

SONDERDRUCK

aus

1 | 2025

VBio

Verband | Biologie, Biowissenschaften
& Biomedizin in Deutschland

BOTANIK
Problemfall
Schwefel

**VERHALTENS-
ÖKOLOGIE**
Konflikte zwischen
Geschwistern

ÖKOLOGIE
Stadtbäume
der Zukunft



BIOLOGIE

IN UNSERER ZEIT

Treiberameisen



Die vielfältige Welt der Schmarotzer Gäste tropischer Treiberameisen

CHRISTOPH VON BEEREN

Treiberameisen sind bedeutende Jäger in tropischen Regenwäldern. Während ihrer koordinierten Raubzüge streifen viele Tausende Arbeiterinnen über den Boden, die Laubstreu oder das Kronendach der Regenwälder. Durch ihre schiere Anzahl überwältigen sie eine Vielzahl anderer Regenwaldbewohner, darunter Grillen, Spinnen, Schaben, Regenwürmer und vor allem auch andere Ameisen. Zweifelsohne spielen sie eine wesentliche Rolle im Nahrungsnetz der Tropen und werden daher oft auch als Schlüsselarten bezeichnet. Häufig wird dabei übersehen, dass Treiberameisen auch eine bedeutende Rolle für eine Vielzahl an Nutznießern spielen. So sind viele Hunderte Arten von der Existenz dieser besonderen Jäger abhängig, darunter einige Ameisenvögel und eine Schar von kleineren Schmarotzern. Über die Vielfalt und Schönheit dieser Schmarotzer werde ich in diesem Artikel berichten.

Seit langem faszinieren Treiberameisen uns Menschen, und zahlreiche Geschichten und Mythen ranken sich um diese bemerkenswerten Insekten [1]. In seinen Beobachtungen des Amazonasregenwaldes beschrieb Henry Walter Bates Treiberameisen wie folgt: "Wherever they move, the whole animal world is set in commotion, and every creature tries to get out of their way" [2]. Solch eine Beschreibung bezieht sich sicherlich auf in Schwärmen jagende Treiberameisen wie die wohl bekannteste neotropische Art *Eciton burchellii* (Abbildung 1). Diese weist ein breites Nahrungsspektrum auf [3]. Im Allgemeinen sind Treiberameisen jedoch keineswegs generalistische Allesfresser. Heute wissen wir, dass viele der über 400 Arten spezialisierte Räuber sind [4, 5]. Die meisten Arten jagen auch nicht in Schwärmen, sondern in einzelnen Kolonnen. Diese verzweigen sich und führen schließlich zu ihrer Beute, im Falle der neotropischen Treiberameisen vor allem zu den Nestern anderer Ameisen [1, 3]. Diese werden durch das Heer der anrückenden Treiber überfallen und ihrer Brut beraubt. Jede Treiberameisenart hat sich dabei auf die Jagd nach bestimmten Ameisenarten spezialisiert und diese Beutespektren unterscheiden sich weitgehend von denen anderer Treiberarten [4, 5]. Eine solch ausgeprägte Differenzierung der Beutetiere trägt sicherlich entscheidend dazu bei, dass bis zu 20 verschiedene Treiberameisenarten in einem Regenwaldgebiet koexistieren können.

Treiberameisen kommen weltweit vor allem in tropischen und subtropischen Gebieten vor [1]. Sie bilden keine monophyletische Gruppe, wobei die meisten Ver-

ABB. 1 | SCHWARMRAUBZUG DER TREIBERAMEISE *ECITON BURCHELLII*

Das temporäre Nest, das Biwak (1), besteht aus ineinander verhakten Arbeiterinnen. Von hier führt eine Ameisenstraße zur Schwarmfront (2) des Raubzuges, in welchem die Ameisen auch größere Gliederfüßer erbeuten, beispielsweise einen Grashüpfer (3). Einige Nutznieser begleiten die Raubzüge: Mehrere Ameisenvögel folgen dem Schwarm; zwei Individuen (4: *Gymnopathys bicolor*, 5: *Phaenostictus mcleannani*) haben flüchtende Gliederfüßer erbeutet; parasitoiden Fliege der Gattung *Calodexia* in Lauerstellung (6); Kurzflügelkäfer der Gattung *Tetradonia* (7) zerlegen eine erbeutete Treiberameisenarbeiterin; Kurzflügelkäfer (8: *Ecitophya simulans*) mit Ameisenmimikry nehmen am Raubzug teil, um an der Beute der Treiberameisen zu naschen. Illustration: H. Haring.

treter jedoch der Ameisenunterfamilie Dorylinae angehören [1, 6]. Eine Ameise wird als Treiberameise bezeichnet, wenn sie bestimmte Verhaltensmerkmale aufweist. Die wichtigsten darunter sind die Massenjagd, das Nomadentum und die Vermehrung durch Kolonieteilung [1]. Im deutschen Sprachgebrauch werden Treiberameisen häufig auch als Wanderameisen oder Heeresameisen bezeichnet.

Die Schwarmraubzüge der wohl bekanntesten neotropischen Treiberameisenart, *Eciton burchellii*, sind ein spektakuläres Naturschauspiel (Abbildung 1, ②). Frühmorgens, kurz nach der Dämmerung, beginnt es. Noch sind die Arbeiterinnen mit ihren Beinen ineinander verhakelt und bilden ein lebendes Nest aus Ameisenkörpern, das sogenannte Biwak (Abbildung 1, ①). Im Inneren sind die Brut und die Königin verborgen, geschützt durch Tausende wehrhafte Körper. Sobald die ersten Sonnenstrahlen durch das Walddickicht scheinen, beginnen die ersten Arbeiterinnen auf der Suche nach Futter über den Waldboden zu pirschen. Zunächst entsteht ein kleiner Schwarm, der nach und nach anwächst und sich immer weiter vom Biwak entfernt. Die Schwarmfront ist wie ein großer, lebendiger Teppich, bestehend aus Tausenden Ameisen. Dieser bewegt sich langsam durch den Regenwald fort. Er kann erstaunliche Ausmaße annehmen und

eine Fläche von 20 m × 2 m einnehmen [1]. Es sind so viele Ameisenbeinchen, die durch das Laub krabbeln, dass man sie sogar deutlich hören kann. Befindet man sich einige Meter vor der Schwarmfront, kann man all die aufgeschreckten Krabbeltiere beobachten, die vor den Ameisen

