

Zamiaceae – Brotfarne

(Cycadales)

1 Systematik und Verbreitung

Mit rund 100 rezenten Taxa aus 10 Gattungen stellen die Zamiaceae die Hälfte der heute lebenden Cycadales dar. Einige Wissenschaftler haben aus den Zamiaceae die Gattungen *Stangeria* und *Bowenia* ausgegliedert und in eigenständige Familien (Stangeriaceae bzw. Boweniaceae) überführt. Daher ist in der Literatur gelegentlich zusammen mit den Cycadaceae, auch von 4 Palmfarnfamilien die Rede.

Die Zamiaceae kommen sowohl auf der Nord- als auch Südhemisphäre vor, allerdings in einem sehr disjunkten, tropischen und subtropischen Areal in Mittel- und Südamerika, Zentral-, Ost- und Südafrika sowie in Australien.

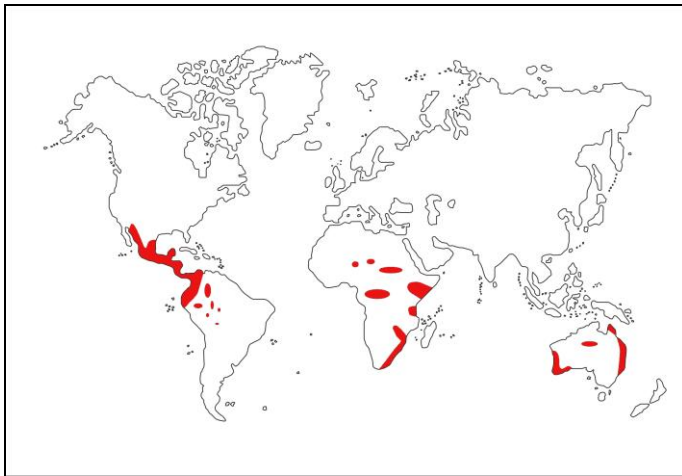


Abb. 1: Verbreitungskarte Zamiaceae (vgl. STEVENS 2001);

2 Morphologie

2.1 Habitus

Der Großteil der Zamiaceae sind terrestrische kleine Bäume. Nur die aus Panama stammende Art *Zamia pseudoparasitica* wächst epiphytisch. Brotfarne haben einen kräftigen, dicken Stamm mit einem **stärkehaltigen Mark**. Bei vielen Arten bilden die Wurzeln an der Erdoberfläche wie bei den Cycadaceae **koralloide Wurzeln** aus (genaue Beschreibung siehe Skript "Cycadaceae").

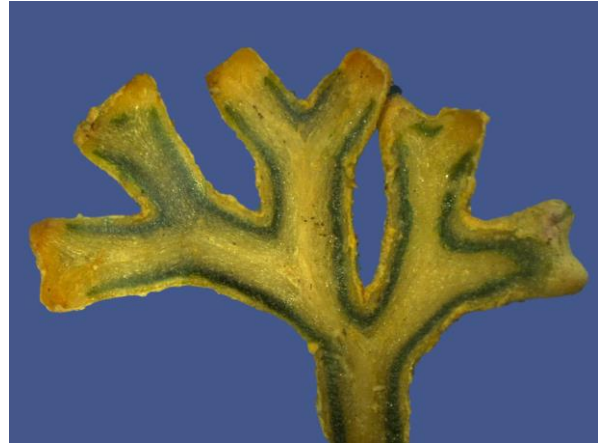


Abb. 2 & 3: *Ceratozamia mexicana* var. *longifolia*, koralloide Wurzeln; an der Erdoberfläche werden an den Wurzeln korallenartige Auswüchse gebildet, in denen symbiotisch Luftstickstoff fixierende Bakterien leben (links); im Querschnitt ist deutlich die dunkel grüne Zone erkennbar, in der die Stickstoff fixierenden Bakterien leben (rechts);



Abb. 4: *Encephalartos laurentianus*, Habitus;



Abb. 5: *Zamia pseudoparasitica*, Habitus;

2.2 Belaubung

Zamiaceae sind ausschließlich immergrün. Die großen, teilweise über drei Meter langen **Fiederblätter** stehen **schopfartig** dicht gedrängt im terminalen Bereich der Sprossachse. Den Arten der Zamiaceae fehlt eine deutliche Mittelrippe und der Blattrand ist leicht bis stark gezähnt. Die Blätter der Cycadaceae haben hingegen eine deutliche Mittelrippe und einen glatten, niemals stacheligen Blattrand.



