

Myrmekophile Pflanzen auf der Churquipampa

Auf der Churquipampa, einer kleinen Hochebene auf etwa 3300 Metern Höhe bei Tupiza im Südwesten Boliviens (-21.4704° , -065.6875°), wurden vier von derselben Ameisenart besuchte und bestäubte Pflanzenarten beobachtet. Drei derer sind kleine Sukkulente. Ihre Myrmekophilie lässt sich aber nicht befriedigend mit dem →Ameisenbestäubungssyndrom gemäss Hölldobler (1990) erklären. Selbst aus der für Bienen mittlerer Grösse hinderlichen Winzigkeit ihrer Blüten lässt sich dies nicht herleiten, zumal sich vorort kleine Bienen hauptsächlich der Familie *Halictidae* umhertrieben, die leicht mit Mücken zu verwechseln sind. Insbesondere die vierte dieser Pflanzen fällt aber völlig aus der Reihe, handelt es sich doch um einen buschartigen Korbblütler, der seiner Familie gemäss zu den Lieblingsblüten der Bienen gehören sollte.

Die folgenden Seiten dienen der Erhellung und Einordnung der Thematik myrmekophiler, also vollumfänglich auf Ameisen ausgerichteter Pflanzen.



Auf dem Cerro Santa Rosa bei 3465m Höhe mit Blick nach Norden auf die untenliegende Churquipampa. In Bildmitte ein Säulenkaktus *Echinopsis werdermanniana* mit typischer Wuchsform. Die weisshaarigen Geschwister weiter hinten gehören zur Art *Oreocereus celsianus*. Das Bild entstand am 26. Februar 2015 in der Regenzeit. Während der acht bis neun Monate dauernden Trockenzeit verdorrt die weitgehend ausdauernde xerophile Buschvegetation dieser Hügel und die Landschaft erscheint gelb-grau. Pflanzen und Tiere in diesem Lebensraum sind also auf sehr extreme Umgebungsbedingungen eingestellt. Die Bilder mit den Ameisen auf Seite 2 entstanden bei der rötlichen Sandsteinkuppe links unten, sichtbar zwischen den beiden *E. werdermanniana*.

Myrmekophile Pflanzen auf der Churquipampa, 3300m (Tupiza, Bolivien).



In der Pflanzensystematik treffen sich obige drei Sukkulenten mit den bodennahen Blüten in der Unterordnung *Cactineae*. Mit dem etwa 1,5m hohen Busch der Asteracee aber finden sie sich erst gemeinsam in der Überordnung der Bedecktsamer mit den fünfzähligen Blütenkronblättern *Pentapetalae*.

- *Portulaca rotundifolia*:
Magnoliopsida: Pentapetalae: Caryophyllales: Cactineae: Portulacaceae: Portulaca.
- *Phemeranthus punae*:
Magnoliopsida: Pentapetalae: Caryophyllales: Cactineae: Montiaceae: Phemeranthus.
- *Anacampseros kurtzii*:
Magnoliopsida: Pentapetalae: Caryophyllales: Cactineae: Anacampserotaceae: Anacampseros.
- *Dasyphyllum ferox*:
Magnoliopsida: Pentapetalae: Asterales: --- : Asteraceae: Dasyphyllum.

Begriffe gemäss: Hölldobler, B. & Edward, O. (1990). The Ants, 732pp, Springer Berlin.

- **Myrmekophilie**: Die allgemeine Bedingung, Ameisen zu fördern. In dem von van der Pijl (1955) und Beattie (1985) vorgeschlagenen System wird *Myrmekophilie* zur Bezeichnung der Ameisenbestäubung verwendet. Jolivet (1986) und andere Autoren haben den Ausdruck jedoch verwendet, um sich auf die Bedingung zu beziehen, eine Ameisenpflanze zu sein, oder auf *Myrmekophytismus*. Da das Vorhandensein von *Domatien* so häufig mit extrafloralen Nektarien, Futterkörpern und anderen ko-adaptiven Merkmalen einhergeht, scheint es angemessener, den Ausdruck "*myrmekophil*" im weitesten Sinne zu verwenden, der sowohl die Bestäubung als auch den *Myrmekophytismus* und alle Hilfsmittel umfasst, mit denen Pflanzen Ameisen anziehen und belohnen.
- **Myrmekophytismus**: Der Umstand, eine Ameisenpflanze zu sein, d. h. Ameisenunterschlüpfe (*Domatien*) zu besitzen.
- **Domatia**: Auch *Myrmecodomatia* genannt; spezialisierte Strukturen, wie z. B. aufgeblähte Stengel, die von Ameisenpflanzen für die Beherbergung von Ameisen entwickelt wurden.

