

dieser Korrelation stützen die Autoren ihre Ansicht, dass vor allem Einwandern in freie Räume und weniger Konkurrenz und Verdrängung die Verbreitung der Tetrapoden ermöglichte, unter anderem auch darauf, dass die Tetrapoden nur etwa ein Drittel der verfügbaren ökologischen Nischen einnehmen.

Die Autoren bestreiten nicht, dass Konkurrenz auf niedrigem taxonomischem Level (z. B. zwischen Arten) eine wichtige Rolle spielt. Für die *größeren* Veränderungen der Vielfalt von Tetrapodengruppen halten sie jedoch ihre hier vorgestellten Argumente für ausschlaggebend. Es geht also nicht darum, ob DARWIN in Bezug auf Konkurrenz falsch lag, wie manche Presstexte suggerierten, sondern wie weit dieses Konzept trägt und wo seine Grenzen liegen.

Die Interpretation von SAHNEY et al. (2010) erfuhr auch Kritik, so z. B. durch den Hinweis, dass Dinosaurier und frühe Säugetiere 60 Millionen Jahre lang in Koexistenz gelebt hätten, mithin die Dinosaurier gleichsam wettbewerbsmäßig überlegen gewesen seien, was eben doch auf Konkurrenz hinweise. Erst nach ihrem Aussterben hätten sich dann die Säugetiere stark ausgebreitet. Andererseits zeigt gerade die Koexistenz, dass es keine Verdrängung durch Konkurrenz gegeben hat.

In einer weiteren aktuellen Studie untersuchten VAMOSI & VAMOSI (2010) bei Angiospermen (bedecktsamige Blütenpflanzen, die größte Pflanzengruppe), ob es einen Zusammenhang zwischen der Artenanzahl von Angiospermen-Familien und ihrem mutmaßlichen phylogenetischen Alter gibt. Dabei konnten sie entgegen den evolutionär begründeten Erwartungen keine Korrelation feststellen. Vielmehr besteht ein Zusammenhang mit der Größe des besiedelten geographischen Gebietes und (an zweiter Stelle) mit Merkmalen von Blüten und Früchten. Die Korrelation mit der Größe des Besiedlungsgebietes passt ebenfalls eher zur Kolonisierungs- als zur Konkurrenzhypothese und unterstützt damit die These von SAHNEY et al. (2010).

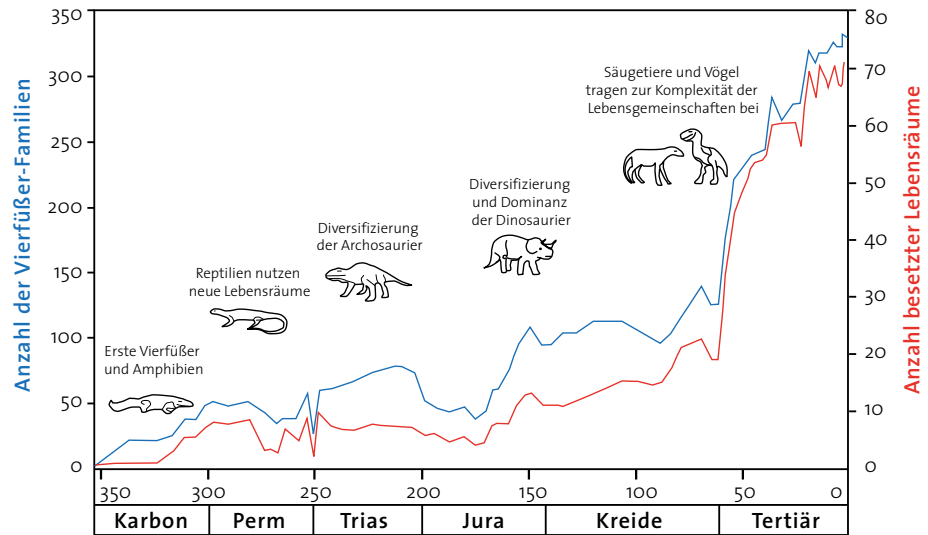


Abb. 1 Weltweite taxonomische Vielfalt monotypischer Vierfüßer-Familien (blaue Linie) und Vielfalt besetzter Lebensräume durch Vierfüßer-Familien (rote Linie). (Nach SAHNEY et al. 2010)

