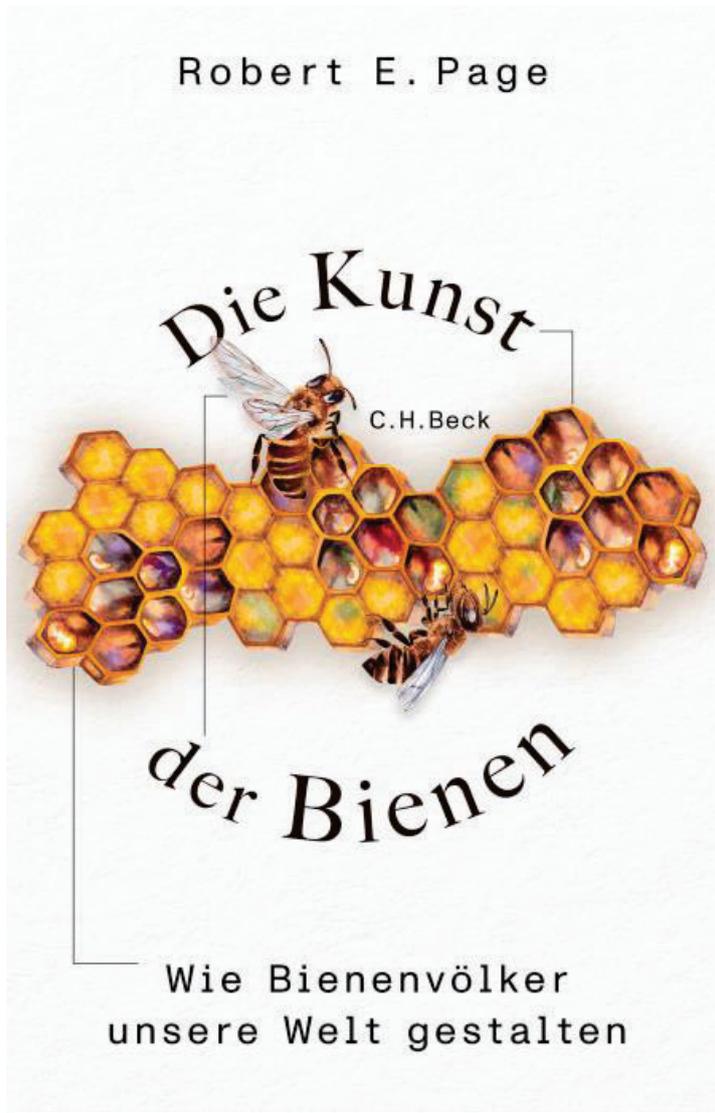


**Unverkäufliche Leseprobe**



**Robert E. Page**

**Die Kunst der Bienen**

Wie Bienenvölker unsere Welt gestalten

2025. 304 S., mit 27 Abbildungen und 3 Tabellen

ISBN 978-3-406-83709-8

Weitere Informationen finden Sie hier:

<https://www.chbeck.de/38775171>

© Verlag C.H.Beck GmbH Co. KG, München  
Diese Leseprobe ist urheberrechtlich geschützt.  
Sie können gerne darauf verlinken.

ROBERT E. PAGE  
Die Kunst der Bienen



---

Edition der  
Carl Friedrich von Siemens  
Stiftung

ROBERT E. PAGE

# Die Kunst der Bienen

Wie Bienenvölker  
unsere Welt gestalten

*Aus dem Englischen von Jens Hagestedt*

C.H.BECK

«The Art of the Bee: Shaping the Environment from Landscapes to Societies»  
wurde ursprünglich 2020 auf Englisch veröffentlicht. Diese Übersetzung erscheint  
in Absprache mit Oxford University Press.

C.H.Beck trägt die alleinige Verantwortung für diese Übersetzung;  
Oxford University Press übernimmt keinerlei Haftung für Fehler, Auslassungen,  
Ungenauigkeiten oder Mehrdeutigkeiten oder für Nachteile, die daraus entstehen.  
© Oxford University Press 2020

Mit 27 Abbildungen und 3 Tabellen

Für die deutsche Ausgabe:

© Verlag C.H.Beck GmbH & Co. KG, München 2025  
Wilhelmstraße 9, 80801 München, info@beck.de

Alle urheberrechtlichen Nutzungsrechte bleiben vorbehalten.

Der Verlag behält sich auch das Recht vor, Vervielfältigungen  
dieses Werks zum Zwecke des Text and Data Mining vorzunehmen.

