Soziale Insekten in einer sich wandelnden Welt

Einführung in das Rundgespräch

Jürgen Heinze*

Guten Morgen, meine Damen und Herren,

zunächst darf ich mich bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften bedanken, dass wir dieses Rundgespräch in ihren Räumen durchführen können. Ich möchte mich bei allen Vortragenden bedanken, dass Sie sehr bereitwillig hierher nach München gekommen sind, und bei Ihnen allen, dass Sie sich trotz des schönen Wetters in diesen abgedunkelten Raum begeben, um sich über soziale Insekten informieren zu lassen – das könnten Sie im Prinzip auch im Freien tun, denn die ersten Ameisen sind schon unterwegs.

Wir haben ein sehr breites Programm und in der verbleibenden Zeit kann ich nicht ausführlich auf alle Vorträge eingehen. Ich möchte daher soziale Insekten als sehr interessantes Thema der Evolutionsbiologie etwas näher vorstellen. Sie alle sind vertraut mit Charles Darwins Theorie der Evolution und wissen, dass Darwin 1859 in seinem Buch »On the Origin of Species« geschrieben hat, dass Konkurrenz eine Triebkraft in der Evolution ist. Das führt zu Konflikten zwischen biologischen Einheiten und es führt letztendlich zu etwas, was aussieht wie Egoismus. Sehr häufig wird Darwins Theorie in blutrünstige Metaphern gekleidet wie »Survival of the fittest« (Herbert Spencer) oder »Nature, red in tooth and claw« (Alfred Lord Tennyson). Wenn wir uns in der Natur umschauen, sehen wir tatsächlich, dass

überall Konflikte auftreten: Konflikte um Ressourcen, um Nahrung, Schlafplätze und Wasser, vor allem aber um Fortpflanzungsmöglichkeiten. Es geht aber offensichtlich auch anders. Sehr häufig sind Tiere miteinander sehr viel pfleglicher im Umgang, als wir aufgrund dieser Konfliktsituation erwarten würden. Die Topi zum Beispiel kämpfen miteinander nicht offen aggressiv um Dominanzränge, sondern zeigen orientalisch anmutende Knie-Duelle. Sie alle wissen, dass Flechten Symbiosen sind, die aus unterschiedlichen Organismen bestehen – auch da sehen wir keine Konflikte, sondern Kooperation. Am deutlichsten wird dies bei Tieren, die ein Verhalten zeigen, das wir anthropomorph als altruistisch bezeichnen. So warnt ein Präriehund andere Präriehunde, wenn ein Fressfeind naht, was ihn selbst unter Umständen das Leben kostet. Noch stärker finden wir Kooperation und altruistisches Verhalten bei den eusozialen¹ Insekten, den Ameisen, Termiten, Honigbienen, Hummeln und staatenbildenden Wespen. Aber auch außerhalb der Insekten gibt es in hohem Maß sozial lebende Tiere wie zum Beispiel die Nacktmulle.

1 Eusozialität: Bildung von echten Staaten mit reproduktiver Arbeitsteilung, Kooperation bei der Pflege der Nachkommen und sich überlappenden Generationen.

* Heinze, Jürgen, Prof. Dr., Universität Regensburg, Biologie I: Evolution, Verhalten und Genetik, Universitätsstraße 31, 93040 Regensburg; juergen.heinze@uni-regensburg.de

Wie ist dies mit Charles Darwin und seiner Evolutionstheorie in Einklang zu bringen? Das Problem ist, dass Darwin häufig sehr einseitig interpretiert wird. Er hat jedoch 1859 in seinem berühmten Werk auch geschrieben, dass nicht nur der Konflikt, sondern auch die Kooperation eine Triebkraft der Evolution ist. Andere Biologen und Philosophen nach ihm haben diese Kooperation noch stärker ins Zentrum ihrer Vorstellung von Evolution gestellt. So hat Pjotr Kropotkin, den Sie vermutlich als Gründervater des Anarchismus kennen, 1902 in seinem Buch »Mutual Aid as a Factor of Evolution« die Kooperation ins Zentrum gestellt.