Auszug aus (Hölldobler 1990, The Ants):

CHAPTER 14 - Symbioses between Ants and Plant:

- Plants feed Ants: Extrafloral Nectaries
- Ants pollinate Flowers

PFLANZEN ERNÄHREN AMEISEN: EXTRAFLORALE NEKTARIEN

Extraflorale Nektarien sind zuckerproduzierende Organe, die Tiere anlocken, aber nicht der Bestäubung dienen. Sie können je nach Art fast überall auf der Pflanze vorkommen, sogar in der Blüte außerhalb des Perianths. Wenn sie aktiv sind, locken sie Arbeiterameisen an, die sie vor anderen Insekten verteidigen. Im Gegensatz zu den *Domatien* und Futterkörpern werden sie von einer enormen Vielfalt von Pflanzen produziert, die in nicht weniger als 68 Familien vorkommen (Elias, 1983). Ihre anatomische Vielfalt ist dementsprechend groß und reicht von kleinen Zellgruppen, die mit bloßem Auge nur durch die von ihnen abgesonderten Nektartröpfchen oder die sich um sie versammelnden Ameisengruppen lokalisiert werden können, bis hin zu komplexen, mit Trichomen gefüllten Hohlräumen, die sich durch einen Schlitz oder eine Pore nach außen hin öffnen. Zu diesem Thema gibt es eine sehr umfangreiche Literatur, die in den letzten Jahren glücklicherweise von Bentley (1977), Buckley (1982a,b), Elias (1983), Koptur (1984), Beattie (1985), Benson (1985) sowie Oliveira und Leitão-Filho (1987) gut aufgearbeitet wurde.

Arbeiterameisen behandeln außerblütige Nektarien auf die gleiche Weise, wie sie auf Ansammlungen von Honigtau produzierenden Insekten und Zuckerködern reagieren (Abbildung 14-10). Die aggressiven Arten verteidigen die aktiven Nektarien, wobei sie in einigen Fällen ihr Territorium auf die gesamte Pflanze ausdehnen. 1889 führte Wettstein ein erstaunlich aktuelles Experiment durch, das die schützende Rolle der anwesenden Ameisen bei den europäischen Kompositen *Jurinea mollis* und *Serratula lycopifolia* zeigte. Er

schloss Ameisen von den Pflanzen aus und stellte eine Zunahme der Schäden durch Käfer und Falter fest. Viele ähnliche Studien kamen zu demselben Ergebnis, wie zum Beispiel die von Oliveira et al. (1987b) in den *Cerrado-Wäldern* Brasiliens. Die untersuchten Pflanzenarten stammen aus gemäßigten oder tropischen Regionen, sind Ranken, Sträucher oder Bäume und bewohnen entweder Wälder oder Grasland. Die getesteten Ameisen gehörten zu mehreren Gattungen der *Myrmicinae* und *Formicinae*. Zu den von den Ameisen verhinderten oder verringerten Schäden gehörten die Zerstörung von Blütenteilen durch Heuschrecken, der Samenfraß durch Rüsselkäfer und das Verwelken von Triebspitzen durch Blattlaus-Nymphen. In einigen Fällen konnten die Autoren direkt beobachten, wie die Ameisen die Pflanzenfresser töteten oder verjagten.

