Invasive Ameisen in Europa: Wie sie sich ausbreiten und die heimische Fauna verändern

Sylvia Cremer

Zusammenfassung

Soziale Insekten wie Bienen, Wespen, Ameisen und Termiten sind äußerst artenreich, in vielen Habitaten verbreitet und machen häufig einen großen Teil der Biomasse aus. Auch unter den invasiven Arten sind viele soziale Insekten, z. B. Termitenarten, die Rote und die Kleine Feuerameise und die Argentinische Ameise.

Während invasive Ameisen in weiten Teilen Südeuropas schon seit längerem ein Problem darstellen, war Mitteleuropa lange Zeit frei von eingeführten Ameisenarten, da diese meist ein wärmeres Klima benötigen. Erst in den 1990er Jahren wurde die Invasive Gartenameise (*Lasius neglectus*), eine nahe Verwandte der häufigen heimischen Schwarzen Wegameise, bei uns bekannt. Zuerst 1990 wissenschaftlich beschrieben aufgrund von in Budapest gesammelten Individuen, wurde sie mittlerweile in u. a. Frankreich, Deutschland, Spanien, England und Kirgisistan nachgewiesen. Ihre Ausbreitung geschieht meist im Rahmen von Bauarbeiten und Bepflanzungen durch Verbreitung mit Erdreich, sodass wir sie häufig in Parkanlagen und botanischen Gärten antreffen. Seit einigen Jahren kommt in Süddeutschland als weitere invasive Art die Schuppenameise *Formica fuscocinerea* hinzu, die sich vom Alpenvorland ausgehend entlang von Flussläufen wie den sandigen Isarauen ausbreitet. Als Pionierart stellt sie beispielsweise auf Spielplätzen in München ein Problem dar.

Alle invasiven Ameisenarten zeichnen sich durch eine nestübergreifende Kooperation aus. Auf diese Weise bilden sie stark vernetzte, riesige »Superkolonien«. Die hierdurch gewonnene Dominanz führt häufig zur Ausrottung heimischer Ameisenarten, wie auch anderer Arthropoden, und somit zur Verringerung der Biodiversität.

Summary

Invasive ants in Europe: how they spread and change the native fauna

The social insects bees, wasps, ants, and termites are species-rich, occur in many habitats, and often constitute a large part of the biomass. Many are also invasive, including species of termites, the red imported fire ant, and the Argentine ant.

While invasive social insects have been a problem in Southern Europe for some time, Central Europa was free of invasive ant species until recently because most ants are adapted to warmer climates. Only in the 1990s, did *Lasius neglectus*, a close relative of the common black garden ant, arrive in Germany. First described in 1990 based on individuals collected in Budapest, the species has since been detected for example in France, Germany, Spain, England, and Kyrgyzstan. The species is spread with soil during construction work or plantings, and *L. neglectus* therefore is often found in parks and botanical gardens. Another invasive ant now spreading in southern Germany is *Formica fuscocinerea*, which occurs along rivers, including in the sandy floodplains of the river Isar. As is typical of pioneer species, *F. fuscocinerea* quickly becomes extremely abundant and therefore causes problems for example on playgrounds in Munich.

All invasive ant species are characterized by cooperation across nests, leading to strongly interconnected, very large super-colonies. The resulting dominance results in the extinction of native ant species as well as other arthropod species and thus in the reduction of biodiversity.

✉ Prof. Dr. Sylvia Cremer, Institute of Science and Technology Austria (IST Austria), Am Campus 1, A–3400 Klosterneuburg; sylvia.cremer@ist.at

Rundgespräche Forum Ökologie, Bd. 46 »Tierwelt im Wandel – Wanderung, Zuwanderung, Rückgang«, S. 105–116.
© 2017 Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München – ISSN 2366–2875 – ISBN 978–3–89937–230–4

Einführung

Zu den bekanntesten invasiven Ameisenarten gehören die Rote (Große) Feuerameise (*Solenopsis invicta*), die Argentinische Ameise (*Linepithema humile*) und die Kleine Feuerameise (*Wasmannia auropunctata*), die vor allem in Nordamerika Probleme bereiten. Bei uns in Deutschland ist v. a. die Pharaoameise (*Monomorium pharaonis*) in Gebäuden als invasive Art bekannt. Die Rote Gartenameise (*Myrmica rubra*) ist bei uns heimisch und unproblematisch, jedoch im nordamerikanischen Bereich ein Problem. Im Folgenden werden zwei in Deutschland (noch) wenig bekannte invasive Arten, die Invasive Gartenameise (*Lasius neglectus*), die sich derzeit in Europa stark ausbreitet, sowie die Schuppenameise *Formica fuscocinerea* näher vorgestellt.

Die beiden Feuerameisen und die Argentinische Ameise stammen ursprünglich aus dem südamerikanischen Raum, die genaue Herkunft der Pharaoameise in Asien ist noch nicht geklärt. Diese vier Ameisenarten sind an hohe Temperaturen angepasst. *Lasius neglectus* und *Formica fuscocinerea* sind dagegen eher an Kälte angepasste Arten aus den nördlichen Breiten. Für die Bewohner Mitteleuropas bedeutet dies, dass sie lange Zeit keine Probleme mit der Ausbreitung invasiver Ameisen hatten. Die meisten Arten konnten nur bis Südeuropa vordringen, z. B. die Argentinische Ameise, die in Spanien und Südfrankreich eine riesige, länderübergreifende (sowie eine kleinere) Superkolonie gebildet hat.

Formica fuscocinerea stellt erst seit wenigen Jahren als invasive Art ein Problem dar. Sie wird nicht über den Menschen verbreitet, sondern breitet sich gerade, von Österreich kommend, selbst nach Süddeutschland aus. Ihr natürliches Verbreitungsgebiet sind die Alpen und das Alpenvorland (*F. fuscocinerea* ist keine invasive Art in Österreich). Sie bevorzugt Sand- und Kiesbänke von Flüssen sowie Bahndämme und Straßenränder mit geringer Bewachsung, ist also eine typische Pionierart. Vor allem auf Spielplätzen in München entlang der Isar führt sie häufig zu Problemen. Sehr viel mehr ist über das Invasionspotenzial der Art bisher nicht bekannt. Im folgenden Beitrag wird daher v. a. die Invasive Gartenameise (*Lasius neglectus*) im Zentrum stehen. Sie kann uns Aufschluss darüber geben, was invasive Ameisen so erfolgreich macht.