[www.chbeck.de](http://www.chbeck.de)

Umschlaggestaltung: [geviert.com](http://geviert.com), Michaela Kneißl

Umschlagabbildung: © Shutterstock | Na Ko

Satz: Fotosatz Amann, Memmingen

Druck und Bindung: Pustet, Regensburg

Printed in Germany

ISBN 978 3 406 83709 8



verantwortungsbewusst produziert

[www.chbeck.de/nachhaltig](http://www.chbeck.de/nachhaltig)

[produktsicherheit.beck.de](http://produktsicherheit.beck.de)

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	9
<b>1. Umweltkünstler</b> .....	15
1.1 Die Koevolution von Blütenpflanzen und Bienen .....	15
Anpassungen der Blüten .....	17
Anpassungen der Bienen .....	20
<i>Anatomisch 20   Physiologisch 22   Lernen 22   Orientierung 25       Tanzsprache 28</i>	
1.2 Honigbienen in der Neuen Welt .....	34
Bestäubung landwirtschaftlicher Nutzpflanzen .....	35
<i>Mandeln 35   Luzerne 36</i>	
Das Honigbienensterben .....	38
1.3 Ein Blick zurück .....	41
<b>2. Wie Bienen ihre lokalen Umgebungen «bemalen»</b> .....	42
2.1 Bienenvölker als optimale Futtersammler .....	43
2.2 Einzelne Bienen als optimale Sammlerinnen .....	49
2.3 Pollensammeln .....	52
2.4 Ein Blick zurück .....	59
<b>3. Umweltgestaltung</b> .....	60
3.1 Gestaltung der Umwelt .....	61
Strategien von Bienenvölkern zur Abschirmung des Nests vor der Umwelt .....	62
<i>Nestgestaltung 65   Wärmeregulierung 78   Gesundheit 83       Soziale Erkennung 91   Verteidigung des Nests 93</i>	
Afrikanisierte Honigbienen haben die Neue Welt verändert .....	100
3.2 Nischengestaltung .....	109
Elterliche Investition und Fortpflanzungserfolg .....	110
Weitergabe des Nests .....	112

Treue zur Nahrungsquelle .....	113
Suche nach seltenen Nahrungsquellen .....	113
Kundschafterinnenverhalten .....	114
Fehler beim Rekrutieren .....	115
3.3 Voraussetzungen, die Nischengestaltung begünstigen .....	117
Wenn Nachbarn Verwandte sind .....	118
Monopolisierung einer Nahrungsquelle .....	118
3.4 Ein Blick zurück .....	119
<b>4. Der Gesellschaftsvertrag .....</b>	<b>120</b>
4.1 Entstehung von Gesellschaften .....	123
4.2 Gesellschaftliche Vereinbarungen .....	128
4.3 Entstehung von Altruismus .....	130
Gruppenselektion .....	133
Inklusive Fitness .....	135
Geschlechterverteilungen .....	139
Vorbehalt bezüglich der Theorie der Geschlechterverteilung .....	146
Polyandrie und Polygynie .....	147
4.4 Soziale Leistungen .....	149
4.5 Ein Blick zurück .....	152
<b>5. Der Superorganismus .....</b>	<b>153</b>
5.1 Darwins Theorie des Superorganismus .....	156
5.2 Wheelers Superorganismus .....	158
Die biogenetische Grundregel .....	159
Die Keimplasmatheorie .....	162
5.3 Termiten-Superorganismen .....	163
5.4 Der Geist des Bienenstocks .....	164
5.5 Superorganismus – ein Konzept kommt aus der Mode .....	165
5.6 Das Konzept wird wieder modern .....	166
5.7 Honigbienenvölker als Wheelersche Superorganismen .....	167
5.8 Ein Blick zurück .....	170

