

Flora der Kanaren

1. Forschungsgeschichte

Detaillierte Einblicke in Flora und Vegetation der Kanaren seit Beginn des 19. Jahrhunderts, erste Schilderung der Vegetationsverhältnisse auf Tenerife durch A. v. HUMBOLDT (1814) (Begründer der wissenschaftlichen Pflanzengeographie, betonte die Wechselbeziehungen zwischen Klima und Vegetation).

Durchbruch in der Kenntnis der Kanarenflora durch grundlegendes Werk von WEBB & BERTHELOT (1835-50, umfangreiche Naturgeschichte der Kanarischen Inseln, erfasste rund 1.000 einheimische Arten, zahlreiche Pflanzentafeln nach mehrjährigen Sammlungen von WEBB).

Seit Mitte des vorigen Jahrhunderts in zunächst größerem Abstand, dann zunehmend häufigere Publikationen, begünstigt durch bessere Erreichbarkeit in Folge Tourismus.

Flora und Vegetation als solche heute gut untersucht, offene Fragen hinsichtlich der evolutiven Entwicklung (Sippenbildung) und spezieller standortsökologischer Konstellationen.

2. Zahlen zur Flora der Kanarischen Inseln

Insgesamt etwa 3.000 verschiedene Höhere Pflanzen, davon 1.950 wildwachsende Arten. Tenerife mit annähernd 1.300 Arten am artenreichsten, nach SCHÖNFELDER 1993 - inklusive der Subspezies - weit über 1.500 Arten.

- a. **Adventivpflanzen:** d.h. erst durch direkte oder indirekte Einwirkung des Menschen in dieses Gebiet gelangt, mehr als die Hälfte,
 - Neophyten (Neubürger): 680 nachweislich in historischer Zeit eingeschleppte Arten,
 - Archäophyten (Altbürger): in prähistorischer Zeit eingewanderte Arten, genaue Zahl unklar
 - Ephemerophyten (Passanten): gehören nur kurzfristig der Flora an (können sich aufgrund gewisser Umstände nicht fest etablieren): zahlreiche Arten, z.B. Zier- oder Kulturpflanzen
- b. **Apophyten** 1.270 einheimische (indigene) Arten.
Davon 660 Arten endemisch (entspricht 48%).

3. Pflanzengeografische Einordnung der Kanaren

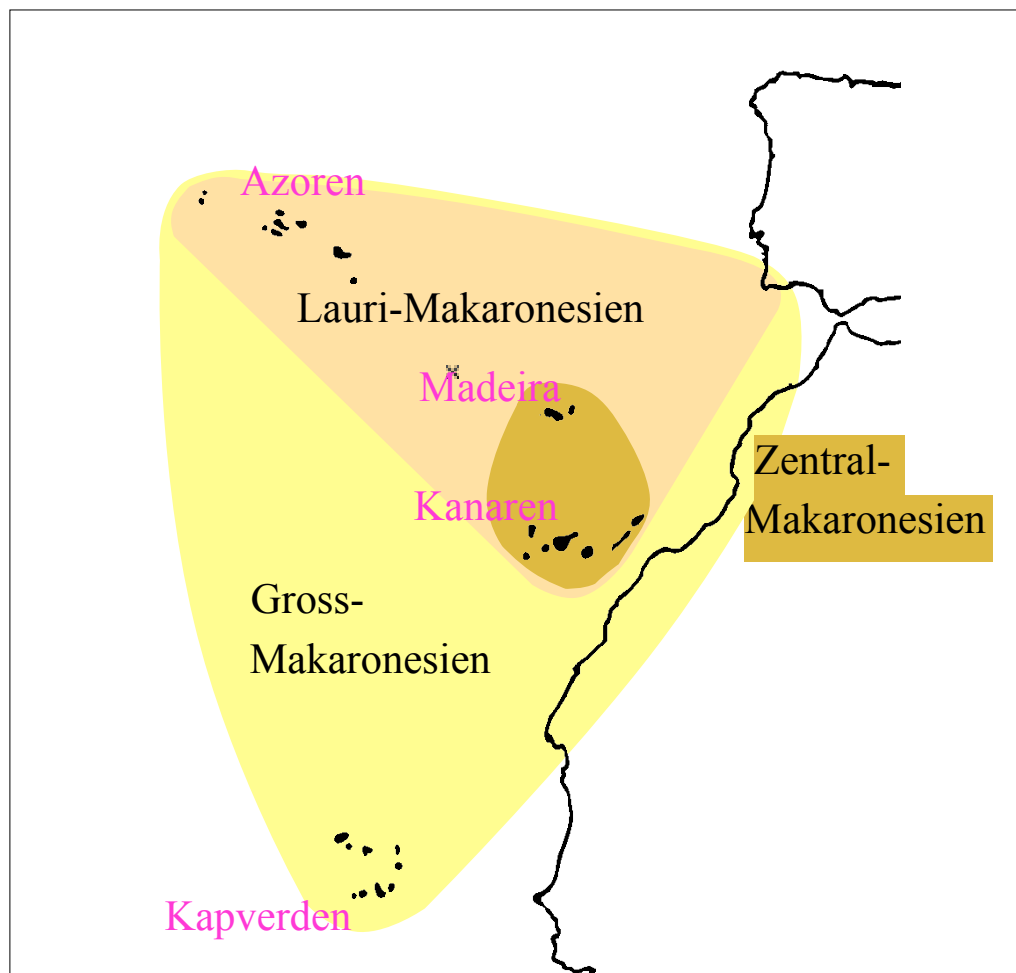
3.1. Florenbereich „Makaronesien“

3.1.1. Historische Entstehung

Bezeichnung „Makaronesien“ (WEBB 1845, von gr. *makar μάκκαρ*, glücklich, selig und *nesos νῆσος*, Insel, in Anlehnung an die *Insulae fortunatae* der Römer) (Azoren, Madeira-Archipel, Selvagens, Kanarische Inseln und Kapverden); nach damaligem Wissensstand geprägt (ähnliche Entstehungsgeschichte, annähernd gleich alt, viele Übereinstimmungen in der Florenentwicklung, insbes. Verbreitung des Lorbeerwaldes und Kontakte zum heutigen mediterranen Raum)

3.1.2. Differenzierte Gliederung (nach KUNKEL)

- a. Zentral- Makaronesien: Madeira und Kanaren
- b. Lauri-Makaronesien mit Azoren und Südspitze der Iberischen Halbinsel auf Grund des Vorkommens des atlantischen Lorbeerwaldes
- c. Groß- Makaronesien: Lauri-Makaronesien mit Kapverden und Küstenstreifen Afrikas



Gliederung des Florenbereiches „Makaronesien“ nach KUNKEL (1993)

3.2. Versuch einer Neueinordnung

3.2.1. Kritische Betrachtung des Begriffes „Makaronesien“

Begriffsbildung historisch verständlich, unberücksichtigt bleiben aber:

- Beziehungen zur afromontanen Vegetation, nach S- und M-Amerika (Neotropis) und nach Südostasien,
- die keineswegs allgemeine Verbreitung des Lorbeerwaldes: auf westlichen Kanaren (Madeira mit Einschränkungen) ausschließlich auf montane Regionen begrenzt, auf Selvagens und Kapverden gänzlich fehlend, auf Azoren lediglich einige Fragmente,
- die Eigenständigkeit der kanarischen Waldgebiete (Kiefernwälder eingeschlossen), stehen ökologisch den tropischen Bergregenwäldern näher als den mediterranen Hartlaubwäldern (keine Anpassungen an sommertrockenes Klima); historische Beziehungen zur Mediterranflora rechtfertigen keinen Anschluss an heutige Mediterrane Florenregion (Kanaren heute unter subtropischem Klimaeinfluss, wie im Tertiär auch der Mittelmeerraum, im Zuge der Klimaverschiebungen auch eine Verlagerung der Florenreiche).

3.2.2. Bestandsaufnahme

a. Kanaren:

Beziehungen der unteren Bereiche zur Flora der afrikanisch-tropischen Trockengebiete bis hin nach Südafrika; westliche und mittlere Kanaren überwiegend halbwüstenartiges (semiarides) Klima mit Sukkulentenbusch, genauso auf den Ostinseln, hier noch zusätzlich beachtliche Areale mit Halbwüstencharakter.

b. Selvagens:

Sukkulentenbusch dominierend, aufgrund unbedeutender Flächenausdehnung und geringer Höhe mit zahlreichen Salzpflanzen (Halophyten) durchsetzt.

c. Kapverden

Basale Zonen bis hinein in mittlere Berglagen: trockenes und heißes Klimas am Rande der Sahel-Zone mit Wüsten und Halbwüsten afrikanischer Prägung, deutlich vom Sukkulentenbusch verschieden.

Ab etwa 450 m Höhe: verarmter Sukkulentenbusch (*Euphorbia tuckeyana*), nennenswerte Wälder fehlen.

d. Madeira-Archipel

Basale Stufe der Südseiten (z.B. Funchal): sommertrockenes Klima, entspricht dem des Mittelmeerraumes (z.B. Malaga) oder dem mittlerer Berglagen der Kanaren (z.B. La Laguna). Vorherrschend mediterrane Florenelemente, an den Südküsten mit nur wenigen Sukkulentenbuscharten (z.B. *Euphorbia piscatoria*, *Echium nervosum*).

Untere Berglagen: mediterran geprägter Lorbeerwald, im feuchteren Norden Lorbeerwald bis nahe zur Küste.

e. Azoren

Außerhalb des Einflusses des Nordostpassates: warmgemäßigtes, humides, atlantisches Klima ohne ausgedehnte Sommertrockenheit, daher weder Halbwüsten- noch Sukkulentenbuschvegetation.

Ursprünglicher Lorbeerwald (heute nur noch kleinflächig, stark verarmte Reste) bis an die Küste.

Übriger basaler Bereich bis in die Hochlagen - sofern nicht landwirtschaftlich genutzt - mit auffälligem Heidecharakter atlantischer Prägung mit zahlreichen mit-

teleuropäischen und mediterranen Florenelementen (oft flächendeckend *Erica azorica*).

Kritisch betrachtet werden:

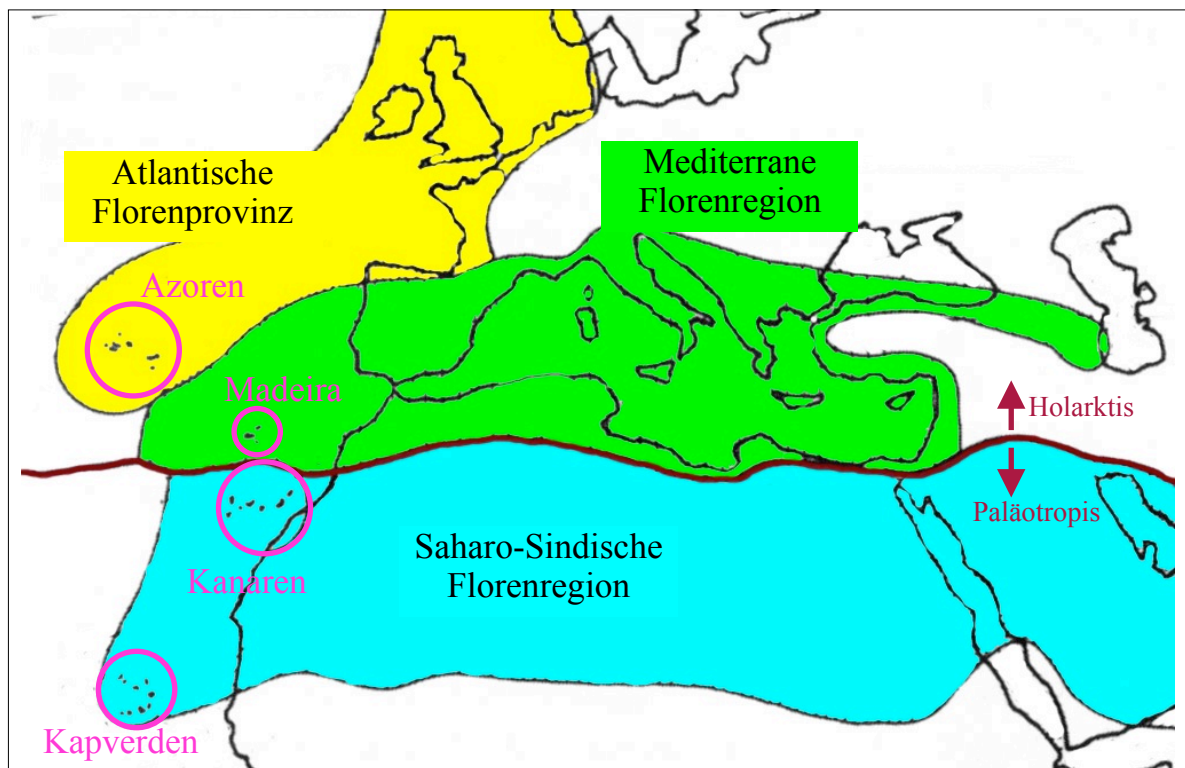
- angenommene enge Beziehungen
 - zwischen Kanaren und Azoren (gemeinsam nur *Campanula vidalii*)
 - zwischen Kanaren und Kapverden (nur < 8% verwandtschaftliche Beziehungen)
- hohe Bewertung der (gemeinsamen) Lorbeerwälder ohne Berücksichtigung der Flora der unteren Bereiche.

3.2.3. Neuordnung

Begriff „Makaronesien“ erscheint überflüssig, ebenso die Bezeichnung „Mittelatlantische Inseln“ (entspricht nicht der geographischen Lage der Inseln),

Neuzuordnung der verschiedenen Inseln:

- a. Kapverden: zur Saharo–Sindischen Florenregion (von Marokko, über die Sahara, Arabien bis in die Wüstengebiete Nordostindiens reichendes Gebiet, mit ca. 1.500 Spezies ausgesprochen artenarm, überwiegend Wüsten und Halbwüsten).
- b. Kanaren mit Selvagens und ein schmaler, küstennaher Streifen auf dem afrikanischen Festland um Agadir: eigene Saharo-Sindische Unterregion; afrikanisches Areal, Selvagens, Ostinseln und jede einzelne weitere Kanareninsel im Rang einer eigenen Provinz.
- c. Madeira-Archipel: Provinz der Mediterraneis, Azoren Bestandteil der Atlantischen Florenprovinz, beide zum Holarktischen Florenreich.



Versuch einer neuen pflanzengeographischen Zuordnung der „makaronesischen“ Inseln (verändert nach LÜPNITZ)

4. Besiedelungsmechanismen

4.1. Erdgeschichtlicher Hintergrund

Seit der Entstehung der Inseln im Miozän (24-5 Mio a; älteste Vulkangesteine 19 Mio a) mehrfache Veränderungen der geographischen Gegebenheiten des Gebietes (Vulkanismus, Kontinentaldrift)

4.1.1. Kreidezeit

In unterer Kreide Amerika und Afrika noch verbunden (Gondwanaland). Beleg dafür: Gemeinsame Arten auf Kanaren und Neotropis (Mittel- bzw. Südamerika): *Culcita*, *Woodwardia*, *Drusa*, *Heberdenia*, *Cedronella* und *Bystropogon* (s.a. 7.1.)

4.1.2. Tertiär: Miozän

geologische Verhältnisse: Afrika in Bewegung nach N; Atlantik schmaler als heute; Tethys noch vorhanden (breite Meereszone mit Wasserverbindungen vom Atlantik bis nach Südostasien). Inseln näher am Äquator als jetzt.