IN KÜRZE

- Treiberameisen sind **bedeutende Räuber** in tropischen Nahrungsnetzen.
- Eine Vielzahl verschiedenster Tiere sind Nutznieser der Treiberameisen, darunter Ameisenvögel und viele schmarotzende Gliederfüßer.
- Die Raubzüge, Müllhalden und Biwaks der Treiberameisen schaffen **verschiedene Mikrohabitate**, die von einer Vielzahl von Gliederfüßern besiedelt werden.
- Viele Gastarten sind wirtsspezifisch und weisen eine **Vielzahl an Anpassungen an das Leben mit den Ameisen** auf. Unter anderem ahmen viele Gäste den Kolonieduft nach.
- Die Zerstörung der Regenwälder führt zum **lokalen Aussterben der dort ansässigen Treiberameisen**, und mit ihnen sterben die wirtsspezifischen Gäste aus. Ein Schutz der Regenwälder ist daher unerlässlich, um diese wundervollen Kreaturen zu erhalten.

fliehen. Einige schaffen dies, andere nicht. Springt beispielsweise eine Heuschrecke in die falsche Richtung davon, so landet sie inmitten des Ameisenteppichs. Dort wird sie sogleich von einigen Treibern festgehalten, gestochen und letztlich in transportierbare Stücke zerlegt (Abbildung 2a). Durch diese Treibjagd erbeuten *Eciton burchellii*-Kolonien täglich eine große Menge an Futter, das sie nutzen, um ihre Energiereserven zu füllen, sowie um ihre Königin und vor allem ihre Brut zu füttern.

Die vielfältigen Nutznießer der Treiberameisen

Es kann einen Biologen nicht überraschen, dass die Raubzugaktivität und die damit verbundene Anreicherung an Futter auch eine große Anzahl von Nutznießern und Schmarotzern anlockt. Es herrscht geschäftiges Treiben an Treiberameisenschwärmen. Während der Schwarmraubzüge von *Eciton burchellii* kann man Ameisenvögel beobachten. Diese haben sich darauf spezialisiert, die Krabbeltiere zu erbeuten, die von den Treibern aufgeschreckt davonlaufen (Abbildung 1, ④ und ⑤) [3]. Von Vogelkundlern meist unbeachtet bleiben die Tausenden Fliegen, die

die Raubzüge ebenfalls begleiten [7]. Parasitoide Fliegen der Gattung *Calodexia* beispielsweise sind lebendgebärend und legen ihre Larven auf Schaben, die vor dem Ameisenschwarm fliehen (Abbildung 1, ⑥) [7]. Die Larven bohren sich umgehend ins Innere der Schaben, um diese bei lebendigem Leib zu verzehren und sich letztlich im Wirt zu verpuppen. Schmetterlinge sind optisch ansprechendere Besucher mit einem weniger „schändlichen“ Lebenszyklus. Sie saugen an den Hinterlassenschaften der Ameisenvögel, um sich lebenswichtige Mineralien zu sichern. Außerdem findet man einige Käfer, die entweder die Ameisen selbst oder Stücke ihrer Beute verzehren (Abbildung 1, ⑦).

Schwarmraubzüge sind jedoch nicht der einzige Lebensraum, der durch die Aktivität der Treiberameisen für andere Organismen entsteht [3, 7]. Futterreste, bestehend aus Insektenteilen mit Fleischresten, werden in Müllhalden nahe den Biwaks abgelegt (Abbildung 2b). Dort tummeln sich Aasfresser: Plündernde Ameisen und vor allem Maden und Larven sowie erwachsene Fliegen und Käfer laben sich an den Essensresten [7-9]. In der tropischen Forschungsstation La Selva in Costa Rica konnten wir kürz-