Die Invasive Gartenameise (*Lasius neglectus*): Verbreitungsgebiet und die Suche nach dem Ursprung

Lasius neglectus (Abb. 1) wurde 1990 erstmals in einer Baumschule in Budapest identifiziert und als eigene Art beschrieben; zuvor war sie mit anderen, ähnlich aussehenden *Lasius*-Arten verwechselt worden. Im Jahr 2000 waren 30 Populationen bekannt, 2005 100 Populationen, 2015 bereits 175 Populationen (Espadaler & Bernal 2017). Ihre Ausbreitung erfolgt v. a. über menschliche Aktivitäten wie Bautätigkeiten oder Gartengestaltungen, ihr Verbreitungsgebiet ist inzwischen recht groß (Abb. 2 oben).

In meiner Postdoc-Zeit habe ich mich intensiv mit dem Ursprung von *L. neglectus* beschäftigt. Wir kennen ihn bis heute nicht genau, gehen aber davon aus, dass *L. neglectus* aus dem Bereich südlich des Schwarzen Meeres stammt. Bislang konnte *L. neglectus* jedoch auch hier nur in urbanen Population gefunden werden (Cremer et al. 2008), während in ruralen und natürlichen Habitaten die Schwesterart *L. turcicus* vorkommt (Abb. 2 unten). Anhand dieser Populationen, die wir im Freiland aktuell finden können, haben wir versucht, die Invasionsgeschichte von *L. neglectus* zu rekonstruieren, die invasive Art und ihre Schwesterart *L. turcicus* zu charakterisieren (Cremer et al. 2008) und die Ausbreitung von *L. neglectus* im eingeführten Bereich darzustellen (Ugelvig et al. 2008).

Abb. 1. *Lasius neglectus*, Arbeiterin. – Foto: Gert Brovad.

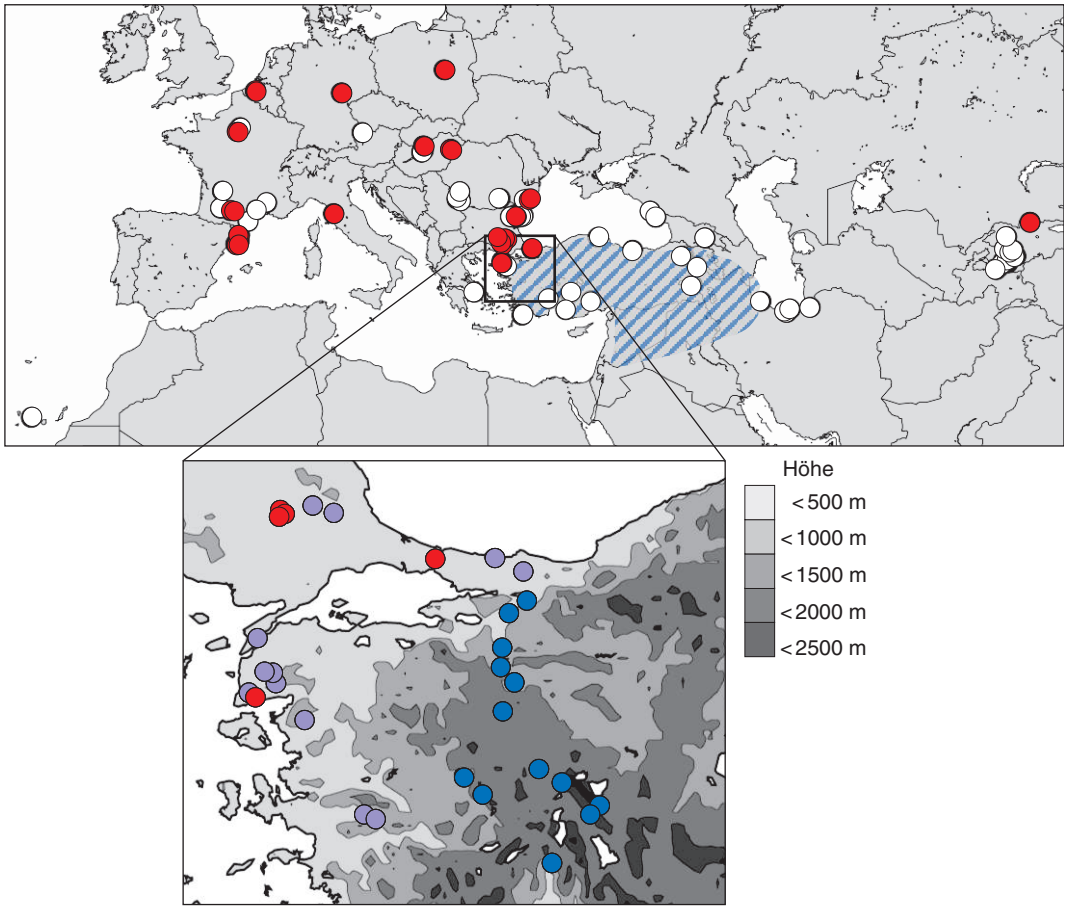

Abb. 2. Verbreitungsgebiet von *Lasius neglectus* (Invasive Gartenameise; ●: in der Studie untersuchte Populationen; ○: weitere Populationen) und ihrer Schwesterart *L. turcicus* (●: Tieflandform; ●: Hochlandform). – © Cremer et al. (2008), CC BY 2.0.

Die Schwesterarten *Lasius neglectus* und *L. turcicus*

Wir haben zunächst molekulare phylogenetische Stammbäume erstellt, die zum einen auf Mikrosatelliten (Abb. 3 links), zum anderen auf mitochondrialer DNA (Cytochrom-Oxidase-I; Abb. 3 rechts) basieren (Cremer et al. 2008). Beide stimmen relativ gut überein, was uns gezeigt hat, dass molekular eine eindeutige Trennung zwischen den beiden Arten besteht. Darüber hinaus deuten die Stammbäume an, dass es sich bei *L. turcicus* nicht um eine homogene Art handelt, sondern dass sie in zwei Formen auftritt, einer Tiefland- und einer Hochlandform.

Wir haben dies chemotaxonomisch überprüft und dazu die Wachse auf der Kutikula von *L. neglectus* und *L. turcicus* genauer analysiert (Cremer et al. 2008). Die Auftrennung der kutikulären Kohlenwasserstoffe mittels Gaschromatografie-Massenspektrometrie (GC-MS), insgesamt 26 Substanzen, ergab drei Profile (Abb. 4). Mit ihnen können nicht nur die beiden Arten, sondern auch die Tiefland- und die Hochlandform klar voneinander abgetrennt werden (Abb. 3 Mitte: Vierecke).

