

11. Disjunktionen

11.1. Übersicht, Hintergründe

11.1.1. Übersicht

- Areale vieler makaronesischer Gattungen mit großen Verbreitungslücken;
- Alter der disjunkten Verbreitung teilweise sehr hoch (makaronesisch/südamerikanische Disjunktionen schon seit Kreidezeit);
- Erklärungsversuche
 - plattentektonisch: Relikte aus Gondwana-Kontinent;
 - paläoklimatisch: insbes. klimatische Veränderungen im Zusammenhang mit Schwinden der Tethys: zahlreiche Arten des makaronesischen Lorbeerwaldes möglicherweise Relikte aus tertiärer Tethys-Flora (Paläoendemiten) (BRAMWELL 1976)

11.1.2. Paläoklimatische Erklärung (Tethys-Reliktflora)

11.1.2.1. Vermutete Relikt-Arten bzw. -Gattungen

<i>Apollonias</i>	<i>Lauraceae</i>
<i>Clethra arborea</i>	<i>Clethraceae</i>
<i>Culcita macrocarpa</i>	<i>Culcitaceae</i>
<i>Davallia canariensis</i>	<i>Polypodiaceae</i>
<i>Dracaena draco</i>	<i>Dracaenaceae</i>
<i>Laurus</i>	<i>Lauraceae</i>
<i>Myrica faya</i>	<i>Myricaceae</i>
<i>Ocotea</i>	<i>Lauraceae</i>
<i>Persea</i>	<i>Lauraceae</i>
<i>Phoenix canariensis</i>	<i>Arecaceae</i>
<i>Pinus canariensis</i>	<i>Sapotaceae</i>
<i>Pleiomeris canariensis</i>	<i>Myrsinaceae</i>
<i>Prunus lusitanica</i>	<i>Rosaceae</i>
<i>Sideroxylon marmulano</i>	<i>Sapotaceae</i>
<i>Smilax canariensis</i>	<i>Smilacaceae</i>
<i>Umbilicus heylandianus</i>	<i>Theaceae</i>
<i>Viburnum tinus ssp. rigidum</i>	<i>Caprifoliaceae</i>
<i>Visnea mocanera</i>	<i>Theaceae</i>

- Entgegen der Theorie in makaronesischer Flora fehlend:
 - subtropische Formen (*Cinnamomum*, *Sapindus*, *Buettneria*),
 - Formen der gemäßigten Zone (*Alnus*, *Quercus*, *Populus*, *Acer*, *Carpinus*);
Hilfserklärung: erst spät in Tethysflora gelangt, Vordringen bis Makaronesien nicht mehr möglich gewesen.

11.1.2.2. Theorie

- Neogen (Miozän, Pliozän; jüngeres Tertiär):
 - S-Europa und N-Afrika mit tropisch-subtropischer Waldflora;
 - Beleg durch Fossilfunde aus Oligozän, Miozän, Pliozän (mittleres bis oberes Tertiär, 33-2,6 Mio a):
 - Funde in Spanien (nahe Barcelona), Frankreich (Rhône-Tal), Italien, Österreich, Ungarn;

- alle vier für den makaronesischen Lorbeerwald typischen Gattungen der *Lauraceae* (*Apollonias*, *Laurus*, *Ocotea*, *Persea*) fossil für tertiäre Flora des Mittelmeerraumes belegt. (s. Grafik „Fossilfunde Europa“)

Süd- und mitteleuropäische Fossilfunde aus dem späten Tertiär und ihre heute in Makaronesien vorkommenden Entsprechungen

Fossile Art	entsprechende makaronesische Art, sofern von der fossilen abweichend
<i>Adiantum reniforme</i>	
<i>Apollonias aquensis</i>	<i>Apollonias barbujana</i>
<i>Clethra berendtii</i>	<i>Clethra arborea</i>
<i>Dracaena brogniartii</i> , <i>Dracaena narbonensis</i>	<i>Dracaena draco</i>
<i>Ilex canariensis</i>	
<i>Laurus azorica</i>	<i>Laurus azorica</i> , <i>L. novocanariensis</i>
<i>Maytenus canariensis</i>	
<i>Myrsine</i> spp.	<i>Myrsine canariensis</i>
<i>Ocotea heerii</i>	<i>Ocotea foetens</i>
<i>Persea indica</i>	
<i>Phoenix</i> sp.	<i>Phoenix canariensis</i>
<i>Picconia excelsa</i>	
<i>Pinus consimilis</i> , <i>Pinus resurgens</i>	<i>Pinus canariensis</i>
<i>Smilax targionii</i>	<i>Smilax canariensis</i>
<i>Viburnum pseudotinus</i>	<i>Viburnum tinus</i> ssp. <i>rigidum</i>
<i>Woodwardia radicans</i>	

**In Spanien erloschene,
in Makaronesien rezent noch vorhandene Arten**

Culcita macrocarpa, *Davallia canariensis*, *Erica arborea*, *Myrica faya*,
Prunus lusitana, *Trichomanes speciosum*, *Umbilicus heylandianus*.