<b>6. Fortpflanzungskonkurrenz</b> .....	171
6.1 Der Lebenszyklus eines Honigbienenvolkes .....	173
6.2 Fortpflanzungskonkurrenz im Superorganismus .....	174
Konkurrenzkampf zwischen den Drohnen .....	174
Konkurrenzkampf zwischen den Arbeiterinnen und der Königin .....	175
Konkurrenzkampf nach dem Verlust der Königin .....	177
<i>Die Königin wird durch Nachschaffung ersetzt</i> 177   <i>Die Königin stirbt</i> <i>eines natürlichen Todes, und das Volk ersetzt sie</i> 179   <i>Das letale</i> <i>Legestadium der Arbeiterinnen</i> 180   <i>Falsche Königinnen</i> 185   <i>Wieder mit richtiger Königin</i> 186	
6.3 Sozialparasitismus bei der Kapbiene .....	189
6.4 Krankheit im Superorganismus .....	195
6.5 Ein Blick zurück .....	198
<b>7. Wie ein Superorganismus entsteht</b> .....	199
7.1 Wie eine Arbeiterin «gemacht» wird .....	201
7.2 Die Eierstöcke und das Verhalten von Arbeiterinnen .....	204
7.3 Wie Arbeiterinnen und wie Königinnen sich entwickeln .....	209
7.4 Wie die Selektion von Völkern die Eigenschaften von Superorganismen ausbildet .....	215
7.5 Wie komplexes Sozialverhalten entsteht .....	221
Verhaltensänderungen .....	221
Reaktionsschwellen und soziale Organisation .....	223
7.6 Ein Blick zurück .....	227
<b>8. Wie sich ein Superorganismus entwickelt</b> .....	228
8.1 Ein Selektionsexperiment .....	230
Der Volkstyp .....	231
Selektion auf Volksebene .....	232
Larvenentwicklung – ein Soziogenom .....	234
Regulierung der Menge an eingelagertem Pollen .....	235
Gene .....	240
8.2 Umbau einer Gesellschaft .....	241
8.3 Ein Blick zurück .....	242

<b>9. Das Lied der Königin</b> .....	243
9.1 Ausfliegen .....	243
9.2 Der Hochzeitsflug .....	248
9.3 Sperma speichern und verwenden .....	260
9.4 Das Ende vom Lied .....	269
9.5 Neues Leben beginnt .....	270
9.6 Ein Blick zurück .....	272
<b>Nachwort</b> .....	274
<b>Bildnachweis</b> .....	279
<b>Quellen</b> .....	281
<b>Anmerkungen</b> .....	296
<b>Register</b> .....	297

## Vorwort

Alexander von Humboldt erforschte an der Wende zum 19. Jahrhundert, von 1799 bis 1804, Südamerika. Fünf Jahre lang reiste er kreuz und quer durch Neuspanien, von Venezuela bis Peru, erkundete die Flusssysteme des Amazonas und erklimmte die höchsten Gipfel der Anden. Und gemeinsam mit seinem Reisegefährten Aimé Bonpland dokumentierte er mit umfangreichen Pflanzensammlungen, 4000 Seiten Tagebuchnotizen sowie gemalten Darstellungen der Wunder, denen er begegnete, die Naturgeschichte des Kontinents. Humboldt, Kind des Zeitalters der Vernunft und der Aufklärung, war ein Universalgelehrter. Seine Kenntnis der Naturgeschichte und seine Beherrschung des Wissens seiner Zeit waren ebenso atemberaubend wie die zahllosen Beiträge, mit denen er mehrere neue wissenschaftliche Disziplinen begründete. Er veröffentlichte seine Beobachtungen in einer umfangreichen fünfbändigen Sammlung von Vorlesungen, dem *Kosmos* (1845–1862). Das 1814 erschienene Werk *Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent* wies Humboldt als den bedeutendsten Forscher-Wissenschaftler seiner Zeit aus und inspirierte Charles Darwin auf seiner fast fünfjährigen Weltumsegelung an Bord der HMS *Beagle*.

Humboldts berühmtestes Buch jedoch war *Ansichten der Natur* von 1808, eine Zusammenstellung von Kurzfassungen einiger Teile des (später erschienenen) *Kosmos*. *Ansichten der Natur* ist ein höchst bemerkenswertes Werk. Die Kapitel behandeln Themen, die als «Ansichten» im doppelten Sinne präsentiert werden: Sie geben Gesehenes wieder und äußern Meinungen darüber. In jedem Kapitel, ja in jedem Absatz und sogar in einzelnen Sätzen verwebt Humboldt Beobachtungen aus Geologie, Geographie, Botanik, Zoologie, Ökologie, Atmosphärenforschung und Anthropologie miteinander auf nahtlose Weise. Humboldt appellierte an bildende Künstler, die Natur zu studieren und sie zu malen, weil er glaubte, Maler und Schriftsteller könnten mehr dazu beitragen, das Verständnis von Natur und Naturwissenschaft zu fördern, als die spezialisierten Wissenschaftler. Er plädierte dafür, die Wissenschaft durch populärwissenschaftliche Literatur