Zur Trennung der Arten bzw. Formen haben wir darüber hinaus 14 morphometrische Messungen durchgeführt (Cremer et al. 2008). Invasive Ameisen haben generell eine recht kleine Körpergröße, sowohl die Arbeiterinnen als auch die Geschlechtstiere (Königinnen und

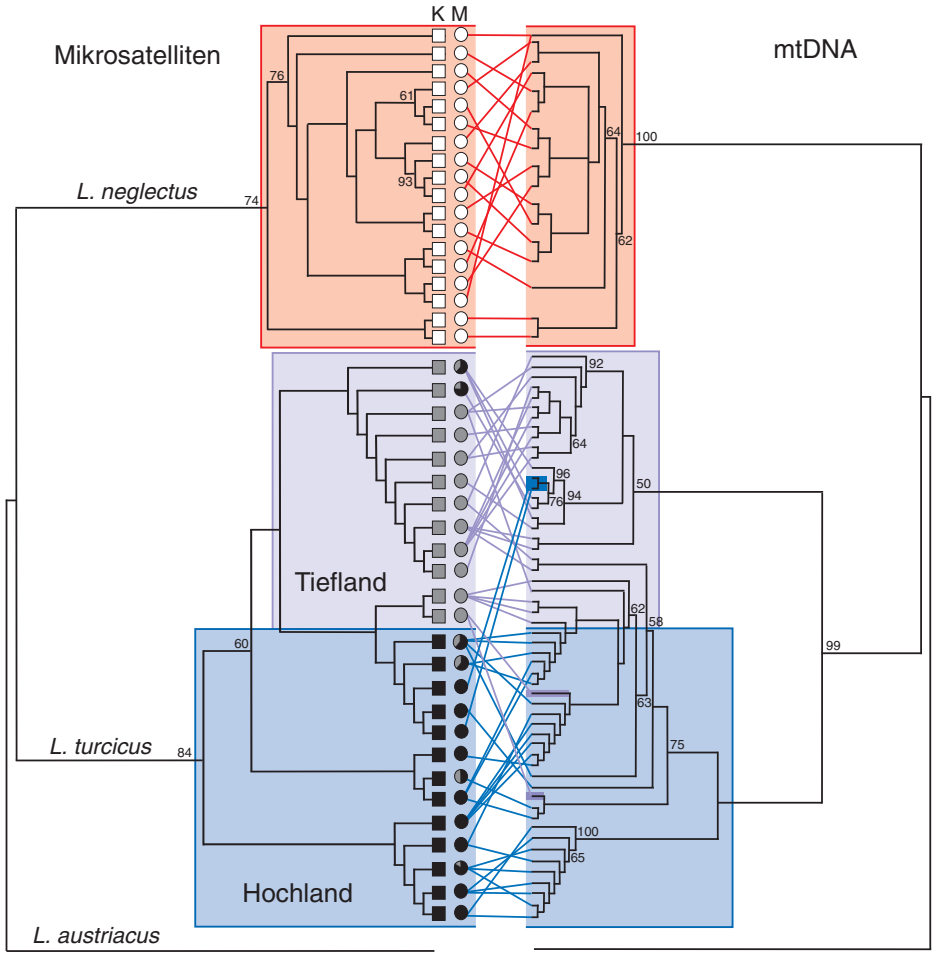

Abb. 3. Phylogenetischer Stammbaum von *Lasius neglectus* ( ) und *L. turcicus* (: Tieflandform; : Hochlandform); links: basierend auf Mikrosatelliten, rechts: basierend auf mitochondrialer DNA (mtDNA; Cytochrom-Oxidase-I); K (Vierecke Mitte): kutikuläre Kohlenwasserstoffe, s. Abb. 4; M (Kreise Mitte): morphometrische Parameter, s. Abb. 5. – © Cremer et al. (2008), CC-BY-2.0.

Männchen), was sich auch bei *L. neglectus* im Vergleich zu *L. turcicus* bestätigt (Abb. 5). Auch ist die Flugmuskulatur der Königinnen bei *L. turcicus* stärker ausgebildet. *L. neglectus* verzichtet auf einen Paarungsflug und benötigt daher keine so ausgeprägte Flugmuskulatur. Auch die morphologischen Merkmale stimmen sehr gut mit dem molekularen phylogenetischen Schema überein (Abb. 3 Mitte: Kreise).

Mit unseren Untersuchungen konnten wir also nicht nur *L. neglectus* charakterisieren, sondern auch eine neue Form von *L. turcicus*, die Tieflandform, abgrenzen (Cremer et al. 2008):

- Hochlandform: entspricht der bisher beschriebenen Art *L. turcicus*; große Körpergröße; basale Form (hohe genetische Diversität).
- Tieflandform: neu beschriebene Form; Arbeiterinnen ähnlich groß wie *L. neglectus*, Geschlechtstiere: mittlere Größe; abgeleitete Form (niedrige genetische Diversität).

Diese beiden Formen von *L. turcicus* gilt es zu berücksichtigen, wenn wir die Invasive Gartenameise *L. neglectus* mit ihrer nicht-invasiven Schwesterart vergleichen, um mehr über allgemeine Kennzeichen einer invasiven Ameisenart herauszufinden. Insbesondere ist der Vergleich

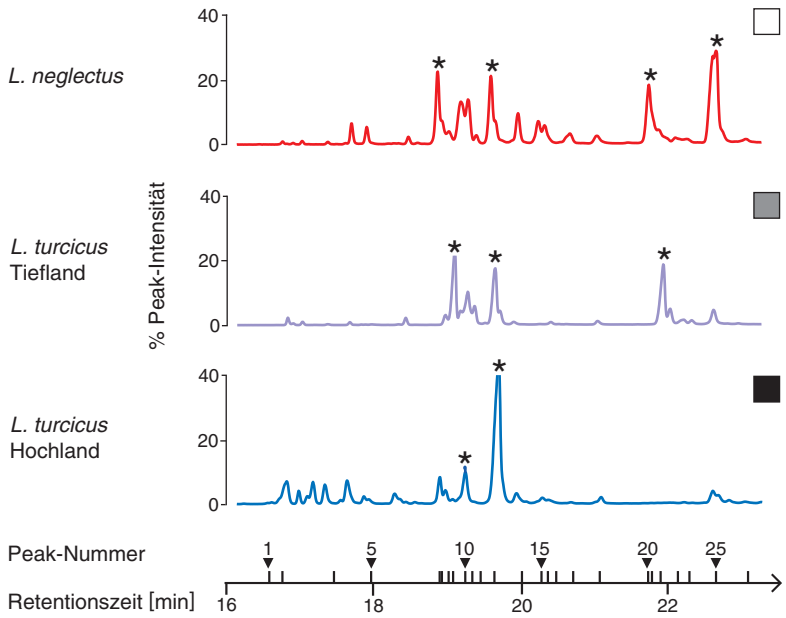

Abb. 4. Kutikuläre Kohlenwasserstoffe von *Lasius neglectus* und *L. turcicus* (Tieflandform und Hochlandform); GC-MS-Analyse. – © Cremer et al. (2008), CC BY 2.0.