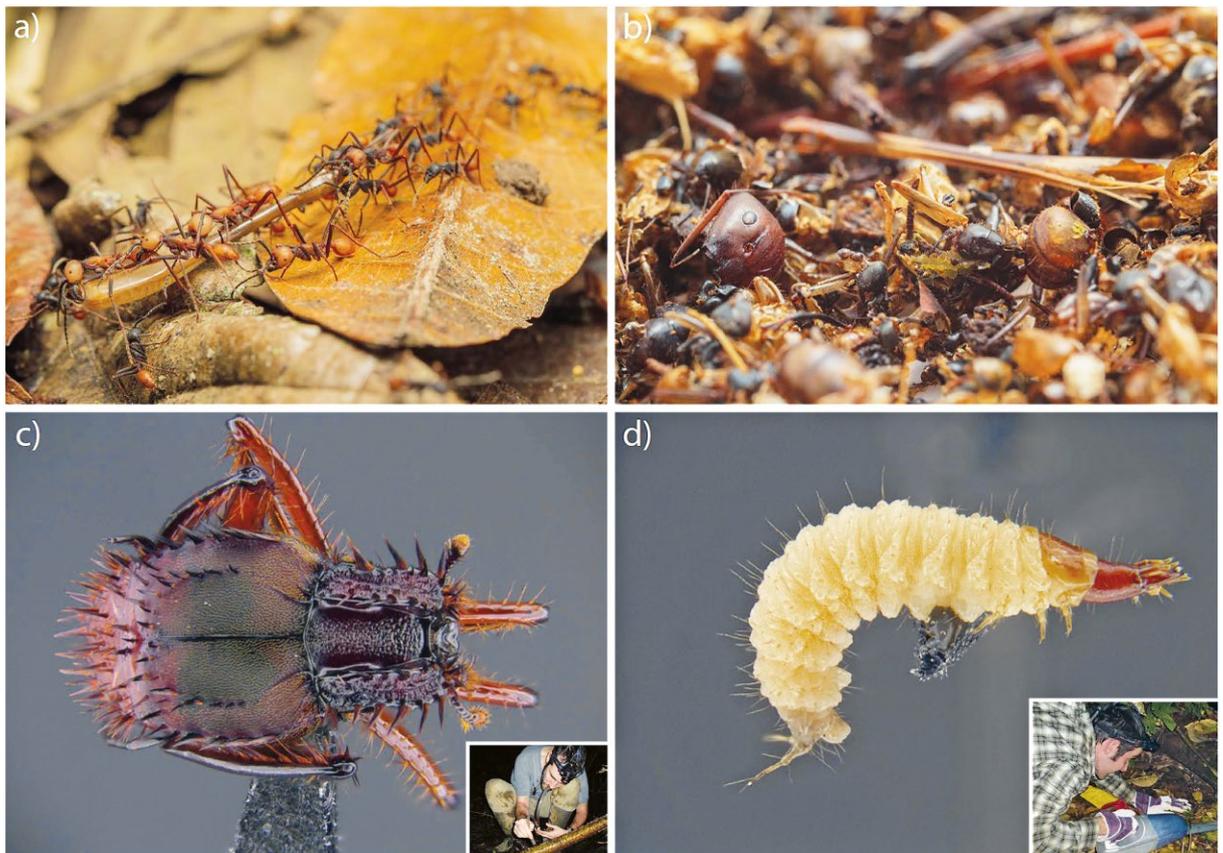


ABB. 2 Die Müllhalden der Treiberameisen dienen vielen Käfern als Futterquelle und Kinderstube. a) *Eciton burchellii*-Arbeiterinnen transportieren gemeinschaftlich das Bein einer Grille zum Biwak, wo es als Futter für die Larven und die Königin dient. b) Nahaufnahme einer Müllhalde von *Eciton burchellii* mit vielen zerlegten Körperteilen unterschiedlicher Gliederfüßer. c) Adulter Käfer und d) Larve des Stutzkäfers *Symphylister hamati*. Das erwachsene Tier wurde während eines Kolonieuzugs mit einem Saugrohr gefangen. Die Larve wurde in einer Müllhalde gefunden, welche mit einem Handstaubsauger gesammelt wurde. Fotos: a), b) D. Kronauer, c), d) C. von Beeren & S. Pohl.



lich erstaunliche 2705 Käferindividuen in einer einzigen Müllhalde entdecken [8]. Insgesamt wurden 91 Käferarten in 30 Müllhalden von *Eciton burchellii* gefunden. Die meisten dieser Käfer, hauptsächlich Kurzflügelkäfer (Familie Staphylinidae), sind generalistische Aasfresser der Laubstreu, die wohl eher zufällig auf die Müllhalden stoßen, möglicherweise angelockt vom Duft toter Gliederfüßer. Einige Arten treten jedoch regelmäßig in den Müllhalden auf, und eine Spezialisierung auf diese Nische ist wahrscheinlich.

Außerdem sind die Müllhalden der Treiberameisen eine Kinderstube für viele Käferarten (Abbildung 2d). Kurze mitochondriale DNA-Stücke erlaubten uns, die Larven von 22 Käferarten mit den adulten Tieren abzugleichen [8]. Diese DNA-Barcoding genannte Methode ist hilfreich, um Arten genetisch zu unterscheiden und verschiedene Entwicklungsphasen einer Art zuzuordnen. So konnten die Larven einiger spezialisierter Käfer, die aus Kolonienumzügen bekannt waren, in den Müllhalden gefunden werden. Diese Spezialisten haben es geschafft, als adulte Käfer in das Innere des Ameisenstaates, das Biwak, einzudringen. Über diese echten Gäste oder Myrmekophilen werde ich in den folgenden Abschnitten berichten.

Kolonieumzug – Blick auf die verborgenen „Untermieter“

Die faszinierendsten und ungewöhnlichsten Gäste der Treiberameisen sind jene, die sich mitten im Ameisengewimmel der Biwaks, im Herzen der Kolonien, niederlassen. Dort sind sie weitestgehend vor eigenen Fressfeinden und Parasiten geschützt. Einige ernähren sich vom täglich frisch eintreffenden, hochwertigen Futter der Treiberameisen, während andere die Brut der Treiberameisen selbst fressen [1, 3]. Nahezu alle „Untermieter“ bleiben zunächst den neugierigen Blicken des Naturforschers verborgen. Treiberameisen sind allerdings Nomaden, die regelmäßig in neue Jagdgründe umziehen. Während dieser nächtlichen Wanderungen ergibt sich für den neugierigen Beobachter die Gelegenheit, die Vielfalt und Schönheit dieser Gäste zu entdecken.

Stößt man in der Nacht auf einen Kolonieumzug, so sieht man gewöhnlicherweise eine Umzugskolonie. Diese besteht aus mehreren Reihen von Arbeiterinnen, die häufig die eigene Brut oder Beute tragen. Die Mehrheit der Arbeiterinnen läuft in Richtung des neuen Biwaks. Kolonieumzüge können viele Stunden andauern und mehr als 100 Meter lang sein. Daher ist es ratsam, etwas Zeit und am besten einen kleinen, faltbaren Campingstuhl mitzubringen, der im besten Fall nicht unter einem zusammenbricht. Ein Feldassistent erlitt dieses Schicksal gleich zweimal, so dass er nach einigen Stichen ins Gesäß zunächst etwas die Motivation verlor.

Diese kehrt gewöhnlich aber schnell zurück, denn es wird nicht lange dauern, bis man die ersten „Untermieter“ entdeckt. Käfer der Gattung *Vatesus* sind recht groß und funkeln im Licht der Stirnlampe auffällig rotbraun. Sie lau-

fen mitten im Strom der Ameisen, und auch ungeübte Augen entdecken diesen Eindringling sofort (Abbildung 3a). Meinen Kollegen Sebastian Pohl entzückte der Anblick dieser Käfer auch noch nach Wochen der Feldarbeit, was er lautstark allen Sammlern mit dem Ruf „*Vatesus*, *Vatesus*“ mitteilte. Auch ihre Gestalt, die an einen Pfeilschwanzkrebs erinnert, sticht heraus und ermöglicht es dem Beobachter, sie schnell zwischen den wuselnden Ameisen zu erkennen. Ihre ‚limuloide‘ Körperform (abgeleitet vom Gattungsnamen des Pfeilschwanzkrebses *Limulus*) bietet den Käfern Schutz vor gelegentlichen Angriffen der Treiberameisen [3]. Sie bekommen den Käfer nicht zu greifen, eine Erfahrung, die man selbst machen kann, wenn man versucht, den Käfer mit einer Pinzette zu fassen. Eine ganze Reihe nicht verwandter Gäste, wie beispielsweise ein goldgelb schimmernder Silberfisch, weist ebenfalls diese Körperform auf – ein Hinweis auf den adaptiven Wert dieses Merkmals [3].

Die Biologie von *Vatesus*-Käfern ist auf vielerlei Weise interessant. Unter anderem haben sie ihren eigenen Lebenszyklus mit dem Koloniezyklus der Treiberameisen synchronisiert [10]. Außerdem sind sie die einzigen bisher bekannten Gäste, bei denen nicht nur die adulten Tiere, sondern auch die Larven an den Umzügen teilnehmen (Abbildung 3b) [10]. Die Larven rennen zumeist dem Umzug hinterher. Es können von einigen wenigen bis zu hundert Larven dem Umzug folgen, was einen spektakulären Anblick bietet und auch zu Verwirrungen führen kann. Vor einigen Jahren hat mich ein Kollege aus den USA kontaktiert, um enthusiastisch über ein *crazy social beetle foot-race* zu berichten, welches er in Ecuador beobachtet hat. Er entdeckte voller Erstaunen eine Schar von Käferlarven, die zielgerichtet und kurz aufeinander folgend einem unsichtbaren Pfad am Regenwaldboden zu folgen schienen. Und tatsächlich, das taten sie. Es handelte sich um Larven von *Vatesus*-Käfern, und diese, zusammen mit einigen Buckelfliegen und anderen Kurzflügelkäfern, folgen der Pheromonspur der Ameisen (Abbildung 3b, d, f). Ohne Ameisen in Sichtweite muss dieses zielstrebige Verhalten der vielen kleinen rennenden „Würmchen“ am Boden tatsächlich etwas seltsam erscheinen.