der Öffentlichkeit nahezubringen. Edwin Church nahm die Herausforderung an und malte sein wunderbares Bild *The Heart of the Andes* (Das Herz der Anden), nachdem er Humboldts Wege in Südamerika nachgegangen war. Wenn Sie das 1,7 mal 3 Meter große Gemälde betrachten, das erstmals 1859 ausgestellt wurde und heute im New Yorker Metropolitan Museum of Art hängt, werden das Format des Bildes, aber auch sein Reichtum an Details Sie in den Bann ziehen. Es stellt die komplexe Ökologie eines der Phantasie des Malers entsprungenen Gebirgsflusses im Herzen der Anden dar. Church hat keine existierende Örtlichkeit abgebildet, sondern eine ökologisch korrekte Komposition einer Andengegend geschaffen, in die die geologischen, botanischen und anthropologischen Gegebenheiten der Region verwoben sind. Je länger Sie das Bild betrachten, umso mehr filigran gemalte Details werden Sie entdecken.

Vor 25 Jahren wollte mein Freund und Mentor Harry Laidlaw ein Lehrbuch über die Biologie der Honigbiene schreiben. Ich sollte Koautor des Textes werden. Also setzten wir uns zusammen und skizzierten das Buch, indem wir für jedes Kapitel eine Gliederung erstellten. Der geplante Aufbau entsprach einem typischen Lehrbuch, mit geschichteten Ebenen des Wissens über die biologische Organisation: Biogeographie, Systematik, Anatomie, Physiologie und Verhalten, am Schluss ein Kapitel über Bienenzucht. Aber der Aufbau ähnelte stark dem des hervorragenden Buches *The Biology of the Honey Bee* von Mark Winston, das 1987 bei der Harvard University Press erschienen war. Ich fand, dass wir kein weiteres bräuchten, und das finde ich immer noch. Ich glaube aber, dass wir ein anderes Buch über die Biologie der Honigbiene brauchen, und habe daher versucht, wie Humboldt ein wissenschaftliches Buch zu schreiben, das nicht hierarchisch gegliedert ist, sondern um interessante Themen herum grundlegende wissenschaftliche Informationen vermittelt und wie Church ein Bild malt, das eine von den Kapitelüberschriften bezeichnete Sichtweise darstellt.

Ich möchte, dass die Leseerfahrung eher dem Erwerb biologischer Kenntnisse anhand von Fallstudien ähnelt als dem Studium eines normalen Lehrbuchs, bei dem das dargestellte Wissen Schicht für Schicht erschlossen wird. Meine Zielgruppe sind nicht die Fachleute (die das Buch trotzdem informativ finden könnten, glaube ich), sondern Menschen, die über biologische Grundkenntnisse verfügen und Bienen faszinierend finden, vielleicht

sogar ausgebildete Hobby-Imker sind (davon gibt es viele) oder Studenten oder Doktoranden mit Interesse an der Thematik.

Ich habe es maßgeblich meinem guten Freund Bert Hölldobler zu verdanken, dass ich für 2017/18 ein Stipendium der Carl Friedrich von Siemens Stiftung erhielt. Bert meinte, ich sollte während dieses Jahres ein Buch über die Honigbiene als Superorganismus schreiben. Ich hatte auf den Begriff des Superorganismus während des größten Teils meiner Laufbahn in meinen Arbeiten bewusst verzichtet, weil mir nicht klar war, was er als Metapher oder Modell für die soziale Evolution wirklich bedeutete, und weil er für einige Soziobiologen und Philosophen der Biologie fast alles und für andere fast nichts umfasste. Bert hat mich aber in den letzten Jahren davon überzeugt, dass es sich um einen nützlichen Begriff handelt, der einem Großteil unserer Arbeit in der Soziobiologie der Insekten den Rahmen gegeben hat, wie auch davon, dass meine eigene Forschung ein Beispiel dafür ist, wie Superorganismen sich entwickeln. Nun, ich habe zwar kein Buch über die Honigbiene als Superorganismus geschrieben, aber der Begriff steht im Zentrum der Hälfte dessen, was ich im Folgenden dargestellt habe.

Die Kapitel wurden ursprünglich als eigenständige Essays zu wichtigen Themen der Biologie geschrieben und um meine Ansichten zu diesen Themen herumgebaut. Sie knüpfen nicht nahtlos aneinander an und sollen es auch nicht. Mein Hauptziel ist die Vermittlung von Erkenntnissen der Biologie; die Themen sollen das Interesse des Lesers wecken. Das Konzept der Ansichten im Sinne Alexander von Humboldts verbindet die Kapitel. Drei der ursprünglichen Essays habe ich in jeweils zwei Teile aufgeteilt (Kapitel 1–2, 5–6, 7–8), um dem Leser die Orientierung in der Fülle der Informationen zu erleichtern.