Es gibt auch Hinweise darauf, dass Pflanzen ihre Sekrete zeitlich so steuern, dass die Schutzfunktion der Nektarien verstärkt wird. In Michigan sind die Nektarien der nordamerikanischen Schwarzkirsche (*Prunus serotina*) in den ersten drei Wochen nach dem Knospenaufbruch am aktivsten und locken in dieser Zeit eine große Anzahl von *Formica obscuripes* Arbeiterinnen an. Wahrscheinlich ist es kein Zufall, dass die Raupen von *Malacosoma americana*, den Hauptschädlingen der Schwarzkirsche, nur in diesem Zeitraum klein genug sind, um von den Ameisen gefangen und getötet zu werden. Es ist eine vernünftige Hypothese, dass *P. serotina* sich so entwickelt hat, dass sie ihre extrafloralen Nektarien dann ins Spiel bringt, wenn sie den Raupen indirekt den größten Schaden zufügen können (Tilman, 1978).

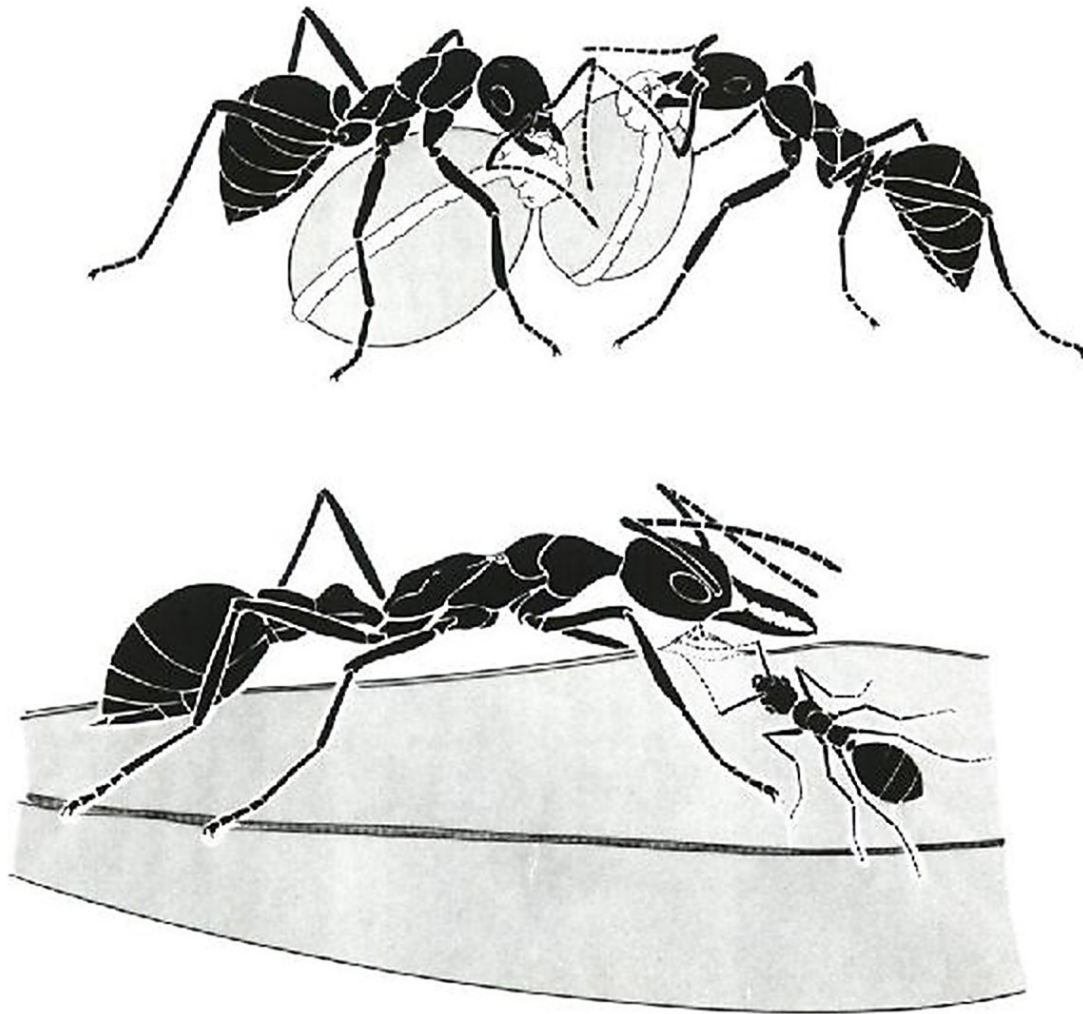


ABBILDUNG 14-10 Die beiden wichtigsten Methoden, mit denen Pflanzen Ameisen zu ihrem eigenen Vorteil anlocken und füttern.

