

EVOLUTION

Meuterer gegen die Königin

Klassenkampf und Brudermord: In den scheinbar gleichgeschalteten Ameisenstaaten, so haben Insektenforscher enthüllt, brechen immer wieder schwere Konflikte aus. Erst in hoch entwickelten Kolonien kommt es zum Zwangsfrieden – es entstehen fast unzerstörbare Superorganismen.

Den Feuerameisen ist kein Feind zu groß. Sie fallen Hühner an, Rehkitze und gelegentlich auch einen Feuerameisenforscher: Neulich erwischten sie den amerikanischen Biologen Stanley Schuman bei der Gartenarbeit. Er hatte sich hingekniet, ohne das Gelände zu sondieren. Noch Wochen später waren seine Beine übersät von feuerroten Stichmalen.

Die winzigen Insekten, kaum drei Millimeter groß, sind so angriffslustig wie unberechenbar. Scheinbar zielloses Gewimmel um das Nest herum kann umschlagen in eine Welle koordinierter Attacken, so wie siedendes Wasser plötzlich über den Rand des Kochtopfs wällt. In den USA sind die Feuerameisen zur Landplage gewor-

den. Wegen ihrer überaus schmerzhaften Stiche müssen jedes Jahr rund 30 000 Menschen ins Krankenhaus.

Vermutlich mit einer Schiffsfracht kamen die ersten Tiere vor rund 70 Jahren aus Südamerika nach Alabama. Von dort aus haben die Ameisen bereits 14 Bundesstaaten im Süden der USA erobert.

Insektengifte richten wenig aus gegen die Invasoren der Art *Solenopsis invicta* (die Unbesiegte). Diese Feuerameisen haben, untypisch für ihresgleichen, nicht immer nur eine, sondern bis zu 60 Königinnen. Mit ihnen leben sie in lose zusammenhängenden Superkolonien, die nahezu unzerstörbar sind. Wenn eine Königin einem Giftangriff erlegen ist, suchen sich die überlebenden Arbeiterinnen eine neue.

Dieses Erfolgsmodell gibt den Evolutionsbiologen nun zu denken: Es dürfte gar nicht funktionieren. Es geht auf Kosten der Arbeiterklasse. Denn die meisten Arbeiterinnen rackern sich ab für eine Brut, die ihnen genetisch eher fremd ist. „Sol-

chen Edelmüt schließen die Gesetze der Evolution eigentlich aus“, sagt der Würzburger Ameisenforscher Bert Hölldobler, Co-Autor des preisgekrönten Standardwerks „The Ants“.

Im Ameisenstaat aus dem Lehrbuch legt eine einzige Königin alle Eier. Weitaus die meisten ihrer Töchter wachsen als Arbeiterinnen heran. Nur wenige sind zu Jungköniginnen bestimmt, die eines Tages ausfliegen und neue Kolonien gründen. Die Arbeiterinnen dagegen produzieren selbst keine Nachkommen; sie opfern sich für die Aufzucht ihrer fruchtbaren Schwestern. Ihre Gene leben in den Nachkommen der Jungköniginnen weiter.

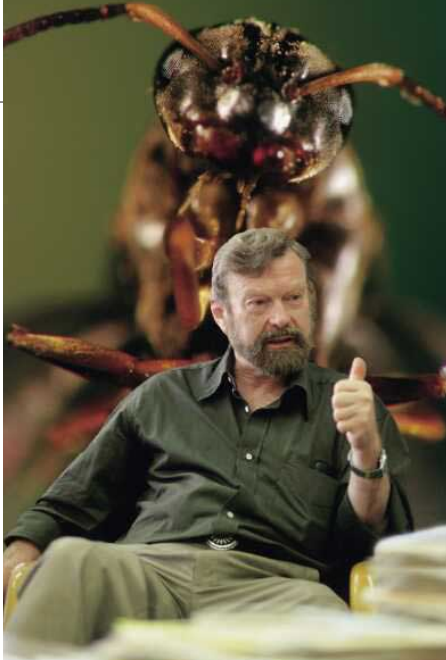
Mehr noch: Die Arbeiterinnen sind mit ihren Schwestern viel enger verwandt, als sie es mit eigenen Nachkommen je sein könnten. Das liegt an der eigentümlichen Weise, wie Ameisen sich fortpflanzen (siehe Grafik). Mit ihren Schwestern teilen sie im Schnitt 75 Prozent des Erbguts. Das heißt: Die Arbeiterin kann mehr von ihrem Erbgut weitergeben, wenn sie auf eigene Nachkommen verzichtet; sie muss statt-