Während des Schreibprozesses gliederte das Buch sich von selbst logisch in Naturgeschichte (Kapitel 1–3) und soziale Evolution (Kapitel 4–8, Nachwort). Es beginnt damit, dass es die Bienen als Landschaftsmaler behandelt. Ich komme der Aufforderung Humboldts nach, die Naturgeschichte mit den Augen eines bildenden Künstlers zu betrachten. Ich bin kein bildender Künstler, versuche aber in den Kapiteln 1 und 2, ein Bild im übertragenen Sinne zu malen: ein Bild der Verwandlung der Erde durch die Bienen, die vor etwa 120 Millionen Jahren in einen koevolutionären Tanz mit Blütenpflanzen gerieten, der die bis dahin von Braun und Grün dominierte Erde

bis heute immer wieder aufs Neue zu einer kaleidoskopischen Farbpalette macht. In Kapitel 3 stelle ich die Honigbienen als Umweltgestalter dar, die sich eine schützende Nestumgebung konstruieren und durch ihre Bestäubungsaktivitäten die Nischen vieler Pflanzen und Tiere ihrer gemeinsamen Umwelt mitgestalten. Kapitel 3 ist das längste, weil es am meisten Biologie enthält. Ich habe versucht, es ebenfalls in zwei Kapitel zu unterteilen, aber es ist mir nicht gelungen.

Die Kapitel 4–8 stellen Insektenvölker als Superorganismen dar. Kapitel 4 betrachtet Insektengesellschaften durch die Brille der politischen Philosophie. Ich vergleiche die soziale Organisation von Insekten locker mit den Gesellschaftsverträgen menschlicher Gemeinschaften. Ich erörtere die Entstehung von Altruismus im Kontext eines Gesellschaftsvertrags, den die Sozialgeschichte von Populationen in die genetische Ausstattung der Individuen einschreibt. In den Kapiteln 5 und 6 untersuche ich die Metapher des Superorganismus: wie der Begriff definiert und verwendet wurde, wo er versagt und wo er meiner Ansicht nach heute nützlich ist. Kapitel 7 zerlegt den Superorganismus der Honigbienen in die Mechanismen, die eine Ansammlung einzelner Bienen in ein Volk verwandeln, das wie ein Organismus funktioniert. In Kapitel 8 stelle ich die Ergebnisse meiner eigenen Forschungen vor, bei denen ich die von Menschen unterstützte Selektion als Analogon zur natürlichen Selektion behandelt habe, um eine Vorstellung zu erhalten, wie Superorganismen sich weiterentwickeln können.

Kapitel 9 beschreibt den wichtigsten Prozess eines Superorganismus: die Fortpflanzung. In diesem Kapitel schwärmt ein Honigbienenvolk aus und bringt eine Ersatzkönigin hervor, die sich paaren und zur Trägerin der Keimbahn des Volkes werden muss. Das Kapitel endet mit der Geburt einer Arbeiterin, die zwei Generationen des Superorganismus miteinander verbindet.

Humboldt hatte am Ende jedes Kapitels ausführliche Anmerkungen gemacht, um seine Thesen zu untermauern. Ich habe das nicht getan. Stattdessen habe ich viele Artikel und Bücher aufgelistet, die ich als Quellen verwendet habe. Alle wissenschaftlichen Behauptungen, die ich vorstelle, einschließlich der Statistiken und konkreten Daten, die ich nenne, sind vollständig belegbar und wurden überprüft und verifiziert. Was meine Ansicht, meine Meinung ist, dafür bin ich verantwortlich. Das meiste, was ich

darstelle, ist aber zentrale Lehrmeinung des Fachgebiets; wo es sich nicht um eine solche handelt, weise ich darauf hin. Dass ich hinter Humboldt weit zurückbleibe, ist mir klar und ist nicht verwunderlich.

