflanzen machen ca. 14% der iberischen Flora aus, sind aber nur auf 8,14% des gesamten Territoriums der Iberischen Halbinsel zu finden. Dabei wurden nur Flächen in Höhenlagen über 1200 m ü. NN berücksichtigt. Die Analyse des chorologischen Spektrums dieser Arten und ihrer syntaxonomischen Beziehungen ergibt starke Ähnlichkeiten der Gebirgsflora von Pyrenäen und dem Kantabrischen Gebirge mit den Gebirgen des Alpin-Europäischen Systems. Obwohl alle Iberischen Gebirge infolge der pleistozänen Vereisungen relativ hohe, jedoch nach Süden hin abnehmende arktisch-boreale und europäische Hochgebirgspflanzenarten beheimaten, besitzen die höchsten vier Bergmassive (siehe Tab. 1) ein oromediterranes Element, welches nach Süden hin immer ausgeprägter in Erscheinung tritt. Die Gemeinsamkeiten der Floren dieser vier iberischen Gebirge mit derjenigen des nordafrikanischen Rif- und Atlas-Gebirges sind nicht sehr ausgeprägt, jedoch ein Zeichen dafür, dass es frühere iberisch-nordafrikanische Landverbindungen gegeben haben dürfte. Der Anteil an Endemiten ist hier allgemein sehr groß und beträgt 54% der gesamten dortigen Hochgebirgsflora. Insgesamt ergibt sich eine recht hohe Eigenständigkeit der einzelnen Bergsysteme auf der Iberischen Halbinsel.

Danksagung

Für zahlreiche Informationen möchten wir uns bei unseren spanischen Kollegen bedanken, insbesondere bei Silvia López Udias, die uns freundlicherweise wichtige Unterlagen über die Verbreitung vieler Pflanzenarten bereitgestellt hat. Die Realisierung unserer Arbeit wurde durch Mittel und Förderungen aus dem Forschungsfond IT299-10 der Baskischen Regierung für Forschungsgruppen CGL2009-13317-C03-02 und dem spanischen Ministerium für Wissenschaft und Innovation (MICINN) sowie des Lehrstuhls Unesco der Universität des Baskenlandes UPV/EHU 17/91 ermöglicht.