Oben: Zwei Arbeiterinnen von *Formica podzolica* aus dem Norden der USA sammeln Samen von einem Veilchen (*Viola nuttallii*). Die Ameisen bearbeiten die *Elaiosome* der Samen, spezielle Nahrungskörper, die später von der Kolonie gefressen werden.

Unten: Zwei Arbeiterinnen in Australien besuchen ein *extraflorales Nektarium* an einer *Phyllode* von *Acacia* sp. Bei dem großen Individuum handelt es sich um eine Bulldogameise (*Myrmecia pilosula*) und bei dem kleinen um eine Fleischameise der Gattung *Iridomyrmex*.

(Abgeändert von Beattie, 1985; Zeichnung von E. Kaiser.)

AMEISEN BESTÄUBEN BLÜTEN

Angesichts der Häufigkeit der Ameisen und des Alters ihrer Familie ist es verwunderlich, dass sie als Bestäuber eine relativ geringe Rolle spielen. Ameisen sind für einige wenige Blütenpflanzen von Bedeutung, die das "Ameisenbestäubungssyndrom" aufweisen, das folgende Merkmale umfasst: Die Pflanzen wachsen in heißen und trockenen Lebensräumen, in denen Ameisen am häufigsten vorkommen und aktiv sind; die Nektarien sind für die flug-

unfähigen Ameisenarbeiterinnen morphologisch zugänglich; die Pflanzen sind kurz und niederliegend; die Pollenmenge pro Blüte ist gering, um die Ameisen nicht durch übermäßige Pollenbelastung zur Selbstbestäubung anzuregen; und es gibt nur wenige Samen pro Blüte, so dass weniger Pollen übertragen werden muss (Hickman, 1974). Beispiele hierfür sind Pflanzenarten, die an den heißen, trockenen Hängen der westlichen Kaskaden von Ore-

gon (Hickman, 1974), auf Granitfelsen im Südosten der Vereinigten Staaten (Wyatt, 1981) und in der alpinen Tundra von Colorado (Petersen, 1977) vorkommen. Ameisenbestäubung kommt auch bei anderen Arten vor, zum Beispiel bei Bodenorhideen mit hohen Stengeln (Armstrong, 1979; Brantjes, 1981), ist aber offensichtlich weit weniger verbreitet. Die australische Orchidee *Leporella fimbriata* wird durch Pseudokopulation bestäubt: Geflügelte Männchen der Bulldoggenameisengattung *Myrmecia* halten die Blüten für jungfräuliche Königinnen und versuchen, sich mit ihnen zu paaren, wobei sie Pollen aufnehmen (Peakall et al., 1987).

Im Gegensatz dazu neigen Ameisen dazu, der "Schurke im Bestäubungsdrama" zu sein, weil sie die Nektarien beanspruchen, aber wenig oder nichts zur Bestäubung beitragen (Faegri und van der Pijl, 1979). Ihre antibiotischen Sekrete aus den Metapleurale- und Giftdrüsen, die zur Unterdrückung des Bakterien- und Pilzwachstums in den Nestern verwendet werden, beeinträchtigen wahrscheinlich die Pollenkeimung und das Wachstum der Pollenschläuche (Iwanami und Iwadare, 1978; Nakamura et al., 1982; Beattie et al., 1984, 1985, 1986). Zu diesen Substanzen, die ursprünglich von Schildknecht und Koob (1970, 1971) und Maschwitz et al. (1970) charakterisiert wurden, gehören β -Indolesigsäure, Phenyllessigsäure und β -Hydroxydecansäure ("Myrmicacin"). Einige Pflanzenarten sollen Abwehrmechanismen gegen Ameisen in Form von klebrigen Gürteln und abweisenden Substanzen in den Blütenblättern und im Nektar entwickelt haben (Faegri und van der Pijl, 1979; Janzen, 1977). Der Umfang und die Wirksamkeit dieser Mechanismen müssen jedoch noch untersucht werden. Janzen vermutete, dass Ameisen in der Regel keine Blüten in tropischen Tieflandgebieten besuchen und dass der Grund dafür ist, dass der Blütennektar ungenießbare Substanzen enthält. Diese Verallgemeinerung wurde von Haber et al. (1981) widerlegt, die Ameisen beobachteten, die sich vom Blü-

