

Unverkäufliche Leseprobe aus:

**Seeley, Thomas**

**Bienendemokratie**

Wie Bienen kollektiv entscheiden  
und was wir davon lernen können

Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung von Text und Bildern, auch auszugsweise, ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

© S. Fischer Verlag GmbH, Frankfurt am Main

# Inhalt



Prolog	7
1. Einleitung	11
2. Das Leben im Bienenvolk	30
3. Traumwohnung für Honigbienen	53
4. Die Diskussion der Kundschafterinnen	86
5. Einigung auf die beste Stelle	117
6. Auf dem Weg zum Konsens	140
7. Der Umzug beginnt	172
8. Der fliegende Schwarm wird gesteuert	205
9. Der Schwarm als kognitives Ganzes	231
10. Der kluge Schwarm	257
Epilog	277
Anmerkungen	283
Danksagung	307
Abbildungsnachweise	311
Register	315



# Prolog



Imker beobachten und beklagen es schon seit langem: Ihre Bienenvölker schwärmen gern im späten Frühjahr und Frühsommer. Die Mehrzahl der Bienen aus einem Volk – eine Masse von einigen zehntausend Arbeiterinnen – fliegt mit der alten Königin davon und bildet ein neues Volk. Der Rest bleibt zu Hause, füttert eine neue Königin heran und sorgt so für den Fortbestand des alten Volkes. Die ausgeschwärmten Bienen lassen sich als riesige Traube, die wie ein Bart aussieht, an einem Ast nieder und klammern sich dort stunden- oder sogar tagelang aneinander. Während dieser Zeit tun die obdachlosen Insekten etwas wahrhaft Verblüffendes: Sie entscheiden in einer demokratischen Diskussion über ihren neuen Wohnort.

Dieses Buch beschreibt, wie der demokratische Entscheidungsprozess bei den Bienen abläuft. Es wird davon die Rede sein, wie einige hundert der ältesten Bienen aus dem Volk als Nistplatz-Kundschafter tätig werden und die Landschaft nach dunklen Winkeln absuchen. Wir werden erfahren, wie sie die gefundenen potentiellen Wohnorte bewerten, ihre Kundschafterkollegen mit lebhaften Tänzen über ihre Entdeckungen in Kenntnis setzen, in einer hitzigen Debatte den besten Nistplatz auswählen, das ganze Volk zum Abflug veranlassen und die Wolke schwärmender Bienen zu dem neuen Zuhause dirigieren. Im typischen Fall handelt es sich dabei um einen hohlen, einige Kilometer entfernten Baumstamm.

Warum habe ich dieses Buch geschrieben? Ich verfolge damit ein doppeltes Ziel. Einerseits möchte ich Biologen und Sozialwissenschaftlern eine einheitliche Zusammenfassung der Forschungsergebnisse der letzten 60 Jahre präsentieren. Den Ausgangspunkt bilden dabei die Arbeiten von Martin Lindauer in Deutschland. Bisher verteilten sich die Informationen zu dem Thema über Dutzende von

Fachartikeln, die in zahlreichen Fachzeitschriften erschienen sind. Deshalb war nur schwer zu erkennen, in welchem Zusammenhang jede Einzelentdeckung zu allen anderen steht. Die Frage, wie Honigbienen in einer persönlichen Zusammenkunft den Konsens suchen und so zu einer demokratischen Entscheidung gelangen, ist sicher von großer Bedeutung für Verhaltensforscher, die sich für die Entscheidungsprozesse in Tiergruppen interessieren. Darüber hinaus wird sie sich hoffentlich auch für Neurowissenschaftler als wichtig erweisen, die sich mit den neuronalen Grundlagen der Entscheidungsfindung beschäftigen, denn in den Wegen der Informationsverarbeitung, die zu Entscheidungen führen, gibt es zwischen Bienenvölkern und dem Gehirn von Primaten verblüffende Ähnlichkeiten. Außerdem hoffe ich, dass die Geschichte der wohnungssuchenden Bienen sich auch als hilfreich für Sozialwissenschaftler erweisen wird, die nach Wegen suchen, um die Entscheidungsprozesse in Menschengruppen zuverlässiger zu gestalten. In dieser Hinsicht können wir von den Bienen eine wichtige Lektion lernen: Auch in einer Gruppe freundlich gesinnter Individuen mit gemeinsamen Interessen kann der Konflikt ein nützliches Element der Entscheidungsfindung sein. Oder anders gesagt: Häufig zahlt es sich für eine Gruppe aus, wenn sie eine Frage sorgfältig durchdiskutiert und so die beste Lösung für ein schwieriges Problem findet.