M. MOFFETT / MINDEN / SHARE-BILD

Blattschneiderameisen bei der Arbeit: 20 Prozent des Regenwalds entlaubt





N. BÖTTCHER

Ameisenforscher Hölldobler

Zusammengespart auf Gedeih und Verderb

dessen nur möglichst viele Jungköniginnen aufpäppeln. Was nach Selbstlosigkeit aussieht, ist in Wahrheit Eigennutz.

So weit die Theorie. In den Superkolonien der Feuerameisen aber mit ihren zahlreichen Königinnen haben die Familienbande sich weitgehend verflüchtigt. Wie neue Studien zeigen, sind die Arbeiterinnen mit der Brut, die sie aufziehen, bestenfalls weitläufig verwandt. Dennoch machen sie weiterhin unbeirrt ihre Arbeit, und sie fallen todesmutig über jedes Wesen her, das sich dem Bau nähert. Warum tun sie sich das an?

Die Feuerameisen sind nicht die einzigen, die sich evolutionswidrig zu verhalten scheinen. Seit die Ameisenforscher in der Lage sind, mit moderner Analysetechnik

das Erbgut ganzer Kolonien zu untersuchen, stoßen sie auf immer neue Rätsel. Selbst bei Ameisenvölkern, die nur eine einzige amtierende Königin dulden, paart diese sich oft mit bis zu 20 Männchen. Normalerweise aber lässt sich die Königin nur ein einziges Mal begatten. Dabei lagert sie einen Vorrat von Spermien im Körper ein, mit dem sie ihr Leben lang auskommt. Die Töchter haben dann alle denselben Vater.

Betreibt die Königin hingegen Vielmännerei, so entsteht ein Volk von Halbschwwestern. In den riesigen Staaten der Blattschneiderameisen sind beispielsweise die Töchter der Königin nur noch zu 25 Prozent miteinander verwandt. Für die Arbeiterinnen der Blattschneider wäre es darum längst wieder günstiger, eigene Nachfahren in die Welt zu setzen. So könnten sie weitaus mehr von ihren Genen verbreiten. Warum verzichten sie darauf?

„Vielleicht, weil sie gar nicht mehr anders können“, sagt der Ameisenforscher Hölldobler. Bei manchen Arten ist die Arbeitsteilung in der Kolonie so weit fortgeschritten, dass die Ameisen, wie Hölldobler vermutet, zusammengespart sind auf Gedeih und Verderb – fast wie die Zellen eines Körpers. Sie leben weiter als ein „Superorganismus“, aus dem es kein Entkommen mehr gibt.

Der Superorganismus ist die erstaunlichste Erfindung, die Ameisen hervorgebracht haben. In ihm herrscht eine Art Zwangsfrieden, der eine lange Geschichte von Konflikten beendet. Immer klarer zeichnet sich heute ab, wie sehr die Evolution dieser sozialen Insekten vorangetrieben wurde von schweren, schier unlösbaren Spannungen innerhalb ihrer Kolonien. Die Geschichte der Ameisen ist

offenkundig eine Geschichte von Klassenkämpfen.

Erst in den letzten Jahren fanden Insektenforscher in den Tropen merkwürdige kleine Kolonien, in denen Hader und Zwietracht zu Hause sind. Bei diesen Ameisen aus der Unterfamilie der Ponerinen legen auch die meisten Arbeiterinnen Eier. Immer wieder kommt es zu rituellen Zweikämpfen, bei denen die Widersacher mit ihren Antennen aufeinander eindengeln. Es geht darum, wer wie viele Eier in die gemeinsamen Brutkammern legen darf.