tennektar von 27 Pflanzenarten in Costa Rica ernährten. Die Ameisen ernährten sich auch bereitwillig von Nektar, der von den Blüten abgetrennt und ihnen direkt auf dem Feld angeboten wurde, obwohl die Flüssigkeit in einigen Fällen Alkaloide und phenolische Verbindungen enthielt.

Beattie (1985) vertrat die Ansicht, dass die pollenunterdrückende Wirkung von Myrmicacin und anderen Ameisensubstanzen die grundlegende Einschränkung ist, die die Evolution der Ameisenbestäubung begrenzt hat. Aus der Sicht der Ameisen schlug Beattie vor, dass diese Insekten den Schutz vor Pilzen und Bakterien in ihren unterirdischen Nestern durch den Nektar erkaufen haben, den sie von den blühenden Pflanzen erhalten hätten. Aus der Sicht der Pflanzen stellte Beattie fest, dass die einzigen Arten, die Ameisen als Bestäuber akzeptieren, diejenigen sind, deren Lebensraum ihnen kaum eine andere Wahl lässt. Beattie wies die Möglichkeit zurück, dass die Besonderheiten der Ameisensuche die Ameisen daran hindern, als effiziente Bestäuber zu fungieren, und konterte mit der Feststellung, dass "Ameisen über ein ausgeklügeltes Sinnes- und Orientierungssystem verfügen und systematisch Pflanzen aller Größen, von niedrigen Kräutern bis zu hohen Bäumen, aufsuchen, um so unterschiedliche Ressourcen wie Insektenbeute, Honigtau, Nektar und Samen zu ernten. Das ist soweit richtig, aber Beattie hat eine andere Eigenschaft der Futtersuchstrategie vieler Ameisenarten übersehen, die als grundlegende Einschränkung dienen könnte. Viele, wenn nicht sogar die meisten Ameisenarten sind ortstreu und kehren täglich zur selben Pflanze und sogar zum selben Zweig oder Blütenbüschel zurück. Einige, darunter auch die Allesfresser, die am ehesten als Bestäuber dienen, errichten sogar Unterstände über extrafloralen Nektarien und Honigtau produzierenden Homopterenkolonien. Pflanzen, die zur Bestäubung auf Ameisen angewiesen sind, werden also wahrscheinlich selbst befruchtet.

Bei entomophilen (insektenbestäubten) Blüten enthält der Blütennektar die Zuckerarten Saccharose und deren Spaltprodukt Fruktose und Glukose. Bekannt ist, dass die durch seinen Duft angezogenen fliegenden potentiellen Bestäuber (Bienen, Wespen, Hummeln, Hornissen, Fliegen, Mücken, Käfer, Falter) überwiegend Saccharose-basierten Nektar bevorzugen und stark Fruktose- und Glukose-basierten meiden. Mit den Ameisen verhält es sich umgekehrt. So finden sich an den Pflanzen zweckgebunden meist beide Nektar-Arten: In der Blüte, der Saccharose-basierte Nektar zur Anlockung von Bienen etc. für die Bestäubung - jedoch an Laub, Brakteen, Kelchblättern und Achsen, der Glukose- und Fruktose-basierte Nektar für die Ameisen, welche eine wichtige Aufgabe für Hygiene und Kosmetik der Pflanze erfüllen.

