

Superorganismus Ameisenstaat

Bei genauem Hinsehen kann man in den Tropen und Subtropen Amerikas Blattschneiderameisen beobachten, die mit kräftigen Beißwerkzeugen Stücke aus Blättern herausschneiden und zu Boden fallen lassen. Dort warten bereits mehrere Artgenossen, die die Stücke in Einzelteile zerlegen und daraus kleine Haufen bilden, die wiederum von weiteren Ameisen abgetragen werden. Auf einer „Ameisenautobahn“ geht es, die eingesammelte Fracht über dem Kopf balancierend, zum Nestbau. Dort wird die Ladung von weiteren Artgenossen bereits erwartet. Sie zerkauen die Blattstücke und verteilen sie in „Kompostkammern“. Der darauf wachsende Pilz kann den gesamten Ameisenstaat ernähren.



1

Um Nester aus lebenden Blättern zu bauen, bilden die Arbeiterameisen der Gattung *Oecophylla* Ketten, indem sie sich mit ihren Mundwerkzeugen an der Taille der nächsten Ameise festhalten und damit die Blätter zusammenziehen. Anschließend werden diese Blätter mithilfe Larven tragender Arbeiterameisen aneinandergeheftet. Die Larven geben auf das Signal der Arbeiter hin Seidenfäden aus ihren Lippendrüsen ab, die die Blätter zusammenhalten.

Eine perfekte Arbeitsteilung ermöglicht die Selbstorganisation des Superorganismus

Der Begriff „Superorganismus“ wurde 1910 von dem US-amerikanischen Biologen WILLIAM MORTON WHEELER auf der Grundlage seiner Arbeiten an Ameisen geprägt. Eine Ameisenkolonie funktioniert dabei wie ein großer Organismus, der durch vielfältige Interaktionen zahlreicher kleiner Organismen zu einem Superorganismus wird. Dieser zeichnet sich durch eine aufs Feinste abgestimmte Zusammenarbeit, komplexe Arbeitsteilung und ein kompliziertes Kommunikationssystem aus. Wie die Zellen eines Organismus übernehmen die einzelnen Individuen der Kolonie bestimmte Tätigkeiten, um das Überleben des ganzen Staates zu sichern. Vergleichbar mit der Differenzierung der Organe in einem Organismus bilden die Tiere dabei spezialisierte Gruppen, die Aufgaben in Arbeitsteilung erfüllen. Fortpflanzungsfähige Königinnen produzieren ihr Leben lang Nachkommen, die von den weitgehend fortpflanzungsunfähigen Arbeiterinnen versorgt werden. Doch nicht nur die Pflege des Nachwuchses, sondern auch zahlreiche weitere Aufgaben wie Nestbau, Feindabwehr und Nahrungsbeschaffung müssen bewerkstelligt werden. Dieser Selektionsdruck führte im Laufe der Evolution zur Differenzierung der nicht reproduktiven Arbeiterinnen in unterschiedliche Kasten, die für verschiedene Aufgaben zuständig sind. Das Überleben und die Fortpflanzung des ganzen Staates werden damit ermöglicht.

Superorganismen besitzen Fähigkeiten, die über die des Individuums hinausgehen

Jede Ameise ist theoretisch auch einzeln überlebensfähig, denn sie verfügt über alle zum Überleben benötigten Organe. Während ein einzelner Organismus jedoch nur wenige Aufgaben gleichzeitig verrichten und zu einer bestimmten Zeit nur an einem Ort sein kann, ist eine Ameisenkolonie aufgrund des Arbeitsteilungssystems befähigt, viele Aufgaben gleichzeitig zu bewerkstelligen und an mehreren Orten aktiv zu sein. Ein Leben in Gemeinschaft ist daher effektiver. Durch das Zusammenwirken spezialisierter Handlungsweisen können zudem Leistungen vollbracht werden, zu denen ein einzelnes Individuum nie im Stande wäre. Besonders deutlich wird dies am Beispiel der australischen Ameisengattung *Oecophylla* (→ Abb. 1).