Wer diese zänkischen Horden betrachtet, blickt in die Frühgeschichte der Ameisenevolution. So geht es in Kolonien zu, wo noch nicht eine Königin das Eiermonopol innehat. Oft herrscht wochenlang Aufruhr im Bau, bis die Fortpflanzungsrechte wieder verteilt sind. In solchen Phasen verbringen manche Ameisen mehr Zeit mit ihren Rivalitäten als mit der Arbeit. Und wenn die Eier endlich gelegt sind, versuchen bei einigen Arten die Tiere, sie einander wegzufressen.

Diese urtümlichen Ameisen leben noch in mehrstufigen Rangordnungen. Die Arbeiterinnen der indischen Art *Harpegnathos saltator* verströmen sogar ein spezielles Bouquet von Düften, das jeweils ihren Status anzeigt: Eine Ameise von Rang ist angetan mit seltenen, langkettigen Molekülen, einem chemischen Geschmeide aus Kohlenwasserstoffen. Je komplexer die Chemie, desto tüchtiger ist das Tier im Eierlegen, wie eine Forschergruppe um Bert Hölldobler jetzt herausgefunden hat.

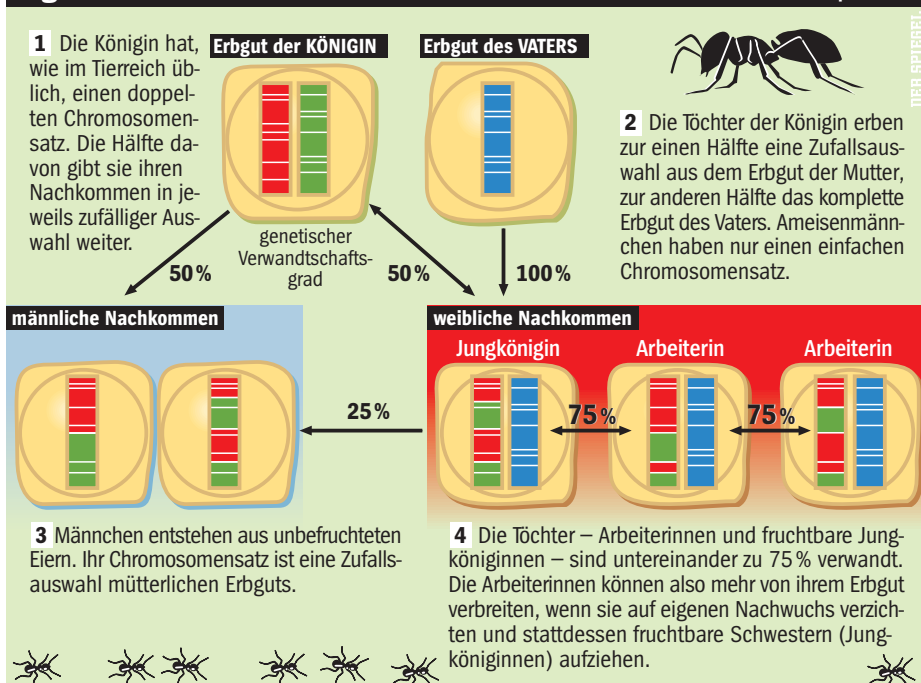
Kommt solch eine Übermutter des Wegs stolz, so weichen mindere Artgenossen in der Regel zurück und ducken sich. Die Ranghöchste steigt ihnen dann gern huldvoll auf den Kopf. In solchen Kolonien, sagt Hölldobler, „verkehren die Tiere noch fast wie Primaten miteinander“.

Der Aufwand, den Status aller Koloniebewohner im Kampf zu ermitteln, stiege allerdings bei größeren Völkern schnell ins Absurde. Deshalb bilden die Arten, die noch heute in komplizierten Hierarchien leben, allesamt nur sehr kleine Ellbogengesellschaften von einigen dutzend Tieren, selten mehr. Die Ameisen einer winzigen *Leptothorax*-Art zum Beispiel hausen in Gruppen von etwa zehn bis hundert Köpfen bequem in je einem Kirschkern.

„Alle anderen Arten“, sagt Hölldobler, „haben die Hierarchie im Lauf der Evolution aufgegeben.“ Irgendwann ordneten sie zum Eierlegen eine Königin ab, die nur so heißt, aber weiter nichts zu bestimmen hat. Und eine Kaste von Arbeiterinnen entsagte der Fortpflanzung und damit allen Rivalitäten zu Gunsten ihrer fruchtbaren Schwestern.