Abb. 6: *Encephalartos horridus*; Fiederblättchen zum Transpirationsschutz stark wachsbereift und zum Fraßschutz stachelig bewehrt;

2.3 Reproduktive Strukturen

Alle Arten der Zamiaceae sind **diözisch**, das heißt es gibt männliche und weibliche Individuen. Die männlichen reproduktiven Strukturen sind wie bei den Arten der Cycadaceae zapfenartige, aufrechte Strukturen, welche sich aus zahlreichen spiralg inserierenden **Mikrosporophyllen** aufbauen (genaue Beschreibung siehe Skript "Cycadaceae").

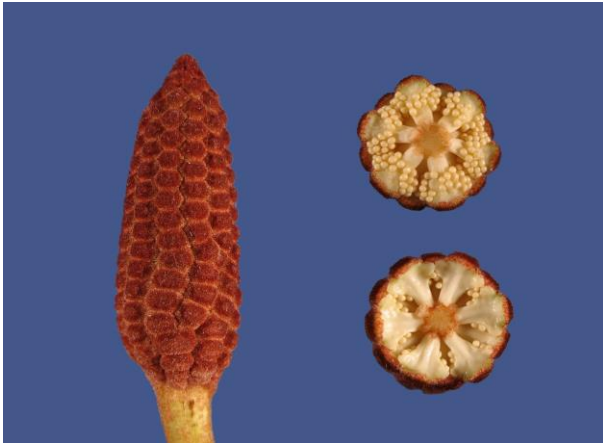


Abb. 7: *Zamia amblyphyllidia*, der Pollenzapfen baut sich aus zahlreichen Mikrosporophyllen auf;

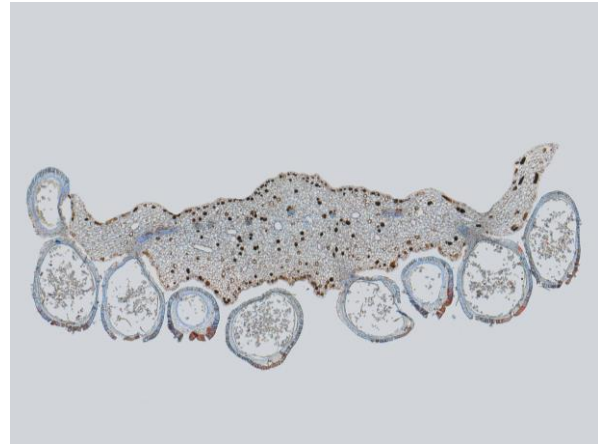


Abb. 8: *Zamia amblyphyllidia*, Querschnitt eines Mikrosporophylls mit abaxialen Synangien;

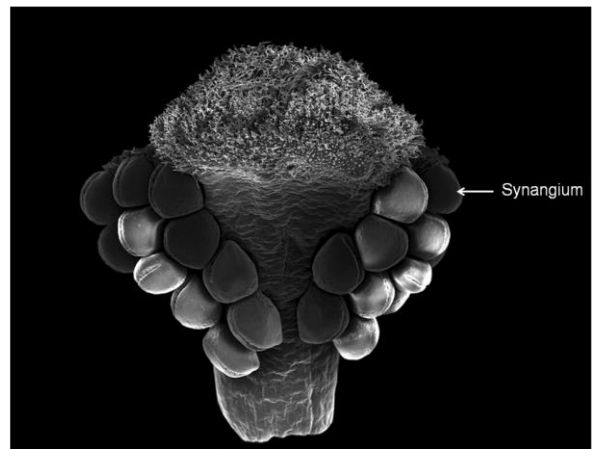
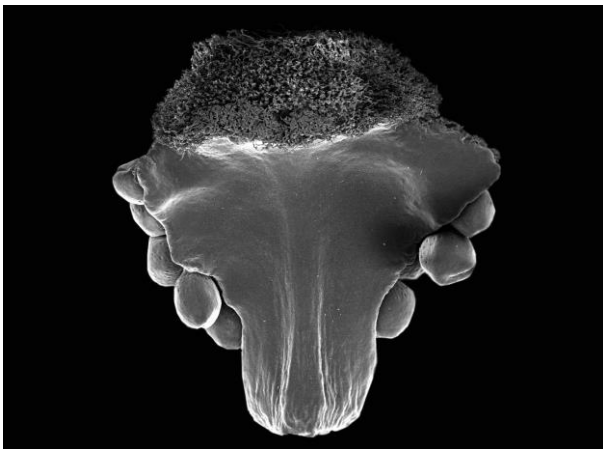


