

Die Bedeutung von Kolibris als Bestäuber (neotropischer) Pflanzen

Florian Karolyi Seminar: Biogeographie und Biodiversität der Neotropis



Kolibris

- Systematik:
 - Ord. Apodiformes
 - Fam. Trochilidae (328 A.)
- Vorkommen:
 - Nearktis und Neotropis
 - von Küstengebiete
 - bis 5000 m Seehöhe
- Merkmale
 - Nahrung fast ausschließlich Nektar
 - lange, variable Schnäbel
 - heraus streckbare, gegabelte Zunge
 - Schwebflug (- 80/sek.)
 - Torpor

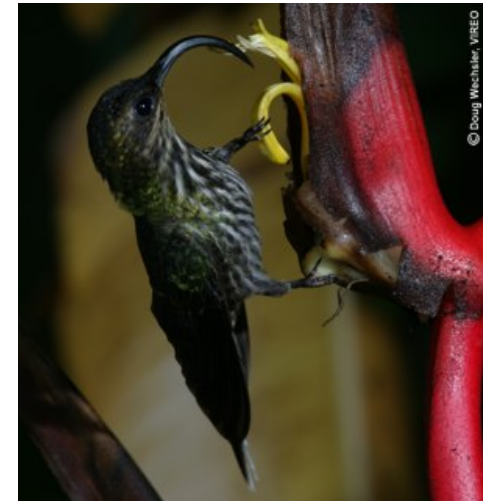
Kolibris



Copyright © Gary Rosenberg
Patagonas gigas



Mellisuga helenae



Eutoxeres aquila



Ensifera ensifera



Ramphomicron microrhynchum

Kolibris als Bestäuber

- große, farbenreiche Blüten
- meist geruchlos
- typischerweise tubuläre Blütenform
- Kolibribestäubte Blütenpflanzen können lokal 10-15% der Arten ausmachen
 - Amerika: 8000 Arten aus 60 Fam. ausschließlich von Kolibris bestäubt

Kolibris als Bestäuber

- Kolibris stellen die wichtigsten Blütenbesucher unter den Vertebraten in neotropischen Wäldern da.
 - Spielen somit als Bestäuber und Verbreiter eine wichtige Rolle in der Reproduktionsbiologie der Blütenpflanzen
- Im Gegenzug erhalten sie von den Pflanzen Nektar um ihren Energiehaushalt zu decken
- Dies bedeutet für die Pflanzen einen doppelten Aufwand
 - Nektar ist energiereich und somit teuer
 - Zusätzlich muss in Produktions- und Präsentationsstrukturen investiert werden

Kolibris als Bestäuber

- Pflanzen sind darauf angewiesen den idealen Bestäuber anzulocken
- Spezialisierung auf bestimmte Bestäuber führt zu einer reproduktiven Barriere zwischen Populationen
 - „floral isolation“
- Dabei ist es aber nicht zwingen sich nur auf einen Bestäuber festzulegen

Kolibris vs. Fledermäuse

Exploring the boundary between pollination syndromes: bats and hummingbirds as pollinators of *Burmeistera cyclostigmata* and *B. tenuiflora* (Campanulaceae)

Muchhala, N. 2003



Anoura geoffroyi



B. cyclostigmata



Lampornis calolaema

Kolibris vs. Fledermäuse

- *Burmeistera* erreicht in Bergregenwäldern eine hohe Vielfalt
 - Epiphyt an Baumstämmen
- Blühen oft mehrere Monate durchgehend
 - 1-4 exponierte Blüten gleichzeitig
- Die beiden untersuchten Arten weisen intraspezifische Farbunterschiede auf
- Werden hauptsächlich von Kolibris und Fledermäusen bestäubt