Klima: Umgebung der Tethys mit wärmerem und feuchterem Klima bei nur schwach ausgeprägten Jahreszeiten; auch N-Afrika feuchter und kühler (belegt durch Fossilien aus Gebirgen der Sahara)

Vegetation: Kanaren seit dem Miozän mit tropischerem Pflanzenwuchs als heute (Fossilien auf Gran Canaria); um die Tethys subtropische Wälder dominierend, den heutigen Lorbeerwäldern der Kanaren sehr ähnlich, diese daher als Tertiärrelikte betrachtet, die ausgedehnten Wälder am Südrand der Tethys wichtige Bindeglieder zum südostasiatischen Raum, Erklärung für entsprechende heutige zerteilte Verbreitungsgebiete (Disjunktionen). Beispiel: *Pinus canariensis* (Kieferngewächse *Pinaceae*): nächste rezente Verwandte im Himalaja beheimatet (Hinweis auf die Größe des tertiären Waldgebietes)

4.1.3. Pliozän (10 bis 1 Mio a)

geologische Verhältnisse: Seit Miozän kontinuierliche Veränderung der Land- und Seemassen. Durch Nordwärtsbewegung des afrikanischen Kontinentes Einengung der Tethys, Auffaltung der Alpen, Entstehung des heutigen Mittelmeeres; Umriss des heutigen Mittelmeerraumes schon deutlich erkennbar.

Klima: allmähliche Abkühlung; in Afrika Verschiebung des subtropischen Klimagürtels nach Süden, gleichzeitig Herausbildung der extremen Trockengebiete in Nordafrika.

Vegetation: Einengung des zuvor vorhandenen Waldgebietes.

4.1.4. Pleistozän (1 Mio a)

Klima: Ausläufer der ersten Eiszeiten erreichen das Gebiet, allgemeine Abkühlung und stärkere Ausprägung von Jahreszeiten, vor allem auf dem Festland. Inseln vor dem afrikanischen Festland durch die Eiszeiten nicht ganz so stark betroffen. Wegen ausgleichender ozeanischer Wirkung nur geringfügige Abkühlung, Klima bleibt insgesamt warm und ausgewogen, wird aber trockener.

Vegetation: Für subtropische Wälder im Norden zu kalt und am Rande der Wüsten im Süden zu trocken. Folgen:

- Verbreitungsgebiete der Pflanzen werden zerrissen (→ Disjunktionen, zerstückelte Verbreitungsgebiete),
- Fortbestehen nur noch an wenigen Zufluchtstätten möglich: Vertreter der heutigen kanarischen Lorbeerwälder wie *Ocotea*, *Apollonias*, *Persea*, *Myrica*, *Visnea* und

- Picconia* fehlen im Mediterranraum,
- Möglichkeiten für intensiven Florenaustausch unterbrochen,
 - Vegetation verändert ihren Charakter und verarmt,
 - Überleben auf dem Festland lediglich in kleinflächigen Restarealen im Westen von Portugal, der Cadiz Provinz und an einigen Stellen auf dem Balkan,
 - auf den Inseln klimatische Gegebenheiten für Lorbeerwald nur auf Madeira und in den passatbeeinflussten luvseitigen Berglagen der westlichen Kanaren.

Gemeinsame Tertiärrelikte im Mediterranraum selten: *Prunus lusitanica ssp. hixa* (*Rosaceae*), *Gennaria diphylla* (*Orchidaceae*) sowie die Farne *Woodwardia radicans*, *Pteris arguta*, *Asplenium hemionitis*, *Culcita macrocarpa* und *Davallia canariensis*.

Einige Arten aus der tertiären Thethys-Flora fehlen:

- Cinnamomum* (Lorbeergewächse *Lauraceae*) und *Sapindus* (Seifenbaumgewächse *Sapindaceae*), heute noch tropisch verbreitet;
- Quercus* (Eiche), *Alnus* (Erle), *Populus* (Pappel), *Acer* (Ahorn) und *Carpinus* (Hainbuche), heute noch in Mitteleuropa.

4.2. Besiedelung der Kanarenflora

4.2.1. Mögliche Wege der Einwanderung

- a. Einwanderung über Landbrücken und Trittsteine,
- b. passive Verbreitung, über Verbreitungseinheiten („Diasporen“, wie Samen etc.) durch Meeresströmungen, Wind, Treibgut oder Vögel,
- c. Ansiedlung durch den Menschen in historischer Zeit.

4.2.2. Landbrücken

Wahrscheinlichster Weg für die Anfangsbesiedelung; Gründe dafür:

- a. geologische Begründung:
 - während der Kältezeiten Landmassen größer; Meeresspiegel im Pleistozän (s. 4.1.4.) durch Eiskappenbildung an den Polen um 100 m niedriger als heute, Landverbindungen ausgeprägter, möglicherweise auch Trittsteine.
- b. Begründung aus der heutigen Flora:
 - hoher Endemitenanteil (durch passive Einwanderung nicht erklärbar),
 - Fauna und Flora innerhalb der einzelnen Vegetationszonen in sich geschlossen, (nicht als Zufallselemente erklärbar),
 - zahlreiche Insel- und Lokalendemiten.

4.2.3. Entwicklung nach Erstbesiedelung

- a. Isolation nach der Inselentstehung → Aufsplitterung der Populationen, Unterbrechung des freien Genaustausches,
- b. fortgesetzte vulkanische Tätigkeiten → Entstehung neuer Lebensräume → beschleunigte Artbildung.

5. Endemismus

5.1. Allgemeines

Endemiten: Arten mit \pm eng begrenztem natürlichem Verbreitungsareal; Einengung dabei durch Geländestrukturen (Gebirge, Flüsse etc; „orographische“ Faktoren) geregelt, d.h. Vorkommen bleiben im allgemeinen räumlich isoliert, weitergehende Ausbreitung unterbunden.

Inseln für Endemismenbildung besonders günstig: geographische Abkapselung und teilweise große Vertikalausdehnung stellen sehr großes Potenzial für viele ökologische Nischen zur Verfügung.

5.2. Formen von Endemiten

- a. Paläoendemiten (Reliktendemiten, konservative Endemiten, „Überbleibsel“ aus früheren Epochen)
- b. Neoendemiten (autochthone, sekundäre oder progressive Endemiten, im heutigen Verbreitungsgebiet entstanden, häufig in Folge isolierter Lebensräume).

Auf den Kanaren meist Paläoendemiten (Wurzeln bis in Tertiär zurückreichend).

5.3. Beispiel: Gattung *Euphorbia* (Wolfsmilch)

a. Nicht endemische Arten:

E. balsamifera: von Kanaren über Nordwesten Afrikas - mit großer **Disjunktionslücke** - bis in Südjemen

Euphorbia regisjubae: übergreifend auf eng begrenzte Teile Südwestmarokkos:
Goelement der Kanarischen Unterregion

b. endemische Arten auf mehreren (allen) Inseln vorkommend

Euphorbia canariensis: nur auf Kanaren, innerhalb einer definierten Höhenzone auf allen größeren Inseln, typischer Kanarenendemit.

c. vikariierende Arten (s.7.2.2.)

Sich am jeweiligen Standort vertretende nah verwandte (Unter-)arten

Euphorbia atropurpurea: nur auf Tenerife

Euphorbia berthelotii: nur auf Gomera.

c. Lokalendemiten

Artareal nur auf einen ganz bestimmten Gebirgsstock oder einen Barranco reduziert

Euphorbia handiensis: Jandia Halbinsel auf Fuerteventura.

5.4. Endemische Gruppen der Kanaren

Auf den Inseln zwar keine endemische Familie, aber 26 endemische, meist verholzte Gattungen (Verholzung kann als ursprüngliches „altertümliches“ Merkmal gedeutet werden, krautige Arten „fortschrittlicher“, Anpassung an mitteleuropäische Klimaverhältnisse):

a. endemische Gattungen, im Vegetationsbild besonders auffallend:

Allagopappus, *Atalanthus*, *Schizogyne* und *Gonospermum* (Korbblütler *Asteraceae*),

Greenovia (Dickblattgewächse *Crassulaceae*),

Plocama (Rötegewächse *Rubiaceae*),

Neochamaelea (Zwergölbaumgewächse *Cneoraceae*),

Ixanthus (Enziangewächse *Gentianaceae*),

Gesnouinia (Brennnesselgewächse *Urticaceae*)

Spartocytisus (Schmetterlingsblütler *Fabaceae*)

b. Gattungen, nicht völlig endemisch, aber mit auffallend hoher Häufigkeit auf den

Kanaren:

Phyllis (Rötegewächse *Rubiaceae*),

Monanthes und *Aichryson* (Dickblattgewächse *Crassulaceae*),

Visnea (Teestrauchgewächse *Theaceae*),

Picconia (Ölbaumgewächse *Oleaceae*),

Isoplexis (Rachenblütler *Scrophulariaceae*),

Marcetella (Rosengewächse *Rosaceae*)

Semele (Liliengewächse *Liliaceae*)

c. endemische Sektionen

z.B. aus den Gattungen

Echium (Rauhblattgewächse *Boraginaceae*),

Descurainia (Kreuzblütler *Brassicaceae*)

Sonchus (Korbblütler *Asteraceae*).

(Einige früher als Sektionen eingestufte Gruppen werden heute bereits als Gattungen geführt: z.B. *Sonchus sect. Atalanthus* = *Atalanthus* oder *Centaurea sect.*

Cheirolophus = *Cheirolophus*).

6. Ploidiegrad und Alter der Kanarenflora

6.1. Allgemeines Prinzip

Hoher Polyploidiegrad (statt doppeltem (diploid) vermehrte Chromosomensätze), mit lässt auf geringes Alter einer Flora schließen.

6.2. Kanarenflora

Mit ca. 25% extrem niedrig, spricht für hohes Alter der Kanarenflora. Vergleich: nacheiszeitliche (postglaziale) Flora Mitteleuropas doppelter und die Spitzbergens dreimal so hoher Wert. Kanarenendemiten meist diploid (z.B. Gattungen *Sonchus*, *Echium* und *Argyranthemum*, deren kontinentale Verwandte polyploid).

Unverständlich: kanarischen Farne mit weniger als 30% geringer Polyploidiegrad gegenüber 60% in modernen tropischen Floren oder in Europa, obwohl durch winzige Sporen hervorragend passiv verbreitbar (auf vielen südpazifischen Inseln zu beobachten).

Diploide Paläoendemiten (s. 5.2.):

Gonospermum, *Allagopappus*, *Schizogyne*, *Vieraea* (Korbblütler *Asteraceae*),
Greenovia (Dickblattgewächse *Crassulaceae*),
Parolinia (Kreuzblütler *Brassicaceae*),
Phyllis (Rötegewächse *Rubiaceae*),
Messerschmidia (Rauhblattgewächse *Boraginaceae*),
Cedronella (Lippenblütler *Lamiaceae*),
Astydamia (Doldenblütler *Apiaceae*),
Dracaena (Agavengewächse *Agavaceae*)
Semele (Liliengewächse *Liliaceae*).

polyploide Paläoendemiten:

Isoplexis (Rachenblütler *Scrophulariaceae*),
Bystropogon (Lippenblütler *Lamiaceae*),
Plocama (Rötegewächse *Rubiaceae*)
Erysimum (Kreuzblütler *Brassicaceae*).

Neoendemiten (vergleichsweise wenige, oft nur mit subspezifischem Rang), mit Verwandte in der modernen Mediterranflora und - soweit untersucht - gleicher Chromosomenzahl wie die Festlandarten; aus den Gattungen

Viola (Veilchengewächse *Violaceae*),
Frankenia (Frankeniengewächse *Frankeniaceae*),
Rumex (Knöterichgewächse *Polygonaceae*),
Erica (Heidekrautgewächse *Ericaceae*),
Silene (Nelkengewächse *Caryophyllaceae*),
Androcymbium, *Urginea* und *Asphodelus* (Liliengewächse *Liliaceae*),
Pancratium (Narzissengewächse *Amaryllidaceae*),
Romulea (Schwertliliengewächse *Iridaceae*)
Orchis (Orchideen *Orchidaceae*).

Sonderfall *Senecio teneriffae* (Korbblütler *Asteraceae*) progressive Art, gegenüber ihren nächsten Verwandten hexaploid.

Polyploidisierung einer bereits auf den Inseln befindlichen diploiden Ausgangsform bisher nur bei wenigen Gattungen nachgewiesen:

Asparagus (Liliengewächse *Liliaceae*),
Lotus und *Adenocarpus* (Schmetterlingsblütler *Fabaceae*),
Forsskaolea (Brennesselgewächse *Urticaceae*)

Reseda (Waugewächse *Resedaceae*).

7. Entstehung der Arten auf den Kanarischen Inseln

7.1. Allgemeine Theorien

7.1.1. Beobachtungen

- 80% der endemischen Flora verholzte, oft an Trockenheit angepasste (xeromorphe) Sippen mit ursprünglich erscheinenden Wuchsformen,
- viele zeigen Bezüge zu einer früh- und mitteltertiären Flora (am Südrand der Tethys),
- nächste Verwandte in Europa und Nordafrika heute meist krautige Formen,
- Ausbreitungsbeziehungen zum ost- und südafrikanischen Raum, nach Südostasien und zur Neotropis.

7.1.2. Theorien

- a. Mehrheitlich akzeptierte Vorstellung: Verholzte Formen entwicklungsgeschichtlich alte Lebensformen, überlebten auf den Kanaren.

Verholzte Pflanzen als Folge der Umweltbedingungen:

- dank des moderaten und fast gleichbleibenden Klimas holzige Bauweisen bevorzugt,
- nur vereinzelt Anpassungen an jahreszeitliche Schwankungen nötig, folglich kaum Wachstumsunterbrechungen,
- Sträucher wegen ständiger Präsenz mit Selektionsvorteil gegenüber Einjährigen (diese müssen mit der Keimung alljährlich ihre Wuchsorte neu erobern).

Auf Festland Abwandlungen als Anpassungen an Sommertrockenheit:

- vom Halbstrauch über Stauden bis hin zu Einjährigen (Annuellen, s. Beispiele 6.3.)
- Entwicklung von Holzpflanzen zu Xerophyten im mediterranen Klima (*Laurus*, *Arbutus*, *Prunus*, *Pistacia*, *Rhamnus*).

- b. Nicht mehrheitlich vertretene Theorie: Krautige Formen ursprünglich.

7.2. Sippenbildung durch adaptive Radiation und Vikarianz

7.2.1. Voraussetzungen auf den Kanaren

- Trotz ausgleichender Wirkung des Meeres starke klimatische Unterschiede zwischen Ost- und Westinseln,
 - besonders Westinseln mit ausgeprägter Höhengliederung,
 - große Zahl voneinander isolierter Barrancos mit steilen Felswänden,
 - häufige geographische und klimatische Veränderungen durch Vulkanismus, besonders in prähistorischer Zeit → Neubildung, aber auch Vernichtung, zahlreicher Kleinstandorte.
- Bis heute gute Voraussetzungen für Art- und Sippenbildungsprozesse durch große Unterschiede im Klima einzelner Geländebereiche (Mesoklima), → Bildung vieler individueller Lebensgemeinschaften.

7.2.2. Evolutive Mechanismen

- a. Überwiegend **adaptive Radiation**: unterschiedliche evolutive Anpassung und Einnischung verschiedener Vertreter einer Organismengruppe innerhalb eines geologisch kurzen Zeitraumes, → Entstehung einer vielfältigen Formengruppe, meist von einer Ausgangsart abstammend.

Auf Kanarenflora bezogen: Aufspaltung eingewanderter (Ausgangs-)Formen in mehrere sich einnischende Sippen oder Arten.

Wichtigste selektive Kraft: zahlreiche noch unausgenutzte standortsökologische Gegebenheiten (noch „freie ökologische Nischen“). Anpassungsprozess weitgehend passiv; eingeleitet durch Mutationen einzelner Gene, also in hohem Maße zufallsabhängig.

- b. **Vikarianz:** auseinanderweichende Evolution zweier oder mehrerer geographisch isolierter (→ Genfluss unterbunden) Populationen einer Art mit vergleichbaren ökologischen Ansprüchen. (Unterschied zur adaptiven Radiation: keine Anpassung in verschiedene ökologische Nischen); lat. *vicarius* stellvertretend.