Wenn die Verteilung fossiler Taxa eher auf Eroberung freier Lebensräume als auf Konkurrenz und Wettbewerb beruhen, stellt sich zum einen die Frage nach dem *Motor* der Veränderungen. Einwandern in freie Lebensräume bedeutet geringere Selektionsdrücke als Existenz unter harten Konkurrenzbedingungen. Jedoch wird man hier kaum scharf argumentieren können. Zum anderen aber könnte ein Besiedlungsszenario auch so interpretiert werden, dass Arten, die bereits in (nicht fossil überlieferten) Lebensräumen bzw. begrenzten Rückzugsräumen existierten, sich in freie Ökosysteme ausgebreitet haben und damit auch mit höherer Wahrscheinlichkeit fossil überliefert wurden. Für die gesamte Fossilabfolge wird diese Erklärung nicht ausreichen, möglicherweise aber für einzelne geologische Systeme; insbesondere wenn man geologischen Hinweisen folgt, die auf sehr viel kürzere Zeiträume hindeuten. Exponentielles Wachstum an Formenvielfalt könnte vor allem Ausdruck von Einwanderungen sein, also ökologische und weniger evolutionäre Gründe haben.

BENTON MJ (1996) Testing the roles of competition and expansion in tetrapod evolution. *Proc. R. Soc. B* 263, 641-646. (doi:10.1098/rspb.1996.0096); SAHNEY S, BENTON MJ & FERRY PA (2010) Links between global taxonomic diversity, ecological diversity and the expansion of vertebrates on land. *Biology Letters* 23, 544-547. (doi: 10.1098/rsbl.2009.1024); VAMOSI JC & VAMOSI SM (2010) Key innovations within a geographical context in flowering plants: towards resolving

Darwin's abominable mystery. *Ecology Letters* 13, 1270-1279. (doi: 10.1111/j.1461-0248.2010.01521.x); Vgl. auch den Blogbeitrag von David TYLER unter http://www.arn.org/blogs/index.php/literature/2010/09/06/explanations_of_vertebrate_diversity R. Junker

■ Orchidee trickst Bestäuber aus – Fall 1: Vortäuschung von Schimmelpilzen

In letzter Zeit wird zunehmend deutlich, dass mehr Blütenpflanzen als bisher angenommen ihre Bestäuber durch Vortäuschung von Nahrung anlocken, ohne ihnen die für Bestäuber übliche „Belohnung“ zu gewähren (vgl. im gleichen Heft den Artikel über die Bestäubung in der Gattung *Aronstab* und das nachstehende Streiflicht über die Situation bei der Orchideen-Art *Epipactis veratrifolia*). Bei der artenreichen Familie der Orchideen sind Insektentäuschblumen häufig. Man schätzt, dass etwa ein Drittel aller Orchideen-Arten, also etwa 6000-10000 Arten, ihre Bestäuber täuschen. Dabei trifft man immer wieder auf ausgeklügelte und überraschende Situationen. Als Lockmittel dienen neben visuellen Reizen vor allem die für die Orientierung von Insekten so wichtigen Duftstoffe.