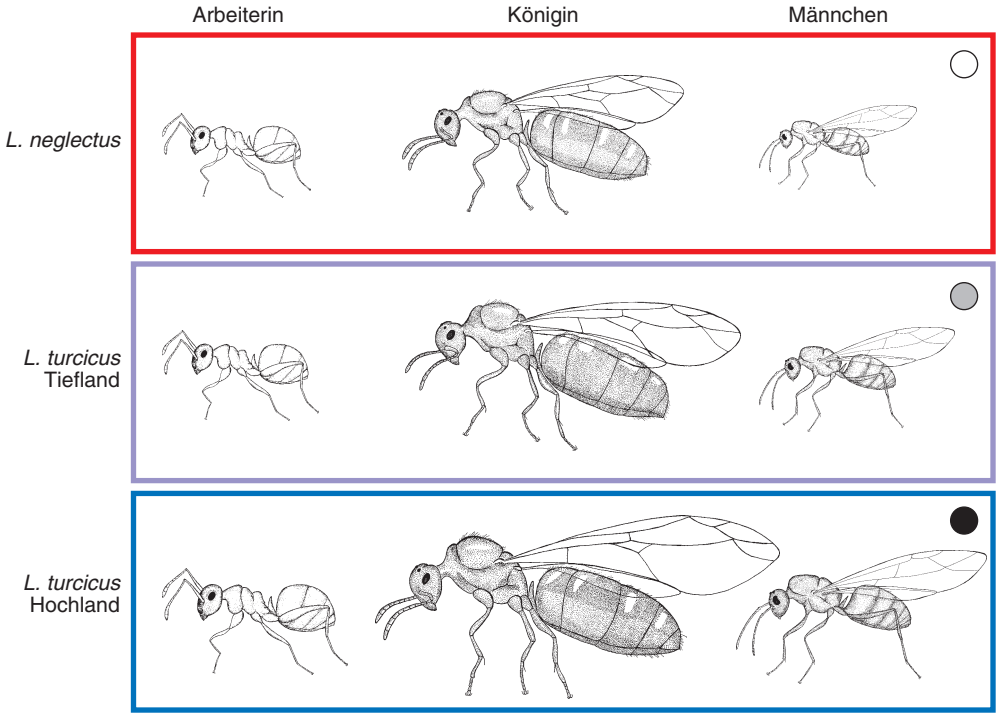

Abb. 5. Erscheinungsbild von Arbeiterinnen, Königinnen und Männchen von *Lasius neglectus* und *L. turcicus* (Tieflandform und Hochlandform) anhand 14 morphometrischer Messungen. – Zeichnungen: E. Sixt; © Cremer et al. (2008), CC BY 2.0.

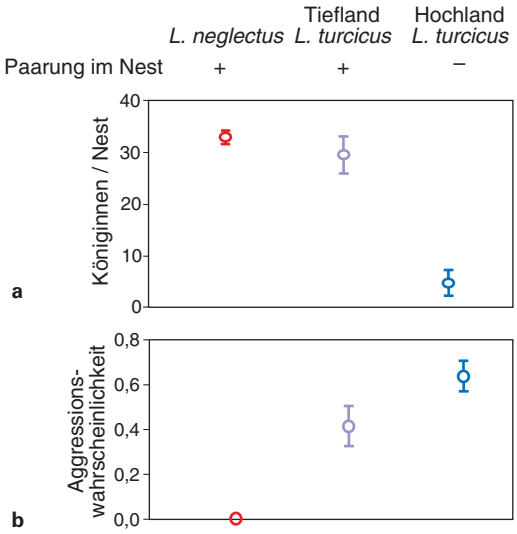

Abb. 6. Invasive Parameter bei *Lasius neglectus* und *L. turcicus* (Tieflandform und Hochlandform): **a**, Paarungsverhalten und Königinnenzahl (n = 18, 12, 13 Populationen, Anova $p < 0{,}001$); **b**, Aggression zwischen den Nestern einer Kolonie (n = 17, 12, 13 Populationen, Anova $p < 0{,}001$). – Nach Daten aus Cremer et al. (2008).

von *L. neglectus* mit der Tieflandform von *L. turcicus* interessant, da beide im gleichen Verbreitungsgebiet auftreten.

Invasive Kennzeichen

Normalerweise unternehmen Ameisen einen Paarungsflug, d. h., aus allen Kolonien werden die Geschlechtstiere am gleichen Tag zur etwa gleichen Zeit entlassen, treffen sich in der Luft und paaren sich. Für Pionier- oder eingeführte Arten ist dies keine gute Strategie, daher erfolgt bei ihnen die Paarung im Nest, obgleich es dadurch zu Inzucht kommt.

Wie erwartet, paart sich die invasive Art *Lasius neglectus* in Laboruntersuchungen im Nest. Interessanterweise gilt dies auch für die Tieflandform von *L. turcicus*. Die Hochlandform von *L. turcicus* paart sich im Labor nicht (Cremer et al. 2008), daher wird angenommen, dass sie sich nur im »klassischen« Paarungsflug verpaart. Die Anzahl der Königinnen ist bei den Arten mit Paarung im Nest häufig erhöht, da die Jungköniginnen nicht ausfliegen, sondern von der Mutterkolonie adoptiert werden. Neue Kolonien gründen sich daher nicht, indem eine Königin nach dem Paarungsflug ein Loch in den Boden gräbt und eine neue Kolonie begründet, sondern indem Kolonien, wenn sie zu viele Königinnen enthalten, sich spalten (engl.: budding). Die Königinnen wandern mitsamt ihren Arbeiterinnen ab, in etwa vergleichbar dem Schwarmflug bei den Bienen, und gründen einige Meter weiter eine neue Kolonie. Erwartungsgemäß ist die Anzahl der Königinnen bei *L. neglectus* und der Tieflandform von *L. turcicus* mit 30–35 Königinnen/Nest hoch, bei der Hochlandform niedrig. (Abb. 6a; Cremer et al. 2008).