Lit. 31; uni-graz/01%20tenerife%20alle%20von%20Magnes/bilder/geheim12.jpg

- Klimaveränderungen (⇐ Einengung der Tethys, Ausdehnung der Sahara-Wüste (s. Kap. 4 in Kanaren-Flora I)
⇒ Ersatz durch heutige mediterrane Flora;
⇒ Relikte in Randgebieten:
Makaronesien, W-, O-, S-Afrika, arab. Halbinsel; Iberische Halbinsel (*Prunus lusitana*, *Myrica faya*, *Umbilicus heylandianus*, *Culcita macrocarpa*, *Davallia canariensis*)
Überleben in Makaronesien möglich durch
· klimatische Ausgleichswirkung des Meeres,
· vielfältige ökologische Nischen,
· hohe Gebirge als Schutz gegen Klimawechsel.
⇒ zahlreiche Arten des makaronesischen Lorbeerwaldes Relikte aus tertiärer Tethys-Flora (Paläoendemiten).

11.2. Beispiele

11.2.1. Disjunktionen Makaronesien / S- und O-Afrika

11.2.1.1. Entstehung, Beispiele

– Wahrscheinlich Relikte einer noch im Pleistozän über ein großes Gebiet ausgedehnten Verbreitung (S-Afrika - Hochland O-Afrika - Gebirge Zentralsahara - westliches N-Afrika - Makaronesien).

– Beispiele:

Canarina, *Erica arborea*, *Adenocarpus*, *Androcymbium*

11.2.1.2. *Canarina*

s. Grafik „*Canarina*“

– Arten:

- Kanaren: 1 Art *C. canariensis*,
- Gebirge O-Afrika: 2 Arten
Canarina abyssinica (Äthiopien bis östliches tropisches Afrika)
Canarina eminii (Äthiopien bis Malawi).

– Entwicklung:

- Entstehung der Gattung vermutlich in O-Afrika,
- Ausbreitung über N-Afrika,
- Auslöschung in N-Afrika durch Wüstenbildung (oberes Miozän, um 7 Mio a)

11.2.1.3. *Erica arborea*

s. Grafik „*Erica arborea*“

– Verbreitung:

- Macchie rund um Mittelmeer, Kanaren, Madeira;
- Hochland Äthiopien, Bergland von *Ruwenzoni*, Bergland Kamerun

– Entstehung:

- Gattung vermutlich europäischer Ursprung,
- in Folge Klimawandel im frühen Miozän in Afrika Ausbreitung über afrikanischen Kontinent möglich,
- *E. arborea* aus afrikanischer Artengruppe, früher weiter (N-Afrika, Europa) verbreitet, durch Klimaveränderungen auf heutige kleinere Areale eingeschränkt.

11.2.1.4. *Olea*

s. Grafik „*Olea*“

– **Systematik**

- Insgesamt 35 Arten in 3 Untergattungen:
 - Untergattung *Tetrapilus* (SO-Asien),
 - Untergattung *Paniculatae* (= *Olea paniculata*),
 Indien bis Australien, in Australien für Holz genutzt,
 - Untergattung *Olea* mit 2 Sektionen:
 - Sektion *Ligustroides* (Zentral- und S-Afrika),
 - Sektion *Olea* („*O. europaea* complex“), China bis SO-Afrika, Sahara-Gebirge, Mittelmeerraum, Kanaren:
- dazu, von manchen Autoren als Unterarten oder Arten geführt:
 - *Olea europaea* ssp. *europaea*
 (kultivierte und Wildformen im Mittelmeerraum),

- *Olea europaea* ssp. *cuspidata* (WALL.) CIFERRI, Asien, SO-Afrika, dazu die (auch teilweise als Arten geführten)
 - *Olea cuspidata* WALL.,
 - *Olea indica* KLEIN. (Asien),
 - *Olea africana* MILL. (SO-Afrika),
 - *Olea ferruginea* ROYLE,
 - *Olea capensis* ssp. *macrocarpa*, *Olea perrieri* (Afrika, auch als Nutzpflanzen)
- *Olea europaea* ssp. *laperrinei* (BATT. & TRAB.) CIFERRI, (syn. *Olea laperrinei*) Sahara-Gebirge;
- *Olea europaea* ssp. *cerasiformis* (WEB. & BERTH.) KUNK & SUND, Wildformen Makaronesien.