Mein zweites Motiv war der Wunsch, Imkern und dem allgemeinen Lesepublikum davon zu berichten, welchen Spaß mir die Untersuchung von Honigbienenvölkern gemacht hat. Ich verdanke diesen wunderschönen kleinen Lebewesen viele Stunden der reinsten Entdeckerfreude, die aber (wie könnte es anders sein) auch durch Tage und Wochen der fruchtlosen und manchmal entmutigenden Anstrengung unterbrochen waren. Um einen Eindruck davon zu vermitteln, wie spannend und schwierig die Bienenforschung ist, berichte ich über zahlreiche persönliche Erlebnisse, Spekulationen und Gedanken über den Ablauf wissenschaftlicher Untersuchungen.

Die hier beschriebenen Arbeiten bauen auf ein festes Fundament des Wissens auf, das der kürzlich verstorbene Professor Martin Lin-

dauer (1918–2008) in den 1950er Jahren mit seinen Untersuchungen an wohnungssuchenden Bienen legte. Ich widme dieses Buch meinem Freund und Lehrer Martin Lindauer, dessen Pionierarbeiten für mich zur Anregung für meine eigenen Forschungsreisen im Wunderland der Bienengesellschaft wurden.

Tom Seeley  
Ithaca, New York



# 1. Einleitung



Geh zur Biene,  
du Dichter.  
Betrachte ihre Wege  
und werde weise.<sup>1</sup>

George Bernard Shaw,  
*Mensch und Übermensch*

Honigbienen sind Süße und Licht – sie produzieren Honig und Bienenwachs. Deshalb ist es kein Wunder, dass Menschen die kleinen Lebewesen schon in uralter Zeit zu schätzen wussten. Selbst heute, da üppige Süßigkeiten und helles Licht Allgemeingut sind, stehen diese hart arbeitenden Insekten bei uns in hohem Ansehen. Das gilt insbesondere für die rund 200 Milliarden Bienen, die in Partnerschaft mit kommerziellen Imkern leben und zu unserem Nutzen eine lebenswichtige landwirtschaftliche Aufgabe erfüllen: Sie fliegen herum und bestäuben.<sup>2</sup> In Nordamerika sind bewirtschaftete Honigbienen die wichtigsten Bestäuber für rund 50 Obst- und Gemüsesorten, die zusammen den nahrhaftesten Anteil unserer täglichen Ernährung bilden. Den Honigbienen verdanken wir aber auch ein anderes großes Geschenk, und das füllt nicht unseren Magen, sondern unser Gehirn: Jedes wimmelnde Bienenvolk ist ein Musterbeispiel für eine Gemeinschaft, deren Mitglieder Erfolg haben, weil sie zugunsten gemeinsamer Ziele gemeinsam arbeiten. Wie wir noch genauer erfahren werden, können wir von den kleinen sechsbeinigen Schönheiten etwas über den Aufbau reibungslos funktionierender Gruppen lernen, insbesondere solcher, die die Möglichkeiten der demokratischen Entscheidungsfindung in vollem Umfang ausschöpfen.



Unsere Lehren werden wir von nur einer Honigbienenart beziehen: *Apis mellifera*, der bekanntesten Insektenart der Welt.<sup>3</sup> Sie war ursprünglich in Westasien, dem Nahen Osten, Afrika und Europa heimisch, aber heute findet man sie dank der Verbreitungsbemühungen ihrer menschlichen Bewunderer in den gemäßigten und tropischen Klimazonen der ganzen Welt. Sie ist eine wunderschön soziale Biene. Diese Schönheit erkennen wir an den Bienenstöcken mit ihren Waben, feinen Anordnungen aus sechseckigen Zellen, die in dünnstem Bienenwachs ausgeführt sind (siehe Bildteil, Abb. I). Ebenso erkennen wir sie an ihrer harmonischen Gesellschaft, in der Zehntausende von Arbeiterinnen im aufgeklärten Eigeninteresse zum gemeinsamen Wohle der Kolonie zusammenarbeiten. Die soziale Schönheit der Honigbienen werden wir auf den folgenden Seiten in allen Einzelheiten kennenlernen; dazu sehen wir uns an, wie ein Bienenvolk bei der Auswahl seiner neuen Wohnung zu nahezu perfekten Entscheidungen gelangt.