Kolibris vs. Fledermäuse

- Grenze zwischen Fledermaus- und Kolibribestäubung, oder können beide Strategien gleichzeitig vorkommen?
 - Zeitpunkt der Nektarproduktion
 - Färbung
 - Blütenmorphologie
 - Zugänglichkeit
 - Unterschiedliche Flugweisen!
- Einfluss der Bestäuber auf die Bestäubungsbiologie: 3 Hypothesen
 - *B. tenuiflora* wird prim. von Kolibris bestäubt; *B. cyclostigmata* prim. Von Fledermäusen
 - Fledermausbestäubung ist positiv korreliert mit der Zugänglichkeit der Blüte
 - Rote Färbung der Blüte korreliert positiv mit Kolibribestäubung

Polleneintrag in der Nacht und am Tag

Table 2 Nocturnal and diurnal pollen flow to *B. cyclostigmata* and *B. tenuiflora* expressed as percent of flower-nights and flower-days during which pollen was deposited

Species	Nocturnal		Diurnal	
	Percent w/pollen	<i>n</i> = flower-nights	Percent w/pollen	<i>n</i> = flower-days
<i>B. cyclostigmata</i>	52.6	76	1.2	81
<i>B. tenuiflora</i>	54.3	140	20.7	140

- *B. cyclostigmata*: an über 50% der Blütezeit Pollen nachts eingetragen, nur 1% unter Tag
 - Fast ausschließlich nachts bestäubt
- *B. tenuiflora*: 55% nachts, 21% unter Tag
 - Sowohl am Tag als auch in der Nacht bestäubt
- Beide Arten produzieren Nektar in der Nacht

Polleneintrag in der Nacht und am Tag

Table 3 Type and amount of pollen deposited on *B. cyclostigmata* and *B. tenuiflora* nocturnally and diurnally. Amount of pollen represents the mode of the categories assigned to each sample, where 1 is <50 pollen grains, 2 is 50–1,000, 3 is 1,000–5,000, and 4 is >5,000

		<i>n</i>	Amount of pollen	Average no. of morphotypes per sample (SE)		No. of samples with <i>Burmeistera</i>	Amount of <i>Burmeistera</i> pollen
<i>B. cyclostigmata</i>	Nocturnal	39	3	2.4	(0.11)	36	2
	Diurnal	1	1	1.0	–	0	–
<i>B. tenuiflora</i>	Nocturnal	78	3	2.3	(0.09)	76	3
	Diurnal	29	1	2.0	(0.13)	23	1

- Quantitativ sind nachtaktive Bestäuber effizienter
 - Fast alle nächtlichen Polleneinträge enthielten *Burmeistera*-Pollen
 - Nur 76% der am Tag eingebrachten Pollen enthielten *Burmeistera*-Pollen
- ➔ Durchschnittlich ist also der Anteil der eingebrachten *Burmeistera*-Pollen in der Nacht höher

Besuchfrequenz und Effizienz

- Nur Kolibris und Fledermäuse besuchten *B. tenuiflora*
- Aber beide relativ selten
 - Kolibris (2 Arten) : 17 Besuche – 8 verschiedene Individuen
 - Im Verhältnis zu den beobachteten Pflanzen: 0,28 V/F/h
 - 41% der Besuche mit Pollenübertragung, 4* *B.* Pollen
 - Fledermäuse (4 Arten) : 4 Besuche – 4 Individuen
 - Im Verhältnis zu den beobachteten Pflanzen: 0,07 V/F/h
 - 75% der Besuche mit Pollenübertragung, fast immer *B.* Pollen
- Vögel besuchten jeweils früh am Morgen und am späten Nachmittag