Einzelheiten s. Tabelle

– Lebensräume

- Überwiegend in tropischen und subtropischen Gebieten,
- einige Formen der Untergattung *Olea* inn ariden Gebieten,
- Section *Olea* („*olive complex*“):
 - offene Wälder (Mittelmeerraum),
 - Nebelwälder (Makaronesien, ssp. *cerasiformes*, ssp. *guanchica*),
 - extrem aride Bergländer (Sahara, ssp. *laperrinei*),
- Section *Ligustroides* (subtropisches und äquatoriales Afrika):
 - Trockenbusch in Küstendünen (*O. exasperata*, *O. woodiana*),
 - Buschvegetation in Quarzittfelsen (*O. chimanimani*),
 - Bergwälder mit geringen Niederschlägen (*O. capensis* subsp. *macrocarpa*),
 - feuchtere Bergwälder (*O. schliebenii* and *O. welwitschii*);
- Section *Paniculatae*:
 - Buschwälder an den Küsten, Regenwälder;
- Section *Tetrapilus*:
 - große Bandbreite, von trockenen, offenen Sandsteinfelsen (*O. dentata*) bis tropische Wälder (*O. guangxiensis* and *O. rosea*).

– Entstehung der Unterarten

- Frühere Theorien
 - BRAMWELL 1985: makaronesische Gruppe näher mit *O. africana* als mit *O. europaea* verwandt (⇒ Ausbreitung der Gattung von S-Afrika über Sahara nach Makaronesien)
- aus molekulargenetischen Analysen abgeleitete Annahmen
 - 4 genetische Gruppen:
 - *O. capensis* und *O. lancea* (Untergattung *Ligustroides*),
 - die Formen in SO-Afrika,
 - die asiatischen Formen,
 - die Formen von NW-Afrika und dem Mittelmeerraum.
 - Aufspaltung der Gattung bedingt durch tertiäre Klimaveränderungen;
 - Spaltung Untergattungen *Olea* und *Paniculatae* um Grenze Miozän/Oligozän;
 - Spaltung Untergattungen *Olea* und *Ligustroides* im frühen Miozän (Mi-1-Kaltzeit);
 - Aufspaltungen innerhalb der Untergattungen im späten Miozän (Wüstenentste-

hung in Afrika);

- Gemeinsamer Ursprung der Sektionen *Ligustroides* und *Olea*;
- *O. woodiana* Mittelstellung zwischen *O. capensis* und *O. europaea*;
- *O. woodiana* und *O. africana* mit ursprünglichen Merkmalen, ⇒ Untergattung *Olea* mit afrikanischem (nicht asiatischem) Ursprung;
- *O. europaea*-Formen aus afrikanischer Randflora (mediterranes Klima), Zeitpunkt der Aufspaltung der Untergattung *Olea* relativ zur tertiären Randflorazeit unklar.

Systematik und Verbreitung der Gattung <i>Olea</i> (Afrika und Europa)					
Unter-gattung	Sektion	Art	Unterart	Synonyme	Verbreitung
<i>Olea</i> L.	<i>Olea</i>	<i>O. europaea</i> L.	ssp. <i>europaea</i>	var. <i>sylvestris</i> (Mill.) Lehr.	Mittelmeerraum
				var. <i>europaea</i>	Mittelmeerraum
			ssp. <i>cuspidata</i> (Wall. ex G. Don) Ciferri	<i>O. cuspidata</i> Wall. ex G. Don	Iran. Pakistan. India.
				<i>O. chrysophylla</i> Lam.	China. Arabia.
				<i>O. africana</i> Mill.	O- und S-Afrika
			ssp. <i>laperrinei</i> (Batt. & Trab.) Ciferri	<i>O. laperrinei</i> Batt. & Trab.	Sahara-Gebirge
				<i>O. maroccana</i> Greut. & Burd.	S-Marokko
			ssp. <i>cerasiformis</i> Kunk. & Sund.	<i>O. cerasiformis</i> Webb & Berth.	Kanaren
				<i>O. maderensis</i> Lowe	Madeira
			<i>Ligustroides</i> Benth. & Hook	<i>O. capensis</i> L.	ssp. <i>capensis</i>
	ssp. <i>enervis</i> (Harv.) Verd.				S-Afrika
	ssp. <i>macrocarpa</i> (Wright) Verd.				S-Afrika
	ssp. <i>madagasca-riensis</i> (Boiv. ex Perr.) ined.				Madagaskar,
	<i>O. hochstetteri</i> Bak.			Zentralafrika	
	<i>O. welwitschii</i> (Knobl.) Gilg & Schellenb.			S-Afrika	
	<i>O. schliebenii</i> Knobl.			Tansania	
	<i>O. perrieri</i> Chev. ex Perr.			Madagaskar	
	<i>O. woodiana</i> Knobl.	ssp. <i>woodiana</i>			S-Afrika
		ssp. <i>disjuncta</i> ined.			Kenia, Tansania
	<i>O. ambrensis</i> Perr.		Madagaskar		
<i>O. lancea</i> Lam.		Mascareignes, Madagaskar			
<i>O. exasperata</i> Jacq.		S-Afrika			
<i>O. chimanimani</i> Kupicha		Zimbabwe, Mo-zambique			
<i>Paniculatae</i>		<i>O. paniculata</i> R Br.		<i>O. bournei</i> Fyson <i>O. glandulifera</i> Desf . <i>O. thozetii</i> Panch. & Seb.	Indien, Nepal, N-Ozeanien, Australien, Neu-Kaledonien