So haben jetzt chinesische und amerikanische Wissenschaftler (REN et al. 2011) festgestellt, dass bei der mit dem heimischen Frauenschuh verwandten Art *Cypripedium fargesii*

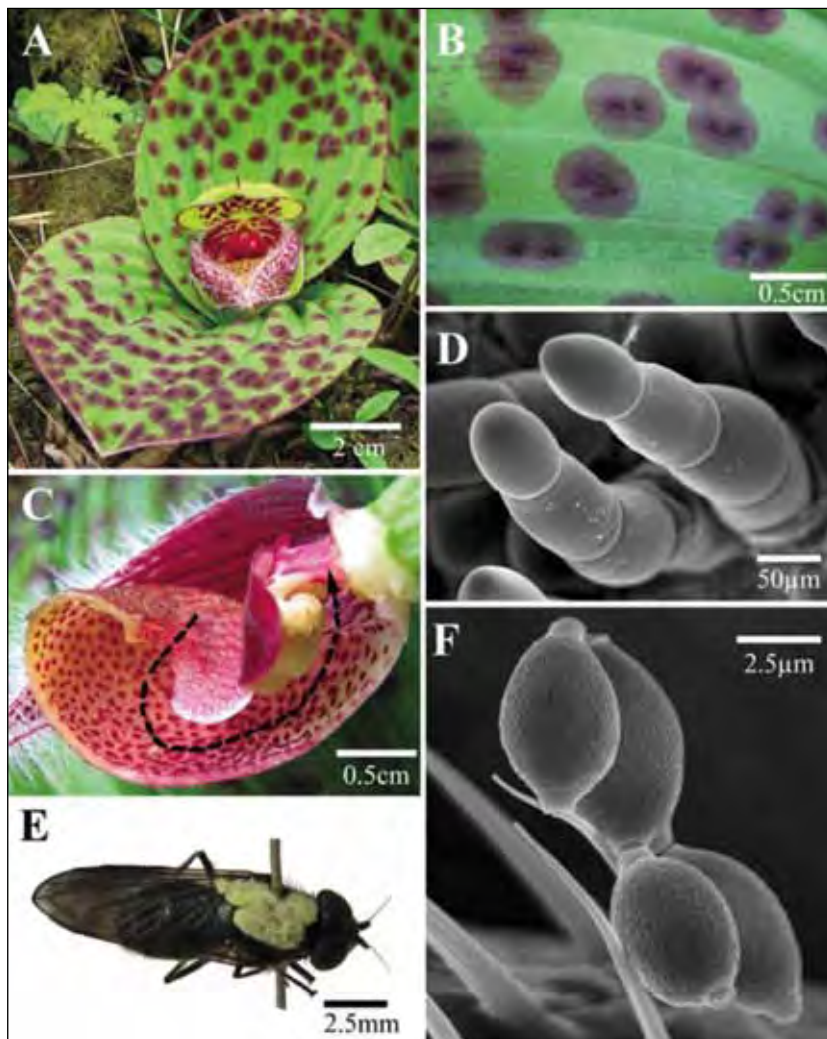


Abb. 1 Bestäubung bei der Orchidee *Cyripedium fargesii*. (A) Habitus. (B) Blattoberseite mit schwarzen, behaarten Flecken. (C) Aufgeschnittene Blüte; die gestrichelte Linie zeigt den Weg der Fliege durch die nach unten ausgesackte Blüte. (D) Elektronenmikroskopische Aufnahme der mehrgliedrigen Haare in der Mitte der Blattoberseite. (E) Eine weibliche Agathomyia-Fliege mit Pollenpaket auf dem Rücken. (F) Konidiosporen des Schimmelpilzes *Cladosporium*. Aus REN et al. (2011); Abdruck mit freundlicher Genehmigung.