Nun stellte man fest, dass bei von Ameisen besuchten Blüten, von diesen eingeschleppte Mikroorganismen, wie Hefebakterien, die Zusammensetzung des Nektars verändern und damit die Beziehung der Blüten zu ihren potentiellen Bestäubern beeinflussen (Vannette, 2012). Die Modifikation des von Ameisen weniger geschätzten, überwiegend Saccharose-basierten Blütennektars allgemeiner Angiospermen zu dem von ihnen bevorzugten Fruktose- und Glukose-basierten, dem extrafloralen ähnlichen Nektar wurde nachgewiesen und beschrieben (de Vega & Herrera, 2013). Nachfolgend eine Zusammenfassung dieser Studie (Ant-transported Yeasts elicit Nectar Changes.)

Grundlage der Studie: Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und Ameisen sind in der Natur weit verbreitet und haben erhebliche Auswirkungen auf das Funktionieren von Ökosystemen. Kürzlich wurde vermutet, dass nektarsuchende Ameisen Mikroorganismen zu den Blüten transportieren; genauer gesagt transportieren sie Hefen, die potentiell Zucker verbrauchen und die Nektarzusammensetzung modifizieren. Daher können Ameisen indirekt das Zuckerprofil des Nektars verändern, ein wichtiges Merkmal der Blüte, das für die Gegenseitigkeit zwischen Pflanze und Bestäuber von Bedeutung ist. Diese neue Rolle der Ameisen wurde jedoch noch nie untersucht. Wir prüfen hier die Auswirkungen von nektarfressenden Ameisen und der mit ihnen assoziierten Hefen auf die florale Nektarzuckerzusammensetzung einer von Ameisen bestäubten Pflanze.

Methoden: Unterschiede in der Nektarzuckerzusammensetzung von ameisen ausgeschlossenen und ameisenbesuchten Blüten wurden in 278 Proben mit Hilfe der Hochleistungsflüssigkeitschromatographie untersucht. Die Bedeutung der genetischen Identität und Dichte der von Ameisen transportierten basidiomycetischen

und ascomycetischen Hefen für die Variation der Nektareigenschaften wurde ebenfalls bewertet.

Wesentliche Ergebnisse: Der Ameisenbesuch hatte bedeutende Auswirkungen auf die Zuckerzusammensetzung des Nektars. Der Nektar von Blüten, die von Ameisen besucht wurden, enthielt deutlich mehr Fruktose und Glukose, aber weniger Saccharose als der Nektar von Blüten, die von Ameisen nicht besucht wurden, doch war dies situationsabhängig. Die Veränderungen im Nektar waren mit der Dichte der Hefezellen im Nektar verknüpft. Das Ausmaß der Auswirkungen der von Ameisen transportierten Ascomyceten war viel größer als das der Basidiomyceten.

Schlussfolgerungen: Ameisen und die mit ihnen assoziierten Hefen führen zu einer Veränderung des Zuckergehalts im Nektar und verringern damit die chemische Kontrolle der Pflanze über dieses wichtige Blütenmerkmal. Die potentielle Bedeutung dieser neuen Rolle der Ameisen als indirekte Nektarveränderer ist ein interessantes Thema für künftige Forschungen zur Ökologie von Wechselbeziehungen zwischen Ameisen und Blüten.

Bereits acht Jahre vor obigem Bericht erschien eine diesbezüglich wichtige Veröffentlichung des Max-Planck-Institutes in *Science*, der Fachzeitschrift der Amerikanische Gesellschaft zur Förderung der Naturwissenschaften AAAS, in welcher ein Enzym nachgewiesen wurde, mit dem die Pflanze selbst Nektar-Modifikationen vornehmen und damit gleich von Anbeginn gezielt bestimmte Ameisenarten zweckgebunden anlocken kann (Heil et al. 2005), wie dies für die auf der *Churquipampa* beobachteten Blüten wohl zutrifft. Beschrieben wird zwar der Feinabgleich der Zusammensetzung extrafloraler Nektarien, doch dürfte sich diese Fähigkeit vermutlich auch am Blütennektar selbst offenbaren.