Beispiele:

Gattung *Cheirolophus* (Korbblütler *Asteraceae*): Auf Tenerife mehrere sehr ähnliche Arten, kommen bevorzugt auf tertiärem Basalt vor und bilden extrem kleine Populationen; wahrscheinlich Abkömmlinge von einer früher weit verbreiteten Elternart, ihre Standorte durch jüngere Vulkanausbrüche voneinander isoliert.

Sonchus und *Argyranthemum* (Korbblütler *Asteraceae*, s. 7.3.3. bzw. 7.3.4.),

Crambe und *Parolinia* (Kreuzblütler *Brassicaceae*),

Micromeria und *Sideritis* (Lippenblütler *Lamiaceae*, s.7.3.5.),

Limonium (Bleiwurzwächse *Plumbaginaceae*).

Vorstellungen oft noch hypothetisch; weitergehende Untersuchungen zur Abklärung der genauen Verwandtschaftsverhältnisse (Molekulargenetik, Biochemie, Cytologie) stehen aus.

7.3. Beispiele

7.3.1. Gattung *Aeonium* (Dickblattgewächse *Crassulaceae*)

Besonders eindrucksvolles Beispiel: 34 jeweils eigene, endemische Arten von der Küste bis in die Hochlagen des Teide.

Unterschiedliche Wuchsformen, von ursprünglich verholzten Sträuchern über viele durch adaptive Radiation reduzierte Wuchsgestalten bis zu ausdauernden Kräutern:

- buschförmig,
- völlig unverzweigt,
- bodennahe Rosettenpflanzen mit oder ohne Ausläufer,
- herabhängende Felspflanzen.

Gattung in die Sektionen *Holochrysa*, *Urbiea*, *Megalonium*, *Canariensia* und *Goochia* unterteilt; Kriterien: Sproßlänge, Verzweigungsformen, Größe der Blütenstände, Blühphasen, Blatttypen und Verholzungsgrad der Sprosse.

Vorstellung über evolutive Entwicklung:

Ausgangsform mit großer ökologischer Bandbreite: sect. *Holochrysa* (z.B. *A. holochrysum*, *A. manriqueorum*, *A. undulatum*): verzweigt, hochwüchsig und kleinblütig

Abwandlungsformen (adaptive Radiation):

meist großblütig: sect. *Urbica* mit den unverzweigten Arten *A. urbicum* und *A. hierrense* und den verzweigten Spezies *A. percarneum*, *A. valverdense*, *A. haworthii* oder *A. ciliatum*, ferner *A. nobile* (sect. *Megalonium*),

reichverzweigt, gerne an Trockenstandorten: sect. *Goochia* (*A. sedifolium*, *lindleyi*, *smithii* und *spathulatum*)

stammlos, großrosettig, meist an Felswänden: sect. *Canariensia* (*A. cuneatum*, *A. tabuliforme*, *A. canariense*).

7.3.2. Gattung *Echium* Natternkopf (Rauhblattgewächse *Boraginaceae*)

Kanarische Gattungsvertreter in zwei Untergruppen aufzugliedern:

- a. ausdauernd und verzweigt: sect. *Simplicica*
 - b. zwei- bis dreijährig, monokarpischer (einmal fruchtend, gr. *karpos* Frucht, = hapaxanth) Lebenszyklus, unverzweigt: sechs weiteren Sektionen
- Kanarische *Echium*-Arten alle diploid mit gleicher Chromosomenzahl ($n = 8$).

Vorstellungen über evolutive Entwicklung:

- a. monophyletische Abstammung aus einer primitiver, *Echium decaisnei* nahestehenden Form am Südrand der Tethys (gr. *monos* einzig, *phylon* φῶλον (Volks-)Stamm),
von hier Ausbreitung
– bis nach Südafrika, (nah verwandte Gattung *Lobostemon*)
– zu den Afrika vorgelagerten Inseln, hier sekundär evolutiv weiterentwickelt.
- b. polyphyletische Entstehungsgeschichte (aus mehreren Ausgangsarten), zumindest für die Hapaxanthen (gr. *poly* viel)

Nahe Angehörige im Mittelmeerraum: höherer Ploidiegrad, Verringerung der Grundzahl ($n = 6$ oder 7); Reduktion der Verholzung bis hin zu Ein- und Zweijährigen; gelten gegenüber den kanarischen Verwandten als weiter abgeleitet.

Verteilung der Arten (25 endemische):

- Sukkulentenbusch (meiste Arten): *E. giganteum*, *brevirame*, *leucophaeum*, *hierrense*, *decaisnei*, *strictum*, *onosmifolium*, *simplex*,
Lorbeerwald: *E. webbii*, *candicans*, *pininani*,
Kiefernwald: *E. virescens*,
oberhalb der Waldgrenze: *E. auberianum*, *E. wildpretii*.

7.3.3. Gattung *Sonchus*, Gänsedistel (Korbblütler *Asteraceae*)

30 Arten, davon 26 endemisch. Meist verholzt bis strauichig (Subgenus *Dendrosonchus*).

Alle einheimischen kanarischen *Sonchus*-Arten diploid ($n = 9$); mediterrane und nordafrikanische Arten (*S. arvensis*, *S. gigas*, *S. grandiflorus*) mit Tendenzen zur Tetraploidie und Hexaploidie (→ abgeleitete Verhältnisse); oder mit reduzierter Chromosomenzahl (einige Ein- und Zweijährige, z.B. *S. tenerrimus* mediterran, $n = 7$ oder *S. oleraceus* kosmopolitisch, $n = 8$).

Vorstellung über evolutive Entwicklung:

strauichiger Vorfahr der heutigen kanarischen *Sonchus*-Arten aus dem Anti-Atlas, Entfaltungszentrum Tenerife, von hier Ausstrahlung in andere Gebiete, auch außerkanarisch: auf den Kapverden *S. daltonii*, vermutlich von *S. congestus* abgeleitet; auf Madeira *S. ustulatus* und *S. maderensis*, die *S. fauces-orci* nahe stehen.

Subgenus *Dendrosonchus* mit 2 adaptiven Entstehungsreihen:

- sect. *Atalanthus*: fiederblättrig, *Sonchus arboreus* (= *Atalanthus arboreus*) mit zwei Entwicklungslinien,
- sect. *Dendrosonchus*: Ursprungsform *Sonchus brachylobus* mit vier evolutiven Linien.

Evolutive Trends und Verbreitung:

Semiaride (halbwüstenartige) Sukkulentenbusch-Standorte: Formen mit dünnen Sprossen, kleinen Köpfen und fiederschnittigen Blättern (*S. arboreus*, *S. canariensis*). An besonders trockenen Stellen Entwicklung bis hin zu linealischen Blättern und extrem kleinen Köpfen (*S. leptcephalus* [= *Atalanthus pinnatus*]).

Feuchtere montane Lagen: Blätter größer und weniger fiederteilig (*S. congestus*, *S. hierrensis* und *S. abbreviatus*). Noch weiter abgeleitet *S. acaulis* mit auffallend großen Blättern und Köpfen und extrem reduziertem Sproß.

Vikarianz-Beispiele (vgl. 7.2.2.):

- a. sechs Arten mit gestauchter Sproßachse, oft eng dem Untergrund anliegender Rosette und abgerundeten Blattlappen (z.B. *S. radicans*, *S. fauces-orci*, *S. gummifer*, *S. tectifolius*). Meist auf eng begrenzten, ähnlichen, basaltischen oder phonolithischen Böden an Steilwänden und in Schluchten; auf altem Untergrund; Standorte durch jüngere vulkanische Gesteine voneinander isoliert.
- b. fünf Arten mit linealischen Blättern.

7.3.4. Gattung *Argyranthemum* Kanarenmargarite (Korbblütler *Asteraceae*)

Alle kanarischen Vertreter diploid, mehrjährig und strauchförmig mit monophyletischem Ursprung (nächstverwandte mediterrane Formen einjährig sowie mit Unterschieden in Flavonoid- und Enzymbiochemie).

Vorstellung über evolutive Entwicklung:

ursprünglichste Formen: großblättrige, recht hochwüchsige Lorbeerwaldarten (z.B. *A. broussonetii*)

Abwandlungsformen:

- felsbewohnend, bei etwas trockenerem Klima: niedrigerer Wuchs, reduzierte Blattflächen, weniger große Blütenköpfe (*A. lidii*, *A. frutescens* ssp. *frutescens*),
- südexponierte Standorte der tieferen Lagen: noch weiter reichende Anpassung: schmale, fein zerteilte Blätter und kleinere Köpfchen; viele stellen nach der Samenproduktion im Sommer Wachstum ein (*A. filifolium*, *A. foeniculaceum*, *A. gracile* und *A. frutescens* ssp. *gracilescens*),
- trockene subalpine Regionen: stark fiederschnittige und behaarte Blätter, Tendenz von aufrechtem zu niederliegendem Wuchs (*A. tenerifae*),
- Cañadas-Arten: machen fünfmonatige Ruhephase durch, ältere Zweige sterben nach der Samenreife bis auf wenige niederliegende Sprosse ab, aus ihnen in der nächsten Vegetationsperiode neue Blütentriebe.

Evolutive Trends und Verbreitung:

Standortanpassungen an

- trockene Lebensräume: z.B. zunehmende Behaarung als Verdunstungsschutz, Reduzierung der Beblätterung oder zeitweises Einstellen des Wachstums,
- salzhaltige Standorte: verstärkte Blattsukkulenz (dickfleischige Blätter, *A. coronopifolium*).

Vikarianz-Beispiel (vgl. 7.2.2.):

A. adauctum in den Bergen von Gran Canaria, Tenerife und Hierro in großer Variabilität, auf Gomera und La Palma aber durch jeweils andere Art vertreten.

7.3.5. Gattung *Sideritis* Gliedkraut (Lippenblütler *Lamiaceae*)

Zwei Entwicklungslinien mit Verbreitungsschwerpunkt im Mittelmeerraum und auf den Kanarischen Inseln; Unterschiede in Wuchsform, Art der Behaarung und Pollenform. Kanarische Arten mit relativ einheitlichem Bauplan: Sträucher oder Halbsträucher, filziges Haarkleid aus verzweigten Haaren, gestielte Basalblätter; 22 endemische Arten.

Vorstellung über evolutive Entwicklung:

Ursprungsform *Sideritis cretica* nahestehend.

Evolutive Trends und Verbreitung:

- in Höhenlagen von 50 bis 2.500 m und damit in allen Formationen vertreten; meist inselendemisch mit entsprechenden Vikarianten (s. 7.2.2.)
- Sukkulentenbusch: *S. dendrochahorra*, *S. nutans* und *S. cretica*,
 - Lorbeerwald: *S. macrostachys*, *S. canariensis*,
 - Kiefernwald: *S. dasygnaphala*, *S. oroteneriffae*,
 - subalpine Zone: *S. eriocephala*.

Vikarianz-Beispiel:

Kiefernwaldarten *S. dasygnaphala* (Gran Canaria) und *S. oroteneriffae* (Tenerife)

7.3.6. Gattung *Carlina* Eberwurz (Korbblütler *Asteraceae*)

Evolutionäre Trends und Verbreitung von *Carlina*-Arten auf den Kanaren und im Mittelmeerraum:

- kanarische Arten: (Wuchstyp „Zwergbäumchen“)
- C. salicifolia* strauchig,
- C. xeranthemoides* halbstrauichig, an Trockenheit angepasst und entsprechend abgewandelt.
- mediterran:
- C. corymbosa* und *involuta*: Stauden, an Sommertrockenheit angepasst (xeromorph),
- C. lanata* und *racemosa*: Einjährige,
- C. nebrodensis*: überdauert feuchte Winter als Halbrossettenpflanze; leitet damit zu zweijährigen Arten mit einmaliger Blüte (hapaxanthe) der gemäßigten Breiten über (z.B. *C. vulgaris*).

7.3.7. Gattung *Convolvulus* Winde (Windengewächse *Convolvulaceae*)

Alle 10 Kanaren-Endemiten im Gegensatz zu den meisten mediterranen Arten verholzt.

Anpassungsformen und Verbreitung:

- küstennahe Standorte der Ostinseln: *C. caput-medusae* kleiner, sparrig verzweigter, kugeliges Dornbusch,
- Sukkulentenbuschzone: *C. floridus* 2-4 m hoher Strauch,
- Lorbeerwald: *C. canariensis* gelegentlich bis in die Baumkronen vordringende, windende Liane.

7.3.8. Weitere Gattungen

Ähnliche Entwicklungslinien in den Gattungen

- Pterocephalus* (Kardengewächse *Dipsacaceae*),
- Crambe* und *Descurainia* (Kreuzblütler *Brassicaceae*),
- Plantago* (Wegerichgewächse *Plantaginaceae*),
- Dorycnium* (Schmetterlingsblütler *Fabaceae*),
- Pericallis* (Korbblütler *Asteraceae*),
- Salvia* und *Lavandula* (Lippenblütler *Lamiaceae*),
- Globularia* (Kugelblumengewächse *Globulariaceae*).

7.3.9. Aktuelles Beispiel evolutiver Prozesse: Gattung *Micromeria* (= *Satureja*)

(Lippenblütler *Lamiaceae*)

Alle 16 kanarischen *Micromeria*-Arten (= *Satureja*) mit ähnlicher Wuchsform (Zwergsträucher), dennoch in fast allen Lebensräumen der Inseln vom Meeresniveau bis in die alpinen Lagen in erblich bedingten, jeweils an bestimmte Standortbedingungen angepassten Rassen vorkommend: Vorstufe zur adaptiven Radiation, als Basis-

form wird *M. varia* angenommen.