Blütenzugänglichkeit

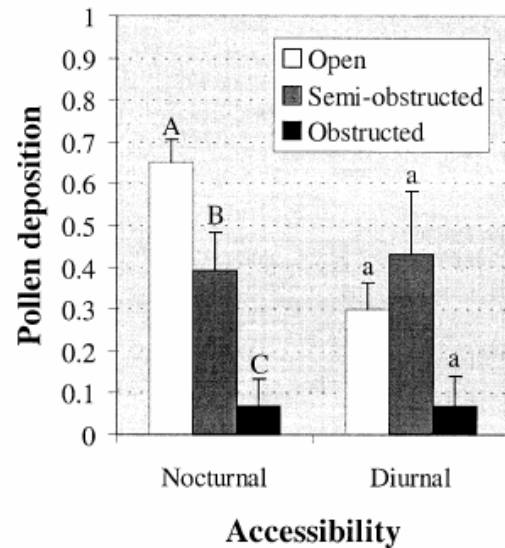


Fig. 1 Pollen deposition, as proportion of days or nights with pollen, by level of accessibility of flowers. *Error bars* represent 1 SE of the mean. Note that diurnal results represent only *Burmeistera tenuiflora* since there was only one instance of diurnal pollen deposition on *B. cyclostigmata*, while nocturnal results are pooled over both species. Means shown below the same letter are not significantly different at the $P < 0.05$ level of significance

- Blütenzugänglichkeit ist wichtig für den nächtlichen Polleneintrag
- Je „offener“ die Blüte ist, desto mehr Pollen konnte nachts eingebracht werden
- Farbe hatte nie eine Auswirkung

Kolibris vs. Fledermäuse

- *B. cyclostigmata* auf Bestäubung durch Fledermäuse spezialisiert
 - 53% der 76 Blüthenächte bestäubt
- *B. tenuiflora* wird in der Regel von beiden bestäubt
 - 54% der 140 Nächte und
 - 21% der 140 Tage bestäubt.
- *B. cyclostigmata* wird zwar auch von Kolibris besucht, aufgrund der Blütenmorphologie kommt es aber zu keinem Kontakt der Reproduktionsorgane mit dem Vogel.
- Auch bei *B. tenuiflora* kam es nur bei 41% der Besuche zu Kontakten, obwohl diese Art einen schmäleren und kürzeren Blütenkanal besitzt.

Kolibris vs. Fledermäuse

- „poor fit“: Durch die seltenen Kontakte werden noch weniger passende Pollen auf die Stigmen übertragen.
- Nektarproduktion nur Nachts
- Beide Arten sind primär auf Fledermäuse als Bestäuber ausgerichtet
- Für eine Spezialisierung auf Kolibris wäre eine stärkere Änderung in der Blütenmorphologie nötig
- Zugänglichkeit und Morphologie der Blüte sind die wichtigsten Faktoren für die Spezialisierung auf bestimmte Bestäuber

Kolibris vs. Fledermäuse

- Warum besuchen Kolibris trotzdem?
 - Beginn der Nektarproduktion spät Abends?
 - 10% der Blüten werden nachts nicht besucht, Restnektar bleibt für Vögel (auch von andern Pflanzenfamilien bekannt!)
 - Zugänglichkeit der Blüte hat auf Kolibris keinen Effekt
- Stellen *B. cyclostigmata* und *B. tenuiflora* Übergangsformen dar?
- Oder ist dieser „overlap“ ein evolutionärer Endpunkt?
 - Kosten für eine Generalisierung sind im Vergleich zum Gewinn eines zusätzlichen Pollenvektors gering!

Kolibris vs. Bienen

„Anti-bee“ and „pro-bird“ changes during the evolution of hummingbird pollination in *Penstemon* flowers.

Castellanos, M.C. et al. 2004



P. strictus



Selasphorus platycercus



P. barbatus

Kolibris vs. Bienen

- Neben Kolibris sind meist Insekten wichtige Bestäuber
- für Blumen wichtig passende Bestäuber vermehrt anlocken
- wird mehr Pollen von mittelmäßigen Bestäubern genommen, sinkt die Attraktivität für besser geeignete
 - Anwesenheit von weniger geeigneten Bestäubern sollte negativ korreliert sein mit besseren
- Spezialisierung auf Optimalbestäuber nur dann, wenn diese häufiger besuchende, mittelmäßige ausgleichen können

Kolibris vs. Bienen

- Hummeln: Pollenkonsumenten
 - Füttern Brut mit Pollen
 - Verlust an Pollenkörnern für geeignete Bestäuber
- Kolibris: Pollenüberträger
 - Nektarkonsumenten
 - Kommen beim Fressen meist mit Reproduktionsorganen in Kontakt