Die Auswahl des richtigen Wohnortes ist für ein Honigbienen Volk eine Frage von Leben und Tod. Wenn die Kolonie sich falsch entscheidet und eine zu kleine Nisthöhle bezieht, die keine ausreichenden Honigvorräte für den Winter aufnehmen kann oder zu wenig Schutz vor Wind und hungrigen natürlichen Feinden gewährt, geht sie zugrunde. Da also die Entscheidung für eine ausreichend geräumige, komfortable Heimstatt so lebenswichtig ist, kann es eigentlich nicht überraschen, dass die Wahl des Heimatortes nicht wenigen allein agierenden Bienen überlassen bleibt, sondern von mehreren hundert Insekten gemeinsam gefällt wird. Das vorliegende Buch zeigt, wie eine solche recht große Findungskommission fast immer eine gute Wahl trifft. Wir werden erfahren, wie die Wohnungssucher-Bienen in der Umgebung nach geeigneten Nistplätzen fahnden, über ihre Entdeckungen berichten, eine freimütige Diskussion über die Alternativen führen und letztlich zu einer Übereinkunft darüber gelangen, welche Stelle zum neuen Wohnort für die Kolonie wird. Kurz gesagt, werden wir die geniale Funktionsweise der Bienen-demokratie kennenlernen.

Was die innere Funktionsweise eines Bienenvolkes angeht, muss ich gleich zu Beginn ein verbreitetes Missverständnis ausräumen: die Vorstellung, ein Bienenvolk werde von einer wohlwollenden Diktatorin regiert, Ihrer Majestät, der Königin. Der Gedanke, eine Kolonie halte zusammen, weil eine allwissenden Königin (oder ein König) den Arbeiterinnen sagt, was sie zu tun haben, ist viele Jahrhunderte alt; sie geht auf Aristoteles zurück und hat sich bis in die Neuzeit gehalten. Aber sie ist falsch. Allerdings stimmt es, dass die Königin das Kernstück des ganzen Unternehmens bildet – ein Volk von Honigbienen ist eine ungeheuer große Familie mit der Königin als Mutter und ihren vielen tausend Nachkommen. Ebenso stimmt es, dass die vielen tausend fürsorglichen Töchter (die Arbeiterinnen) letztlich bemüht sind, ihrer Königinmutter das Überleben und die Fortpflanzung zu sichern. Die Königin des Bienenvolkes ist aber nicht die oberste Entscheidungsinstanz, sondern der oberste Eierproduzent. Im Sommer legt sie Tag für Tag eintönig die rund 1500 Eier ab, die notwendig sind, um die Arbeitskraft der Kolonie zu erhalten. Von dem sich ständig wandelnden Bedarf der Kolonie hat sie keine Ahnung – sie weiß zum Beispiel nicht, dass hier mehr Wabenbauer und dort weniger Pollensammler gebraucht werden; auf solche Anforderungen stellt das Personal der Arbeiterinnen sich von selbst ein. Soweit man weiß, übt die Königin nur in einem Punkt die Vorherrschaft aus: Sie verhindert, dass weitere Königinnen großgezogen werden. Dies erreicht sie mit einem Drüsensekret, der »Königinnensubstanz«, die von den Arbeiterinnen mit den Antennen aufgenommen und in alle Winkel des Bienenstocks verteilt wird.<sup>4</sup> Auf diese Weise verbreiten die Arbeiterinnen die Nachricht, dass die Königinmutter noch lebt und wohlauf ist, so dass kein Bedarf für die Aufzucht einer neuen Königin besteht. Die Königinmutter ist also nicht die Chefin der Arbeiterinnen. Einen allwissenden zentralen Planer, der die Tausende und Abertausende von Arbeiterinnen eines Bienenvolkes beaufsichtigen würde, gibt es nicht. Die Arbeit im Bienenstock wird vielmehr von den Arbeiterinnen selbst gemeinsam geregelt: Jede von ihnen ist immer aufmerksam, sucht auf Inspektionsgängen nach Auf-