In Bezug auf die Sozialstruktur finden wir bei eingeschleppten Arten generell eine Aggressionslosigkeit, was die Bildung von Superkolonien ermöglicht, in denen die Nester einer Population miteinander kooperieren. Dies ist bei *L. neglectus* der Fall, während die Hochlandform von *L. turcicus* eine hohe Aggressionsbereitschaft zeigt und die Tieflandform dazwischen liegt (Abb. 6b). Bei *L. neglectus* finden wir keine Aggression in der Population, bei der Tieflandform von *L. turcicus* keine Aggression zwischen den Nachbarn und bei der Hochlandform eine hohe Aggression, oft auch zwischen Nachbarkolonien (Cremer et al. 2008).

Zusammenfassend lässt sich dies in einer Übersicht über die Populationsstruktur abbilden (Abb. 7, Cremer et al. 2008), die typisch ist für alle invasiven Arten in der Region, in denen sie eingeführt worden sind (nicht aber für ihr Verhalten in der ursprünglichen Herkunftsregion). *L. neglectus* zeigt eine Unikolonialität, d. h., alle Nester einer Population kooperieren und bilden eine gemeinsame Kolonie (»Superkolonie«). Demgegenüber steht der typische Fall einer Ameisenpopulation, in der jedes Nest eine Kolonie, d. h. einen Familienverband mit einer oder einigen wenigen Königinnen darstellt (Monodomie), wie dies bei der Hochlandform von *L. turcicus* der Fall ist. Die einzelnen Nester grenzen sich gegeneinander sehr stark durch ein hohes Aggressionsverhalten ab. Daneben gibt es Arten, die sich durch Polydomie auszeichnen, d. h., eine Kolonie besteht aus mehreren Nestern und diese Nester verteidigen sich als Kolonie gegen benachbarte Kolonien. Dies ist bei der Tieflandform von *L. turcicus* der Fall (Abb. 7).

Diese Mischform (Polydomie mit »kleinen Superkolonien«) ist besonders interessant, da man sie als eine Art Präadaptation bezeichnen könnte,

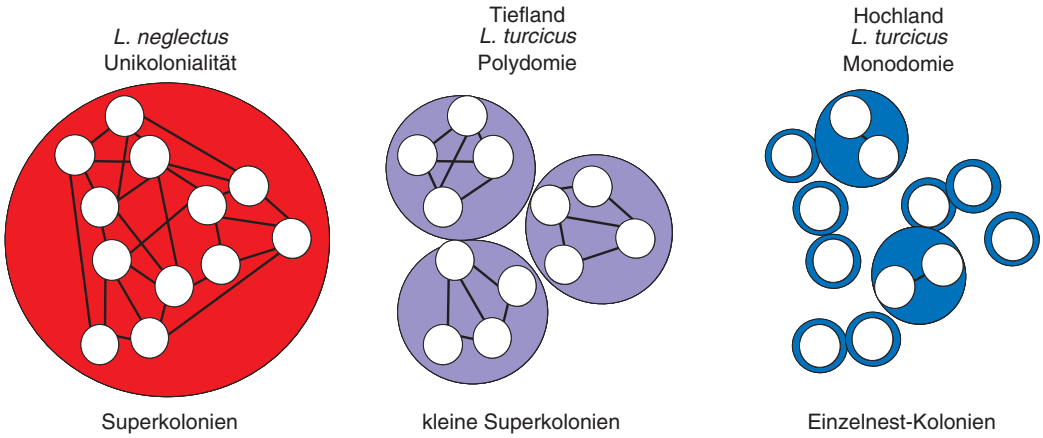

Abb. 7. Kolonie- und Populationsstruktur bei *Lasius neglectus* und *L. turcicus* (Tieflandform und Hochlandform); weiße Kreise: Nester, farbige Kreise: Kolonien. – Nach © Cremer et al. (2008), CC BY 2.0.

die von Vorteil ist, wenn die Arten aus ihren natürlichen Habitaten herausgenommen und z. B. vom Menschen in neue Gebiete eingeführt werden. Diese Arten haben dann vermutlich im Vergleich zu monodomen Arten mit Einzelnest-Kolonien ein sehr viel größeres Potenzial, zu Superkolonien zu werden.

Die »kleinen Superkolonien« finden wir häufig bei der Argentinischen Ameise (*Linepithema humile*) und der Roten Gartenameise (*Myrmica rubra*) in ihren natürlichen Habitaten, in denen sie noch nicht die großen Superkolonien ausbilden. Die Waldameisen (*Formica* spec.) sind die einzigen Arten, die in ihrem natürlichen Habitat große Superkolonien bilden. Ein ganzer Waldbereich wird oft von einer einzigen Superkolonie von Waldameisen besiedelt. Vor diesem Hintergrund wird klar, warum *Formica fuscocinerea* sich derzeit so erfolgreich in Süddeutschland ausbreiten kann.

Invasive Charakteristika und Invasionspotenzial

Die Tieflandform von *L. turcicus* bildet zwar »kleine Superkolonien«, ist aber ansonsten nicht auffällig oder ökologisch dominant. Wir stellen uns als Evolutionsszenario vor, dass sich die ancestrale Hochlandform natürlich ins Tiefland hinein ausgebreitet hat. Durch ein flexibles Paarungsverhalten der Königinnen und den Vorteil einer Nestpaarung in einem neuen Bereich konnte eine natürliche Kolonisierung stattfinden.

Im Gegensatz dazu konnte die invasive Art *L. neglectus* nach der Einführung durch den Menschen ökologisch so dominant werden, weil zusätzliche Faktoren dazukamen. Bei der Einführung einer Art breiten sich die Tiere nicht Schritt für Schritt aus, sondern es werden einige Gründertiere aus der Population herausgenommen, die, wenn sie den Transport überleben, eine neue Ursprungskolonie gründen (»jump dispersal«). Es handelt sich also um wenige Tiere, die genetisch im Vergleich zur diversen Ursprungspopulation verarmt sind (»genetischer Flaschenhals«, »genetic bottleneck«). Meist überleben nur die gesunden Tiere den Transport und die natürlichen Feinde bzw. Krankheiten bleiben im Ursprungsgebiet zurück. Die Pathogene in dem neuen Gebiet sind dagegen noch nicht an die neue Art angepasst. Auf diese Weise wird häufig eine ökologische Dominanz entwickelt.