Neben *Vatesus*-Käfern tummeln sich weitere Gäste im Umzugsgeschehen. Silberfische, weitere Kurzflügelkäfer und Buckelfliegen fallen auch dem ungeübten Beobachter ins Auge (Abbildung 3c–f). Andere Gäste hingegen bedürfen eines genaueren Blickes. Manche Kurzflügelkäfer ahmen die Gestalt und Färbung der Ameisen nach und sind daher im Umzugsgeschehen zunächst recht schwer zu entdecken (Abbildung 3e). Andere lassen sich von den Ameisen tragen. Sie sitzen entweder auf getragenen Larven oder Beute der Ameisen oder halten sich aktiv an den Arbeiterinnen fest.

Vor einigen Jahren hatte ich zusammen mit meinem Kollegen Daniel Kronauer das Glück, eine neue Käferart zu entdecken, die eine außergewöhnliche Methode nutzt, um sich zum neuen Biwak tragen zu lassen. Daniel entdeckte

am Ende des Umzugs eine Arbeiterin, die ein ungewöhnlich dunkles Hinterteil aufwies. Als wir diese einsammelten und von der Seite betrachteten, sah es gar so aus, als hätte die Ameise zwei Hinterteile (Abbildung 4a und b). Unsere Begeisterung war groß, als sich nach kurzem Schütteln des Gläschens eines der Hinterteile ablöste, plötzlich Beine und Antennen herausstreckte und selbst-

ständig im Glas herumspazierte. Wir hatten eine neue Stutzkäferart entdeckt, die ich später mit einem amerikanischen Kollegen zu Ehren des Entdeckers *Nymphister kronaueri* nannte [11]. Es sind diese besonderen Momente, die die teils anstrengende Arbeit als Feldbiologe im tropischen Regenwald so einzigartig und erfüllend gestalten.



ABB. 3 Eine große Diversität an Gästen folgt den Umzügen von Treiberameisen. Verschiedene Kurzflügelkäfer in einem Koloniewumzug der Treiberameise *Eciton hamatum* (Costa Rica): a) adulter *Vatesus*-Käfer und b) dessen Larve sowie c) der größte Vertreter der Kurzflügler, *Proxenobius borgmeieri*. d) Käfer der Gattung *Tetradonia* laufen dem Umzug hinterher, indem sie der Pheromonspur der Ameisen folgen. e) *Ecitophya simulans* (schwarzer Pfeil) im Umzug von *Eciton burchellii* (Peru). Dieser Käfer ahmt die Körperform und Farbe seiner Wirte nach. f) Eine Buckelfliege (weißer Pfeil) im Umzug von *Eciton vagans* (Belize). Fotos: a)-d) D. Kronauer, e) T. Komatsu, f) A. Wild.



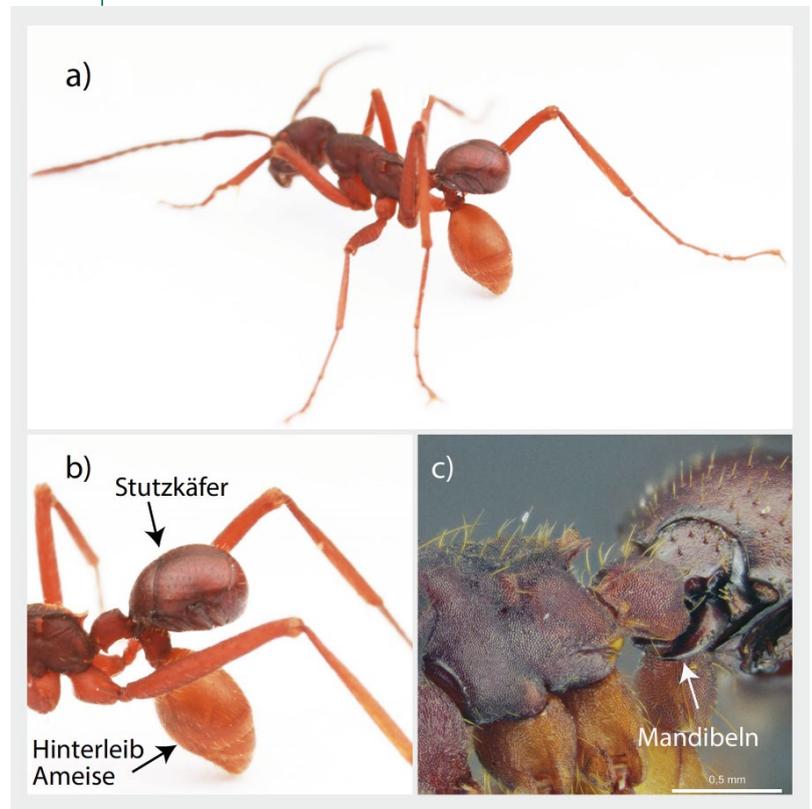
Vielfalt und Wirtsspezifität

Die Vielfalt der Gäste neotropischer Treiberameisen ist seit langem bekannt. Vom Ende des 19. Jahrhunderts bis Mitte des 20. Jahrhunderts wurden zahlreiche neue Arten beschrieben. Diese rein taxonomischen Arbeiten enthielten wenig bis keine Informationen über das Verhalten der Treiberameisengäste. Vor allem Carl Rettenmeyer ist es zu verdanken, dass die Biologie dieser bemerkenswerten Kreaturen in den Fokus der Wissenschaft geriet. Beginnend in den 1960er Jahren beschrieb er zusammen mit einigen Kollegen viele bisher unbekannte Anpassungen der Gäste an das Leben mit Treiberameisen [12]. Es waren letztlich seine Arbeiten, die Daniel Kronauer und mich motivierten, die Erforschung der Interaktionen der Gäste mit ihren Wirten wieder aufleben zu lassen.