gaben, die erledigt werden müssen, und wird selbständig im Dienste der Gemeinschaft tätig. Da die Arbeiterinnen eng zusammenleben, durch das Netzwerk ihrer gemeinsamen Umwelt verbunden sind und über ein gemeinsames Signalrepertoire verfügen, mit dem sie sich über dringende Aufgaben informieren können – beispielsweise indem Nahrungssammlerinnen durch einen Tanz zu Blüten voller süßem Nektar dirigiert werden –, erreichen sie mit ihrer Tätigkeit auch ohne Aufsicht eine dauerhafte Harmonie.

## Kollektive Intelligenz

Im Mittelpunkt des vorliegenden Buches steht das in meinen Augen erstaunlichste Beispiel dafür, wie die vielen Bienen in einem Bienenvolk ganz ähnlich wie die vielen Zellen eines Organismus ohne Aufseher kooperieren und eine Funktionseinheit bilden, deren Fähigkeiten weit über die ihrer Einzelteile hinausgehen.<sup>5</sup> Insbesondere werden wir betrachten, wie ein Honigbienenvolk bei der Auswahl seines Nistplatzes eine Form der kollektiven Intelligenz erlangt. Wie in Kapitel 2 genauer beschrieben wird, findet die Wohnungssuche der Bienen im späten Frühjahr und Frühsommer statt, wenn die Kolonien an ihren bisherigen Nistplätzen (Bienenstöcke und hohle Baumstämme) überbevölkert sind, so dass ein Schwarm sie verlässt. In einem solchen Fall bleibt ungefähr ein Drittel der Arbeiterinnen zu Hause und zieht eine neue Königin heran, so dass die Ausgangskolonie erhalten bleibt; die anderen zwei Drittel – einige zehntausend Individuen – fliegen mit der alten Königin davon und gründen ein Tochtervolk. Die Auswanderer legen zunächst nur ungefähr 30 Meter zurück und sammeln sich dann in einer Traube, die wie ein Bart aussieht. Darin klammern sie sich mehrere Stunden oder auch einige Tage lang zusammen (siehe Bildteil, Abb. II). Nachdem der Schwarm sich auf diese Weise eingerichtet hat, schickt er einige hundert Wohnungssucher aus, die rund 70 Quadratkilometer der umgebenden Landschaft nach potentiellen Nistplätzen absuchen; sie finden viel-

leicht ein Dutzend oder mehr Alternativen, bewerten jede einzelne davon anhand der vielen Kriterien, die das Traumhaus einer Biene definieren, und wählen dann auf demokratische Weise den Lieblingsplatz für das neue Heim. Das gemeinsame Urteil der Bienen fällt fast immer zugunsten der Stelle aus, die ihren Bedarf an einer ausreichend geräumigen, schützenden Unterkunft am besten erfüllt. Kurz nachdem sie ihre Wahl getroffen haben, setzt der Schwarm die Entscheidung um: Die ganze Bienenmasse fliegt direkt zu dem neuen Nistplatz, meist einem gemütlichen Hohlraum in einem einige Kilometer entfernten Baumstamm.

Die bezaubernde Geschichte über die Wohnungssuche der Bienen stellt uns vor zwei faszinierende Rätsel. Erstens: Wie kann ein Schwarm von Bienen mit winzigem Gehirn, der an einem Ast hängt, eine so komplizierte Entscheidung fällen und dabei auch noch eine gute Wahl treffen? Die Antwort auf diese erste Frage werden wir in den Kapiteln 4, 5 und 6 erfahren. Und zweitens: Wie kann ein summender Schwarm von mehreren zehntausend fliegenden Bienen gemeinsam steuern und zusammenbleiben, um quer durch die Landschaft zu dem ausgewählten Nistplatz zu reisen – wobei dieser in der Regel ein kleines Loch im Stamm eines unauffälligen Baumes in einem abgelegenen Winkel des Waldes ist? Die Lösung für dieses zweite Rätsel wird in den Kapiteln 7 und 8 deutlich werden.