Kolibris vs. Bienen

- *P. strictus*: meist durch Hymenoptera bestäubt
 - violette Blüten
 - geringe Mengen an konzentrierten Nektar
 - breite Corolla-Röhren
 - Blüten mit Unterlippe
- *P. barbatus*: vermehrt durch Kolibris bestäubt
 - rote Blüten
 - große Mengen an verdünnten Nektar
 - lange, enge Corolla
 - ausgestülpte Antheren und Stigmata
 - flexibler Stiel



Kolibris vs. Bienen

- Voruntersuchungen: Ergebnisse
 - Kolibris als Pollentransporter genauso effektiv wie Hummeln
 - Die Umstellung auf Vogelbestäubung führt zu Änderungen der Blütenmorphologie
 - vermehrte Pollenabnahme und Ablagerung durch Hummeln
 - Aber die Bestäubung wurde ineffektiver
 - Hymenoptera wurden aus der Sicht der Pflanzen zu Parasiten
 - Kolibris hingegen zu passenden Bestäubern



P. strictus: Merkmalsverschiebung zu *P. barbatus*

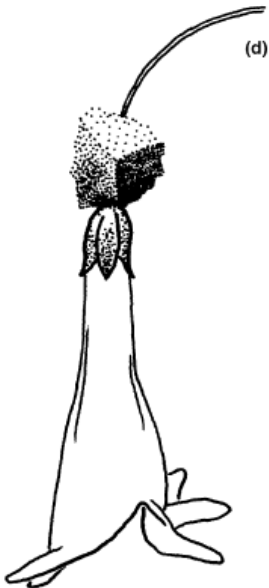


a) Antheren und Stigmata ausgestülpt



b) Unterlippe entfernt

c) Corollakanal verengt

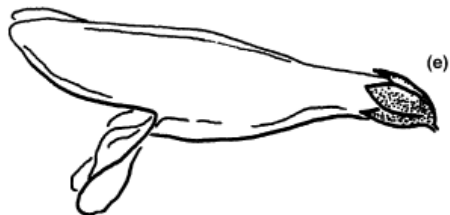


d) Blüte nach unten hängend

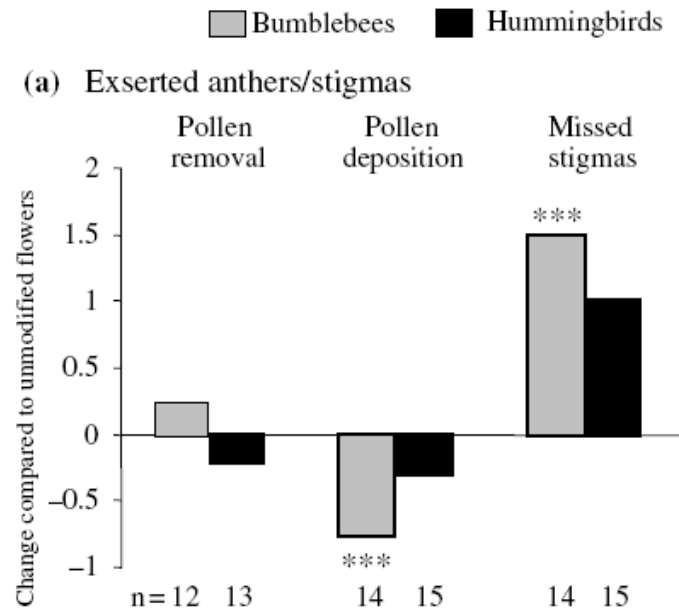
e) Unmodifizierte Kontrollblüte

Änderungen sollte gegenteilige Auswirkungen auf die unterschiedlichen Bestäuber haben