Nach der heutigen Vorstellung zur Evolution spielte Kooperation zwischen eigentlich autonomen biologischen Einheiten bei allen großen Übergängen, den major transitions, in der Evolution eine wichtige Rolle: Autonome Einheiten hören auf, unabhängig voneinander zu existieren, und formen eine größere Einheit. Nach John Maynard Smith und Eörs Szathmáry (1995), die den Begriff der major transitions geprägt haben², finden wir eine solche Kooperation bei der Evolution von Genomen, bei der Evolution der komplexeren eukaryontischen Zelle von Tieren, Pflanzen und Pilzen, bei der Evolution eines vielzelligen Organismus, in dem die einzelnen Zellen miteinander kooperieren, und bei der Evolution von Tierstaaten. Bei jedem dieser major transitions, dieser Übergänge, beobachten wir nicht nur ein Zusammenarbeiten von Einheiten, sondern eine Arbeitsteilung, durch die emergente Eigenschaften zustande kommen, das heißt, die Eigenschaften der Gruppe lassen sich nicht erklären aus den Einzeleigenschaften der Bestandteile (»more is different«). Dies führt in der Evolution zu neuen Ebenen der Selektion: Die Selektion greift nicht nur an einzelnen Genen an, sondern am Genom, nicht nur am Genom, sondern an der Zelle, usw. Für die Insekten bedeutet das beispielsweise, dass eine einzelne Biene oder Hummel viel kann, aber ein Bienen- oder Hummelstaat mehr kann als die Summe der Fähigkeiten der einzelnen Individuen. Dies führt dazu, dass soziale Insekten (wie auch andere soziale Tiere) in der Evolution extrem erfolgreich sind. Durch die Zusammenarbeit entstehen Dinge, die zum Beispiel einzeln lebende

Käfer oder Wanzen nicht schaffen: Ameisen bauen Brücken und Straßen und sind damit in der Lage, als eine Art Ökosystem-Ingenieure größere makroskopische Veränderungen in dem Ökosystem hervorzurufen. Insektenstaaten konkurrieren durch ihre Kooperation quasi als »Individuen« mit anderen Organismen: Der gesamte Staat lässt sich als ein »Superorganismus«³ ansehen, in dem Individuen so zusammenarbeiten, als wären sie die einzelnen Bestandteile eines größeren Organismus.

Wie bereits gesagt, führen Kooperation und Arbeitsteilung zu neuen Selektionsebenen. Dies erklärt die enorme ökologische Bedeutung, die soziale Insekten auf allen Kontinenten in fast allen terrestrischen Ökosystemen haben. So machen soziale Insekten, vor allem Termiten und Ameisen, 30 % der gesamten tierischen Biomasse in tropischen Regenwäldern aus; allein aus dieser Zahl lässt sich die zentrale Bedeutung speziell von Termiten und Ameisen in diesen Wäldern ablesen. Soziale Insekten haben eine enorme Bedeutung als Räuber, aber auch als Beute, und daneben indirekt als Pflanzen»fresser« über ihre Haltung von Blattläusen oder ihre Pilzzucht. Auch aus den Ökosystemen gemäßigter Breiten sind soziale Insekten nicht wegzudenken: Bienen und Hummeln bestäuben zahllose Pflanzenarten, Ameisen schichten mehr Erdboden um als die dafür berühmten Regenwürmer, und Waldameisen gelten als »Polizei« des Waldes, weil sie Schadinsekten kurz halten.

Die Entstehung höherer Organisationsformen verlangt erstens eine effiziente Kommunikation zwischen den »Bestandteilen« zum Funktionieren der Arbeitsteilung und zur Aufrechterhaltung eines inneren Gleichgewichts. Zweitens braucht sie Mechanismen zum Zusammenhalt und zum Abschluss gegenüber der Außenwelt (beispielsweise gegenüber Pathogenen oder Parasiten) und drittens Möglichkeiten zur Lösung von Konflikten zwischen den »Bestandteilen«. Auch in Insektenstaaten treten Konflikte auf, die letztlich das Funktionieren des Staates und damit seine Stabilität gefährden würden, wenn sie nicht gelöst

2 Maynard Smith, J. & E. Szathmáry. 1995. *The Major Transitions in Evolution*. – Oxford University Press, Oxford, UK, 346 S.

3 Hölldobler, B. & E. O. Wilson. 2008. *The Superorganism: The Beauty, Elegance, and Strangeness of Insect Societies*. – Norton, New York, NY, USA, 522 S.

werden. Diese Konflikte zum Beispiel zwischen Königinnen, zwischen Arbeiterinnen und zwischen Arbeiterinnen und Königinnen führen zu Beißereien und Antennengefechten. Letztendlich ist der Insektenstaat kein harmonisches Ganzes, in dem alle Individuen gemeinsam kooperieren, um das Wohl des Staates zu erhöhen, sondern vielmehr eine Art Polizeistaat, in dem sich die Individuen gegenseitig überwachen und kontrollieren: Der Egoismus des Einzelnen wird durch Aggression und Überwachung »bestraft«,

aber auch vom Einzelnen selbst unterdrückt, um »Bestrafung« zu vermeiden. Ein Insektenstaat ist also auch kein Vorbild für unsere menschliche Gesellschaft, wie dies die Philosophen der Antike wie Vergil oder Seneca dachten. Im Buch der Sprüche heißt es zwar: »Geh zur Ameise, du Fauler, betrachte ihr Verhalten und werde weise«, aber bei genauerer Betrachtung sehen wir, dass es auch in diesen Staaten Konflikte gibt, die nicht weniger brutal gelöst werden als in der menschlichen Gesellschaft.