11.2.2. Disjunktionen Makaronesien / Mittelmeergebiet

11.2.2.1. Makaronesien / westliches Mittelmeergebiet

- Beispiele: *Davallia canariensis*, *Umbilicus heylandianus*, *Prunus lusitanica*, *Isoplexis* / *Digitalis*;
- Entstehung: Möglicherweise Relikte tertiärer Tethys-Waldflora (BRAMWELL 1976);
- Sonderfall *Digitalis obscura* (iberisch-endemisch): taxonomisch isoliert (verholzt, ledrige Blätter, orangefarbene Blüten), sehr starke Ähnlichkeit mit wohl ursprünglich-makaronesischer Gattung *Isoplexis*.

11.2.2.2. Makaronesien / östliches Mittelmeergebiet

- Beispiele: *Erysimum* sect. *Cheiranthus*, *Sideritis* sect. *Empedoclea*, *Cheirolophus*, *Ranunculus creticus/cortifolius*-Gruppe;
- Entstehung: Hinweis auf Ausbreitung nördlich-mediterraner Elemente im SW von N-Afrika bis Makaronesien, heutige Ausbreitungslücke durch Austrocknung der Sahara (Holozän).

11.2.3. Disjunktionen Makaronesien / N-Afrika, W-Asien

11.2.3.1. Allgemeines

- Verbreitung: disjunkt W- / O-Rand des Trockengürtels Sahara-Arabien („irano-turanische“ oder „saharo-sindische Elemente“ der makaronesischen Flora);
- Bsp: *Dracaena*, *Phoenix*, *Campylanthus*, *Euphorbia balsamifera*, *Zygophyllum*;
- vermutlich tertiärer Ursprung.

11.2.3.2. *Dracaena* (*Asparagaceae*)

s. Grafik „*Dracaena*“

- Verbreitung
 - weltweit etwa 120 Arten;
 - feuchte bis trockene Wälder;
 - überwiegend Tropen der Alten Welt, im O bis Neuguinea; Ausläufer: Hawaii, makaronesische Inseln, Karibik, Mittelamerika;
 - Schwerpunkte tropisches Afrika, SO-Asien.
- Lebensräume
 - tropische Monsungebiete, immergrüne und halbimmergrüne Regenwälder, spezielle Lebensräume (Steilhänge, Küstenwälder, Flussbette);
 - „Drachenbaum-Gruppe“
 - wenige Arten typisch im Mittelmeerraum und Halbwüsten mit warmem, trockenem oder jahreszeitlich trockenem subtropischem oder tropischem Klima,
 - nach morphologischen Merkmalen als verwandt betrachtet (molekulargenetische Belege fehlen):
 - Blätter dicht an Zweigenden,
 - differenzierte Blattscheiden,
 - Blätter ohne Rippen,
 - freie Blütenkronblätter (Tepalen),
 - freie Staubblätter mit verdickten Staubfäden.
 - disjunkte Verbreitung mit O-W-Teilung.