Nachstehend eine gleichzeitig mit *Science* vom Max-Planck-Institut veröffentlichte Pressemitteilung.



Enzym als Kontrolleur im Nektar

Ein Enzym, das die Zusammensetzung der Zucker im Nektar von Pflanzen maßgeblich beeinflusst, haben Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für chemische Ökologie in Jena entdeckt. Dieses Enzym spaltet Zucker, die im Nektar nicht benötigt werden. Bestimmte Pflanzenarten können auf diese Weise ihren Nektar in einer genauen Rezeptur anbieten, die den Bedürfnissen erwünschter Ameisenarten entspricht, denn: Mit diesem Nektar locken die Pflanzen nützliche Ameisen als Helfer gegen Schadinsekten an. (Science, 22. April 2005).



Die Ameisenart *Pseudomyrmex ferrugineus*, "Spezialist" in Sachen Akazien, beim Verzehr des für sie extra aufbereiteten Nektars. © Martin Heil

Das spezifische Kohlenhydrat-Muster im Nektar erweist sich damit als ausschlaggebend für Symbiosen von Pflanzen und Tieren. Deren Zusammenleben ist vielfach dadurch gekennzeichnet, dass die Pflanze eine "Belohnung" anbietet und vom Tier dafür einen Service erhält. Nektar spielt dabei in zwei verschiedenen Wechselwirkungen eine wichtige Rolle: Während der Blütennektar Bienen für die Bestäubung anlockt und damit die Fruchtbildung ermöglicht, dient der Blattnektar patrouillierenden Ameisen als Nahrung. Als Gegenleistung machen diese dann Jagd auf Fraßfeinde - etwa Raupen, kleine Käfer und andere Insekten - und verteidigen die Pflanze auf diese Weise mit anhaltendem Erfolg.

Das von den Wissenschaftlern Martin Heil, Janine Rattke und Wilhelm Boland gefundene Enzym sorgt dafür, dass die Pflanzen den Nektar genau mit jener Zuckerkombination anbieten, die den Bedürfnissen der jeweils anzulockenden Ameisen entspricht. Wie weit diese Leistungen seitens der Pflanzen gehen, haben die Forscher an verschiedenen Akazienarten in Mexiko untersucht.

Die Akazien kooperieren auf ganz unterschiedliche Weise mit Ameisen: Während einige Pflanzen patrouillierende Ameisen aus ihrer Umgebung anlocken, beherbergen andere ständige Ameisenkolonien. Dem Enzym, das dafür verantwortlich schien, kamen die Wissenschaftler durch interessante Beobachtungen auf die Spur. Die patrouillierenden Ameisenarten bevorzugten nämlich nur den Nektar der anlockenden Akazienarten, während die auf eine bestimmte Akazienart spezialisierten, Kolonie-bildenden Ameisen nur den Nektar "ihrer" Wirtspflanzen mochten. Die chemische Analyse zeigte, dass die Nektare der anlockenden Akazien Rohrzucker (Saccharose), Traubenzucker (Glucose) und Fruchtzucker (Fructose) enthielten. Im Nektar der ameisenbewohnten Akazienart dagegen fehlte die Saccharose völlig.

Enzymatische Untersuchungen an den "dazugehörigen" Ameisen ergaben schließlich, dass diesen das Enzym fehlt, das die Saccharose abbaut - im Nektar ihrer speziellen Wirtspflanzen ist es jedoch reichlich vorhanden: Es kann dort die Saccharose spalten und den Ameisen die gewünschten Kohlenhydrate quasi "vorverdaut" zur Verfügung stellen. Dieser Nektar ist so für "fremde" Ameisen unattraktiv, für die "Spezialisten" indes Vollwertnahrung.

"Dies ist das erste Mal, dass überhaupt ein derartiges Verdauungs-Enzym im Nektar von Pflanzen gefunden wurde", so Martin Heil, der neue Lehrstuhlinhaber für Ökologie an der Universität Duisburg-Essen. Er "wittert" nun solche Enzyme auch in vielen anderen Symbiosen. Angesichts der generellen Bedeutung von Nektar für die Bestäubung sowie die Verteidigung von Pflanzen sei zu erwarten, dass weitere Untersuchungen schnell neue Erkenntnisse bringen und damit das Verständnis dieser Pflanze-Tier Wechselwirkung weiter verbessern.