Wir beschlossen, diese Untersuchungen im Regenwald der Biologischen Station La Selva in Costa Rica durchzuführen – einer der modernsten tropischen Feldstationen. Über mehrere Jahre hinweg sammelten wir Gäste aus den Umzügen der Treiberameisen. Dabei lag unser Fokus auf Treiberameisen der Gattung *Eciton*, da die Umzüge der sechs vorkommenden Arten recht leicht zu erkennen und zu besammeln sind. Wir stießen auf die erstaunliche Anzahl von 62 Gastarten in den Umzügen: 11 Buckelfliegenarten, 49 Käferarten sowie jeweils eine Silberfisch- und Tausendfüßerart [13]. Darunter befand sich eine Vielzahl neuer, wissenschaftlich unbeschriebener Arten. Die vielfältige Welt der Milben wurde hierbei nicht untersucht, und diese würde die Anzahl der Arten noch einmal deutlich erhöhen.

Viel mehr als die hohe Artenvielfalt überraschte mich die Vielfalt der Interaktionen der Gäste mit den Treibern. Das gesamte Spektrum der Wirtsspezifität wurde abgedeckt [13]. Wir fanden einige hochspezialisierte Arten, die nur bei einer Wirtsart vorkamen, wie den als Ameisenhintern getarnten Stutzkäfer. Auf der anderen Seite des Wirtsspektrums gab es vier Arten, die in Kolonien aller sechs Treiberarten vorkamen (Abbildung 5). Diese Generalisten gehörten phylogenetisch sehr unterschiedlichen Gruppen an: ein Silberfisch, eine Buckelfliege, ein Zwergkäfer und ein Kurzflügelkäfer. Was diese Arten jedoch dazu befähigt, generalistische Schmarotzer zu sein oder umgekehrt, was die Spezialisten an einen Wirt bindet, bleibt bisher weitestgehend ungewiss. Die Evolution der Wirtsspezialisierung bei Parasiten und Parasitoiden wird oft als ein Kompromiss betrachtet. Eine Spezialisierung auf eine einzige Wirtsart mag die Fitness eines Parasiten in Assoziation mit diesem speziellen Wirt erhöhen, aber dies geschieht häufig auf Kosten einer hohen Abhängigkeit. Die Mehrzahl der Gastarten bei Treiberameisen war hochgradig wirtsspezifisch (Abbildung 5), und viele von ihnen wiesen in der Tat erkennbare Anpassungen an das Leben mit den Treiberameisen auf. Neben den bereits genannten Käfern der Gattung *Vatesus* sind die wohl augenscheinlichsten Anpassungen diejenigen der Ameisennachahmer.

ABB. 4 | PHORETISCHER TRANSPORT BEIM KOLONIUMZUG

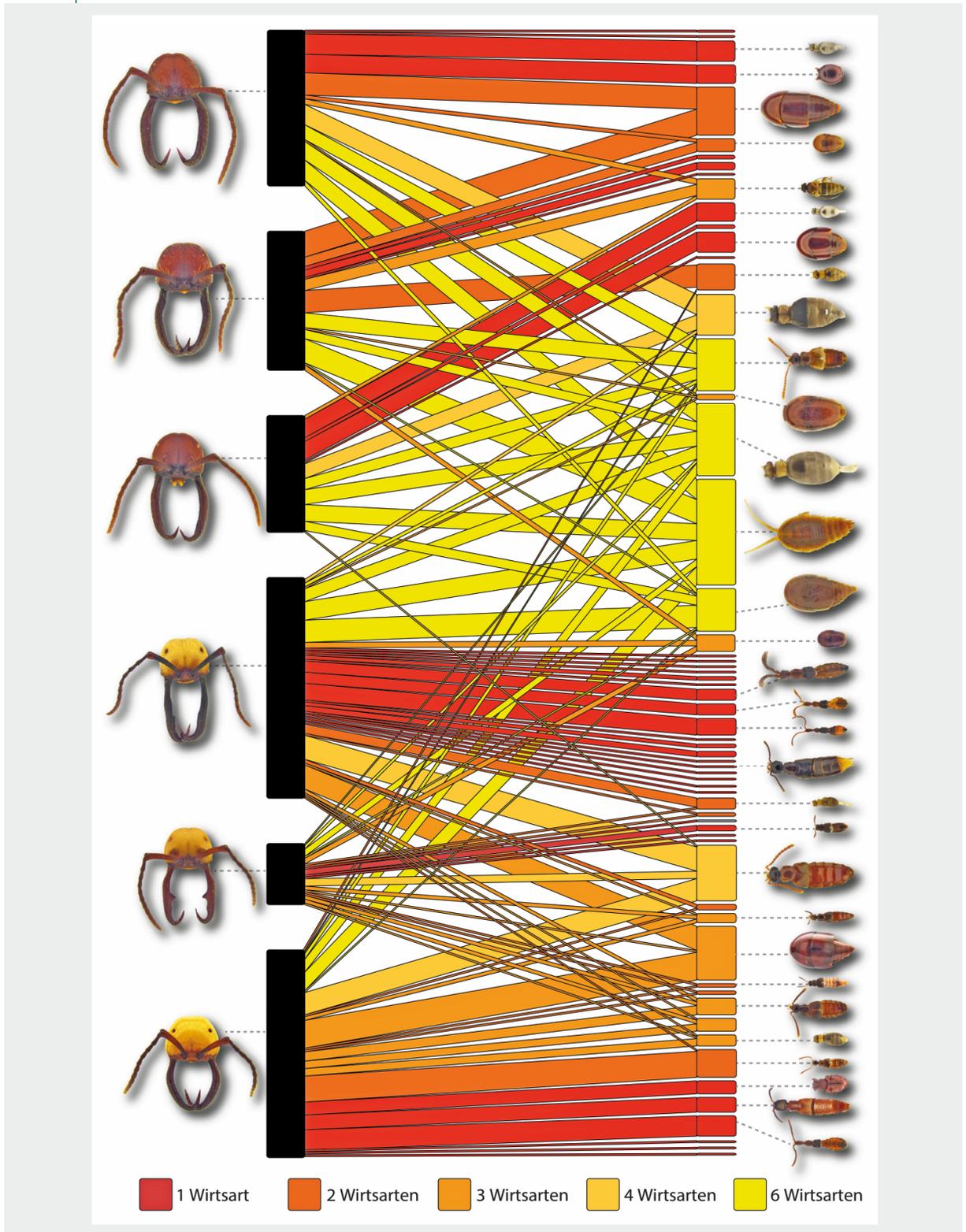


Stutzkäfer der Art *Nymphister kronaueri* lassen sich während der Koloniewmärsche von Arbeiterinnen ihrer Wirtsart *Eciton mexicanum* tragen. a, b) Aus seitlicher Ansicht sieht es so aus, als hätte die Ameise zwei Hinterteile. c) Die Nahaufnahme zeigt die kräftigen Mandibeln des Käfers, mit denen er sich an der Ameise festklammert. b, c) Beine und Antennen sind eingezogen, so dass der Käfer den Ameisen keine Angriffsfläche bietet. Fotos: a), b) D. Kronauer, c) C. von Beeren.