Die genannten invasiven Charakteristika – Paarung im Nest, hohe Königinnenzahl, Koloniegründung durch Spaltung bzw. durch Verbreitung durch den Menschen (jump dispersal), kleine Körpergröße (d. h. Bildung vieler kleiner statt weniger großer Tiere), geringe Aggression, Bildung riesiger Superkolonien – bestehen also aus einer Mischung der sozialen Plastizität »normaler«, nicht invasiver Ameisen und den Eigenschaften invasiver Arten. Dies lässt sich nutzen, um das Invasionspotenzial von Arten vorherzusagen, die in ihrem natürlichen Lebensraum vorkommen. Bei *L. turcicus* z. B. hat die Tieflandform ein viel

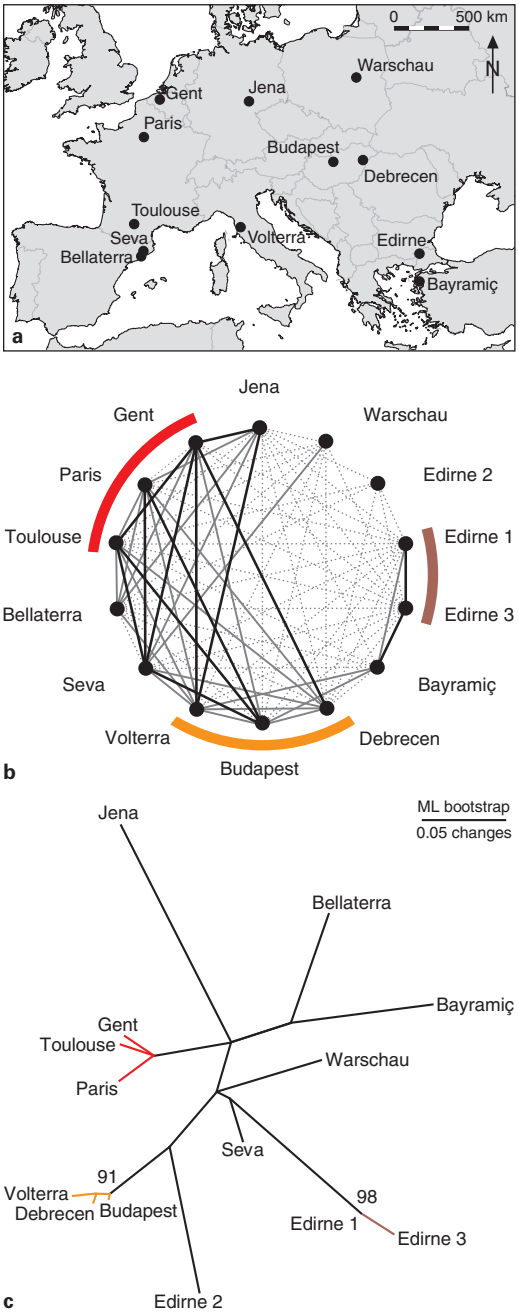

Abb. 8. *Lasius neglectus*: **a**, Standorte der 14 untersuchten eingeführten Populationen; **b**, über Aggressionstests erstellte Cluster der 14 Populationen; **c**, phylogenetischer Stammbaum der kooperativen Cluster (6 Mikrosatelliten-Loci). – © Ugelvig et al. (2008), CC-BY-2.0.

höheres Invasionspotenzial als die Hochlandform.

Zwei der o. g. invasiven Charakteristika haben wir bei *L. neglectus* und *L. turcicus* näher untersucht. Dass die Einführung weniger gesunder Tiere einer Population und der Verlust natürlicher Feinde und Krankheiten für die ökologische Dominanz eine Rolle spielen, können wir bei *L. neglectus* nicht direkt testen, da wir die Ursprungspopulation nicht kennen. Wir können aber *L. neglectus* aus dem neuen Gebiet mit den beiden Formen von *L. turcicus* auf ihre Prävalenz gegenüber dem Bakterium *Wolbachia* und dem Pilz *Beauveria* hin vergleichen. Tatsächlich zeigen die beiden *L.-turcicus*-Formen eine deutlich höhere Prävalenz der Bakterien und Pilze als *L. neglectus* (Cremer et al. 2008). Auch wenn der Vergleich einer eingeführten mit einer heimischen Art mit Vorsicht zu genießen ist, gibt uns das Ergebnis doch einen Hinweis, dass dieser Faktor eine Rolle bei der ökologischen Dominanz spielt.

Warum führt der erwähnte genetische Flaschenhals bei der Einführung neuer Arten zu einem Vorteil? Es ist bekannt, dass die chemische Kommunikation bei dem Verhalten der Tiere eine große Rolle spielt und dass die Tiere sich anhand der chemischen Signale in Form ihrer kutikulären Kohlenwasserstoffe auf der Körperoberfläche erkennen. Wir gehen nun davon aus, dass es durch den genetischen Flaschenhals zu einer Verarmung an chemischen Diskriminierungsmerkmalen kommt, sodass die Tiere anderer Nester nicht mehr als fremd erkannt werden. Aufgrund dieses »erfolgreichen Fehlers« könnte es zu einer Kooperation über die Nestgrenzen hinaus und zur Bildung von Superkolonien in Form riesiger Kolonieverbände kommen.

Zur Invasionsgeschichte von *Lasius neglectus*

Bei den Superkolonien handelt es sich also um aggressionslose Verbände. Diese »Aggressionsnetzwerke« erlauben nun einen Rückschluss auf die Invasionsgeschichte von *Lasius neglectus*. Das heißt, wir können die Verwandtschaft untersuchen, auch ohne eine genetische, chemische und morphologische Phylogenie zu erstellen, sondern indem wir zwei Tiere nehmen und ihre Aggressivität messen. Wir haben dies an 14 eingeführten Populationen von *L. neglectus*

überprüft. Sie ließen sich in 3 kooperative Cluster gliedern, die phylogenetisch tatsächlich eng beieinanderliegen (Abb. 8; Ugelvig et al. 2008). Auf diese Weise lassen sich die Ursprünge neuer invasiver Populationen klären. Aufgrund der Ergebnisse vermuten wir, dass *L. neglectus* sehr selten neu aus dem Ursprungsgebiet eingeführt worden ist und sich die meisten neuen invasiven Populationen durch die Weiterverfrachtung dieser eingeführten Population(en) gebildet haben (Ugelvig et al. 2008). Das heißt, einmal eingeführte Populationen sind häufig die Quelle weiterer Verbreitungen.