Dieses Bild wurde am *Cerro Cieneguillas* auf 3617 Metern Höhe, sieben Kilometer nördlich der eingangseitigen vier ameisenbesuchten Pflanzen der *Churquipampa* aufgenommen. Links im Bild, eine *Portulaca perennis* mit dem wurstförmigen kurzen Laub an roten Achsen. Diese Sukkulente mit grosser Speicherwurzel findet sich auch in extremer Umgebung weit über 4000 Meter Höhe hinaus und hält ihre grossen, gelb bis rotfarbenen Blüten gleich der im Bildzentrum stehenden *Phemeranthus punae* vorzugsweise ebenerdig. An diesem 14. März 2016 um 14:30 hatten sich die Blüten der *Phemeranthus* bei wechselhaft bewölktem Himmel eben zu ihrer einstündigen und einzigen Entfaltung geöffnet. Ich notierte, dass die Honigbiene *Apis mellifera* (Apidae) direkt die *Portulaca*-Blüte anflug, sich dort verköstigte und danach unmittelbar zu den nebenliegenden *Phemeranthus*-Blüten herüberkrabbelte, die aber ihr Gewicht nicht halten konnten und zur Seite kippten. Überhaupt zeigte das Insekt kein weiteres Interesse und flog gleich weiter.

Diese Aufnahme und die kurze Handlung widerlegen zwar die hier besprochenen Veröffentlichungen nicht, relativieren aber einiges daran. So wachsen hier Pflanzen mit bienen- und ameisenbestäubten, morphologisch sehr ähnlichen Blüten gleich nebeneinander und locken in einer wäh-

rend der Regenzeit mit reicher Artenvielfalt an Insekten versehenen Umgebung trotzdem allein ihre zugedachten Bestäuber an. *Phemeranthus punae* sowie *Anacampseros kurtzii* öffnen ihre Blüten gemeinsam bloss an einem einzigen Tag für eine kurze Stunde. Diesen Augenblick erlebte ich wiederholt und stellte jedesmal fest, dass die Blüten innert weniger Minuten nach deren Entfaltung gleich von bestimmten Ameisen besucht werden, was nahelegt, dass in diesem Fall der Blütennektar also bereits bei der Blütenöffnung gemäss *Heil et al.* auf die besondere Ameisenart (hier *Forelius pruinosus*) eingestellt ist und nicht gemäss *de Vega & Herrera* erst durch den Ameisenbesuch entsprechend modifiziert wird.

Rechts im Bild, unten das Zypergras *Cyperus andinus* (Cyperaceae) und oben die hier *pasto bandera* (Fahnen gras) genannte *Bouteloua simplex* (Poaceae). Auch ist ein archaisches Relikt aus den Anfängen pflanzlicher Evolution, die als Moosfarn bezeichnete *Selaginella peruviana* (Selaginellaceae) zu sehen, die in den Anden eine wichtige Rolle spielt als eine der Hauptzuträgerinnen organischer Materie in Felsspalten, welche viele kleine und artenreiche Biotope beherbergen und aus denen schliesslich gar tonnenschwere Säulenkakteen herauswachsen.

LITERATURHINWEISE

- Hölldobler, B. & Edward, O. (1990). The Ants, 732pp, Springer Berlin.
- Heil, M. & Rattke, J & Boland, W. (2005). Postsecretory Hydrolysis of Nectar Sucrose and Specialization in Ant/Plant Mutualism. Science (New York, N.Y.), vol 308: 560-563.
- Vannette, R. & Gauthier, M. & Fukami, T. (2012). Nectar bacteria, but not yeast, weaken a plant - Pollinator mutualism. Proceedings. Biological sciences / The Royal Society. 280.
- de Vega, C. & Herrera, C. (2013). Microorganisms transported by ants induce changes in floral nectar composition of an ant-pollinated plant. American journal of botany. 100(4). 792-800.