Damit begann das Zeitalter der scheinbaren Selbstlosigkeit. Ruhe und Arbeitsdisziplin kehrten ein in den Nestern. Verzwickte Rangordnungen lösten sich auf in einem Netzwerk gleichrangiger Wesen, die

Eigennutz der Gene Warum die Ameisen-Arbeiterinnen sich für den Staat opfern





M. MOFFETT / MINDEN / SAVE BILD

Ausgehobenes Blattschneidernest
Königin mit 150 Millionen Töchtern

alle instinktprogrammiert dem Gemeinwohl dienen.

Der Erfolg war gewaltig. Die Kolonien wuchsen, befreit von inneren Zwistigkeiten, ins Kolossale. Mobile Superstaaten entstanden wie diejenigen der amerikanischen Heeresameisen, die in Raubzügen zu hunderttausenden durch den Urwald wimmeln und alles Leben vertilgen, das nicht Reißaus nimmt. „Die Ameisen machen uns vor“, sagt Hölldobler, „dass Netzwerke wesentlich effizienter sind.“

Der Erfolg der egalitären Staaten beruht auf einem simplen Rezept: Die Königin, bestens geschützt im Inneren der Kolonie, kann tagein, tagaus ihr Fortpflanzungswerk verrichten, gleich wie viele Arbeiterinnen draußen geopfert werden müssen.

Jeden Morgen schwärmen beispielsweise hunderttausende Ameisen der nordafrikanischen Art *Cataglyphis bicolor* aus in die

Gluthitze der Sahara, um nach toten Insekten für die Kolonie zu suchen. Das ist Selbstmord. Die Wege sind weit und gefährlich. Spinnen und Raubfliegen wüten unter den Suchtrupps.

Diese Ameisen werden im Schnitt nur eine Woche alt. In der Zeit aber haben sie das 15- bis 20fache ihres Körpergewichts an Nahrung in den Bau geschafft. Aus Sicht der Kolonie eine profitable Investition. Für die früh Verstorbenen hat sich das Opfer nur gelohnt, wenn viele fruchtbare Schwestern ihre Gene weitergeben. Das Leben ist ihr Einsatz, und sie sichern sich den Gewinn mit allen Mitteln.

Eines davon ist, wie Forscher entdeckt haben, der Brudermord. Für die eigenen Brüder hat die Schwesternschaft der Arbeiterinnen wenig übrig. Mit ihnen sind die Weibchen nur zu kümmerlichen 25 Prozent verwandt, denn Ameisenmännchen haben keinen Vater; sie gehen aus unbefruchteten Eiern hervor. Wenn die Königin also zu viele Brüder produziert, machen die scheinbar so selbstlosen Schwestern kurzen Prozess: Bei vielen Arten, darunter der Holzameise, kommt es immer wieder vor, dass ein Rollkommando von Arbeiterinnen die eigenen Brutkammern stürmt und hunderte männliche Larven tötet. Die Kadaver werden großteils, weil es schade um das gute Eiweiß wäre, an die weibliche Brut verfüttert.

Solche Razzien sind ein Schlag gegen die Königin. Für sie ist jede tote Larve ein Verlust, denn sie ist mit ihren Töchtern und Söhnen gleichermaßen verwandt. Auch ein Sohn trägt das Erbgut der Königin in die Welt hinaus: Eines Tages begibt er sich auf