Auswirkungen invasiver Arten

Invasive Arten wie *Lasius neglectus* sind deshalb so erfolgreich, weil sie im direkten und im indirekten Konkurrenzkampf überlegen sind. Zum indirekten Konkurrenzkampf gehört die Nahrungskonkurrenz: Normalerweise sind Ameisenarten entweder schnell im Finden von Nahrungsquellen oder verteidigen sie effizienter (Feener 2000), doch die Angehörigen einer Superkolonie sind in beidem erfolgreich. Auch im direkten Konkurrenzkampf (zwischenartliche Aggression) zeigt *L. neglectus* eine deutlich erhöhte Aggression gegenüber nativen Ameisen (*L. grandis*, *L. emarginatus*, *L. cinereus*), die Tiere beißen häufiger und sprühen häufiger mit Ameisensäure (Cremer et al. 2006).

Dies hat Auswirkungen auf die Biodiversität. Invasive Ameisenarten reduzieren die Vielfalt der heimischen Ameisenarten durch Vertreibung oder Vernichtung. Dazu einige Beispiele (Kegel 2001):

- Galapagos: *Wasmannia auropunctata* (Kleine Feuerameise): 29 → 4 native Ameisenarten;
- Kalifornien: *Linepithema humile* (Argentinische Ameise): 27 → 16 native Ameisenarten;
- Budapest: *Lasius neglectus* (Invasive Gartenameise): –17 native Ameisenarten.

Auch die Vielfalt an Arthropoden und Vertebraten nimmt ab:

- *Solenopsis invicta* (Rote Feuerameise): Abnahme der Arthropodenfauna um 70 %;
- *Anoplolepis gracilipes* (Gelbe Spinnerameise): Negative Effekte auf Hunde, Schweine, Katzen, Hühner;
- *Pheidole* spec.: Negative Effekte auf Eidechsen und Schlangen.

Zu den direkten negativen Auswirkungen invasiver Ameisenarten auf den Menschen gehören schmerzhafte Stiche und Allergien. Einige Arten »züchten« Blattläuse, um ihren Honigtau zu »melken« und tragen so zur Verbreitung und Pflege von Blattlauskolonien bei. In bestimmten Fällen kann es zu hygienischen Problemen in Krankenhäusern kommen. Bei den indirekten Auswirkungen ist z. B. der negative Effekt auf die Grundstückspreise zu nennen, wenn *Lasius neglectus* in Massen im Garten auftritt.

Wie lassen sich invasive Ameisenarten bekämpfen? Der beste Weg wäre, neue Einführungen zu vermeiden. Bereits vorhandene Populationen zu bekämpfen ist relativ schwierig. Häufig werden Insektizide eingesetzt (»chemische Keule«), aber dabei besteht die Gefahr, dass sich bei einer Zersplitterung einer Kolonie viele kleine Kolonien bilden, die dann wieder zu Superkolonien heranwachsen.

Soziale Immunität bei Ameisen

Ein anderer Weg der Bekämpfung ist die biologische Bekämpfung, d. h. der Einsatz von Insektenpathogenen. Pathogene, die z. B. sehr erfolgreich gegen Moskitos oder Heuschrecken eingesetzt werden, helfen jedoch relativ wenig, da sich

Abb. 9. Hygieneverhalten bei Ameisen: gegenseitige Pflege von adulten Tieren (rote Markierung wurde künstlich aufgetragen). – Foto: Matthias Konrad.

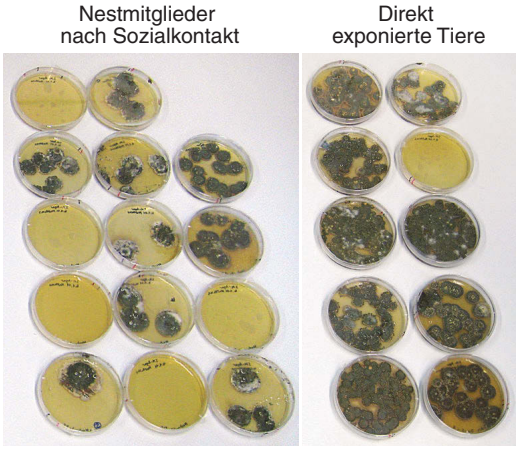

Abb. 10. Pilzwachstum (*Metarhizium anisopliae*) nach Ausplattieren auf Agarplatten eines Extraktes aus dem Körper von exponierten Tieren (rechts) und von Nestmitgliedern (»Helfern«, links), die diese geputzt hatten, 5 Tage nach der Exposition bzw. nach Sozialkontakt mit dem exponierten Tier. – Fotos: Matthias Konrad, © Konrad et al. (2012; Figure S3).

Ameisen durch eine sehr effiziente Pathogenbekämpfung auszeichnen. Die Ameisen schützen ihre Kolonien vor Krankheiten, indem sie sich gegenseitig pflegen (»soziales Immunsystem«, vgl. Cremer et al. 2007, Cremer 2014). Ameisen putzen sich gegenseitig – eine im Experiment mit Pilzsporen kontaminierte Arbeiterin wird z. B. von ihren Nestgenossen geputzt (Abb. 9) – und setzen ihre Ameisensäure gegenüber den Sporen ein, die sie nicht entfernen können, um deren Keimung zu verhindern (Tragust et al. 2013).

Wir konnten zeigen, dass dieses Verhalten mit einer Ansteckungsgefahr für die Helfer verbunden ist (Konrad et al. 2012): Die meisten helfenden Ameisen, die ihre infektiösen Nestmitglieder geputzt haben, tragen selbst eine Infektion in ihrem Körper (Abb. 10). Im Vergleich zu den direkt exponierten Tieren sind aber die Infektionsrate und die Infektionsintensität bei den Helfern geringer, d. h., viele Helfer bekommen nur Mini-Infektionen und entwickeln keine Krankheit, sondern eine schützende Immunstimulierung (»soziale Impfung«).

Wir kennen eine derartige aktive Immunisierung durch Mini-Infektionen nicht nur von den Ameisen, sondern auch vom Menschen, wo sie als Vorgänger der modernen Impfung praktiziert worden ist. Die Methode, die um das 9. Jahrhundert in China entstand, wurde als sog. Variolation auch in Europa v. a. bei Kindern aus dem Adel eingesetzt, um z. B. Pocken zu bekämpfen. Man hat von den Pusteln die Viren ausgekratzt und über ein Einritzen der Haut die Kinder damit infiziert. In den meisten Fällen hat dies zu einem Impfschutz geführt. Die Methode der aktiven Immunisierung war allerdings mit einem gewissen Risiko behaftet, denn in 2–5 % der Fälle ist die Krankheit tatsächlich ausgebrochen – sowohl beim Menschen damals als auch bei den Ameisen heute.