Die Codeknacker

Eine Gruppe von Kurzflügelkäfern ist vollständig in den Ameisenstaat integriert. Sie haben offenbar den ‚Code‘ geknackt, um friedlich mit ihren Wirten zusammenzuleben – ausgerechnet denjenigen Ameisen, die für ihre Aggressivität berüchtigt sind [14]. Diese Käfer verhalten sich wie Ameisen selbst. Sie suchen aktiv den Kontakt zu den Arbeiterinnen der Kolonien, putzen diese und werden sogar von ihnen geputzt. Manche Arten werden auch von den Ameisen während der Umzüge zu den neuen Nistplätzen getragen. Diese besonderen Schmarotzer ahmen die Körperform ihrer Ameisenwirte erstaunlich gut nach; sie haben eine myrmekoiden (ameisenähnliche) Gestalt (Abbildung 1, ©; Abbildung 3e). Unüblich für sonstige Kurzflügelkäfer, aber typisch für Ameisen, besitzen myrmekoiden Arten unter anderem eine Einschnürung zwischen Mittel- und Hinterleib, verlängerte Extremitäten, geknickte Fühler und eine Kutikularstruktur, die derjenigen der Ameisen ähnelt. Myrmekoiden Käfer gibt es bei Treiberameisen in Südamerika, Afrika und Asien. Erstaunlicherweise hat sich die Annäherung der Körpergestalt an die einer Ameise mindestens zwölfmal unabhängig vonein-

ABB. 5 | VARIANZ IN DER WIRTSPEZIFITÄT



Interaktionsnetzwerk zwischen Treiberameisen und ihren Gästen: Schwarze Kästchen (links) repräsentieren die sechs *Eciton*-Arten, die im Forschungsgebiet vorkommen, dargestellt durch die Köpfe der Soldatenkaste. Bunte Kästchen (rechts) zeigen die Gastarten an, welche in Umzügen gesammelt wurden. Farben repräsentieren Unterschiede in der Anzahl der Wirtsarten. Verbindungslinien zwischen den Kästchen zeigen an, dass eine Gastart bei Umzügen der jeweiligen Wirtsart gefunden wurde. Je breiter die Linien, desto häufiger wurden die Gäste in unterschiedlichen Kolonien der jeweiligen Treiberart entdeckt. Fotos: C. von Beeren.



ander bei Kurzflügelkäfern entwickelt [15]. Diese Anpassung stellt daher ein wahrhaft erstaunliches Beispiel für konvergente Evolution dar.

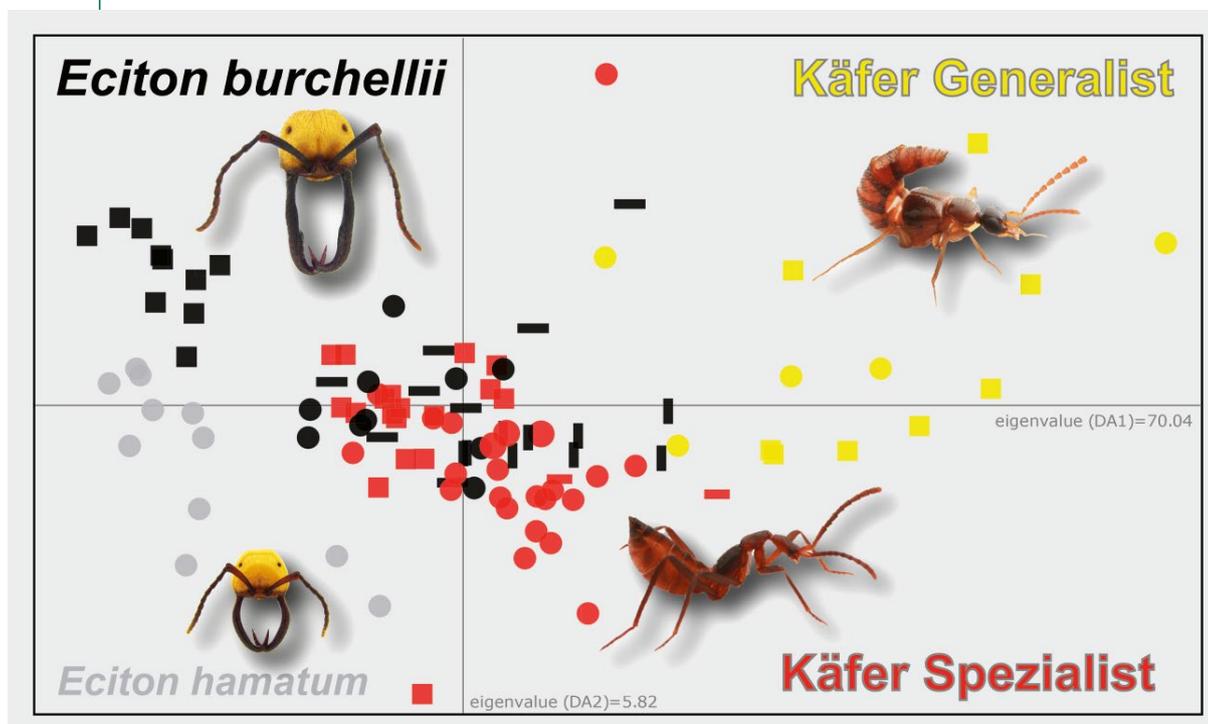
Neben der Nachahmung der Körperform ihrer Wirte und einigen Anpassungen im Verhalten, duften die myrmekoiden Käfer auch wie ihre Wirte (Abbildung 6). Durch den ständigen Körperkontakt und das intensive Putzen werden die Kohlenwasserstoffprofile der Ameisen auf die Käfer übertragen [14, 16]. Diese chemischen Profile dienen den Ameisen zur Erkennung von Nestgenossinnen sowie von Eindringlingen. Ein Käfer mit Ameisenprofil duftet folglich wie eine Nestgenossin. Dies kann zumindest teilweise das friedliche Verhalten der Ameisen gegenüber ihren Gästen erklären.