8. Beziehungen der Kanarenflora zu anderen Gebieten

8.1. Übersicht der Zusammenhänge

- a. Arten der kanarischen Halbwüstengebiete und des Sukkulentenbusches mit denen der nordafrikanischen Trockengebiete:
Viele Arten mit den afrikanischen identisch, zahlreiche weitere als Vikarianten (s.7.2.2.) vertreten.
Beispiele: *Launaea*, *Periploca*, *Withania*, *Astydamia*, *Zygophyllum*, *Polycarpaea*, *Kickxia*.
- b. Arten der basalen Zone bis hinein in den arabischen Raum:
Während der Tertiärzeit am gesamten Südrand der Tethys, einige auch weiter nördlich im heutigen Süd- und Mitteleuropa, durch Klimaveränderungen (s. 3.1.) wahrscheinlich zusammenhängende Areale zerrissen, heute durch sehr große Disjunktionlücken getrennte Reliktvorkommen im Osten (z.B. Somalia) und Westen (z.B. Kanaren) des Wüstengebietes der Sahara.
Ceropegia, *Aeonium*, *Kleinia*, *Campylanthus*, *Gonospermum*, *Schizogyne*, *Prenanthes*, *Parolinia* und *Messerschmidia*, prominenteste Beispiele: *Phoenix* und *Dracaena*.
- c. Arten des kanarischen Sukkulentenbusches bis in das südliche Afrika:
Vorfahren vermutlich von der Südhalbkugel, im Zuge der Klimaveränderungen während des Tertiärs konnten dazu geeignete Sippen über die Gebirge Ostafrikas, die Tibesti- und Hoggar-Massive bis zu den Kanaren, teilweise auch in den Mittelmeeranraum vordringen.
Kleinia, *Allagopappus*, *Vieraea*, *Argyranthemum*, *Lyperia*, *Limonium*, *Justicia*, *Phyllis*, *Plocama*, *Euphorbia*-Arten aus den Sektionen *Tirucalli* (*E. aphylla*), *Diacanthium* (*E. canariensis*, *E. handiensis*, *E. echinus* u.a.) und *Pachycladae* (*E. regis-jubae*, *E. balsamifera*, *E. atropurpurea*).
- d. Arten der feuchteren Berglagen zur Vegetation der Ost- und zentralafrikanischen Gebirge:
Erica arborea (Baumheide) in den weniger humiden Bergstufen der ostafrikanischen und abessinischen Gebirgszüge mit weiterer Verbreitung über die Atlasländer und das Mittelmeergebiet;
Vikarianten aus den Gattungen *Myrica*, *Canarina*, *Bencomia*, *Adenocarpus*, *Maitenus*, *Hypericum*, *Ixanthus* und *Gesnouinia*.
- e. Arten der Lorbeerwälder zum Mittelmeeranraum:
– Gemeinsame Relikte (s. 3.1.) der tertiären subtropischen Wälder:
Prunus lusitanica ssp. *hixa* (*Rosaceae*), *Gennaria diphylla* (*Orchidaceae*) sowie die Farne *Woodwardia radicans*, *Pteris arguta*, *Asplenium hemionitis*, *Culcita macrocarpa*, *Davallia canariensis*.
Gemeinsame Arten aus den Gattungen *Micromeria*, *Lavandula*, *Sideritis*, *Convolvulus*, *Scrophularia*, *Lotus*, *Chamaecytisus*, *Globularia*, *Crambe*, *Erysimum*, *Pericallis*.
– Allgemein hoher Anteil mediterraner Arten: viele Arten sicher einheimisch, die weitaus meisten aber wohl als Kulturfolger seit der Inseleroberung durch die Spanier im 15. Jahrhundert eingeschleppt.
- f. Arten der Gebirgsbuschvegetation oberhalb der Nadelwaldgrenze zur Flora des Mittelmeerraumes:
Spartocytisus und *Adenocarpus* (Schmetterlingsblütler *Fabaceae*),

Erysimum und *Descurainia* (Kreuzblütler *Brassicaceae*),
Scrophularia (Rachenblütler *Scrophulariaceae*),
Pterocephalus (Kardengewächse *Dipsacaceae*),
Nepeta (Lippenblütler *Lamiaceae*),
Echium (Rauhblattgewächse *Boraginaceae*),
Plantago (Wegerichgewächse *Plantaginaceae*),
Cheirolophus und *Carlina* (Korbblütler *Asteraceae*).

Die *Viola*-Arten *cheiranthifolia* und *palmensis* sowie *Silene nocteolens* besitzen sogar Verwandte in den alpinen Lagen Europas.

g. Gehölze des kanarischen Lorbeerwaldes zu solchen der südostasiatischen Regenwaldgebiete:

Apollonias, *Myrsine*, *Pleiomeris*, *Picconia*; *Pinus canariensis* (*Pinaceae*, nächste heute lebende Verwandte im Himalaja, s. 3.1.).

h. Beziehungen zur Neotropis (Mittel- bzw. Südamerika), Beweis für die Kontinentalverschiebungstheorie:

Culcita, *Woodwardia*, *Drusa*, *Heberdenia*, *Cedronella*, *Bystropogon*.

i. Beziehungen nach Europa:

Neochamaelea.

j. Beziehungen nach Afrika:

Hagenia.

k. Beziehungen sowohl zur Neotropis als auch zum südostasiatischen Wald:

Visnea mocanera, *Persea indica*.

8.2. Beispiele

8.2.1. *Phoenix canariensis* Kanaren-Palme (Palmen *Arecaceae*) (s.8.1.b.)

Standorte: ohne feste Bindung an einen bestimmten Untergrund, an wasserzügigen Standorten, bevorzugt submontane Stufe auf allen Kanareninseln, einzeln oder in kleinen Gruppen, unter günstigen Bedingungen auch individuenreiche Oasen (meist durch menschliche Einflüsse bedingt).

8.2.2. *Dracaena draco* Kanarischer Drachenbaum (Agavengewächse *Agavaceae*) (s.8.1.b.)

Standorte:

beliebter Zierbaum, kanarische Wildstandorte selten geworden, gegenwärtig nur noch auf Gran Canaria, Tenerife und La Palma (Roque de las Animas östlich der Ortschaft Taganana im Nordosten von Tenerife mit etwa 100 Individuen unterschiedlichen Alters, Einzelexemplare und kleinere Populationen an den luvseitigen Felshängen und Schluchten des Anaga-Gebirges, Barranco del Infierno im NW von Tenerife). Alter wohl kaum höher als 250a, Ausnahme Einzelexemplar von Icod im N Tenerifes mit maximalem Alter von 365a.

Verbreitung:

Im Tertiär weiter im N (S- und Mitteleuropa), durch Verschiebung des Subtropen-Klimagürtels nach Süden und der gleichzeitigen Entstehung der afrikanischen Trockengebiete zusammenhängendes Verbreitungsgebiet zerrissen.

Heute lebende Verwandte:

D. cinnaberi (Sokotra, Insel vor Somalia),

D. ombet (südnubisches Hochland), diese beide mit *D. drago* am engsten verwandt;

D. schizantha (O-Küste Somalia),

D. serratula (S-arab. Halbinsel).

D.-Arten keine Wüsten-, sondern Halbwüstenpflanzen, belegt durch weitere Arten im tropischen W-Afrika.

8.2.3. *Euphorbia canariensis* Kanaren-Wolfsmilch (Wolfsmilchgewächse *Euphorbiaceae*) (s.8.1.c.)

Nähere Verwandte (*subsect. Diacanthium*) in NW-, W-Afrika, weite Verbreitung S- und O-Afrika, Indien und SO-Asien.

8.2.4. *Ceropegia* Leuchterblume (*Asclepiadaceae*, Seidenpflanzengewächse) (s.8.1.b.)

Mehrere kanarenendemische Arten (Sukkulentenbusch).

Entstehungszentrum in SW-China und subtropischen Himalaja (hier ursprünglichste Sippen), Ausbreitung am S-Rand der Tethys nach N- und Zentralafrika, später S-Afrika; Arten in S-Arabien mit kanarischen am engsten verwandt (ehemalige Tethys-S-Rand-Flora, durch Wüstenbildung aufgespalten).

8.2.5. Vertreter mit Beziehungen zum tropischen Regenwald (s.8.1.g.):

Visnea mocanera Mocán (*Theaceae*, Teestrauchgewächse)

Endemisch auf Kanaren und Madeira (Lorbeerwald)

Persea indica, Indische Persea (*Lauraceae*, Lorbeergewächse)

endemisch Kanaren, Madeira, Azoren.

Übrige Familienvertreter im Mittel- und S-am. sowie SO-asiatischen Regenwald.

Ursprünglich als (sub-)tropisch-humide Arten in einem entsprechenden tertiären Klimabereich in den heute gemäßigten Zonen.

8.2.6. Vertreter mit Beziehungen zu Gebirgszonen (s.8.1.d.)

Myrica faya Marakonesischer Gagelbaum (*Myricaceae*, Gagelstrauchgewächse)

Endemisch Kanaren, Madeira, Azoren (Buschwald).

Gattungsverbreitung: Gebirge S- und Mittel-Am., SO-Asien, S- und O-Afrika.

Erica arborea Baumheide (*Ericaceae*, Heidekrautgewächse)

Kanaren, Madeira, Mittelmeergebiet, Gebirge O-Afrika, Abessinien.

8.2.7. *Pinus canariensis* Kanaren-Kiefer (Kieferngewächse *Pinaceae*) (s.8.1.g.)

Nächster Verwandter: *P. roxburghii* (Afghanistan, Himalaja) an vergleichbaren Standorten, aufgespaltenes tertiäres Verbreitungsgebiet.

8.2.8. Lorbeerblättrige Gehölze (s.8.1.e.)

Laurus canariensis Kanaren-Lorbeer (*Lauraceae* Lorbeergewächse),

Laurocerasus lusitanica (= *Prunus l.*) Portugiesischer Kirschlorbeer, *Rosaceae*

Reliktendemiten aus subtropisch-humider Vegetation des mittleren Tertiär

(vgl.8.2.5.). Verwandte und wuchsähnliche Arten des Mittelmeerraumes (*Laurocerasus officinalis* Kirschlorbeer, *Laurus nobilis* Echter Lorbeer, *Olea europaea* Ölbaum, *Quercus ilex* Steineiche) keine echten Trockenpflanzen, sondern etwas angepasste Arten mit Reliktcharakter, häufig nur in klimatisch günstigeren Bereichen.

8.2.9. *Carlina* Eberwurz, Wetterdistel (Korbblütler *Asteraceae*)

Carlina salicifolia (strauchig, immergrün, wohl ursprünglich), *C. xeranthemoides*, *C. canariensis*: kanarenendemisch.

Evolutionäre Entwicklung:

Kanarische Arten (verholzt, kleine Köpfe) vermutlich ursprüngliche Formen.

Ausbreitung im Mittelmeergebiet, Mitteleuropa bis gemäßigtes Sibirien, dabei Artenneubildung mit Anpassungen an unterschiedliche, auch an wüstenartiges (N-Afrika), Klima:

Xerophyten:

C. corymbosa (mediterran, stark dornige Staude, regengrün: xeromorph),

C. involucrata, *C. lanata* (mediterran, einjährig: thermophile Xerophyten).

Kühlere Gebiete:

C. vulgaris (Mitteleuropa, wohl von *C. involucrata-lanata*-Gruppe abzuleiten),

C. acaulis (Thüringen, großköpfig, sehr stark abgeleitet).

9. Vertikale Vegetationsgliederung der Kanarischen Inseln

9.1. Übersicht

9.1.1. Wesentliche Faktoren für die Vegetationsgliederung:

- a. Höhenlage: starke Vertikalausdehnung, insbes. der westlichen Inseln (Gran Canaria (Pico del Teide auf Tenerife mit 3717m höchster Berg Spaniens; Roque de los Muchachos auf La Palma 2426m; Pico de las Nieves auf Gran Canaria 1949m),
- b. Ost-West-Klimagefälle innerhalb der Inselgruppe mit ansteigender Feuchtigkeit (Humidität),
- c. N- und S-Seiten der Inseln: an N-Seiten besonders starke Einwirkung des NO-Passates,
- d. Wolkenbildung unter Einfluss des NO-Passates (s. Kanaren, Allgemeine Geographie), danach oft Einteilung in drei Vegetationszonen (CHRIST 1885):
 - Zone „unter den Wolken“,
 - „Wolkenregion“
 - Bereich „über den Wolken“.

9.1.2. Grobgliederung

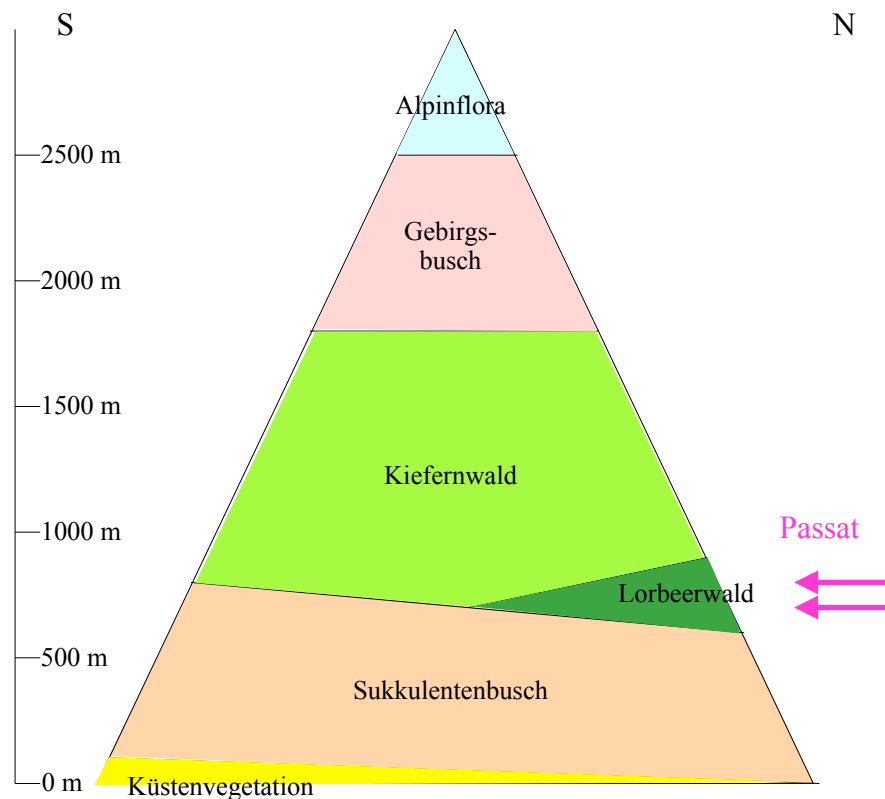
(Höhenangaben variieren auf den einzelnen Inseln)

a. Südseiten

Höhe in m	Klimazone	Feuchtigkeit	Vegetationsform
0-50	basal / subtropisch	arid-semiarid	Küstenvegetation Halbwüste
50-800	collin-montan / subtropisch	semiarid	artenarmer Sukkulentenbusch
800-1.800	montan / rneridional	semiarid	artenarmer Kiefernwald
1.800-2.500	subalpin / gemäßigt	semiarid	Gebirgsbusch
über 2.500	alpin / kühl gemäßigt	semiarid	artenarme Hochgebirgsflora

b. Nordseiten:

Höhe in m	Klimazone	Feuchtigkeit	Vegetationsform
0-400	basal / subtropisch	serniarid	artenreicher Sukkulentebusch
400-600	montan / subtropisch	subhumid	artenreicher Sukkulentebusch Übergangszone zum Lorbeerwald
600-900	montan / rneridional	hurnid	Lorbeerwald
900-1.800	hochmontan / submeridional	subhumid	artenreicher Kiefernwald
1.800-2.500	subalpin / gemäßigt	semiarid	Gebirgsbusch
über 2.500	alpin - kühl gemäßigt	semiarid	artenarme Alpinflora



9.2. Küstenbereiche

9.2.1. Allgemeines

Landschaftsformen:

- flache Sandküsten, landeinwärts Dünenlandschaften in Halbwüsten übergehend,
- sanft zur Küste hin abfallendes Gelände, am Wasser vorwiegend Geröll, nur gelegentlich Sand,
- Steilküsten, Küstenpflanzen nur in Ritzen und Spalten.

Ökologische Bedingungen:

- hoher Salzgehalt: salztolerante Pflanzen (Halophyten) mit erhöhter Salzkonzen-

tration im Zellsaft, dadurch erleichterte Wasseraufnahme aus salzhaltigem Boden, begrenzend letztlich toxische Konzentration für Salze in den Zellen.

Anpassungen:

weitverbreitet: Blattsukkulenz (dickfleischig).

9.2.2. Sandige Küstenzonen

Durch touristisch bedingte Verbauung nur noch Fragmente mit reduzierter Arten- und Individuenzahl.

Arten saharo-sindischer bzw. südwestmediterraner Herkunft:

Neurada procumbens (*Neuradaceae*, auch als UFam der *Rosaceae* geführt), vermutlich durch Trittverbreitung unter Mithilfe von Kamelen und Ziegen nach Gran Canaria gelangt,

Androcymbium gramineum ssp. psammophiltni (Liliengewächse *Liliaceae*),

Cyperus kalli (Riedgräser, *Cyperaceae*),

Tamarix africana (Tamariskengewächse *Tamaricaceae*),

Ononis natrix (Schmetterlingsblütler *Fabaceae*),

Heliotropium ramosissimum (Rauhblattgewächse *Boraginaceae*),

Euphorbia paralias (Wolfsmilchgewächse *Euphorbiaceae*),

Traganum moquinii (Gänsefußgewächse *Chenopodiaceae*): bis zu 2 m hoch, mit besonderem Blattaufbau: Mesophyll der rundlichen Blätter aus einem zentralen Hydrenchym (wasserspeicherndes Gewebe), umgeben von einem peripheren, grobzelligen und ebenfalls der Wasserspeicherung dienenden Assimilationsgewebe, der umfangreichste Teil des Blattes aus großen, dünnwandigen Wasserzellen, die im Spitzenbereich an die Epidermis stoßen und so deutlich erkennbare „Fenster“ bilden (besserer Lichtgenuß für das Palisadenparenchym).