Danksagung

Ich danke meinen langjährigen Mitarbeitern Line V. Ugelvig und Matthias Konrad sowie meiner gesamten Arbeitsgruppe für die vielen intensiven Stunden der Datenaufnahme und -analyse, und meinem Postdoc-Betreuer Koos Boomsma, dass er mich mit *Lasius neglectus* vertraut gemacht hat. Die vorgestellten Arbeiten waren nur möglich durch die finanzielle Unterstützung der Humboldtstiftung (Feodor Lynen Postdoc Grant), sowie der Europäischen Kommission (Marie Curie Postdoc Grant) und dem European Research Council (ERC Starting Grant *SocialVaccines*).

Literatur

Cremer, S. 2014. Soziale Immunität: Wie sich der Staat gegen Pathogene wehrt. – In: Bayer. Akademie der Wissenschaften (Hrsg.): Soziale Insekten in einer sich wandelnden Welt. Pfeil, München: 65–72.

Cremer, S., L. V. Ugelvig, S. T. E. Lommen, K. S. Petersen & J. S. Pedersen. 2006. Attack of the invasive garden ant: aggression behaviour of *Lasius neglectus* (Hymenoptera: Formicidae) against native *Lasius* species in Spain. – Myrmecological News, 9: 13–19.

Cremer, S., S. A. O. Armitage & P. Schmid-Hempel. 2007. Social immunity. – Current Biology, 17 (16): R693–R702.

Cremer, S., L. V. Ugelvig, F. P. Drijfhout, B. C. Schlick-Steiner, F. M. Steiner, B. Seifert, D. P. Hughes, A. Schulz, K. S. Petersen, H. Konrad, C. Stauffer, K. Kiran, X. Espadaler, P. d'Ettorre, N. Aktaç, J. Eilenberg, G. R. Jones, D. R. Nash, J. S. Pedersen & J. J. Boomsma. 2008. The evolution of invasiveness in garden ants. – PLOS ONE, 3 (12): e3838, doi: 10.1371/journal.pone.0003838.

Espadaler, X. & V. Bernal. 2017. LASIUS Web. – CREAF (Centre for Ecological Research and Forestry), UAB (Universitat Autònoma de Barcelona), Barcelona, Spain; www.creaf.uab.es/xeg/Lasius/ [zuletzt aufgerufen am 25.10.17].

Feener, D. H. Jr. 2000. Is the assembly of ant communities mediated by parasitoids? – OIKOS, 90 (1): 79–88.

Kegel, B. 2001. Die Ameise als Tramp: Von biologischen Invasionen. – TB-Ausgabe, Heyne, München, 447 S.

Konrad, M., M. L. Vyleta, F. J. Theis, M. Stock, S. Tragust, M. Klatt, V. Drescher, C. Marr, L. V. Ugelvig & S. Cremer. 2012. Social transfer of pathogenic fungus promotes active immunisation in ant colonies. – PLoS Biology, 10 (4): e1001300, doi: 10.1371/journal.pbio.1001300.

Tragust, S., B. Mitteregger, V. Barone, M. Konrad, L. V. Ugelvig & S. Cremer. 2013. Ants disinfect fungusexposed brood by oral uptake and spread of their poison. – Current Biology, 23 (1): 76–82.

Ugelvig, L. V., F. P. Drijfhout, D. J. C. Kronauer, J. J. Boomsma, J. S. Pedersen & S. Cremer. 2008. The introduction history of invasive garden ants in Europe: integrating genetic, chemical and behavioural approaches. – BioMed Central Biology, 6: 11; doi: 10.1186/1741-7007-6-11.

Diskussion

K. Freier: Es muss doch einen evolutiven Vorteil haben, dass die Wildform eine gewisse Aggressivität gegenüber den Individuen von nah benachbarten Nestern zeigt, sonst wäre diese Aggressivität gar nicht entstanden bzw. hätte sich langfristig nicht durchsetzen können. Wenn eine invasive Art durch den genetischen Flaschenhals diese Aggressivität sozusagen ablegt und dies zu einem Vorteil wird, dann stellt sich die Frage, warum die Urform die Aggressivität noch hat. Könnte man aus diesen Überlegungen heraus vielleicht eine Gegenmaßnahme gegen die invasiven Ameisen entwickeln?

S. Cremer: Warum die Aggressivität bzw. die Territorialität auch gegen nahe verwandte Arten im Normalfall günstig ist, kann ich nicht direkt beantworten. Im Grunde ist es so, dass die Nachbarkolonien um dieselben Ressourcen kämpfen und sich daher die Aggression ausgebildet hat. Ameisen sind in der Regel sehr territorial. Bei der Futtersuche können wir zwei Typen von Ameisen unterscheiden. Zum einen gibt es diejenigen Ameisen, die das Futter sehr schnell finden, es dann aber nicht verteidigen können, zum anderen gibt es dominante Arten, die die Futterquelle langsamer finden, sie aber gut verteidigen können. Das Problem bei den invasiven Ameisen ist, dass sie beides können: Sie finden das Futter schnell und sie verteidigen es gut.

N.N.: Wie erkennt man *Lasius neglectus* im Garten? Hat sie bestimmte Merkmale, an denen man sie auf einfache Weise identifizieren kann?

S. Cremer: Im Grunde erkennt man sie daran, dass sie in Unmengen auftritt. Wenn Sie einen Baumstamm sehen, auf dem die Ameisenstraße nicht einen Zentimeter breit ist, sondern der gesamte Baum und auch die Nachbarbäume voller Ameisen sind, dann haben Sie *Lasius neglectus* im Garten. In Deutschland kommt sie bisher allerdings nur in Fürth und in Jena im Botanischen Garten vor, aber dort flächendeckend. Sie ist etwas weniger schwarz, mehr bräunlicher als die normale Gartenameise und etwas kleiner, und sie tritt immer in Massen auf.

J. H. Reichholf: Meine Frage ist ganz banal: Was sagt der Grünspecht dazu?

S. Cremer: Ich denke, die Fressfeinde werden jede Futterquelle nutzen, auch invasive Arten, werden aber den Massen auch nicht Herr werden. Spechte erwischen bevorzugt Ameisen, die z. B. mit Bandwürmern infiziert sind, da diese langsam werden und auffällig gefärbt sind.