Literatur

- AESCHLIMANN, D., LAUBER, K., MOSER, D.M. & THEURILLAT, J.-P. (2004): *Flora Alpina*. 3 vols. Haupt Verlag. Bern.
- AESCHLIMANN, D., RASOLOFO, N. & THEURILLAT, J.-P. (2011) : *Analyse de la flore des Alpes*. 2: biodiversité et chorologie. – *Candollea* **66** (2): 225-253.
- BLANCA, G., CABEZUDO, B., CUETO, M., FERNÁNDEZ LÓPEZ, C. & MORALES TORRES, C. (2009): *Flora Vascular de Andalucía Oriental*. 4 vols. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- BOLÓS, O. DE & VIGO, J. (1984-2001): *Flora dels Països Catalans*. 4 vols. Ed. Barcino. Barcelona.
- BROWN, J.H. & LOMOLINO, M.V. (1988.): *Biogeography*. 2nd ed. Sinauer.
- CAPEL MOLINA, J.J. (2000): *El clima de la Península Ibérica*. 281 pp., Ariel. Barcelona.
- CASTROVIEJO ET AL. (Eds.) (1986-2012): *Flora Iberica*. 17 vols. Real Jardín Botánico. CSIC. Madrid.
- CASTROVIEJO, S. (1997): The Flora Iberica project: results and problems. – *Lagascalia* **19** (1): 371-380.
- FAVARGER, C. (1972): Endemism in the montane floras of Europe. In: VALENTINE, D.H. (Ed.) *Taxonomy, phytogeography and evolution*: 191-204. Academic Press. London, New York.
- FAVARGER, C. (1995): *Flore et végétation des Alpes*. Ed. 3. 2 vols. Delalieux et Niestlé. Lausanne.
- FAVARGER, C. & KÜPFER, P. (1968) : *Contribution à la cytotaxonomie de la flore alpine des Pyrénées*. – *Collect. Bot. Barcelona* **7** (1): 325-357.
- GIMÉNEZ, E., MELENDO, M., VALLE, F., GÓMEZ-MERCADO, F. & CANO, E. (2004): Endemic flora biodiversity in the south of the Iberian Peninsula: altitudinal distribution, life forms and dispersal modes. – *Biodiversity and Conservation* **13**: 2641-2660.
- HSÚ, K.J., RYAN, W.B.F. & CITA, M.B. (1973): Late Miocene dessication of the Mediterranean. – *Nature* **242**: 240-244.
- KÖRNER, C. (2003): *Alpine plant life. Functional plant ecology of high mountain ecosystems*. Springer. Berlin.
- KÜPFER, P. (1974): *Recherches sur les liens de parenté entre la flore orophile des Alpes et celle des Pyrénées*. – *Boissieria* **23**: 1-322.
- MONTSERRAT, P. & FERNÁNDEZ CASAS, J. (1990): *Petrocoptis*. In: CASTROVIEJO, S. et al. (Eds.) *Flora Iberica vol. 2*: 304-312. Real Jardín Botánico. CSIC. Madrid.
- MORENO-SAIZ, J.C. & SAINZ-OLLERO, H. (1992): *Atlas corológico de las monocotiledóneas endémicas de la Península Ibérica e islas Baleares*. Col. Técnica. ICONA. Madrid.
- OZENDA, P. (1985): *La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen*. Masson. Paris.
- OZENDA, P. (1995): *L'endémisme au niveau de l'ensemble du Système alpin*. – *Acta Bot. Gallica* **142**: 753-762.
- OZENDA, P. (2009): *On the genesis of the plant population in the Alps: New or critical aspects*. – *Compte Rendus Biologies* **332** (12): 1092-1103.
- OZENDA, P. & BOREL, J.-L. (1995): *Biocenotic diversity patterns in the alpine and subalpine belt of the mountains in western and central Europe*. – *Colloques Phytosoc.* **23**: 723-735.
- PAWŁOWSKI, B. (1970): *Remarques sur l'endémisme dans la flore des Alpes et des Carpates*. – *Vegetatio* **21**: 181-243.
- PENAS, J., PÉREZ-GARCÍA, F.J. & MOTA, J.F. (2005): *Patterns of endemic plants and biogeography of the Baetic high mountains (south Spain)*. – *Acta Botanica Gallica* **152** (3): 347-360.

- RIVAS-MARTÍNEZ, S., ASENSI, A., MOLERO, J. & VALLE, F. (1991): Endemismos vasculares de Andalucía. – *Rivasgodaya* **6**: 5-76.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. et al. (2007): Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España (Memoria del Mapa de vegetación de España) Parte I. – *Itinera Geobot.* **17**: 5-436.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. et al. (2011): Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España (Memoria del Mapa de vegetación de España) Parte II. – *Itinera Geobot.* **18** (1 and 2): 5-800.
- SAINZ-OLLERO, H. & HERNÁNDEZ-BERMEJO, E. (1985): Sectorización fitogeográfica de la Península Ibérica e islas Baleares: la contribución de su endemoflora como criterio de semejanza. – *Candollea* **40**: 485-508.
- SITTE, P., WEILER, E.W., BRESINSKY, A., KADEREIT, J.W. & KÖRNER, CH. (2002): *Strasburger – Lehrbuch der Botanik für Hochschulen*. 35 Aufl. Spektrum Akademischer Verlag GmbH. Heidelberg-Berlin.
- URIARTE, A. (2003): *Historia del clima de la tierra*. 306 pp. Serv. Central Publ. Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. Javier Loidi. Abteilung für Pflanzenbiologie und Ökologie. Universität des Baskenlandes (UPV/EHU). Ap. 644, E- 48080 Bilbao (Spanien)

E-mail: javier.loidi@ehu.es

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2012

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Loidi Javier, Campos Juan Antonio, Garcia-Baquero Gonzalo, Biurrun Idoia, Garcia-Mijangos Itziar, Herrera Mercedes

Artikel/Article: [Flora und Vegetation in Hochgebirgen der Iberischen Halbinsel: Eine biogeographische Untersuchung 163-177](#)