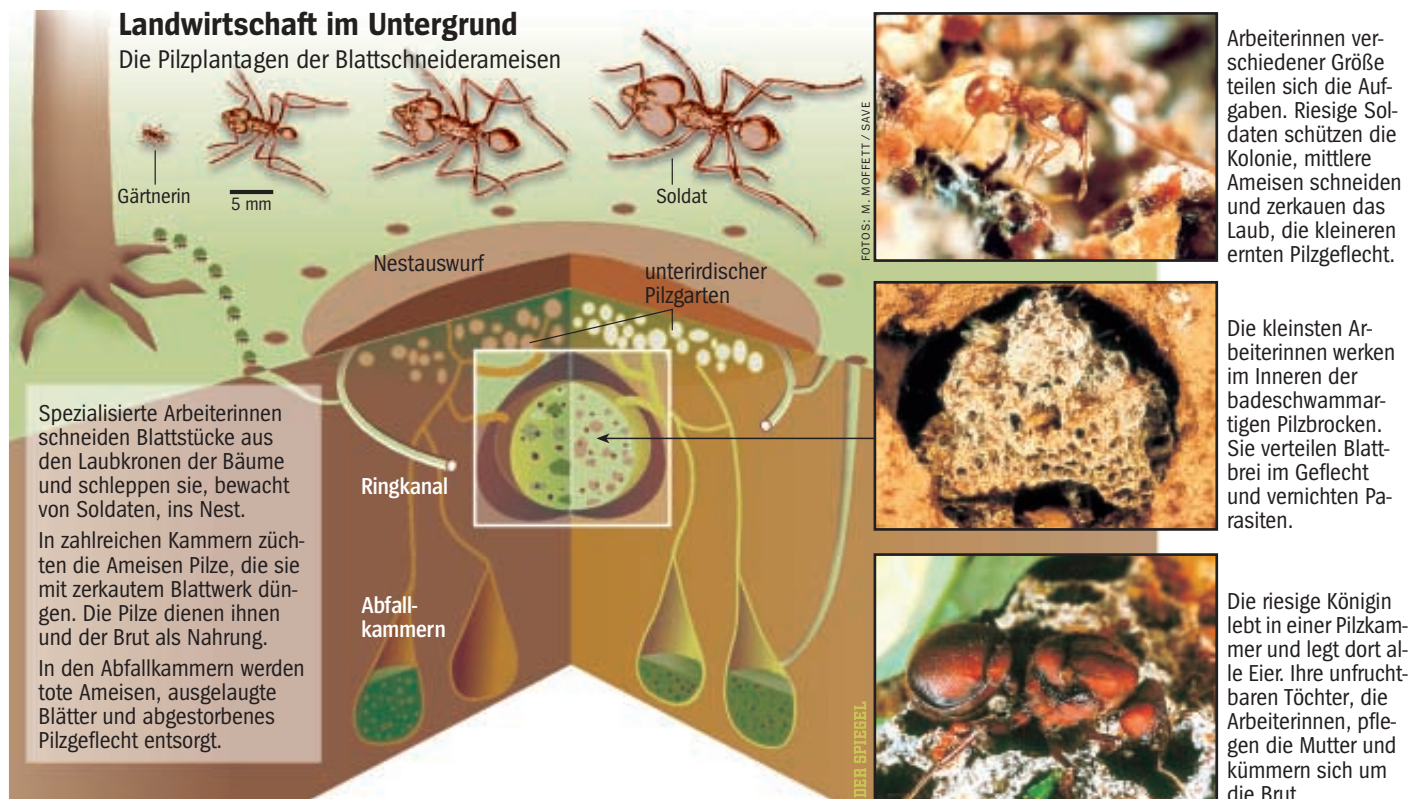
seinen Hochzeitsflug, und mit viel Glück begattet er die Jungkönigin eines anderen Staats. So wird der Sohn der Königin zum Stammvater einer ganzen Kolonie.

„Höchstwahrscheinlich ist da ein evolutionärer Wettkampf im Gang“, sagt die Ameisenexpertin Lotta Sundström von der Universität Helsinki. „Auf der einen Seite die Königin, die das Geschlecht ihrer Brut zu verheimlichen trachtet – auf der anderen die Arbeiterinnen, die ihr immer wieder auf die Schliche kommen.“

Der klassische Ameisenstaat, bislang Inbild der Gleichschaltung, steht also in Wahrheit unter starker Spannung. Der Kampf geht um knappe Ressourcen. Die Natur, sagen die Evolutionsbiologen, beurteilt Organismen wie Wirtschaftsbetriebe: Wer kann die meisten Gene an die nächste Generation absetzen? Die Arbeiterinnen, wenn sie auf optimalen Ertrag aus sind, investieren Arbeit und Nahrung vor allem in die Schwestern; die Königin setzt paritätisch auf Söhne und Töchter.