- Attraktivität
- Pollentransfer

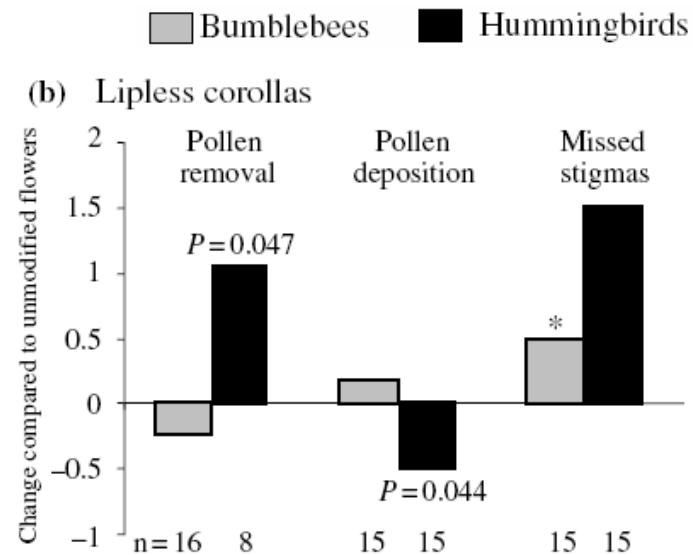


Exserted reproductive organs



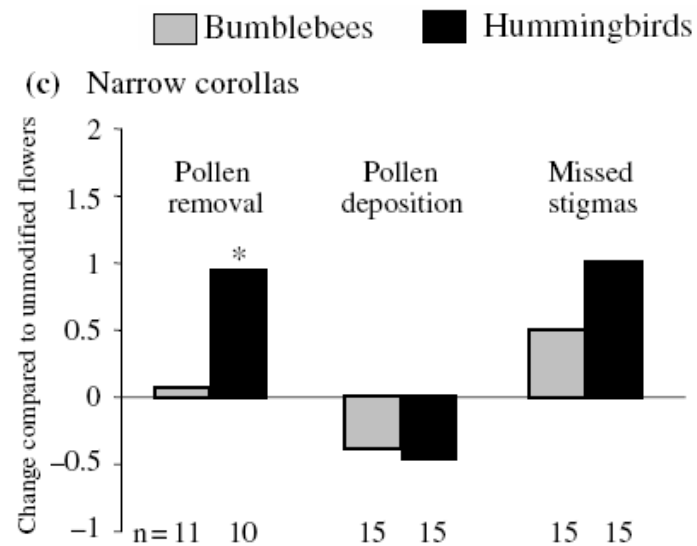
- Pollenablage bei Bienen um 75% verringert
- Wahrscheinlichkeit der Bienen Stigmata nicht zu berühren 1,5 mal höher
- Pollenentnahme allgem. gering

Lipless flowers



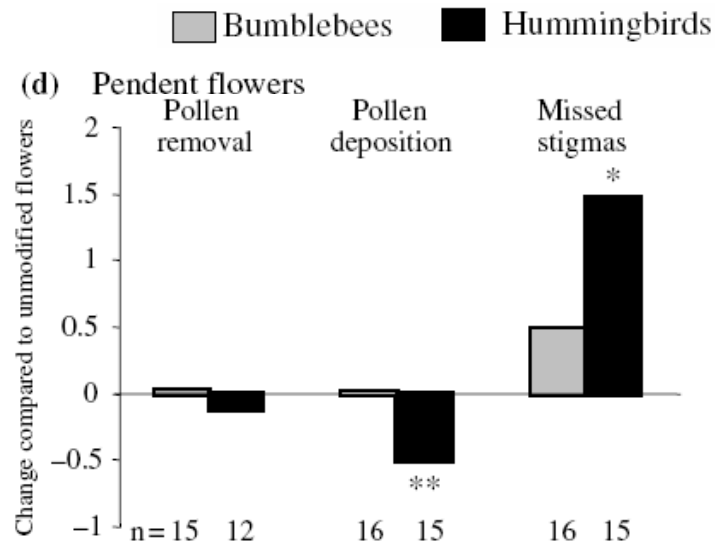
- Pollenablage und Entnahme nicht signifikant weniger
- Bei Vögeln Entnahme erhöht, Ablage geringer
- Bienen verfehlen Stigmata öfter