Endemisch:

Polycarpea nivea (Nelkengewächse *Caryophyllaceae*)

Lotus sessilifolius (Schmetterlingsblütler *Fabaceae*): mehrjährig, mit dichter Behaarung, zwergblättrig (Nanophyllie).

9.2.3. Geröll-, Fels- und Steilküsten

Ökologische Bedingungen:

Meersalz, meist durch den Wind in feine Tröpfchen versprüht, setzt sich auf den luvseitigen Blättern ab und dringt dort ein.

Schizogyne sericea (Korbblütler *Asteraceae*) auffällig, zahlreiche, fast ganzjährig blühend, bis zu 1 m hoch,

Patellifolia procumbens (Gänsefußgewächse *Chenopodiaceae*) sehr variabel, kriechend bis rankend, ausdauernd mit krautigen Sprossen,

Atriplex halimus: äquifaziale Flachblätter (Ober- und Unterseite gleichartig gebaut) mit einem mehrere Zelllagen dicken epidermalen Wassergewebe,

Crithmum maritimum (Doldenblütler *Apiaceae*),

Astydamia latifolia (Doldenblütler *Apiaceae*): ausdauerndes Kraut, besonders gerne auf felsigem Untergrund; dickfleischige, gefiederte oder tief fiederteilige Blätter sterben während der Sommertrockenheit ab,

Zygophyllum fontanesii (Jochblattgewächse *Zygophyllaceae*): strauichig, oft leuchtend gelbe äquifaziale Rundblätter,

Euphorbia aphylla (Wolfsmilchgewächse *Euphorbiaceae*): kleiner, dichtwüchsiger, satztoleranter Strauch, bevorzugt auf Küstenfelsen und meereszugewandten Abhängen, Sprosse schlank, im Querschnitt rund, fleischig, grün und blattlos,

Frankenia ericifolia (Nelkenheidegewächse *Frankeniaceae*): gerne mit Halbwüstenelementen vermischt; kleine, kompakte Pflanzen; spezielle Anpassung an salzhaltige Standorte: scheiden mit Hilfe von Hautdrüsen überschüssiges Salz aus, dadurch Oberfläche älterer Blätter mit Salzkruste überzogen.

Limonium pectinatum (Bleiwurzwächse *Plumbaginaceae*): in Küstennähe weit verbreitet, im Gegensatz zu anderen endemischen Gattungsvertretern recht vielgestaltig, scheidet ebenfalls Salz aus.

9.2. Halbwüsten

9.2.1. Allgemeines

Ausbildung unterhalb der Kondensationszone der stabil geschichteten, feuchten Luftmassen des NO-Passates (Ostinseln Lanzarote und Fuerteventura, an Südseiten der anderen Inseln), Niederschläge unter 200 mm im Jahresdurchschnitt.

Wegen oft nur geringer Flächenausdehnung oft Verzahnung mit besonders trockenheitsangepassten Arten des Sukkulentenbusches bzw. mit Arten der Küstenvegetation, daher Grenze zwischen beiden Formationen nicht immer scharf.

Meist saharo-sindische Florenelemente, die meisten Arten auch in den nordafrikanischen Wüstenländern.

Launaea arborescens (Korbblütler *Asteraceae*): gelegentlich von den Parasiten *Cistanche phelipaea* (Sommerwurzgewächse *Orobanchaceae*) oder *Cuscuta approximata* (Windengewächse *Convolvulaceae*) besetzt,

Aizoon canariense, *Mesembryanthemum crystallinum* und *M. nodiflorum* (Mittagsblumengewächse *Aizoaceae*) häufige Einjährige, Blätter mit gleichartiger Ober- und Unterseite (*äquifazial*), besonderes Merkmal: schon mit bloßem Auge sichtbare wasserführende Epidermiszellen,

Convolvulus caput-medusae (Windengewächse *Convolvulaceae*),

Lycium intricatum (Nachtschattengewächse *Solanaceae*)

Helianthemum canariense (Zistrosengewächse *Cistaceae*).

9.2.2. Anpassungen an wüsten- und halbwüstenartige (aride und semiaride) Standorte

9.2.2.1. Grundsätzliches

- Transpirierende Oberfläche nimmt proportional zum sinkenden Niederschlag ab,
- offene, lückige Vegetation (Wasser reicht nur für wenige Individuen pro Flächeneinheit).

Anpassungen entweder nur bei einzelnen Arten einer Verwandtschaftsgruppe oder gruppentypisch, oft Konvergenzen bei Gewächsen unterschiedlichster systematischer Stellung (gleichartiges Aussehen ohne stammesgeschichtliche Verwandtschaft, z.B. Stammsukkulenz bei Kakteen und Euphorbien).

9.2.2.2. Formen des Wasserhaushaltes:

- a. Wechselfeuchte (Poikilohydre): Wassergehalt (Hydratur) unterscheidet sich kaum von der Umgebung, vertragen u.U. ein völliges Austrocknen, sterben beim Ausdörren nicht ab, sondern gehen in Zustand latenten Lebens über, werden nach erneuter Benetzung wieder aktiv, lebendes Protoplasma verhält sich wie toter Querkörper; besonders bei Niederen Pflanzen, gelegentlich bei Höheren Pflanzen (Farnkraut *Cheilanthes marantae*, *Sinopteridaceae*).
- b. Eigenfeuchte (Homoiohydre) können selbst unter extrem trockenen Verhältnissen relativ konstanten osmotischen Wert im Protoplasten ihrer Zellen aufrechterhalten, dadurch weitgehend unabhängig vom Wassergehalt ihrer Umgebung; vertragen Austrocknen nicht.

Problem:

Wasserhaushalt hängt mit Photosynthese zusammen; CO₂-assimilierende Oberfläche bedingt aber starke Wasserverluste, Wassergehalt des Protoplasmas jedoch für Zellstoffwechsel erforderlich; Einschränkung der Wasserabgabe durch Einschaltung hoher Transpirationswiderstände unterbricht CO₂-Aufnahme, da-

mit die Photosynthese → Konflikt zwischen Verdursten und Verhungern.

9.2.2.2. Anpassungsformen

- a. Einjährige (Ephemere) ertragen Trockenheit als Samen, Entwicklung stark von Regenmenge der einzelnen Jahre abhängig
Senecio teneriffae.
- b. Krautige Formen, die mit unterirdischen Speicherorganen überleben (Geophyten) wie Rhizome, Zwiebeln, Knollen;
Scilla haemorrhoidalis, *Drimys maritima* var. *hesperia* (Liliengewächse *Liliaceae*),
Pancreatium canariense (Narzissengewächse *Amaryllidaceae*).
- c. An Trockenheit angepasste Formen (Xerophyten) überstehen Trockenheit als Ganzes, aber in Ruhezustand.
Spezielle Anpassungen, um während Trockenperioden die Transpiration niedrig zu halten:
 - Verkleinerung der transpirierenden Oberfläche durch kleinere Blätter bis hin zum Schuppenblatt oder zu Dornen
Launaea arborescens (Korbblütler *Asteraceae*)
Lycium intricatum (Nachtschattengewächse *Solanaceae*);
 - Blätter mit gleicher Ober- und Unterseite (äquifaziale Blätter, beide Seiten mit Spaltöffnungen und assimilierendem Palisadengewebe, keine Differenzierung in Schwamm- und Palisadengewebe): Kompromiss zwischen maximaler assimilierender und minimaler transpirierender Oberfläche;
 - Schutz der Außenschicht durch Verdickung und Kutikularisierung der Epidermis (wachsartiges Häutchen, von den Hautzellen ausgeschieden), Lack- oder Wachsüberzug
Euphorbia atropurpurea;
 - Verschleimung von Epidermiszellen, Sekretabsonderung
Phyllis viscosa (Rötegewächse *Rubiaceae*);
 - starke Behaarung: Windschutz vor Austrocknung, zusätzlich Reflexion der Strahlung, nachts Absorption von Tau,
Sideritis cretica, *Teucrium heterophyllum* (Lippenblütler *Lamiaceae*),
Andryala pinnatifida (Korbblütler *Asteraceae*),
Neochamaelea pulverulenta (Zwergölbäume *Cneoraceae*);
 - spiegelnde Oberfläche
Withania aristata (Nachtschattengewächse *Solanaceae*);
 - bei ausreichender Feuchtigkeit große, weiche und häufig dicht behaarte oder klebrige Blätter (malakophylle (weichblättrige) Xerophyten), in Kanarenflora rel. selten
Salvia broussonetii (Lippenblütler *Lamiaceae*)
Withania aristata und *Solanum lidii* (Nachtschattengewächse *Solanaceae*);
 - Blätter dauerhaft, aber klein und hart (sklerophylle Xerophyten): Hydratur bzw. die Zellsaftkonzentration schwankt im Gegensatz zu derjenigen der malakophyllen Xerophyten wenig: insbesondere immergrüne Holzpflanzen mit harten, durch mechanisches Gewebe versteiften Blättern, nur im Notfall abgeworfen
Rubia fruticosa (Rötegewächse *Rubiaceae*),
Periploca laevigata (Seidenpflanzengewächse *Asclepiadaceae*);
 - Rutengewächse: verlieren ihre kleinen Schuppenblättchen (falls überhaupt vor-

handen) zu Beginn der Trockenperiode, rutenartigen Sprosse übernehmen Assimilation, Rillen im Stengel als Schutz vor Austrocknung durch Wind

Retama raetam (Schmetterlingsblütler *Fabaceae*);

- flächig entwickelte Blattstiele (Phyllodien) oder blattförmige Kurztriebe (Phyllokladien), in Trockengebieten der Kanaren rel. selten,

Asparagus pastorianus (Liliengewächse *Liliaceae*)

- Dickfleischige Formen (Sukkulente): überstehen Trockenperioden in aktivem Zustand mit während der günstigen Jahreszeit gespeicherten Wasservorräten in Blättern, Stamm oder unterirdischen Teilen, Zellsaftkonzentration infolge der Wasserspeicherung besonders niedrig; Wurzelsystem meist sehr flach in den oberen Bodenschichten. Während Dürrezeit weitgehend von Atmosphäre und Boden isoliert: Blätter (soweit vorhanden) abgeworfen, Saugwurzeln vertrocknen, Neubildung, wenn Regen fällt. Stoffproduktion in dieser Zeit infolge des gehemmten Gaswechsels gering, Wachstum langsam.

Durch spezielle physiologische Trockenanpassung vieler sukkulenter Arten (CAM = Crassulacean acid metabolism) Photosynthese ohne großen Wasserverlust auch während der Dürrezeit möglich: tagsüber geschlossene Atemöffnungen, minimale Wasserabgabe nur durch die wachsartige Deckschicht der Hautzellen (Kutikula), CO₂ für Photosynthese wird nachts (kühlere, weniger trockene Luft) aufgenommen, über organische Säuren zwischengelagert und tagsüber aus dem Speicher genutzt.

Viele kanarische Arten, z.B. *Euphorbia canariensis* (Wolfsmilchgewächse *Euphorbiaceae*).

9.3. Sukkulentenbusch

9.3.1. Allgemeines

Auffälligste Pflanzenformation auf den Kanarischen Inseln, als typischer Vegetationsgürtel ausschlaggebende Bedeutung für die Beurteilung der pflanzengeographischen Stellung des gesamten Archipels (s. 3.2.2.)

Aspektprägende Arten vor allem Stammsukkulente (s. 9.2.2.2.), z.B. *Euphorbia balsamifera*, *Euphorbia atropurpurea*, *Euphorbia canariensis*, *Euphorbia handiensis*, *Ceropegia dichotoma*, *Kleinia neriifolia*, *Aeonium percarneum*.

9.3.2. Ökologische Voraussetzungen und Anpassungen

Standorte: subtropische, halbwüstenartige Gebiete der basalen Zone; nach oben hin im Norden durch Lorbeerwald, im Süden durch Kiefern abgelöst. Weite Bereiche derzeit durch menschlichen Einfluss überformt, großräumige naturnahe Areale bis heute erhalten, besonders an den Steilwänden der Barrancos, auf skelettreichen Lavaböden und anderen landwirtschaftlich nur schwer erschließbaren Stellen.

Anpassungen: Sprosssukkulenz (s.9.2.2.2.c) unterschiedlichster Prägung; Äquifazialität (s.9.2.2.2.c) der meist linealischen oder fiederteiligen Blätter und deren Verlust während der sommerlichen Trockenheit; kleine, aber nicht eingesenkte Spaltöffnungen; flach streichende Wurzelsysteme.

Ausprägung je nach Boden- und Klimabedingungen, Hangneigung und Exposition:

- lockere, artenarme Variante auf mehr oder weniger skelettreichem Untergrund an mehr trockenen, südlich orientierten Geländeabschnitten,
- dicht schließende, artenreiche Version mit günstigerer Wasserversorgung auf teilweise verwitterten Böden.

9.3.3. Struktur des kanarischen Sukkulentenbusches

Charakteristische Arten:

Euphorbia canariensis dominiert vielerorts über weite Flächen,

Euphorbia aphylla leicht halophil,

E. handiensis nur noch wenige Exemplare auf der Jandia-Halbinsel von Fuerteventura,

Caralluma burchardii (Seidenpflanzengewächse *Asclepiadaceae*): Lanzarote, Fuerteventura, Marokko, selten,

Ceropegia fusca und *dichotoma* (Seidenpflanzengewächse *Asclepiadaceae*) mit gegliederten, stielrunden Sprossen,

Euphorbia-Sektion *Pachycladae* (*E. regis-jubae*, *E. balsamifera*, *E. berthelothii*, *E. atropurpurea*): „Federbuschgewächse“ (SCHIMPER 1907): dickstämmige Sträucher mit kurzem Stamm und einer oft gleichmäßig verzweigten Krone; je nach Standort zwischen 50 cm und 3 m hoch; die an den Sprossspitzen zu Schöpfen konzentrierten Blätter werden während der sommerlichen Trockenheit abgeworfen. *E. berthelothii* und *E. atropurpurea* in den küstennahen Bereichen Gomeras bzw. im Westen von Tenerife das Landschaftsbild bestimmend.

Kleinia neriifolia (Korbblütler, *Asteraceae*) und *Aeonium holochrysum* (Dickblattgewächse *Crassulaceae*) sowie *Aeonium percarneum* (Gran Canaria-Endemit) ebenfalls „Federbuschgewächse“ (Konvergenz!)