Im klassischen Ameisenstaat hat die Schwesternschaft diese Auseinandersetzung gewonnen. Es scheint nur, als stünde die Königin im Mittelpunkt allen Gewimmels. In Wahrheit ist sie eher eine fleißige Eierlegemaschine, die sich um Futter bettelnd hinter ihren Töchtern herschleppt und ihnen dafür Schwestern produziert.

Aus mehreren Gründen sind solche Staaten nicht die perfekten Gemeinschaften, die man lange in ihnen sah. Nicht nur, dass stets Konflikte schwelen um die Brut. Schwerer noch wiegt ein Problem, das sich aus der engen Verwandtschaft im Arbeiterinnenstaat ergibt: Wo eine derartige Mo-



nokultur der Gene herrscht, haben Parasiten leichtes Spiel.

Nicht von ungefähr haben sich tausende von Kleintieren auf ein Faulenzerleben im Ameisennest spezialisiert. Der Umzug einer Ameisenkolonie in ein neues Quartier ist darum oft ein lustiges Schauspiel: Neben den eigenen Larven und Puppen verfrachten die Arbeiterinnen einen ganzen Wanderzirkus von Milben, Schaben, Spinnen, Silberfischchen, Käfern und Fliegen, die sich allesamt als Nestgenossen ausgeben und durchgefüttert werden.

Dem Käfer *Atemeles* ist es zum Beispiel gelungen, den chemischen Code der Drüsensekrete zu knacken, mit denen Ameisen der Gattung *Formica* sich verständigen. Seither muss er sich um nichts mehr kümmern. Er verfügt über ein Arsenal von Drüsen, mit denen er seine Wirtstiere wahlweise zur Brutpflege anhalten, besänftigen oder abschrecken kann; mehr ist nicht nötig.

Die Ameisen tragen den Parasiten wie unter Drogen in den Hochsicherheitstrakt ihres Baus, wo die Larven der Kolonie in Brutkammern herangepöppelt werden. Dort genießt der Käfer fortan den Komfort eines Pflegeheims. Er bettelt den Brutpflegerinnen ihr Futter ab, lässt sich putzen und verzehrt zwischendurch ihre Larven.

Die Ameisen sind dem Käfer ausgeliefert. Wenn die Kolonie dennoch nicht zusammenbricht, dann nur, weil die Schnorler selbst dafür sorgen, dass ihre Lebensgrundlage erhalten bleibt:

Sobald die Käfer überhand nehmen, fressen sie sich gegenseitig auf.

Fast alle Ameisenarten werden von solchen Parasiten unterwandert. Das beste Gegenmittel wäre zugleich das einfachste: Die Königin müsste sich nur mit mehreren Männchen paaren. Denn variantenreiches Erbgut erhöht die Resistenz.

Dummerweise ist das Risiko groß, dass die Evolution dann einen ganz anderen Lauf nimmt. Weil mit der Zahl der Väter die Verwandtschaftsquote in der Kolonie sinkt, könnten die Arbeiterinnen nach wenigen Generationen dem Staatsbund abspenstig werden und selbst wieder – wie in grauer Vorzeit – Nachkommen gebären.

Einige Ameisenarten, darunter die Blattschneiderameisen Amerikas, haben den Sprung trotzdem gewagt. Nicht zufällig leben sie in den höchstentwickelten Insektenstaaten, die es auf Erden gibt.

Die Blattschneider ernähren sich von einem Pilz, den sie in unterirdischen Kam-

mern anbauen und mit Unmengen von Laub düngen. Die ganze Landwirtschaft wird von hoch spezialisiertem Personal besorgt: Die einen Ameisen ernten die Blätter und schneiden sie klein; die anderen schleppen die Blattstücke nach Hause, eskortiert von riesigen Soldaten mit Kieferzangen, die durch Leder schneiden können. Auf den Blättern reiten hie und da kleinere Ameisen. Sie verteidigen den Konvoi gegen die Angriffe der Buckelfliegen, die sonst ihre Eier in die Körper der wehrlosen Träger stechen.