Corolla constriction



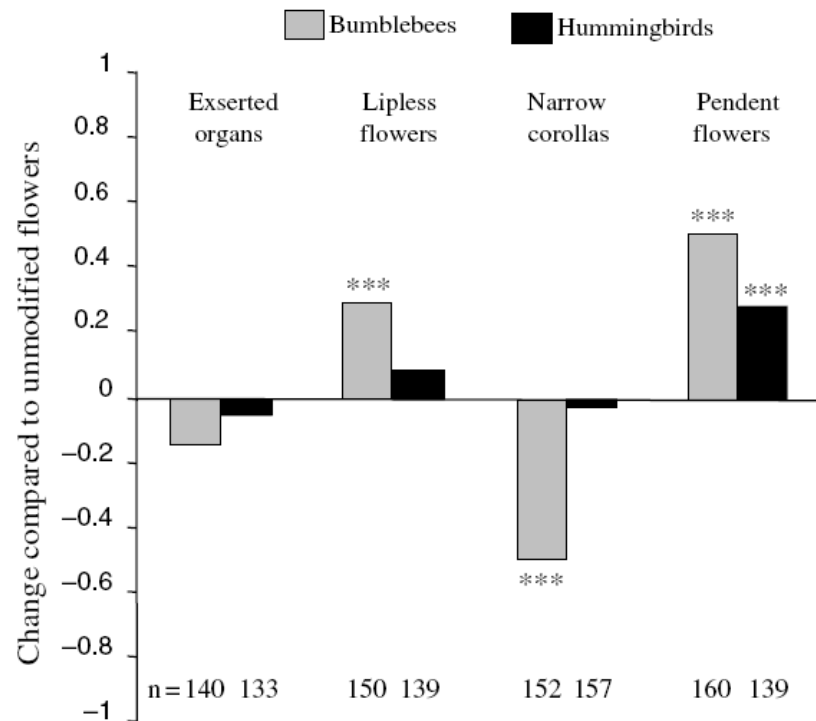
- Kolibris entnahmen doppelt so viele Pollen als erwartet
- Allgem. Pollenablage höher und Stigmata öfter nicht berührt
 - aber nicht signifikant

Pendent flowers



- Bei Bienen ändert sich Pollentransfer nicht signifikant
- Bei Kolibris Pollenentnahme signifikant reduziert
- Vögel verfehlen die Stigmata signifikant öfter

handling time & nectar consumption



- Kein Effekt
 - bei Bienen höher
 - bei Bienen um die Hälfte reduziert
 - 50% höher bei Bienen, bei Kolibris auch signifikant höher
- Nektarkonsum der Bienen nur bei c) reduziert
 - Kein Effekt auf Kolibris

Kolibris vs. Bienen

- Beweise für „pro-bird“ und „anti-bee“
- aber nur mäßiger Zusammenhang zwischen Voraussagen und Ergebnissen
- Vor allem Pollenentnahme und Ablage stimmten nicht überein, obwohl Antheren und Stigma an gleicher Position in der Blüte sind
 - Nicht Kraft mit der Tier Antheren berührt ausschlaggebend?
 - Pollenverlust durch Bewegen der Blüte?
- Mehrere Merkmalsänderungen gleichzeitig nötig
 - Merkmalsgruppen werden eher selektiert
 - Vor allem eine enge Corolla-Röhre in Kombination mit ausgestülpten Reproduktionsorganen bevorzugt Kolibris

Kolibris vs. Bienen

- Nur Betrachtung der biomechanischen Eigenschaften
- Andere Merkmale können weg von ungeeigneten Bestäubern hin zu optimalen beeinflussen
 - Nektarkonzentration
 - Blütenfarbe

Kolibris als Bestäuber

- Kolibris können als Bestäuber selektiven Druck auf Blütenpflanzen ausüben
- Blütenmorphologie ist ein wichtiger Bestandteil der Spezialisierung auf einen bestimmten Bestäuber
- Kolibris können sowohl als exklusiver Bestäuber, als auch als in Kombination mit Hymenoptera und Fledermäusen auftreten



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!