Nur welchen Vorteil erlangen die Käfer durch die myrmekoiden Körpergestalt? Einige Arten folgen den Ameisen auf ihren Raubzügen. Diese Myrmekoide ahmen zusätzlich die Färbung ihrer Wirte nach (Abbildung 3e). Treiberameisen sind so gut wie blind, und die Farbmimikry spielt für sie sicherlich keine Rolle. Es wird schon lange vermutet, dass die farbliche Nachahmung einen Fall von Bates'scher Mimikry darstellt. Die Käfer imitieren ein ungenießbares Vorbild, eine Treiberameise, und sind so vor optisch jagenden Fressfeinden wie den Ameisenvögeln geschützt. Allerdings – und nun wird es interes-

sant – unterscheiden sich sehr viele myrmekoide Käfer farblich von ihren Ameisenwirten. Oft sind diese mit Treiberameisen assoziiert, die ein kryptisches, unterirdisches Leben führen. Optisch jagende Räuber gibt es hier praktisch nicht.

Es ist noch ungeklärt, welchen selektiven Vorteil die Käfer durch die myrmekoiden Form erhalten. Die für mich einleuchtendste Hypothese ist, dass die myrmekoiden Körperform die haptische Inspektion ihrer Wirte täuscht. Ameisen betasten sich ständig gegenseitig mit ihren Antennen, und neben der Wahrnehmung des Geruchs ihres Gegenübers ist es durchaus vorstellbar, dass auch die Kutikularstruktur und/oder die Körperform wahrgenommen werden kann. Diese Hypothese ist schon recht alt und wurde bereits 1895 von Erich Wasmann als ‚taktile Mimikry‘ beschrieben und später zu seinen Ehren Wasmannsche Mimikry genannt. Lange geriet Wasmanns Hypothese in Vergessenheit, und viele Wissenschaftler konzentrierten sich auf die Erforschung der chemischen Mimikry, des Verhaltens und der Lauterzeugung von Ameisengästen. Jedoch hat eine kürzlich durchgeführte Studie erneut Aufmerksamkeit auf die Körperform von Ameisengästen gelenkt und Hinweise zugunsten von Wasmanns Hypothese geliefert [17]. Sie zeigt, dass eine Gruppe von sozial parasitären Ameisen ihren Wirtsameisen in Größe und

ABB. 6 | CHEMISCHE MIMIKRY VON WIRTSARBEITERINNEN



Ähnlichkeit der Kohlenwasserstoffprofile zwischen Treiberameisen und verschiedenen Gastarten (Diskriminanzanalyse der Hauptkomponenten). Jeder Punkt repräsentiert das chemische Profil eines Individuums für die beiden Treiberarten *E. burchellii* (schwarz) und *E. hamatum* (grau) sowie Wirtsspezialisten mit myrmekoider Körperform (rot; Käfer der Gattungen *Ecitophya* und *Ecitomorpha*) und Wirtsgeneralisten (Käfer der Gattung *Tetradonia*). Je näher die Punkte beieinander sind, desto ähnlicher sind die chemischen Profile. Verschiedene Symbole repräsentieren unterschiedliche Kasten bei Ameisen und unterschiedliche Arten bei Käfern. Für Details siehe [16]. Fotos: D. Kronauer und C. von Beeren.

Form unerwartet stark ähnelt. Dies legt nahe, dass neben olfaktorischen Hinweisen auch morphologische Hinweise eine Rolle bei der Überprüfung von Nestgenossinnen spielen könnten. Hier besteht sicherlich noch weiterer Forschungsbedarf.

Schutz tropischer Regenwälder

Zuletzt möchte ich nicht nur die Schönheit und Vielfalt der Gäste von Treiberameisen hervorheben, sondern vor allem auch auf ihren Bedrohungsstatus hinweisen. Wie so viele ihrer Mitbewohner in tropischen Regenwäldern sind auch diese bemerkenswerten Tiere durch menschliche Eingriffe in die Natur bedroht. Das Überleben vieler Treiberameisengäste hängt von der Anwesenheit der Wirtsameisen ab. Diese reagieren jedoch sehr empfindlich auf die Fragmentierung ihres Lebensraums, der Regenwälder [1, 18]. Das lokale Aussterben der Ameisen geht höchstwahrscheinlich Hand in Hand mit einer Aussterbekaskade zahlreicher Gastarten, einschließlich einiger Ameisenvögel und der hier näher vorgestellten Gliederfüßer-Fauna. Extinktionskaskaden sind zumeist besonders schwerwiegend bei Arten, die enge symbiotische Interaktionen bilden, bei denen mindestens eine Art vollständig von der Anwesenheit einer oder weniger anderer Arten abhängt. Wie hier gezeigt, sind viele der mit Treiberameisen assoziierten Gäste wirtsspezifisch. Diese Spezialisten stehen sicherlich vor hohen Aussterberisiken. Nur wenn wir unsere Bemühungen zum Schutz tropischer Regenwälder weiter verstärken, werden wir es zukünftigen Generationen ermöglichen, solch faszinierende Interaktionen wie die zwischen Treiberameisen und ihren Gästen selbst zu erleben.

Zusammenfassung

Als Spitzenprädatoren von Gliederfüßern spielen Treiberameisen eine bedeutende ökologische Rolle in tropischen Regenwäldern. Oft wird jedoch vergessen, dass sie außerdem die lokale Biodiversität fördern, da eine Vielzahl an nutznießenden Arten ihre Nähe sucht. Treiberameisenkolonien bieten Lebensräume für Hunderte von Arten, darunter Ameisenvögel, Müllhaldenbewohner und schmarotzende „Untermieter“ wie verschiedene Käfer-, Fliegen- und Silberfischarten. Viele dieser Besucher sind von der Existenz der Ameisen abhängig. Als nomadische Jäger benötigen Treiberameisen größere Jagdgebiete und sind daher durch die Zerstörung und Fragmentierung der Regenwälder vom lokalen Aussterben bedroht. Ihre Vielzahl an Nutznießern mit ihren wunderbaren Anpassungen an das Leben mit den Treibern ist daher ebenfalls gefährdet. Wenn wir diesen faszinierenden Mikrokosmos erhalten wollen, müssen wir unsere Anstrengungen zur Erhaltung tropischer Regenwälder erhöhen.

Summary

The diverse world of parasites – guests of tropical army ants

As top arthropod predators, army ants play a significant ecological role in tropical rainforests. However, it is often

forgotten that they also promote local biodiversity, as a variety of organisms benefit from their presence. Army ant colonies provide habitats for hundreds of species, including antbirds, inhabitants of garbage dumps, and parasitic “subtenants” such as various species of beetles, flies, and silverfish. Many of these visitors rely on the presence of the ants. As nomadic hunters, army ants require large hunting territories and are therefore threatened with local extinction by the destruction and fragmentation of rainforests. Therefore, their large number of benefiting species with their remarkable adaptations to living with the ants, is also at risk. If we want to preserve this fascinating microcosm, we must increase our efforts to conserve tropical rainforests.