aus Südwestchina (Abb. 1 A) eine sonst bei Blütenpflanzen als Bestäuber nicht bekannte Fliegenart in besonderer Weise angelockt wird, um ohne Gegenleistung die Bestäubung durchzuführen. Die entsprechende, zu den Tummel- oder Pilzfliegen (Platypezidae) zählende Art aus der Gattung *Agathomyia* (Abb. 1 E) ernährt sich wie die meisten Vertreter dieser Familie von Mikropilzen, die parasitisch auf Laubblättern leben, hier speziell einem Schimmelpilz der Gattung *Cladosporium*. Die Orchidee imitiert die Struktur und die typische Schwarzfärbung dieses Pilzes durch schwarz behaarte Flecken auf der Blattoberfläche (Abb. 1 B, D) bei gleichzeitiger Abgabe von Duftmolekülen durch die Blüte. Diese erinnern an den Geruch faulender Blätter und sind

in sehr ähnlicher Form auch von Kulturen des Pilzes bekannt. Merkwürdigerweise sehen außerdem die mehrgliedrigen Haare in den Blattoberflächen (Abb. 1 D) sehr ähnlich aus wie die Konidiosporen abgebenden Pilzfäden von *Cladosporium* (Abb. 1 F). Die auf diese Weise angelockten Fliegen gelangen schließlich in die Blüte. Genauso wie die Bestäuber unseres heimischen Frauenschuhs (*Cyripedium calceolus*) müssen sich die Fliegen, um wieder herauszukommen, durch die sackförmige Ausstülpung der Blüte hindurch zwängen und führen dabei die Bestäubung durch. Nektar als potentielle „Belohnung“ wird nicht geboten, und der Pollen landet in Form der für Orchideen typischen Gesamtpakete (Pollinien) auf dem Rücken des Insektes (Abb. 1 E).

Im vorliegenden Fall täuscht also eine Blütenpflanze einen phytopathogenen Pilz vor, um Insekten für die eigene Fortpflanzung zu missbrauchen. An dieser Stelle sei aber erwähnt, dass es in der Natur auch den umgekehrten Fall gibt, nämlich dass phytopathogene Pilze Blüten vortäuschen (Pseudoblüten) und dadurch Insekten anlocken, die für die Fortpflanzung des Pilzes sorgen. Dies wurde z. B. ausführlich für die Beziehung zwischen dem Rostpilz *Puccinia arrhenatheri* und dessen Wirtspflanze *Berberis vulgaris* (Sauerdorn, Berberitze) beschrieben (NAEF et al. 2002). Hier werden die Insekten durch visuelle und olfaktorische (Geruchs-) Reize (Mimikry) angelockt, bekommen aber auch eine nektarhaltige Flüssigkeit zur „Belohnung“. In allen Fällen handelt es sich um „geniale“ Strategien zur Aufrechterhaltung der Fortpflanzung.

[NAEF A, ROY BA, KAISER R & HONEGGER R (2002) Insect-mediated reproduction of systemic infections by *Puccinia arrhenatheri* on *Berberis vulgaris* (Berberidaceae). New Phytologist 154, 717-730. http://ceeb.uoregon.edu/faculty_pages/Roy/papers/35.pdf; REN Z-X, LI D-Z, BERNHARDT P & WANG H (2011) Flowers of *Cyripedium fargesii* (Orchidaceae) fool flat-footed flies (Platypezidae) by faking fungus-infected foliage. Proc. Natl. Acad. Sci. 108, 7478-7480.] H. Kutzelnigg

■ Orchidee trickt Bestäuber aus – Fall 2: Imitation der Alarmstoffe von Blattläusen

Ganz anders gelagert als im vorstehend geschilderten Fall der Frauenschuh-Art *Cyripedium fargesii*, aber ebenso eindrucksvoll ist die Situation bei einer weiteren Orchidee, der Stendelwurz-Art *Epipactis veratrifolia* (= Germerblättrige Stendelwurz). Bei dieser in Vorderasien heimischen, bis ca. 1,50 m hohen Art werden die Bestäuber – es sind hier verschiedene Schwebfliegen-Arten (Familie Syrphidae) – in wieder völlig anderer Weise angelockt (STÖKL et al. 2011). Die hier zahlreich vorhandenen Blüten (Abb. 1) täuschen nämlich durch warzenartige Strukturen, vor allem aber durch die Abgabe flüchtiger chemischer Verbindungen einen Blatt-