– Arten der „Drachenbaum-Gruppe“:

- Makaronesien
Dracaena draco (*D. draco* ssp. *draco*) Makaronesien, W-Marokko;
Dracaena tamaranae: inselendemisch Gran Canaria;
- Socotra-Inseln vor Horn von Afrika
Dracaena cinnabari;
- Afrika und Arabien
D. serrulata Saudi-Arabien, Yemen, Omán,
D. schizantha Somalia, Djibuti,
D. draco ssp. *ajgal* Marokko,
D. ombet Ägypten, Sudan, Eritraea,
D. ellenbeckiana Äthiopien, Uganda (unsicher).
◦ einige thailändische Arten zeigen gleichartige morphologische Merkmale, sind aber keine Xerophyten.
- fossile Arten
◦ Funde

fossile <i>Dracaena</i> -Funde aus „Drachenbaum“-Gruppe			
Art	Fundort		Alter
<i>Dracaenophyllum venetum</i>	Fluss Chiavone Bianco bei Fara Vicentina, N' Vicenza, NO Italien, „Florenkomplex Vicenca“	②	Mittleres Oligozän
<i>Dracaenites sepultus</i>	Aix en Provence, SO Frankreich „Florenkomplex Vicenca“	③	Mittleres Oligozän
<i>Dracaenites brognartii</i>	Aix en Provence, SO Frankreich „Florenkomplex Vicenca“	③	Mittleres Oligozän
<i>Dracaenites resurgens</i>	Aix en Provence, SO Frankreich „Florenkomplex Vicenca“	③	Mittleres Oligozän
<i>Dracaenites minor</i>	Aix en Provence, SO Frankreich „Florenkomplex Vicenca“	③	Mittleres Oligozän
<i>Dracaenites pusillus</i>	Aix en Provence, SO Frankreich „Florenkomplex Vicenca“	③	Mittleres Oligozän
<i>Dracaena narbonensis</i>	Armissan, Narbonne, SO Frankreich, „Florenkomplex Armissan“	④	Frühes Miozän
<i>Dracaena saportae</i>	Mydlovary Formation, Olešník, České Budějovice, S-Böhmen, Tschechische Republik	①	spätes frühes bis frühes mittleres Miozän
<i>Dracaena guinetii</i>	Djebel el Djerraia, Nabeul, NO Tunesien	⑤	Neogen
<i>Dacaena tayfunii</i>	Soma-Manisa, W-Anatolien	⑥	frühes mittleres Miozän (16 Mio a)

◦ Genetische Untersuchungen nicht möglich, da nur als Abdrücke erhalten.

– Frühere Annahme: 2 Disjunktionen (möglicherweise überholt, s.u.)

- *Dracaena tamaranae* (inselendemisch Gran Canaria), verwandt mit ostafrikanischen und arabischen Arten (*D. ombet*, *D. schizantha*, *D. serrulata*);
- *Dracaena draco* (Makaronesien), verwandt mit *Dracaena cinnabari* (Socotra-Inseln vor Horn von Afrika).

- Entstehung der disjunkten „Drachenbaum-Gruppe“
- Bisherige Theorie: „Theorie der „Randflora“ (entwickelt bereits Ende 19. Jh.):
 - verwandte Arten in Trockengebieten von N-Afrika, Makaronesien, Arabische Halbinsel im N und Trockengebietsflora in S-Afrika (Gebiete außerhalb der Wüsten und Regenwaldgebiete sowie Bergländer der Sahara);
 - in Flora von S-Afrika 222 Gattungen aus 34 Familien als Reste dieser Flora gedeutet.
 - Reste einer alten, gesamtafrikanischen Halbwüsten-, Savannen- und halbtrockenen Regenwaldgebieten bis im frühen Tertiär (Paläogen);
 - Entstehung der Disjunktionen im Zusammenhang mit Ausbreitung der afrikanischen Wüstengebiete im mittleren Tertiär (spätes Oligozän),
 - weitere Gebietszersplitterungen im Neogen.
 - Neuere Vorstellungen über die Entstehung der „Drachenbaum-Gruppe“ auf Grund von Fossilfunden:
 - aus thermo-hartblättriger Vegetation auf Klippen und besonnten Hängen der Tropenwälder am N-Rand der Tethys;
 - Möglichkeit der Entstehung aus Flora feucht-gemäßigter Zonen bestätigt durch Vergleich mit entsprechender Entwicklung der heutigen mediterranen Waldvegetation in sommer-trockenem Klima aus Flora einer feucht-warm-gemäßigten Klimazone;
 - heutige Standortbedingungen:
 - hoch spezialisierte Biotope: zwar mit Merkmalen für trockene Standorte, aber Bedarf an Nebel, ausreichende Wasserversorgung (möglicherweise Beleg für Abstammung aus miozänen Arten in feuchtem Klima);
 - Klimazonen sommertrocken, warm-gemäßigt bis arid, nach KÖPPEN Csa, BSh, teilweise BWh;
 - in Bereichen mit 200-500 mm Niederschlägen und 18-20 °C (daher auf Madeira an der Küste, in Somalia in 1 500 m Höhe);
 - Verbreitung durch Vögel (Tauben, Stare);
 - *D. cinnabari* (Sokotra) mit fakultativer CAM-Photosynthese (*Crassulacean Acid Metabolism*);
 - *D. tayfunii* (Anatolien, Miozän): morphologische Übereinstimmungen mit makaronesischen *D. draco*:
 - Blätter in endständigen Rosetten,
 - Blätter lang, schwertförmig, mit verbreiterter, scheidenähnlicher Basis,
 - Epidermis stark warzig, Spaltöffnungen eingesenkt und von Warzen umliegender Zellen übergriffen.
 - deutlich geringere morphologische Übereinstimmungen zwischen makaronesischen Arten und den Arten aus O-Afrika, Arabien und Sokotra ⇒ makaronesische Arten nicht von diesen abstammend .
 - Begleitfossilien belegen Standorte als jahreszeitlich trockene Sümpfe in Umgebung von Flüssen und Seen oder auf umliegenden Hängen in feucht-warmem Klima;