Im Bau stehen Riegen von Arbeiterinnen abnehmender Größe bereit, die das Laub weiter zerlegen und zerkauen. Und die winzigsten schließlich, die Gärtnerinnen, von denen 300 so viel wiegen wie ein einziger Soldat, hasten in dem badeschwammartigen Pilzgeflecht herum, ver-

Aufzucht von Männchen oder Weibchen zu beenden. Die Arbeiterinnen haben keinen Grund mehr, ihre Schwestern um jeden Preis zu bevorzugen. Das heißt: Frieden in der Kolonie, Ende des Brudermords.

Sind die Arbeiterinnen damit um ihr Recht betrogen? Das nicht. Aber ihnen bleibt nur noch eine einzige Strategie, ihr Erbgut zu verbreiten. Wenn die fruchtbaren Schwestern immer weniger von ihren Genen weitertragen, muss eben die Anzahl der Schwestern multipliziert werden – mal fünf, mal zehn, mal hundert. Wachstum um jeden Preis ist fortan das Ziel.

Das ist der Schritt vom gewöhnlichen Ameisenstaat zum Superorganismus. Sonderinteressen haben keine Chance mehr. Nur noch alle Ameisen zusammen können gewinnen. Parole: alles für die Kolonie. Die Blattschneiderameisen machen vor,

wie das geht. Ihre Königin erreicht im Schutz des Staats ein für Insekten enormes Alter; 20 Jahre sind keine Seltenheit. In dieser Zeit kann sie 150 Millionen Arbeiterinnen produzieren und mindestens 10 000 Jungköniginnen und Männchen. 10 bis 50 Jungköniginnen schaffen es, neue Kolonien zu gründen, die wiederum 20 Jahre leben.

Das sind stolze Zahlen für ein Unternehmen, dessen Erfolg sich darin bemisst, so Hölldobler, „wie viele Gene es verkauft“. Auch die anderen Geschäftsdaten können sich sehen lassen: In manchen Wäldern, so schätzen Experten, wandern bis zu 20 Prozent des Laubs hinab in die unter-

irdischen Pilzplantagen. Der Pilz wandelt die an sich unverdauliche Zellulose des Blattwerks um in Zucker. So haben die Ameisen sich schier unerschöpfliche Nahrungsquellen erschlossen.

Jede Jungkönigin, die ausfliegt, um eine neue Kolonie zu gründen, nimmt als Vermächtnis etwas Pilzgeflecht von zu Hause mit – und eine Garnitur von Bakterien, die nützliche Antibiotika herstellen.

Mit diesen Stoffen halten die Ameisen einen gefährlichen Pilzparasiten in Schach, der, wenn er außer Kontrolle gerät, binnen Tagen die ganze Landwirtschaft zu dunklem Schleim zersetzt.

Der Superorganismus ist anscheinend ein Wesen, dem keine Macht der Welt etwas anhaben kann. „Was kann den Blattschneiderameisen schon noch passieren?“, sagt Hölldobler. „Höchstens, dass der Pilzparasit doch mal überhand nimmt. Dann zieht die Kolonie eben um und fängt anderswo von vorn an.“

MANFRED DWORSCHAK



Blattschneiderameisen, Feuerameisen mit Königin: Alles für die Kolonie

teilen Blattbrei und vernichten Parasiten. Nur eines haben alle Arbeiterinnen gemeinsam: Ihre Eierstöcke sind längst verkümmert. Sie waren seit Urzeiten zu nichts mehr nütze. Das ist der Preis der extremen Spezialisierung. Nun sitzen die sterilen Tiere, sagt Hölldobler, „in einer Sackgasse der Evolution fest. Sie kommen da nie mehr raus als Geschlechtstiere, die selbst Nachkommen haben könnten“.

Das ist die Stunde des Staatsoberhauptes. „Erst jetzt kann die Königin es riskieren“, sagt Hölldobler, „sich zum Wohl der Kolonie mit mehreren Männchen zu paaren.“ Das heißt: Sie kann die allzu starken genetischen Bande der Schwesternschaft nach und nach ausdünnen, bis am Ende alle Mitglieder der Kolonie gleichmäßig – also gleich wenig – miteinander verwandt sind. Fachleute sprechen von „genetischer Harmonisierung“.

Über die Hintertür gelingt es der Königin damit, die schweren Konflikte um die