Wie wir noch genauer erfahren werden, erlangen die 1,5 Kilo Bienen in einem Schwarm ihre kollektive Klugheit auf ähnliche Weise wie die 1,5 Kilo Neuronen in unserem Gehirn: Sie organisieren sich so, dass die Gruppe insgesamt erstklassige kollektive Entscheidungen trifft, obwohl jedes Individuum nur über begrenzte Informationen und geringe Intelligenz verfügt. Die Ähnlichkeit zwischen einem Bienenschwarm und einem Gehirn mag oberflächlich erscheinen, sie hat aber einen wahren Kern. Während andere Soziobiologen und ich in den letzten 20 Jahren die Mechanismen der Entscheidungsfindung in Insektengesellschaften untersuchten, beschäftigten sich die Neurobiologen mit den neuronalen Grundlagen der Entscheidungsfindung im Primatengehirn.<sup>6</sup> In den Bildern, die sich aus diesen beiden ganz

unterschiedlichen Forschungsrichtungen herauskristallisierten, zeigten sich faszinierende Ähnlichkeiten. Auf der einen Seite untersuchte man die Aktivität einzelner Neuronen eines Affengehirns in Verbindung mit den Entscheidungen über Augenbewegungen, auf der anderen die Aktivität einzelner Bienen eines Honigbienenschwarms in Verbindung mit Entscheidungen über den Nistplatz. Wie sich dabei herausstellte, ist der Entscheidungsprozess in beiden Fällen im Wesentlichen ein Wettbewerb zwischen Alternativen, die sich Unterstützung sichern (Neuronenimpulse und Besuche von Bienen); ausgewählt wird dann die Alternative, deren angesammelte Unterstützung als Erste einen kritischen Schwellenwert überschreitet. Solche Übereinstimmungen legen die Vermutung nahe, dass es für den Aufbau von Gruppen, die weitaus klüger sind als ihre klügsten Individuen, allgemeine Organisationsprinzipien gibt. Diese Prinzipien werden wir in Kapitel 9 genauer untersuchen: Dort vergleichen wir die Mechanismen von Bienenschwarm und Primatengehirn, und in Kapitel 10 fassen wir noch einmal zusammen, was wir an den Bienenschwärmen über die Strukturen von Gruppen gelernt haben, die als kluge Entscheider tätig werden.

Unter Menschen sind Entscheidungen von Gruppen weit verbreitet und sehr wichtig, ob sie nun im kleinen Maßstab (zum Beispiel als Verabredungen zwischen Freunden und Kollegen), im mittleren Umfang (zum Beispiel demokratische Entscheidungen in Bürgerversammlungen) oder im großen Maßstab (Parlamentswahlen oder internationale Abkommen) getroffen werden. Wie nicht anders zu erwarten, haben Menschen schon seit Jahrtausenden darüber nachgedacht, wie man optimale Gruppenentscheidungen trifft. Das Thema spielte bereits in Platons *Staat* (360 v. Chr.) eine Rolle, zweifellos aber auch schon lange davor; dennoch bleiben, was die Verbesserung solcher gemeinsamer Entscheidungen angeht, immer noch viele Fragen offen. In Kapitel 10 werde ich einige Vorschläge machen, die ich als »Schwarmschlauheit« bezeichne, weil wir sie von den Bienen gelernt haben; sie betreffen die Frage, wie Menschengruppen sich im Interesse einer verbesserten Entscheidungsfindung organisieren können.

Der amerikanische Essayist Henry David Thoreau äußerte Skepsis gegenüber der Klugheit der Massen und schrieb: »Die Masse erreicht nie das Niveau ihres besten Mitglieds, sondern stuft sich im Gegenteil auf die Ebene des geringsten herab.«<sup>7</sup> Eine noch schlechtere Meinung über Gruppenintelligenz hatte der deutsche Philosoph Friedrich Nietzsche; er schrieb: »Der Irrsinn ist bei einzelnen etwas Seltenes – aber bei Gruppen ... die Regel.«<sup>8</sup> Mit Sicherheit treffen Gruppen in vielen Fällen schlechte Entscheidungen – man denke nur an die Blasen am Aktienmarkt oder die Massenpanik in brennenden Gebäuden; die Realität der Bienenschwärme, die gute Entscheidungen treffen, ist für uns aber ein Zeichen, dass eine Gruppe tatsächlich auch einen hohen kollektiven Intelligenzquotienten erlangen kann.