⇒ heutige *D. draco*-Gruppe (mit Anpassungsmerkmalen an Halbwüsten-Standorte) aus W-eurasischen Ursprungsformen mit Entwicklung der Trockenstandortsmerkmale im Miozän, auf Grund dieser Merkmale Ausbreitung in die heutigen Halbwüsten-Standorte möglich (Beispiel für Präadaptation mit nachfolgender Bildung neuer ökologischer Nischen).

Im Neogen Auslöschung der *D. draco*-Linie im kontinentalen W-Eurasien infolge der großräumigen Wüstenbildung in N-Afrika (⇒ Entstehung der heutigen Sahara);

Ähnliche Entwicklungen bei anderen heute typisch mediterranen sommergrünen Bäumen (*Ficus carica*, *Punica granatum*, *Acer campestre*): in W-Transkaukasien als „Tertiär-Relikte“ in Feuchtgebieten mit feucht-warmem Klima (Cfa nach KÖPPEN).

- Fossile *D.*-Arten aus N-Italien und S-Frankreich (mittleres Oligozän bis frühes Miozän) in ähnlichen Gemeinschaften wie die anatolische Art (Lorbeerwälder (*Laurisilva*) in warm gemäßigtem, feuchtem oder winter-trockenem Klima (Cfa, Cfb, Cwa, Cwb nach KÖPPEN); „*Florenkomplex Vicenza*“: Eichenmischwälder oder andere Hartlaubwälder.
- ⇒ heutige *D. draco*-Linie kein Relikt einer alten, an Trockenheit angepassten afrikanischen Vegetation (vorbehaltlich weiterer, insbesondere molekulargenetischer Untersuchungen).

11.2.3.3. *Euphorbia balsamifera*

s. Grafik „*Euphorbia balsamifera*“

– Parallele Pflanzengemeinschaften Hochland Jemen - Makaronesien:

- *Kleinio-Euphorbietea macaronesica*-Gesellschaft,
- auch übergreifend nach *Eritrea* (makaronesisch/eritreo-arabische Disjunktion).
- Unterart *E. balsamifera* subsp. *balsamifera*: bis 5 m, Blätter linealisch-lanzettlich; Kanarische Inseln, Westafrika (Senegal, Mauretanien, Burkina Faso, Mali, Niger), auf Kanaren Charakterart des Sukkulentenbusches.
- Unterart *E. balsamifera* subsp. *adenensis*: bis 1 m, Blätter verkehrt-eiförmig; Sudan bis Süden der Arabischen Halbinsel, auf felsigen, kalk- oder gipshaltigen Böden mit niedrigem Buschwerk auf 900 bis 1550 m.

– Ähnliche Disjunktionen zeigen *Ceropegia*, *Aeonium*, *Campylanthus* (Lit. 27).

11.2.3.4. *Euphorbia* Sektion *Diacanthium*

– Säulenkakteen-ähnliche Formen, mit paarweisen oder zu dritt stehenden Dornen an den Kanten der Sprosse;

- *Euphorbia canariensis*, *E. resinifera*: NW-Afrika, *E. antiquorum*: O-Asien, Indien, Myanmar, Malaysia, Indonesien;
- reiche Entfaltung in Südafrika und auf Madagaskar;
- keine extremen Wüstenelemente, deutliches Zurückweichen aus den Wüstengebieten Nordafrikas und Arabiens.

11.2.4. Disjunktionen Makaronesien / Mittel- und S-Amerika

11.2.4.1. Allgemeines

– Beispiele

- *Bystropogon* (nach neuerer systematischer Einteilung nur für entferntere Verwandtschaften), *Drusa*, *Ilex* sect. *Cassinoides*, *Neochamaelea*, *Dracaena*.