Pericallis tussilaginis und *webbii*, *Gonospermum fruticosum*, *Artemisia thuscula*, die Gattung *Argyranthemum*, *Nauplius sericeus* (Fuerteventura-Endemit), *Sonchus*- und *Atalanthus*-Arten (Korbblütler *Asteraceae*),

Echium-Arten (Rauhblattgewächse *Boraginaceae*): *E. aculeatum* (Westinseln), *E. strictum* (vielgestaltig, vergleichsweise breite Blätter, lockere Infloreszenz), *E. decaisnei* (bis zu 2 m hoch) und *E. onosmifolium* (etwas kleiner, besonders auf Gran Canaria); *E. giganteum* sowie die lokal verbreiteten *E. leucophaeum* und *E. simplex* (unverzweigt, einjährig) auf Tenerife,

Hyparrhenia hirta (Süßgräser, *Poaceae*) mancherorts flächendeckend,

Geophyten:

Scilla haemorrhoidalis und *Drimia maritima* (Liliengewächse, *Liliaceae*)

Pancratium canariense (Narzissengewächse *Amaryllidaceae*)

Dracunculus canariensis (Aronstabgewächse *Araceae*);

Lianenartig:

Rubia fruticosa (Rötegewächse *Rubiaceae*) spreizklimmend

Bryonia verrucosa (Kürbisgewächse *Cucurbitaceae*) rankend

Periploca laevigata (Seidenpflanzengewächse *Asclepiadaceae*)

Tamus edulis (Yamswurzgewächse *Dioscoreaceae*) windend;

Belaubte Arten überwiegend mit lanzettlichen bis linealischen Blattformen:

Neochamaelea pulverulenta (Zwergölbäume *Cneoraceae*),

Parolinia-Arten (Kreuzblütler *Brassicaceae*),

Justicia hyssopifolia (Akanthusgewächse *Acanthaceae*),

Teucrium heterophyllum (Lippenblütler *Lamiaceae*);

mit fiederspaltig aufgegliederter Blattfläche:

Atalanthus pinnatus, *Artemisia thuscula*, *Gonospermum fruticosum*, *Argyranthemum frutescens* und *Prenanthes pendula*, *Lavandula*-Arten (Lippenblütler *Lamiaceae*),

Ruta pinnata (Rötegewächse *Rutaceae*);

Arten mit Grundwasserkontakt oder in der Nähe von Quellen wachsende Arten weichen erheblich von den typischen trockenheitsangepassten Formen ab:

Phoenix canariensis (Palmen *Arecaceae*);

Plocama pendula (Rötegewächse *Rubiaceae*) bis zu 2 m hoher Strauch mit schlaff baumelnden grünen Zweigen und dünnen, fadenförmig herabhängenden Blättern, auf allen Inseln an trockenwarmen Standorten in der unteren Höhenstufe verbreitet, verfügt über ein hervorragend angepasstes, sowohl weit- als auch tiefreichendes und variables Wurzelsystem.

Im oberen Grenzbereich der meist auch durch Menschen gestörten Sukkulentenbuschstandorte typische Stauden, Hartlaubsträucher und -bäume, leiten zur Waldvegetation über:

Hypericum canariensis (Johanniskrautgewächse *Hypericaceae*),

Rumex lunaria (Knöterichgewächse *Polygonaceae*),

Globularia salicina (Kugelblumengewächse *Globulariaceae*),

Bosea yervamora (Fuchsschwanzgewächse *Amaranthaceae*),

Rhamnus crenulata (Rhamnaceae),

Pistacia atlantica (Anacardiaceae),

Phyllis viscosa (Rötegewächse *Rubiaceae*),

Tinguarra montana und *Ferula linkii* (Doldenblütler *Apiaceae*),

Lavatera acerifolia (Malvengewächse *Malvaceae*),

Lobularia intermedia (Kreuzblütler *Brassicaceae*),

Convolvulus floridus (Windengewächse *Convolvulaceae*),

Sideroxylon marmulano (Breiapfelgewächse *Sapotaceae*),

Marcetella moquini (Rosengewächse *Rosaceae*),
Jasminum odoratissimum (Ölbaumgewächse *Oleaceae*).

9.4. Lorbeerwälder

9.4.1. Allgemeines

Vorkommen

- Weltweit weniger als 1% der gesamten Waldfläche, aber in fast allen Erdteilen, sowohl
- nördlich des Äquators : Kanaren, Japan und China (ca. 28° nördliche Breite); um 32° auf Madeira,
 - südlich des Äquators: bei 34° in Südafrika, bei 38° in Chile und bei 40° in Südostaustralien und auf Neuseeland.

Ökologische Einordnung

- immergrüne Feuchtwälder warm temperierter Klimate,
- stehen zwischen tropischen Gebirgsregenwäldern und immergrünen Hartlaubwäldern der Winterregengebiete (letztere - jedenfalls auf den Mittelmeerraum, Chile und Ostasien bezogen - als klimabedingte Weiterentwicklungen der an größere Feuchtigkeit gebundenen Lorbeerwälder)
- Übereinstimmungen mit tropischen Wäldern:
 - kaum Jahresringe,
 - dünne Borke,
 - immergrüne, ledrige, mehr oder weniger breite und glänzende Blätter,
 - Vegetationspunkte weitgehend ungeschützt,
 - häufig girlandenartig von Ästen und Stämmen herabhängende Moose, epiphytische Farne und Blütenpflanzen und auf den Blättern wachsende (epiphyll) Moose.

Paläobotanik

Vorläufer schon seit der Kreidezeit, im Tertiär in großen Teilen der heute temperierten Zonen Europas und Nordafrikas; viele der fossil bekannten Arten Mittel- und Südeuropas gleichen oder ähnlich stark denen der heutigen kanarischen Waldarten (Paläoendemiten, s. 4.1.2.).

Verbreitung auf den Kanaren

- Westinseln und Gran Canaria, zwischen 600 und 1.400 m, fast ausschließlich an luvseitigen (nördlichen bzw. nordöstlichen) Hängen sowie in Mulden und Tälern mit tiefgründigem und nährstoffreichem Boden.
- Gran Canaria unweit der Ortschaft Moya: Fragmente eines einstmals beachtlichen Waldgebietes, sollen durch Wiederaufforstung erweitert werden,
 - Tenerife: Waldabschnitte im Anaga-Gebirge, um den Monte del Agua im Teno-Gebirge,
 - La Palma: mehrere nordostexponierte Schluchten,
 - Hierro: Waldstück oberhalb Frontera,
 - Gomera: gesamter zentraler Bereich, eindrucksvollster kanarischer Lorbeerwald, 1986 unter Schutz gestellt (Parque Natural de Garajonay).

9.4.2. Ökologische Situation

Klimatische Bedingungen:

- Passatwolken: stauen sich an fast allen Tagen unabhängig von der Jahreszeit besonders an den Nordseiten der höheren Inseln zwischen 600 und 1700 m (Obergrenze variiert je nach Jahreszeit, liegt im Winter höher als im Sommer),
- Nebelniederschlag: eher dürftig, beeinflusst die Vegetationsentwicklung kaum di-

- rekt,
 – Wolkendecke mit indirekten Wirkungen:
 schützt vor starker Sonneneinstrahlung (mit 4-6 Stunden täglichem Sonnenschein nur halb so lange wie in den Tieflagen),
 hält die Temperatur um 15°C annähernd konstant, die Luftfeuchtigkeit im Jahresmittel mit 80% hoch und damit die Verdunstungsrate klein (vor allem in den niederschlagsarmen Sommermonaten);

Besonderheiten des kanarischen Lorbeerwaldes:

- ökologische Grenzlage: hinsichtlich des Wasserbedarfs an der unteren Grenze seiner Existenzfähigkeit (jährliches Niederschlagsangebot mit 700 bis 900 mm noch nicht einmal halb so hoch wie das entsprechender Formationen in Übersee), daher vergleichsweise trockenheitsverträglich,
- Nebelnutzung: zum (wenn auch geringen) Ausgleich des Wasserdefizits Feuchtigkeitsentzug aus den Nebelwolken des Nordostpassates (Nebel setzen sich - oft unterstützt durch gleichzeitige heftige Luftbewegungen - an den pflanzlichen Oberflächen ab, Tröpfchenbildung und dadurch Nieselregen),
- artenarm im Vergleich zu denen anderer Erdteile oder des europäisch-nordafrikanischen Tertiärwaldes durch vergleichsweise ungünstige ökologische Bedingungen, vielleicht auch durch geographische Isolierung und geringe Arealausdehnung.

9.4.3. Aufbau

9.4.3.1. Baumschicht

Im kanarischen Lorbeerwald wegen uneinheitlicher Standortsbedingungen (insbes. Feuchtigkeitsangebot) mehrere Pflanzengemeinschaften unterschiedlicher Zusammensetzung mit jeweils verschiedenen vorherrschenden Arten unterscheidbar (OBERDORFER u.a.).

Bäume von 10 bis 30 m (bes. Vertreter der Lorbeergewächse *Lauraceae*), bei ungestörtem Wuchs und günstigen Standortsbedingungen hallenartiger Hochwald mit dichtem Kronenschluss; im Inneren nur noch diffuses Licht, hier eine lockere Strauchschicht sowie eine moos- und farnreiche Krautschicht.

Die meisten Arten mit Anpassungen an hohe Feuchtigkeit (hygromorph), manche an Trockenheit (xeromorph), entstanden unter dem Einfluss des seit dem Pliozän (oberstes Tertiär, 5,3-1,6 Mio a) veränderten Klimas:

- oberseitig glänzende und damit reflektierende Blätter,
- dichtere Blattnervatur, dicke Epidermen, schwächere Entwicklung des Schwammparenchyms und stärkere Ausbildung des mechanischen Gewebes sowie der Palisadenschicht.

Laurus azorica, *Ocotea foetens*, *Apollonias barbujana* und *Persea indica* (Lorbeergewächse *Lauraceae*),

Picconia excelsa (Ölbaumgewächse *Oleaceae*),

Visnea mocanera (Teestrauchgewächse *Theaceae*),

Myrica faya (Gagelstrauchgewächse *Myricaceae*),

Prunus lusitanica ssp. *hixa* (Rosengewächse *Rosaceae*),

Ilex canariensis und *perado* (Stechpalmengewächse *Aquifoliaceae*),

Rhamnus glandulosa (Kreuzdorngewächse *Rhamnaceae*),

Isoplexis canariensis (Rachenblütler *Scrophulariaceae*).

- Stamm- und Blattsukkulenz (s. 9.2.2.2.c)

- bei allen Dickblattgewächsen (*Crassulaceae*) des Lorbeerwaldes,
 – filzige Behaarung
Sideritis-Arten (Lippenblütler *Lamiaceae*),
Carlina salicifolia und *Pericallis appendicularis* (Korbblütler *Asteraceae*),
Pterocephalus dumetorum (Kardengewächse *Dipsacaceae*).

Charakteristische Arten:

- Laurus azorica* (Lorbeergewächse *Lauraceae*): häufigste Art; bis zu 30 m hoher Baum, mattgrüne, elliptische, zugespitzte und in der Größe recht variable Blätter; sehr regenerationsfähig, Vermehrung überwiegend durch Stockausschlag, der sehr schnell baumförmige Strukturen annimmt, wenn die Mutterpflanze abstirbt; tritt an Sekundärstandorten auch als Strauch auf. Reinbestände bevorzugen luftfeuchte Regionen in 700-800 m Höhe, in besonders regenreichen Lagen farnreich, manchmal hier auch *Ocotea foetens* (Lorbeergewächse *Lauraceae*).
- Persea indica*: wasserbedürftigstes Lorbeergewächse, an besonders feuchten Stellen manchmal bestandsbildend (auwaldartig auf den Sohlen von Schluchten), ansonsten nur einzeln eingesprengt. Wegen der auffallend dicken Stammbasis auch als „hölzerner Felsen“ bezeichnet; Holz mit außergewöhnlich schöner Struktur („kanarisches Mahagoni“).
- Apollonias barbujana* (Lorbeergewächse *Lauraceae*) vorwiegend in unterer und mittlerer Lorbeerwaldzone, oft an steilen, frisch durchsickerten warmen Hängen; wertvolles dunkles Holz („kanarische Ebenholz“), deshalb ältere Exemplare heute recht selten.
- Prunus lusitanica ssp. hixa* (Rosengewächse *Rosaceae*) bevorzugt sehr hohe Luftfeuchtigkeit, zahlreich in den Lorbeerwäldern des Nordostens von Tenerife zusammen mit *Laurus azorica*, *Ilex canariensis*, *Myrica faya*, *Erica arborea* und *Arbutus canariensis*.
- Arbutus canariensis* (Heidekrautgewächse *Ericaceae*) über 10 m hoch, rötlich-braune Borke, große, gezähnte Blätter.
- Visnea mocanera* (Teestrauchgewächse *Theaceae*) und *Picconia excelsa* (Ölbaumgewächse *Oleaceae*) in allen Höhenlagen der Lorbeerwaldstufe, gelegentlich auch in schattigen Barrancos und in Übergangsregion zum Sukkulantenbusch; auf Sekundärstandorten beide als breit ausladende Büsche, normalerweise aber als gedrungene Bäume mit beträchtlichem Stammumfang.
- Ilex perado ssp. platyphylla* (Stechpalmengewächse *Aquifoliaceae*) an feuchten, schattigen Standorten, bis zu 15 m hoch; große, lederige, glänzende Blätter, Ränder gewellt mit vorangerichteten Stacheln und einer Stachelspitze.
- Ilex canariensis* genauso groß, sehr häufig in der Waldstufe sowie der Heidebuschvegetation, bis in 1.800 m Höhe.
- Rhamnus glandulosa* (Kreuzdorngewächse *Rhamnaceae*) gewöhnlich nur mittlere Baumausmaße; in den Winkeln zwischen der Blattmittelrippe und den Hauptseitennerven kleine, runde, auf der Blattoberseite aufgewölbte Milbenkammern („Domatien“, Öffnungen weisen zur Unterseite).
- Euphorbia mellifera* (Wolfsmilchgewächse *Euphorbiaceae*) Rarität unter den Bäumen des Lorbeerwaldes (häufiger als Jungwuchs in der Strauchschicht sichtbar), bevorzugt feuchte, schattige Standorte, bis zu 15 m hoch, an den Astenden schopfig gehäufte, fast sitzende, schmal-lanzettliche Blätter.
- Heberdenia excelsa* und *Pleiomeris canariensis* (Myrsinaceae) selten; kleine Bäu-

me, 10 bis 15 m hoch.

Salix canariensis (Weidengewächse *Salicaceae*) an besonders feuchten Stellen und an Ufern kleiner Wasserläufe, bis zu 10 m hoch.

Sideroxylon marmulano (Breiapfelgewächse *Sapotaceae*) im Übergangsbereich zum Sukkulentenbusch

Juniperus phoenicea (Zypressengewächse *Cupressaceae*) auch auf anderen Inseln und im Mediterrangebiet verbreitet; ein außergewöhnlicher Standort in den montanen Lagen des westlichen Hierro: einige Jahrhunderte alte, durch Windeinwirkung auffallend geformte, niederliegende Exemplare überlebten hier auf einem heute als Viehweide genutzten, ansonsten aber geschützten Areal.

9.4.3.2. Lianen

Relativ zu tropischen Wäldern in Größe und Artenzahl schwach entwickelt, die wenigen Arten jedoch häufig:

Semele androgyna (Liliengewächse *Liliaceae*) windende Liane, mit blattartigen, kahlen, zweizeilig angeordneten Flachsprossen (ähnlich *Ruscus aculeatus*), Ränder manchmal etwas schlängelnd gelappt; Blüten klein, zu 2-6 gebündelt an den Rändern bis hin zur Flächenmitte der Flachsprosse.

Convolvulus canariensis (Windengewächse *Convolvulaceae*) windende Liane; Blätter ganzrandig, ungeteilt, dicht behaart; rispenförmige Blütenstände mit hellblauen Blüten in den Blattachsen

Hedera canariensis ssp. canariensis (Efeugewächse *Araliaceae*) Wurzelkletterer

Rubus bollei (Rosengewächse *Rosaceae*),

Rubia peregrina ssp. agostinhoi (Rötegewächse *Rubiaceae*),

Smilax canariensis und *Asparagus umbellatus* (Liliengewächse *Liliaceae*) klettern mit Hilfe rückwärts gebogener Stacheln oder Dornen (Spreizklimmer)

9.4.3.3. Strauchschicht

Reich an Endemiten; wichtige Arten:

Viburnum tinus ssp. rigidum (Geißblattgewächse *Caprifoliaceae*) häufigster Strauch; aufrechte, oberseits braun bis rötlich überlaufene Zweige; Blätter gegenständig, fast rundlich, ganzrandig, meist zugespitzt, beidseitig behaart.

Sambucus palmensis (Geißblattgewächse *Caprifoliaceae*) selten.