Schlagworte:

Treiberameisen, Regenwald, Parasiten, Ameisengäste, Myrmekophile, tropische Vielfalt

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt den vielen Feldassistenten, die nicht müde wurden, Nacht für Nacht, Stunde um Stunde, Stich für Stich nach Gästen der Treiberameisen Ausschau zu halten. Außerdem danke ich den Fotografen Daniel Kronauer, Sebastian Pohl, Takashi Komatsu und Alexander Wild für die Erlaubnis zur Nutzung ihrer Bilder. Ein besonderer Dank gebührt Daniel Kronauer, der mich in die Welt neotropischer Treiberameisen einführte und mir bei allen Projekten unterstützend zur Seite stand. Letztlich danke ich den Mitarbeitern der La Selva Station in Costa Rica für ihre vielfältige und durchweg freundliche Unterstützung. Außerdem danke ich Helga und Sebastian Pohl für das Korrekturlesen und zwei anonymen Gutachtern für ihre Zeit und Mühe.

Literatur

- [1] D. J. C. Kronauer (2020). *Army Ants: Nature's Ultimate Social Hunters*. Harvard University Press, Cambridge.
- [2] H. W. Bates (1863). *The naturalist on the river Amazons*. J. M. Dent & Sons, Santa Barbara.
- [3] W. H. Jr Gotwald (1995). *Army ants: The biology of social predation*. Comstock Pub. Associates, Ithaca.
- [4] P. Hoenle et al. (2019). Species-level predation network uncovers high prey specificity in a Neotropical army ant community. *Molecular Ecology* 28, 2423–2440.
- [5] P. Hoenle et al. (2024). Hunting habits die hard: Conserved prey preferences in army ants across two distant neotropical rainforests. *Ecosphere* 15, e4812W.
- [6] M. L. Borowiec (2016). Generic revision of the ant subfamily Dorylinae (Hymenoptera, Formicidae). *ZooKeys* 608, 1–280.
- [7] Rettenmeyer et al. (2011). The largest animal association centered on one species: The army ant *Eciton burchellii* and its more than 300 associates. *Insectes Sociaux*, 58, 281–292.
- [8] C. von Beeren et al. (2023). Army ant middens: Home and nursery of a diverse beetle fauna. *Ecology & Evolution* 13, e10451.
- [9] K. Y. Robles López et al. (2023). One ant's trash is another ant's treasure: Army ant middens provide resources for diverse ant assemblages. *bioTropica*, 56, 58–70.
- [10] C. von Beeren et al. (2016). Cryptic diversity, high host specificity and reproductive synchronization in army ant-associated *Vatesus* beetles. *Molecular Ecology* 25, 990–1005.
- [11] C. von Beeren, A. K. Tishechkin (2017). *Nymphister kronaueri* von Beeren & Tishechkin sp. nov., an army ant-associated beetle species (Coleoptera: Histeridae: Haeteriinae) with an exceptional mechanism of phoresy. *BMC Zoology* 2: 3.



- [12] C. W. Rettenmeyer (1961). Arthropods associated with Neotropical army ants with a review of the behavior of these ants (Arthropoda; Formicidae: Dorylinae), PhD thesis, University of Kansas.
- [13] C. von Beeren et al. (2021). A remarkable legion of guests: Diversity and host specificity of army ant symbionts. *Molecular Ecology* 30, 5229–5246.
- [14] C. von Beeren et al. (2021). Multiple phenotypic traits as triggers of host attacks towards ant symbionts: body size, morphological gestalt, and chemical mimicry accuracy. *Frontiers in Zoology* 18, 46.
- [15] M. Maruyama, J. Parker (2017). Deep-time convergence in rove beetle symbionts of army ants. *Current Biology* 27, 920–926.
- [16] C. von Beeren et al. (2018). Chemical and behavioral integration of army ant-associated rove beetles – a comparison between specialists and generalists. *Frontiers in Zoology* 15, 8.
- [17] J. Parker, C. Rabeling (2020). Evolution: Shape-Shifting Social Parasites. *Current Biology* 30, R1036-R1061.
- [18] J. T. Longino, M. G. Branstetter (2024). Threats to Ant Diversity in Mesoamerica, in: *Insect Decline and Conservation in the Neotropics* (Hrsg.: J. L. León-Cortés, A. Córdoba-Aguilar). Springer, Cham, 251–262.

Verfasst von:



Nach seinem Biologiestudium an der Universität Heidelberg verfasste Christoph von Beeren eine Doktorarbeit über die Gäste asiatischer Treiberameisen an der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München. Anschließend verbrachte er drei Jahre als Postdoktorand an der Rockefeller University in New York. In dieser Zeit studierte er die Gäste neotropischer Treiberameisen. Von 2016 bis 2024 war er als Postdoktorand in der Arbeitsgruppe für ökologische Netzwerke an der Technischen Universität (TU) Darmstadt tätig, wo er seine Forschung zur Biologie von Treiberameisen und ihren Gästen fortsetzte. Seit 2024 ist er Biologie- und Chemielehrer an der Freien Waldorfschule Darmstadt.

Korrespondenz

Dr. Christoph von Beeren

E-Mail: cvonbeeren@gmail.com



Verband | Biologie, Biowissenschaften
& Biomedizin in Deutschland

Berufsfelder Biologie – hier gibt es den Überblick

Der VBIO hat 87 spannende Porträts von Biowissenschaftlerinnen und Biowissenschaftlern im Beruf zusammengestellt. Berufsfeldübersichten, Kontaktadressen, Tipps und Internet-Links ergänzen die „Perspektiven“.

Perspektiven – Berufsbilder von und für Biologen und Biowissenschaftler

- herausgegeben vom VBIO
- 11. überarbeitete Auflage, DIN A5, 312 Seiten, ISBN 978-3-9810923-3-2
- 16,80 Euro (inkl. Versand) 15,00 Euro (VBIO-Mitglieder)
- Direktbestellung über info@vbio.de



Weitere Infos:

www.vbio.de/perspektiven

PERSPEKTIVEN BERUFSFELD BIOLOGIE





Verband | Biologie, Biowissenschaften
& Biomedizin in Deutschland

**GEMEINSAM
FÜR DIE**

BIEWISSENSCHAFTEN

Gute Gründe, dem VBIO beizutreten:

- Werden Sie Teil des größten Netzwerks von Biowissenschaftlern in Deutschland.
- Unterstützen Sie uns, die Interessen der Biowissenschaften zu vertreten.
- Nutzen Sie Vorteile im Beruf.
- Bleiben Sie auf dem Laufenden – mit dem VBIO-Newsletter und dem Verbandsjournal „Biologie in unserer Zeit“.
- Treten Sie ein für die Zukunft der Biologie.



www.vbio.de

Jetzt beitreten!