– Entstehungstheorien

a. Relikte aus Zeit Amerika-Afrika gemeinsame Kontinentalmasse

(Trennung vor ≈ 100 Mio a),

b. Fernverbreitung (in jüngerer Zeit)

- wegen fehlender Anpassungsmerkmale für die meisten Gattungen unwahrscheinlich;
- denkbar für *Drusa*: Verbreitung der Früchte (mit ankerförmigen Haaren an den Flügeln) durch Tiere.

11.2.4.2. *Drusa*



Verbreitung der makaronesischen Art
Drusa glandulosa
und ihrer amerikanischen Verwandten
Bowlesia und *Homalocarpus*.

Verändert nach BRAMWELL (1976).

file:///Users/hansstobinsky/Documents/La%CC%88nder/
Kanaren/Kanaren%20Flora%20uni-graz/01%20teneri-
fe%20alle%20von%20Magnes/bilder/geheim15.jpg

11.2.5. Disjunktionen Makaronesien / Amerika / SO-Asien

11.2.5.1. Allgemeines

– Beispiele

- *Clethra* (*Clethraceae*), *Theaceae* inkl. *Visnea*, *Persea*, *Myrica* (*Myricaceae*)

– Entstehung

- Relikte aus Gondwana-Kontinent
 - alle Familien aus Kreidezeit belegt,
 - *Myrica* in allen drei Kontinenten.

11.2.5.2. *Persea*

s. Grafik „*Persea*“

– Familie *Lauraceae*:

- Mit *Annonaceae*, *Magnoliaceae* und *Proteaceae* Gruppe der ältesten Blütenpflanzen;
- Entstehung aus verholzten Magnolien-artigen Vorfahren;
- evolutive Endgruppe ohne moderne Weiterentwicklung.

– Gattung *Persea*:

- Eine ältesten Vertreter der *Lauraceae*;
- Entstehung in Gondwanaland-Flora von W-Afrika (heute noch ca. 80 Arten in Afrika);
- Ausbreitung (vermutlich Paläozän, 66-56 Mio a) nach Asien, über Europa nach N-Amerika (Verbindung Eurasien-N-Amerika späte Kreide); über Antarktis (im Paläogen nahe bei Afrika mit tropischem Regenwald wie S-Amerika) nach S-Amerika;
- Vereinigung der amerikanischen Ausbreitungsgruppen in Folge Wiedervereinigung von N- und S-Amerika (Pliozän, ≈ 4 Mio a);
- Gebirgsbildungen in Mittelamerika ⇒ neue Lebensräume ⇒ Aufspaltung von *P. americana* in zahlreiche Unterarten (Guatemala-Komplex);
- Ende Oligozän/Anfang Miozän: Ausbreitung trockener Klimazonen in Afrika ⇒ Artenverarmung; Beginn der Vereisung der Antarktis, Ausbildung des Benguela-Stromes;
- in Europa fossil belegt bis Miozän, in S-Europa bis Pliozän.

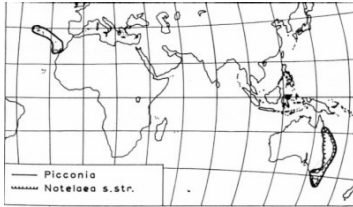
– *Persea indica*:

- Vorkommen: Kanaren, Madeira, Azoren;
- „Lebendes Fossil“: einziger noch rezenter Vertreter der Gattung *Persea* aus laurasisch-mediterraner Flora, nach molekulargenetischen Untersuchungen der Unterart *Eriodaphne* (Amerika) zuzuordnen;
- Entstehung in afrikanischer Gondwanaland-Flora;
 - Ausbreitung nach Europa (Fossilfunde aus Miozän in S-Frankreich und Spanien);
 - Ausbreitung nach W (→ Amerika) vermutlich schon vor 50 Mio a (Fossilfunde aus Miozän in Kalifornien und Nevada);
 - ⇒ wahrscheinlich ausgedehnter Verbreitungsgürtel von Neotropis über Europa und Afrika bis SO-Asien, *P. indica* auf Kanaren einziger endemischer Rest.

– Arten in S-Amerika:

- Entfaltung in Isolation nach Trennung von Afrika (Paläogen);
- hauptsächlich in Bergwäldern (O- und S-Brasilien) und hochgelegene Regenwälder der Anden, Ausbreitung über Mittelamerika bis Mexiko.