Marcetella moquiniana und *Bencomia caudata* (Rosengewächse *Rosaceae*) zweihäusig; innerhalb des Lorbeerwaldes nur recht sporadisch, dafür aber stellenweise gehäuft in dessen Randbereichen: *Marcetella* in der Übergangszone zum Sukkulentenbusch, und *Bencomia* bis in die Nadelwaldstufe. Beide im Durchschnitt 3 bzw. 6 m hoch, Blätter einfach gefiederte, schopfrosettig an den Sprossenden, bei *Marcetella* kahl und bereift; Blütenstände einfach, meist hängend, ährenförmig. (Verbreitungsbeziehungen s. 8.1.d).

Gesnouinia arborea (Brennnesselgewächse *Urticaceae*) Strauch oder kleiner Baum, bis zu 6 m hoch; Blüten eingeschlechtig in dichten endständigen Rispen.

Maytenus canariensis (Spindelbaumgewächse *Celastraceae*) dicht verzweigter Strauch: Blätter glänzend, ledrig; Blüten klein, blaß grünlich-gelb, Kapsel kugelig, dreikammerig.

Erica scoparia (Heidekrautgewächse *Ericaceae*) ähnelt *Erica arborea*, aber nicht so hoch; Blätter schwach nach unten umgerollt, rechtwinkelig vom Sproß abstehend.

Isoplexis canariensis (Rachenblütler *Scrophulariaceae*) bis zu 2 m hoch, unserem einheimischen Fingerhut (*Digitalis*) sehr nahe stehend; meist aufrechte Zweige,

Blätter lanzettlich, lederig-glänzend, unterseits schwach behaart, gesägt; Blütenstände auffällig, endständig, dicht traubenförmig mit zahlreichen leuchtend orangefarbenen, etwa 3 cm lange Blüten; bevorzugt feuchte, schattige Standorte; oft zusammen mit *Pericallis appendiculata* (Korbblütler *Asteraceae*), *Geranium canariense* (Storchschnabelgewächse *Geraniaceae*) und *Ixanthus viscosus* (Enziangewächse *Gentianaceae*).

Carlina salicifolia (Korbblütler *Asteraceae*) schwach verzweigter Strauch; Blätter ungeteilt, ganzrandig, auf der Unterseite weißfilzig-zottig behaart, Ränder mit Stacheln; in schattigen Barrancos an der Obergrenze des Sukkulentebusches und in der Waldstufe, auch bis zur Küste hinunter.

Hypericum (Johanniskrautgewächse *Hypericaceae*): mehrere Arten; Sträucher (im Gegensatz zu den mitteleuropäischen, krautigen Arten, vgl. 7.1.2.); Blätter einfach, ungeteilt, fast ungestielt bis sitzend, häufig mit kleinen, kugeligen, durchscheinenden Ölbehältern in der Blattspreite und mit Drüsenköpfchen am Rande. *H. grandifolium* auffälligste und großblütigste Art, von der oberen Küstenzone bis in 1600 m, an lichten Standorten der Lorbeerwald- und Heidebuschvegetation, auch in den Kiefernwald hinein.

H. glandulosum, *H. canariense* und *H. reflexum* bevorzugen die Passatwolkenzone, in feuchten Barrancos auch bis zur Küstenzone, als Pionierpflanzen häufig in degradierten Gebüschformationen.

Sonchus-Arten (Korbblütler, *Asteraceae*): *S. hierrensis* (Hierro, Gomera und La Palma), *S. congestus* (Gran Canaria und Tenerife), *S. acaulis* (diese auch in oberer Sukkulentebuschzone) Sträucher bis 2 m hoch.

Bystropogon canariensis (Lippenblütler *Lamiaceae*) Strauch; Sprosse grauweiß behaart; Blätter stark duftend; Blütenstände dicht, reichblütig; recht vielgestaltige Art, bis 3 m hoch.

Teline microphylla (Schmetterlingsblütler *Fabaceae*) aufrechter, oft ausladender, reich verzweigter Strauch, bis zu 3 m hoch; Sprosse dicht seidig behaart; Blätter dreizählig gefiedert.

9.4.3.4. Krautschicht

Vorherrschend Farne:

Woodwardia radicans (Rippenfarngewächse *Blechnaceae*) an schattigen, feuchten Lorbeerwaldstandorten oft flächendeckend; Wedel bis zu 2,5 m lang, im Umriss dreieckig-spitz.

Culcita macrocarpa (Baumfarngewächse *Dicksoniaceae*) selten, bis zu 1 m hohe Achsenkörper („Baumfarn“), weitreichende verwandtschaftliche Beziehungen, einerseits in das tropische Amerika und andererseits nach Südostasien und Australien bis hin zu den südpazifischen Inseln.

Hymenophyllum tunbrigense (Hautfarngewächse *Hymenophyllaceae*) an sehr schattigen Standorten in Kammlagen (ganzjährig Passatwolken) recht häufig, zwischen Moospolstem, meist am Fuß von Bäumen oder an Baumstümpfen.

Davallia eanariensis (*Davalliaceae*) und *Polypodium macaronesticum* (Tüpfelfarngewächse *Polypodiaceae*) auf allen Inseln, mit oberirdisch kriechenden Wurzelstöcken; auf kahlen, meist etwas schattigen Felswänden, in Rinnen und Klüften, auf Lavastromböden und Mauern an der Obergrenze des Sukkulentebusches und auf Stämmen und Ästen der Lorbeerwaldbäume (epiphytisch).

Asplenium adiantum-nigrum und *A. hemionitis* (Streifenfarngewächse *Asplenia-*

ceae).

Blütenpflanzen:

Pericallis-Arten (Korblütler *Asteraceae*) *P. cruenta* (Tenerife); *P. echinata* (Tenerife), *P. tussilaginis* (Tenerife, selten Gran Canaria; mit knolligen Speicherwurzeln, obere Sukkulantenbuschregion bis untere Waldstufe an feuchten Standorten); *P. murrayi* (Hierro); *P. multiflora* schlanker Strauch bis 2 m hoch, sehr selten im Norden von Tenerife.

Canarina canariensis (Glockenblumengewächse *Campanulaceae*) Milchsaft führende, kahle, aber bereifte Staude mit knolligen, hohlen, gummiartigen Speicherwurzeln; mehrere Meter lange kriechende oder klimmende Sprosse; 3-6 cm große cognacfarbene Blüten (Nationalblume der Kanarischen Inseln).

Geranium canariense (Storchschnabelgewächse *Geraniaceae*) kräftig, häufig am Grunde verholzt; ausladende, grundständige Schopfrosetten.

Polycarpaea divaricata (Nelkengewächse *Caryophyllaceae*),

Crambe strigosa und *scaberrima* (Kreuzblütler *Brassicaceae*) kleine Sträucher; Blätter rauhaarig, Ränder unregelmäßig gebuchtet bis gezähnt;

Echium pininana (Rauhblattgewächse *Boraginaceae*) im NO von La Palma;

Echium simplex Anaga-Gebirge Tenerife;

Phyllis nobla (Rötegewächse *Rubiaceae*) kleiner, meist kahler Halbstrauch; Blätter dicht stehend, bevorzugt auf Felsen;

Ixanthus viscosus (Enziangewächse *Gentianaceae*) ausdauernde, klebrige Staude; Blätter parallelnervig, sitzend und ungegliedert;

Ranunculus cortusifolius (Hahnefußgewächse *Ranunculaceae*) kräftige, dicht behaarte Staude mit fleischigen Speicherwurzeln; an feuchten Felsstandorten von 200 bis 1.500 m;

Aeonium-Arten (Dickblattgewächse *Crassulaceae*): *A. cuneatum* im Waldesinneren; *A. canariense* und *A. urbicum* an mehr offenen Stellen;

Globularia salicina (Kugelblumengewächse *Globulariaceae*) immergrüner Strauch, oberer Sukkulantenbuschbereich;

Cedronella canariensis (Lippenblütler *Lamiaceae*) am Grund verholzend, starker Zitronenduft; Waldlichtungen;

Plantago arborescens (Wegerichgewächse *Plantaginaceae*) kleiner, sparriger Strauch; Felsen der Küstenzone bis offene Waldstandorte;

Sideritis macrostachys (Lippenblütler *Lamiaceae*) Lorbeerwaldlichtungen im N Tenerifes;

Dracunculus canadensis (Aronstabgewächse *Araceae*) stickstoffreiche Standorte in und unterhalb der Waldstufe; Blätter fußförmig zerteilt; Hochblatt (Spatha) grünlich-weiß oder cremefarben

Ageratina adenophora (Korbblütler *Asteraceae*) Mitte des 19. Jh. aus N-Amerika eingeschleppt, von Wegrändern in die Wälder vordringend eine Gefahr für die einheimische Flora.

9.5. Baumheide-Gebüsch (span. *Fayal-brezal*)

9.5.1. Ökologische Bedingungen, Standorte

- Benannt nach *Erica arborea* (Heidekrautgewächse *Ericaceae*, span. *brezo*)
- widerstandsfähiger gegen wüstenähnlichere Bedingungen und niedrigere Temperaturen.

Voraussetzungen für die Ausbildung:

- in der Nachbarschaft zum Lorbeerwald, meist an Stellen mit grenzwertigen Bedingungen für das Gedeihen des Lorbeerwaldes:
 - hochgelegene, Winden stark ausgesetzte Bergrücken,
 - von Trockenheit bedrohte Waldsäume im Übergang zum Sukkulentenbusch
 - kühlere Zonen an der oberen Verbreitungsgrenze des Lorbeerwaldes.

Entwicklung:

Aus geschädigtem (degradiertem) Lorbeerwald.

Ursachen der Schädigung:

- vor menschlicher Besiedlung: Vulkanausbrüche, Feuer und Wind,
- durch menschlichen Einfluss: hochwüchsige Baumarten wertvolles Möbelholz, wegen vergleichsweise guten Wasserversorgung und tiefgründiger, fruchtbarer Böden ideale Voraussetzungen für landwirtschaftliche Nutzung; Niederwaldwirtschaft (Holzstangen für Tomatenplantagen, Bauholz, Brennholz und Holzkohle), Beweidung und Entnahme von Pflanzenmaterial und Boden zur Verbesserung von Obst- und Gemüsekulturen.

Folgen: erhöhte Erosion, Verarmung durch Abtrag an organischer Substanz, an freigelegten Stellen Veränderung der Humusstruktur, Verringerung der Ionenaustauschkapazität, Verkleinerung von Porenvolumen und Wasseraufnahmekapazität infolge Bodenverdichtung durch Oberflächenverschlammung und Tiertritt.

Regenerationsvermögen:

Bei vielen Lorbeerwaldgehölzen sehr hoch; nach Kahlschlägen durch Stockausschlag aus Baumstümpfen schnelle Entwicklung einer Sekundärvegetation mit oft zum ungenutzten Wald vergleichbarer Artenvielfalt; Rodungen ähneln vielleicht in ihrer Wirkung den natürlichen Schädigungen (z.B. durch Vulkanausbrüche) und die Sekundärbestände stellen einen ebnefalls „natürlichen“ Vegetationstyp dar, was auch der hohe Endemitenanteil bestätigt.

Beisp.: Waldregeneration über weite Teile im Norden Tenerifes: Baumhöhen der formationsaufbauenden Arten bei 10 m, meist jedoch darunter, Vegetationsbedeckung fast 100%, dadurch im bodennahen Bereich keine übermäßige Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen; Laub der Gehölze neigt zu verstärkter Xeromorphie, als Epiphyten im allgemeinen nur Moose und Flechten; auffällig hoher Anteil lichtbedürftiger Gewächse.

9.5.2. Charakteristische Arten

Erica arborea (Heidekrautgewächse *Ericaceae*) gewöhnlich zwischen 700 und 1700 m, Strauch oder kleiner Baum;

Myrica faya (Gagelstrauchgewächse *Myricaceae*, span. *faya*) zwischen 400 und 1500 m (auch im Lorbeerwald), immergrüner, zweihäusiger Baum; Zweige mit schildförmigen Haaren (Schülferhaare); Blätter lanzettlich, Spreitengrund keilförmig in den Stiel verschmälert;

Phyllis nobla (Rötegewächse *Rubiaceae*),

Gesnouinia arborea (Brennnesselgewächse *Urticaceae*),

Canarina canariensis (Glockenblumengewächse *Campanulaceae*),
Sonchus acaulis, *Carlina salicifolia* (Korbblütler *Asteraceae*)
Isoplexis canariensis (Rachenblütler *Scrophulariaceae*),
Ilex canariensis (Stechpalmengewächse *Aquifoliaceae*)
Convolvulus canariensis (Windengewächse *Convolvulaceae*),
Daphne gnidium (*Thymelaeaceae* Seidelbastgewächse),
Ulex europaeus (Schmetterlingsblütler *Fabaceae*),
Pteridium aquifolium (Adlerfarngewächse *Pteridiaceae*).

9.6. Kiefernwälder

9.6.1. Allgemeines und Verbreitung

- Obere Formation der kanarischen Waldstufe, je nach Exposition zwischen 800 und 2200 m,
- ursprünglich weitgehend reine *Pinus canariensis*-Wälder,
- in Inselnordlagen oberhalb der Lorbeerwaldstufe, in leeseitigen Gebieten unmittelbar an Sukkulentenbusch anschließend (auf Grund der Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse hier keine Lorbeerwaldstufe, s. 9.1.2.),
- trotz Verringerung durch menschlichen Einfluss bis heute im natürlichen Verbreitungsgebiet auf Gran Canaria und den Westinseln beachtliche Bestände erhalten, zumindest auf Tenerife und La Palma mehr oder weniger geschlossener Gürtel; nur stellenweise von Sekundärformationen oder durch wiederaufgeforstete Flächen mit Fremdelementen durchbrochen; durch Abholzungen und Aufforstung mit anderen Kiefernarten (*P. radiata* aus S-Kalifornien, *P. halepensis* und *P. pinaster* aus dem Mittelmeerraum) wenige reine *Pinus canariensis*-Bestände; auf Gomera unbedeutende Vorkommen.

9.6.2. Ökologische Voraussetzungen

Generell:

Kiefernwald in montanen, für Nebelwald nicht mehr geeigneten Lagen, daher

- auf Leeseiten, hier kein Lorbeerwald,
- auf Luvseiten oberhalb der Grenzbedingungen für Lorbeerwald (insbes. Temperatur).

Einzelfaktoren:

- im Gegensatz zu passatbeeinflussten Luvseiten an Leeseiten Nebelbildung vergleichsweise selten, Verdunstung höher, Temperaturschwankungen größer und Luftfeuchtigkeit geringer,
- relative Trockenheit der Standorte verhindert Bildung tiefgründiger Böden,
- mit zunehmender Höhe erniedrigte Feuchtigkeit und Temperatur, Sommer trocken, im Winter Fröste möglich,
- Obergrenze (Baumgrenze) vor allem temperaturbedingt (Winterfrost).

9.6.3. Aufbau der kanarischen Kiefernwälder

9.6.3.1. Überblick

Unterschiedliche Ausprägung je nach Feuchtigkeit, von arid bis humid. Meist lockere, parkähnliche Verteilung der Bäume, dadurch ausreichend Licht für Strauchschicht.

Dominierend: *Pinus canariensis* (Pinaceae)

Juniperus cedrus (Cupressaceae) und andere hochwüchsige Gehölze früher sicher häufiger, heute für Waldaufbau unbedeutend, dafür einige Sträucher.

Strauchschicht: *Cistus*-, *Lotus*-, *Satureja*- (*Micromeria*-)Arten,

Krautschicht; lediglich einige Farne und Geophyten,

Steilwände: neben Moosen und Flechten typische Felsvegetation,

Feuerangepasstes Ökosystem (Vulkanismus!): halbtrockene Gebiete, Streu wird nur äußerst langsam zersetzt, reichert sich als brennbares Material kontinuierlich an, durch das Verbrennen gelangen mit der Asche viele mineralische Nährstoffe in den Boden und werden dadurch wieder pflanzenverfügbar. (s.a. 9.6.3.2.).