Die Evolution des Superorganismus erfolgt auf mehreren Ebenen

Die Evolution der „Superorganismen“ ist auf den ersten Blick nur schwer mit der darwinistischen Selektionstheorie, der die natürliche Auslese zu Grunde liegt, zu vereinbaren. Wie genau sich spezialisierte Kasten von unfruchtbaren Arbeiterameisen entwickeln konnten und warum diese Arbeiter zum Wohle des Staates auf die eigene Fortpflanzung verzichteten und sich stattdessen um fremde Nachkommen kümmern, darüber sind Forscher sich noch immer nicht vollständig einig. Dass der Angriffspunkt der Selektion bei diesen Insekten die Gesamtfitness der Kolonie und nicht die Fitness des Individuums ist, darin stimmen Biologen jedoch überein. Der Antrieb der sozialen Evolution ist damit der Erfolg der Kolonie. Steigert das Hervorbringen steriler Arbeiterkasten das Überleben der ganzen Kolonie, breiten sich die Erbinheiten, die dieses Kastensystem bedingen, unter konkurrierenden Populationen auch aus.

Man geht davon aus, dass die Evolution der sozialen Insekten auf drei Selektionsebenen vorangetrieben wird, und spricht daher von einer *Multilevel-Selektion*. Unterschieden werden dabei die Gruppenselektion (Kräfte, die zwischen den einzelnen Gruppen derselben Kolonie wirken), die Individualselektion (Kräfte, die zwischen den einzelnen Individuen innerhalb der Gruppen wirken) und jene Kräfte, die zwischen ganzen Kolonien wirken. Die größte Gesamtfitness der Kolonie ergibt sich dann aus dem optimalen Gleichgewicht dieser drei Kräfte.

Deutlich wird der Selektionsnachteil eines eigenständig lebenden Organismus im Vergleich zur organisier-

Superorganismus Ameisenstaat

ten Kolonie auch am Beispiel der Dreiphasen-Sandwespe (*Ammophila pubescens*), bei der die Weibchen die Larven alleine in ihren Bauen mit Nahrung versorgen. Zum Füttern müssen sie das Nest wiederholt öffnen und wieder verschließen und verlieren dabei einen Großteil ihrer Nachkommen an Fressfeinde. Als Wachposten spezialisierte Individuen könnten diesen Verlust erheblich einschränken.

Allele, die eine kooperative Aufzucht der Jungen, eine kooperative Verteidigung des Nestes oder eine kooperative Nahrungssuche bewirken, wurden daher während der Evolution durch ökologisch bedingte Selektionskräfte begünstigt und damit häufiger weitervererbt.

Folgendes Szenarium, wie die Evolution verlaufen sein könnte, ist vorstellbar: Im Laufe der Entwicklung der sozialen Systeme könnten junge erwachsene Tiere eine Zeit lang im Nest ihrer Geburt geblieben sein und mitgeholfen haben, ihre Geschwister aufzuziehen. Diese geschwisterlichen Helfer könnten sich dann zu den nicht-reproduktiven Arbeiterinnen entwickelt haben. Sie sichern einen signifikanten Anstieg des Fortpflanzungserfolgs der Kolonie, indem sie mehr oder weniger dauerhaft als Helfer im Nest ihrer Geburt blei-

ben. Durch die Selektion zwischen Kolonien bildeten sich dann Merkmale heraus, die die Produktivität im Vergleich zu der anderer konkurrierender Kolonien erhöhten. Überwog dabei der Nutzen für die Kolonie den Nachteil für das Individuum, dann konnten sich diese Merkmale in einer Population verbreiten.

Die Differenzierung in Kasten basiert auf epigenetischen Veränderungen

Die Bildung der einzelnen Kasten mit phänotypischen Unterscheidungsmerkmalen in einer Ameisenkolonie beruht mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht so sehr auf Veränderungen im Genom, sondern vielmehr auf Regulationsmechanismen der Gene, die ihre Expression beeinflussen und deren Wechselwirkungen mit der zellulären Maschinerie, die auf die Umwelt des Organismus reagiert. Diese Regulationsmechanismen werden unter dem Begriff Epigenetik zusammengefasst. Epigenetische Veränderungen können an Tochterzellen weitergegeben werden, sind jedoch nicht in der DNA-Sequenz festgelegt. Individuen verschiedener Kasten, z. B. Arbeiterinnen oder Königinnen, zeigen damit unterschiedliche Phänotypen, die jedoch auf demselben Genom beruhen.