Abb. 9 & 10: *Zamia amblyphyllidia*, Detail eines Mikrosporophylls, adaxial (links) und abaxial (rechts); auf der abaxialen Seite stehen die Mikrosporangien zu dritt in kurz gestielten Synangien vereint;

Die weiblichen reproduktiven Strukturen der Zamiaceae stehen, wie die männlichen auch (Unterschied Cycadaceae!), ebenfalls in aufrechten, zapfenartigen Strukturen. Diese bauen sich aus zahlreichen spiralg inserierenden, meist an der Spitze abgeflachten Makrosporophyllen auf. Die "Zapfen" gehen aus einer anisotomen Verzweigung des Stamms hervor. Jedem Zapfen gehen zahlreiche **Kataphylle** voraus. Das einzelne **Makrosporophyll** in einem Zapfen ist wie das Mikrosporophyll ein echtes, wenngleich auch stark reduziertes Blatt. Bei den Zamiaceae trägt jedes

Makrosporophyll nur zwei Samenanlagen (Unterschied Cycadaceae!), die tief im Inneren des Zapfens verborgen liegen. Die Mikropyle ist dabei zur Zapfenspindel hin orientiert. Zum Zeitpunkt der Bestäubung öffnet sich der "Zapfen" in Form eines kleinen Spaltes sowohl im terminalen als auch basalen Bereich. Die Bestäubung erfolgt überwiegend durch Käfer.

Sowohl die männlichen als auch weiblichen "Zapfen" stellen **unverzweigte Strukturen** dar, die in den Angiospermen der Definition einer einzelnen Blüte entsprechen. Die weiblichen "Zapfen" können bis 60 cm lang und je nach Art bis zu 45 kg schwer werden. Die Makrosporophylle der Zamiaceae unterscheiden sich artspezifisch in Morphologie, Anordnung an der Zapfenspindel und Insertion der Samenanlagen. Während die Makrosporophylle von z. B. *Dioon* eine recht große sterile Blattspreite aufweisen und somit denen von *Cycas* ähneln, so ist diese z. B. bei *Zamia* stark gestaucht.



Abb. 11: *Dioon edule*, "Samenzapfen", der sich aus zahlreichen Makrosporophyllen aufbaut;



Abb. 12: *Macrozamia communis*, "Samenzapfen", der zum Zeitpunkt der Samenreife zerfällt;

Die lockere Anordnung der Makrosporophylle in den "Zapfen" von *Dioon* gleicht der Situation, wie man sie am Stamm der Cycadaceae vorfindet, während die stark reduzierten Makrosporophylle von *Zamia* in einem sehr dichten und kompakten "Zapfen" stehen. Auch in der Art der Insertion der Samenanlagen gibt es bei den Zamiaceae Unterschiede, die wichtige Autapomorphien zwischen den einzelnen Gattungen darstellen. Beim Großteil der Arten stehen die Samenanlagen wie bei Cycadaceae am Rand des Makrosporophylls, während bei *Dioon* die Samenanlagen kurz aber deutlich gestielt sind. Bei *Stangeria* sind die jungen Samenanlagen fast vollständig bis auf den Bereich der Mikropyle von Blattgewebe umhüllt. Die Sa-

menanlagen/reifen Samen entsprechen morphologisch und anatomisch denen der Cycadaceae (genaue Beschreibung siehe Skript "Cycadaceae").

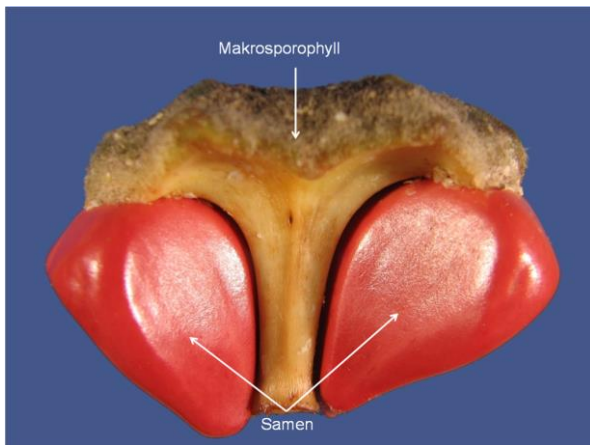


Abb. 13: *Zamia amblyphyllidia*, Makrosporophyll mit zwei reifen Samen; die äußere Schicht des Integuments ist fleischig-rot angeschwollen;