9.6.3.2. *Pinus canariensis* (Kieferngewächse Pinaceae)

Größe: standortsabhängig im Durchschnitt 15-30 m hoch, Stammdurchmesser bei 1m; mehrere 100 Jahre alte Individuen (z.B. oberhalb der Ortschaft Vilaflor im S Tenerifes, hier fast 60 m hoch, Stammdurchmesser knapp 3 m, Umfang 10 m)

Wuchs: Krone weit ausladend, Seitenäste oft wuchtig, bereits tief unten am Stamm, waagrecht abstehend

Nadeln: dreinadelige Kurztriebe, gehäuft und schopffartig an den Enden von Langtrieben; Nadeln weich, bis 30 cm lang, dreikantig, an den Kanten sehr fein gezähnt (fühlen sich rau an), stehen 1-3 a lang,

Zapfen breit-eiförmig, 9-20 x 9-12 cm groß.

Ausnutzung von Nebel und Tau: Nebel kondensiert an großer Nadeloberfläche (Nebelaustrückung); Wasseraufnahme durch flaches Wurzelwerk (auch von Begleitflora), Überschuss wertvoller Beitrag zum Wasserhaushalt der Inseln: versickert (poröses und spaltenreiches Lavagestein), sammelt sich auf wasserundurchlässigen Schichten und liefert Quellwasser.

Wurzeln: Pfahlwurzel zur Verankerung im Untergrund und weit streichende oberflächennahe Seitenwurzeln zur Wasseraufnahme der Feuchtigkeit aus den flachgründigen Böden; ihre Länge bestimmt Distanz der Bäume zueinander. Kann auch auf kahlem Lavafels und an Steilwänden wurzeln, dringt dabei weit in Risse und Spalten ein und nimmt dort verfügbares Wasser auf (Pionierpflanze bei Besiedlung von Lavafeldern, z.B. Teno-Gebirge oder oberhalb der Ortschaft Garachico auf Tenerife).

Feuerbeständigkeit: Waldbrände nicht nur menschlich verursacht, auch natürlich durch Vulkanismus; Borken alten Stämmen bis zu 15 cm dick und damit feuerresistent; hohe Regenerationsfähigkeit durch Stockausschläge in allen Sproßbereichen; Zapfen der Kanarenkiefer öffnen sich erst nach kurzer Hitzeeinwirkung; Vegetationspunkt der Jungpflanzen durch einen dichten Schopf langer Nadeln geschützt.

Regenerationsfähigkeit: sehr hoch (Stockausschläge), günstig nach Bränden oder Schädlingsbefall, z.B. Raupen von *Macaronesia fortunata* (*Lamantriidae*).

9.6.3.3. Nutzung

Holz harzreich, Kernholz alter Bäume hart, dunkel gefärbt, daher besonders begehrt; Verwendung für Decken, Fenster, Türen usw. sowie als Bauholz (Balkone),

Nadeln als Viehstreu und Verpackungsmaterial für Bananen (massenweise Entnahme führt zu Bodenverschlechterung durch verringerte Humusbildung).

9.6.3.4. Kiefernwälder der Insel-Leeseiten

– typische Trockenwälder,

– Bäume weit voneinander entfernt, aber teilweise riesige Ausmaße,

– Unterwuchs schwach entwickelt und fehlend,

– erst in tieferen, etwas feuchteren Lagen dünne Humusschicht, dann Strauchschicht mit

Bystropogon organifolius (Lippenblütler *Lamiaceae*),

Chamaecytisus proliferus (Schmetterlingsblütler *Fabaceae*)

Scrophularia glabrata (Rachenblütler *Scrophulariaceae*),

Cistus symphytifolius (Zistrosengewächse *Cistaceae*).

9.6.3.5. Kiefernwälder der Insel-Luvseiten

– rel. günstige Wasserversorgung,

– Bäume recht eng beieinander,

- oftmals dicht mit Flechten behangen, reichlich Jungwuchs, Strauch- und Krautschicht gut ausgeprägt mit:
 - Cistus symphytifolius* (Zistrosengewächse *Cistaceae*),
 - Adenocarpus foliolosus*, *Lotus campylocladus* (Schmetterlingsblütler *Fabaceae*),
 - Sideritis oroteneriffae* (Lippenblütler *Lamiaceae*),
 - Echium virescens* (Rauhblattgewächse *Boraginaceae*, prächtig blaublühend, dicht verzweigter Strauch).
- in unteren Lagen Verzahnungen mit Lorbeerwaldstufe, Einmischung trockenheits- und kälteresistenterer Lorbeerwald-Arten:
 - Erica arborea* (Heidekrautgewächse *Ericaceae*),
 - Viburnum tinus ssp. rigidum* (Geißblattgewächse *Caprifoliaceae*),
 - Laurus azorica* (*Lauraceae* Lorbeergewächse),
 - Ilex canariensis* (Stechpalmengewächse *Aquifoliaceae*),
 - Myrica faya* (*Myricaceae*, Gagelstrauchgewächse).
- in oberer Kiefernwaldzone strauchförmige Vertreter der subalpinen Gebirgsbuschvegetation:
 - Adenocarpus viscosus* (Schmetterlingsblütler *Fabaceae*),
 - Pteroccephalus lasiospermus* (Kardengewächse *Dipsacaceae*),
 - Scrophularia glabrata* (Rachenblütler *Scrophulariaceae*).

9.7. Gebirgsbusch

9.7.1. Allgemeines und Verbreitung

- Subalpin, bevorzugt zwischen 1800 und 2500 m (oberhalb der Kiefernwaldzone)
- nur auf Tenerife und La Palma.

9.7.2. Ökologische Gegebenheiten

Klimatische Verhältnisse ähnlich denen tropischer Hochgebirge:

- oberhalb der Inversionsschicht, von Passatwolken kaum noch erreicht,
- halbwüstenartige (semiaride) Verhältnisse (300 bis 400 mm Jahresniederschlag, während der Wintermonate überwiegend als Schnee),
- Jahresdurchschnittstemperaturen zwischen 8-10°C,
- ausgesprochenes Tageszeitenklima: wiederholte Nachtfröste (auch im Sommer), hohe Erwärmung während des Tages,
- hohe Strahlungsintensität durch häufiges Fehlen einer Wolkendecke,
- nur sehr langsame Verwitterung der vulkanischen Gesteine in Folge des trockenen Klimas,
- schnelle Versickerung des Niederschlagswassers im klüftigen Vulkangestein,
- Tauwasseraufnahme durch hohe Wasseraufnahmekapazität der feinkörnigen, porösen Schlacken.

Anpassungen:

- Tauwasseraufnahme durch Rutenzweige und vielblütige Blütenstände,
- rel. großer Individuenabstand (Wasserknappheit),
- Wurzelsysteme radial, flach und weit ausstreichend, z.T. lange Pfahlwurzeln,
- Endemitenentstehung wegen Kleinräumigkeit des Gebietes und geographisch-klimatisch isolierter Lage begünstigt,
- xerophytische Merkmale („Gebirgshalbwüste“):
 - Blätter stark reduziert, Rinde grün
 - Spartocytisus supranubius* (Schmetterlingsblütler *Fabaceae*),

- Spreite verkleinert und Sekretausscheidung
Adenocarpus viscosus (Schmetterlingsblütler *Fabaceae*),
- Sprosse und Blätter filzig behaart
Nepeta teydea, *Sideritis eriocephala* (Lippenblütler *Lamiaceae*),
- Kugelwuchs
Pterocephalus lasiospermus (Dipsacaceae),
Argyranthemum tenerifae und *Cheirolophus teydis* (Korbblütler *Asteraceae*),
Descurainia bourgaeana und *Erysimum scoparium* (Kreuzblütler *Brassicaceae*),
- Zwergsträucher
Plantago webbii (Wegerichgewächse *Plantaginaceae*),
- Stauden
Silene nocteolens (Nelkengewächse *Caryophyllaceae*),
Arrhenatherum calderae (Süßgräser *Poaceae*),
- „Wollkerzenwuchs“: mehrjähriges Rosettenwachstum, einmalig blühend mit hoher, kerzenförmiger Infloreszenz mit langen behaarten Tragblättern
Echium wildpretii (Rauhblattgewächse *Boraginaceae*, Blütenstand 1-4m hoch, tiefrot);
konvergent in versch. Verwandtschaftsgruppen in anderen Erdteilen:
Insel Maui, Hawaii-Archipel: *Argyroxiphium sandwicense* (Korbblütler *Asteraceae*);
Anden: *Puya raimondii* (Ananasgewächse *Bromeliaceae*) und *Lupinus alopecuroides* (Schmetterlingsblütler *Fabaceae*);
ostafrikanische Hochgebirge: *Lobelia*-Arten (Glockenblumengewächse *Campanulaceae*).

9.7.2. Weitere Arten

in Felsspalten:

- Aeonium smithii* (Dickblattgewächse *Crassulaceae*, stamm- und blattsukkulent),
- Carlina xeranthemoides* und *Tolpis webbii* (Korbblütler *Asteraceae*),
- Pimpinella cumbrae* (Doldenblütler *Apiaceae*),
- Viola cheiranthifolia* (Veilchengewächse *Violaceae*),
- Echium auberianum* (Rauhblattgewächse *Boraginaceae*) ausdauernd, Sprosse aufrecht mit kurzem verholzendem Grund, lockere Blütenstände.

9.8. Felsenvegetation

Auffällige Arten:

Aeonium-Arten (Dickblattgewächse *Crassulaceae*): *A. tabuliforme*: nur Tenerife, an sonnenabgewandten Stellen, flache Rosetten; *A. canariense*; *A. lindleyi* (Anaga-Gebiet), *A. haworthii* (Teno-Gebirge), *A. sedifolium*, *A. spathulatum* und *Greenovia aurea* (Nadelwaldzone); *A. smithii* (subalpine Stufe);

Monanthes-Arten (Dickblattgewächse *Crassulaceae*),

Pericallis lanata (Korbblütler *Asteraceae*) in tief eingeschnittenen Barrancos zwischen 500 und 2000 m im SO und W Tenerifes; niederliegend oder hängend,

Allagopappus dichotomus (Korbblütler *Asteraceae*),

Campylanthus salsoloides (Rachenblütler *Scrophulariaceae*),

Lavatera acerifolia (Malvengewächse *Malvaceae*),

Prenanthes pendula (Korbblütler *Asteraceae*),

Ruta oreojasme (Rautengewächse *Rutaceae*),

Adiantum reniforme (Tüpfelfarngewächse i.w.S. *Polypodiaceae s.l.*, *Adiantaceae*).

Viele Lokalendemiten:

Lotus berthelotii und *maculata*, *Viraea laevigata* (Korbblütler *Asteraceae*),

Scrophularia calliantha (Rachenblütler *Scrophulariaceae*),

Limonium fruticans (Bleiwurzwächse *Plumbaginaceae*),

Solanum lidii (Nachtschattengewächse *Solanaceae*),

Dracaena draco (Liliengewächse i.w.S. *Liliaceae s.l.*, *Dracaenaceae*)

Sonchus tectifolius, *S. fauces-orci*, *S. gummifer*, *S. radicans* (Korbblütler *Asteraceae*)

10. Nutz- und Zierpflanzen

10.1. Allgemeines

Seit der Besiedelung der Inseln durch die Spanier Einfuhr mediterraner und tropischer Nutzpflanzen für Eigenbedarf und Export. Auswahl immer wieder wechselnd, je nach weltwirtschaftlicher Lage bzw. Subventionen von staatlicher Seite.

Probleme:

Flächen- und Wasserbedarf,

Einsatz von Ungezieferbekämpfungsmitteln (z.B. gegen Ratten in Bananenplantagen),

mit Nutzpflanzen eingeschleppte Tier- und Pflanzenarten.

10.2. Beispiele

10.2.1. Kanarenpalme (*Phoenix canariensis*, Palmen *Arecaceae*)

Kanaren-Endemit, nächster Verwandter *Ph. dactylifera* (Dattelpalme, N-Afrika, Arabien), im mediterranen Raum häufig als Zierbaum angepflanzt. Verbreitet auf allen Inseln, oft namensgebend (La Palma, Las Palmas u.a.). Bildet mit verwandten Arten (unerwünschte) Hybride.

Vielseitige Nutzung:

Blätter: jung als Viehfutter, ältere als Flechtmaterial für Körbe, Zäune.

Palmsaft: obere Wedel der Krone werden entfernt, durch den Wuchsschub starker Saftstrom in die Wunde; Saft („*guarapo*“, die Arbeiter danach als „*guarapos*“ bezeichnet) in Eimer gelenkt, Entleerung vor Sonnenaufgang, da lichtempfindlich; abends Entfernung des nachgewachsenen Wundgewebes zur Wiederöffnung der Safrinne; pro Tag 12-16 l Saft; nach 3 Monaten „Ernte“ mindestens 5 a Erholungspause; Saft unter Kochen zu Sirup („*Miel de Palma*“, Palmhonig) eingedickt (5l Saft ergeben 1l „Honig“); Verwendung für Süßspeisen, zu Käse, in Mixgetränken („*Mistela*“ aus Palmhonig mit Parra, einheimischem Branntwein, früher auch zu Palmwein vergoren); zur Schonung der Bestände Gewinnung reglementiert.

10.2.2. (Zwerg-)Banane (*Musa acuminata*, = *M. nana*, *M. cavendishii*, *M. sinensis*, Bananengewächse *Musaceae*)

Fam. *Musaceae*, einkeimblättrig, den *Cannaceae* (Blumenrohrgewächse) und -*Zingiberaceae* (Ingwergewächse) nahestehend.

Mitte des 19. Jh. aus Indochina eingeführt. Kurzstämmiger (1,50-2,50 m hoch) und witterungsresistenter als Arten aus Afrika und Amerika. Angebaut in niederschlagsreicheren Küstenbereichen bis 300-400m.

Probleme: hoher Wasserbedarf, Gifteinsatz zur Ratten- und Eidechsenbekämpfung (Ernteräuber).

Vermehrung über Rhizomstücke; erste Blüte nach 1a; Fruchtreife nach 4-6 mon; Fruchtstände 25-35 kg; Ernte für Export grün (Reifung während des Transportes); Mutterstaude nach Ernte abgehackt (Viehfutter und -streu), aus Wurzelstock neue Staude; nach 15-25 a Neupflanzung erforderlich.

10.2.3. Feigenkaktus (*Opuntia* sp., Kaktusgewächse *Cactaceae*)

Echter Feigenkaktus (*Opuntia ficus-indica*): zunächst als Tierfutter (zerhackt) angepflanzt; Früchte essbar; Beginn des 19. Jh. Zucht der Cochenille-Schildlaus (*Dactylopius coccus*) zur Gewinnung des roten Karmin-Farbstoffes (Produkt der Larven), seit 1870 weitgehender Niedergang durch synthetische Farbstoffe, begrenzte Produktion

für Lebensmittel- und Kosmetikindustrie (Farbstoff E120; Lippenstifte).

Literatur

Hohenester, Wels: Exkursionsflora für die Kanarischen Inseln, Stuttgart 1993

Lüpnitz, Dieter: Kanarische Inseln: Florenvielfalt auf engem Raum, Palmengarten Frankfurt, Sonderheft 23, 1995

Meusel, H.: Die Reliktvegetation der Kanarischen Inseln in ihren Beziehungen zur süd- und mitteleuropäischen Flora; in: Gersch, M. Gesammelte Vorträge über moderne Probleme der Abstammungslehre Bd. 1 (1965) S. 117-136; Badische Landesbibliothek

Schenck, Beiträge zur Kenntnis der Vegetation der Canarischen Inseln, Deutsche Tiefsee-Expedition 1898-1899 Bd. 2, 1. Teil

Schönfelder, Peter und Ingrid: Die Kosmos-Kanarenflora, Stuttgart 1997