11.2.5.3. *Picconia*



Verbreitung der makaronesischen Gattung *Picconia* (früher zu *Notelaea* gestellt) und von *Notelaea s. str.*

Verändert nach SUNDING (1979).

file:///Users/hansstobinsky/Documents/La%CC%88nder/Kanaren/Kanaren%20Flora%20uni-graz/01%20tenerife%20alle%20von%20Magnes/bilder/geheim13.jpg

- Extrem entfernte Areale (O-Australien 19 000 km von Makaronesien entfernt)
- olivenartige Früchte nicht zur Fernausbreitung geeignet (⇒ Relikt aus Gondwanaland-Ära).

Quellen

1. <http://www.scotese.com/oligocen.htm>
2. http://www.botgart.uni-bonn.de/o_frei/tert.php
3. <https://de.wikipedia.org/wiki/Pliozän>
4. <https://de.wikipedia.org/wiki/Miozän>
5. http://cpgeosystems.com/120_Cretaceous_2globes.jpg (auch Karten für Europa!)
6. http://www.new-learn.info/packages/clear/thermal/climate/diversity/images/koppen_map.jpg
7. <http://www.klimadiagramme.de/Frame/koeppen.html>
8. <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/koeppen.htm>
9. <https://de.wikipedia.org/wiki/Klimazone>
10. <http://www.webgeo.de/klimatologie/>
11. <http://apps.kew.org/wcsp/qsearch.do;jsessionid=6901B92566A05C-F3ECDFF473759DA722>
12. https://de.wikipedia.org/wiki/Canarina#Arten_und_ihre_Verbreitung
13. <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=canarina>
14. <http://www.uni-graz.at/~magnes/tenerife/gehe/gehe4.htm#menue>
15. http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/kottek_et_al_2006_A4.pdf
16. <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?langue=an&id=142865> (Verbr., Tax. Erica arb.)
17. <http://www.discoverlife.org/mp/20m?map=Erica+arborea>
18. <http://lv-twk.oekosys.tu-berlin.de/project/lv-twk/002-klima-vegetation-geschichte.htm>
19. https://www.academia.edu/3580178/African_Olive_Olea_europaea_subsp_cuspidata_as_an_environmental_weed_in_eastern_Australia_a_review
20. Baldoni et al.: Phylogenetic Relationships Among Olea Species (<https://www.deepdyve.com/lp/springer-journals/olea-europaea-oleaceae-phylogeography-based-on-chloroplast-dna-QuyVmLEgvK>)
21. <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/41365.pdf>
22. Guillaume Besnard, Peter S. Green & André Bervillé: The genus Olea: molecular approaches of its structure and relationships to other Oleaceae (<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/12538078.2002.10515928>)
23. http://jmferpal.webs.ull.es/Books_authored_files/%20Losbosquestermofilos2008.pdf
24. https://www.academia.edu/5337508/Denk_T._H._T._G%C3%BCner_G._W._Grimm._2014._From_mesic_to_arid_Leaf_epidermal_features_suggest_preadaptation_in_Miocene_dragon_trees_Dra-caena
25. M. Mairal, L. Pokorny, J. J. Aldasoro, M. Alarcón, I. Sanmartín: Ancient vicariance and climate-driven extinction explain continental-wide disjunctions in Africa: the case of the Rand Flora genus Canarina (Campanulaceae); Molecular Ecology Volume 24, Issue 6, pages 1335–1354, March 2015
26. <https://wakespace.lib.wfu.edu/bitstream/handle/10339/14846/Thesis.pdf> (Erica)
27. U. DEIL und K. MÜLLER-HOHENSTEIN: Fragmenta Phytosociologica Arabiae-Felicitis I - Eine Euphorbia-balsamifera-Gesellschaft aus dem jemenitischen Hochland und ihre Beziehungen zu makaronesischen Pflanzengesellschaften1), Flora (1984) 175: 407-426 (1-s2.0-S0367253017314664-main.pdf)
28. Ursula K. Schuch, Rainer W. Scora, and Eugene A. Nothnagel, Properties of Per-

- sea indica, an Ornamental for Southern California
29. Rainer W. Scora and Bob O. Bergh: Origin of and Taxonomic Relationships within the Genus *Persea* (http://www.avocadosource.com/temp/OLD%20WAC%20II/WAC2_p505.htm)
 30. Jens G. Rohwer, Jie Li, Barbara Rudolph, Sabrina A. Schmidt, Henk van der Werff & Hsi-wen Li: Is *Persea* (Lauraceae) monophyletic? Evidence from nuclear ribosomal ITS sequences (bj21003480-1.pdf)
 31. Robert J. Whittaker et al.: Island Biogeography: Ecology, Evolution, and Conservation