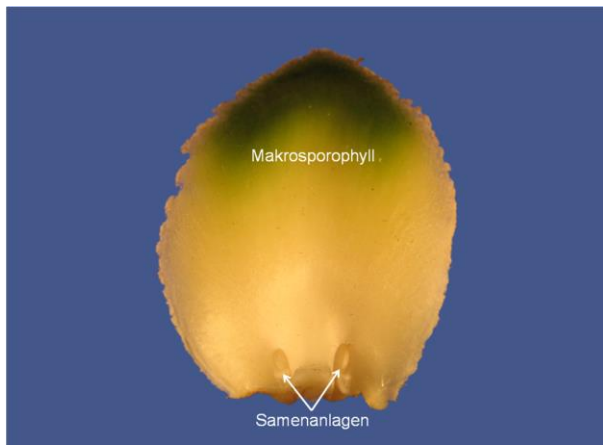


Abb. 14: *Stangeria eriopus*, Makrosporophyll; junge Samenanlagen von Blattgewebe fast vollständig umschlossen;

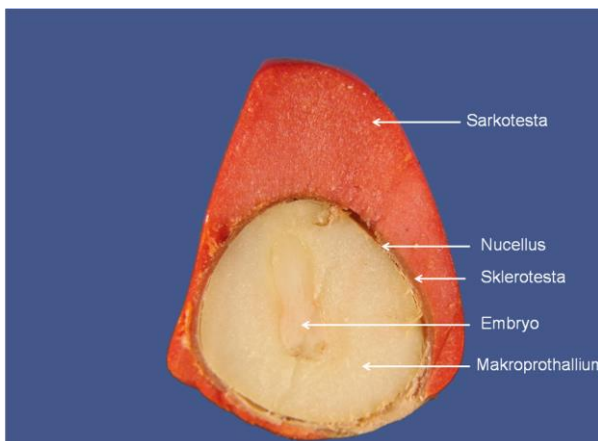


Abb. 15: *Zamia amblyphyllidia*, Querschnitt durch einen reifen Samen;

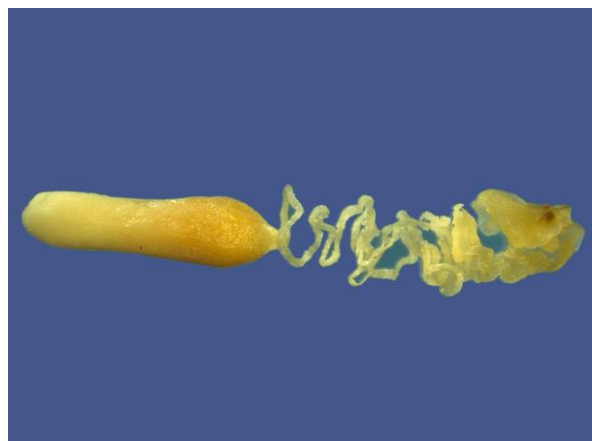


Abb. 16: *Zamia amblyphyllidia*, Embryo mit langem, gefaltetem Suspensor;

3 Weiterführende Literatur

BRUNKENER L. (1973). Beiträge zur Kenntnis der frühen Sporangienentwicklung der Pteridophyten und der Gymnospermen. – *Svensk. Bot. Tidskr.* **67**: 333-400.

BROUGH P. & TAYLOR M.H. (1940). An investigation of the life cycle of *Macrozamia spiralis* MIQ. – *Proc. Linn. Soc. N.S.W.* **65**: 494-524.

DÖRKEN V.M. & ROZYNEK B. (2013). Proliferated megasporangiate strobili of *Zamia furfuracea* (Zamiaceae, Cycadales) and its possible evolutionary implications for the origin of Cycad-megasporophylls. – *Palaeodiv.* **6**: 135-147.

- GIFFORD E.M. & FOSTER A.S. (1996).** Morphology and Evolution of Vascular Plants. 3rd ed. – W. H. Freeman and Company, New York.
- JONES D.C. (1993).** Cycads of the World. – Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- KRAMER K.U. & GREEN P.S. (1990).** Pteridophytes and Gymnosperms. In: KUBITZKI K. (ed.): The families and genera of vascular plants. – Springer, Heidelberg.
- MUNDRY I. (2000).** Morphologische und morphogenetische Untersuchungen zur Evolution der Gymnospermen. – *Biblioth. Bot.* **152**: 1-90.
- STEVENS P.F. (2017).** Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, Juli 2017 (kontinuierlich aktualisiert) <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>
- TAYLOR T.N., TAYLOR E.L. & KRINGS M. (2009).** Paleobotany, the biology and evolution of fossil plants. 2nd ed. – Academic Press, Burlington, London, San Diego, New York.
- WALTERS T. & OSBORNE R. (2004).** Cycad Classification: Concepts and Recommendations. – CAB International Publishing, Oxfordshire and Cambridge.