Ich bin vielen zu Dank verpflichtet. Zuerst danke ich Bert Hölldobler. Bert ist ein großartiger Freund, Kollege und Mentor und vor allem ein starker Unterstützer meiner Bemühungen und meiner wissenschaftlichen Laufbahn. Ich danke der Alexander von Humboldt-Stiftung für den Humboldt-Forschungspreis, der mir 1995 verliehen wurde, und der Carl Friedrich von Siemens Stiftung für das Stipendium, das ich 2017 erhielt. Die beiden Institutionen machten mich mit Humboldt bekannt und öffneten mir im Laufe der Jahre viele Türen, wodurch ich die Möglichkeit erhielt, in Deutschland und den Vereinigten Staaten mit vielen hervorragenden Kollegen zusammenzuarbeiten. Die Siemens Stiftung schenkte mir ein von allen Sorgen und Verpflichtungen freies Jahr, so dass ich mich auf das Schreiben dieses Buches konzentrieren konnte. Ich danke auch den Sponsoren und Organisatoren der jährlich am 8. November stattfindenden Veranstaltungen des Falling Walls Circle in Berlin. 2017 waren die Teilnehmer aufgefordert, darüber nachzudenken, wie sie dazu beitragen können, die Informationslücke zwischen der Wissenschaft und dem Kenntnisstand der breiten Öffentlichkeit zu verkleinern. Ich versprach, es mit diesem Buch zu versuchen, und hoffe, es ist mir gelungen.

Richard Platt las eine frühe Version des Manuskripts, machte Vorschläge und unterstützte mich mit viel Zuspruch. Richard ist pensionierter Förster und Hobby-Imker, gehört also zu meiner Zielgruppe. Peggy Coulombe half mir bei der Redaktion und bereitete das Manuskript für die Abgabe vor.



# 1. Umweltkünstler

Dass ich Maler geworden bin,  
verdanke ich vielleicht den Blumen.

*Claude Monet*

Die Bilder des impressionistischen Malers Claude Monet berühren uns – nicht zuletzt mit ihren Farben. Seine lebenssprühenden Landschaften voller Wildblumen und seine Gutsgärten ziehen uns mit Pinselstrichen, die Klecksen und Schmierspuren ähneln, in ihren Bann. Wie Monet, so malen auch Bienen unsere Umwelt – die Landschaft ist ihre Leinwand, die Blütenpflanzen sind ihre Pigmente, ihre Nahrungssuche hinterlässt die Pinselstriche. Ich bin im Central Valley in Kalifornien aufgewachsen. In jedem Frühling sind die Ausläufer der Sierra Nevada mit Mohnblumen, Lupinen, Senf und Asten in Gold, Lila und Gelb bemalt und ähneln einem impressionistischen Gemälde – Folge von 250 Millionen Jahren Koevolution von Pflanzen und den Insekten, die sie bestäuben.

## 1.1 Die Koevolution von Blütenpflanzen und Bienen

Vor dem Aufkommen der Blütenpflanzen sah die Landschaft trist aus. Die ersten Pflanzen eroberten das Land vor mehr als 450 Millionen Jahren. Arten von Farnen, Schachtelhalmen, Bärlappgewächsen und anderen «primitiven», nicht samenbildenden, nicht blühenden Pflanzen dominierten. Die Erde war mit einer Palette aus Grün- und Brauntönen bemalt. Die ersten Samenpflanzen, etwa 100 Millionen Jahre später, waren Nacktsamer; aus ihnen wurden schließlich die Nadelbäume, die die Erde mit riesigen Wäldern bedeckten. Die ersten Blütenpflanzen, die Angiospermen, traten vielleicht schon vor 250 Millionen Jahren auf. Ihr Erscheinen führte zu einer explosionsartigen Entstehung neuer Pflanzenarten, die sich an die sie bestäubenden Insekten, meist Käfer und kurzzüngige Fliegen, anpassten. Stellen Sie sich vor, wie die Landschaft sich veränderte: Zunächst bewachsen von nicht samenbildenden Pflanzen mit blütenlosen, nicht identifizierbaren

Fortpflanzungsorganen und windbestäubten Nadelbäumen mit Fortpflanzungszapfen, wurde die Erde zu einem Planeten voller Blüten in leuchtenden Farben. Diese Veränderung erfolgte jedoch nicht auf einen Schlag. Die ersten Blüten waren weder groß noch farbenfroh, und sie waren von Strukturen wie den Kätzchen umgeben, die heute bei Weiden, Birken und Eichen zu finden sind. Aber von Anfang an waren die neuen, blütenbildenden Pflanzen auf Bestäubung durch Insekten angewiesen. Insekten gab es schon mehr als 200 Millionen Jahre länger als Blütenpflanzen, und sie waren zahlreich und bereit, die floralen und vegetativen Teile zu fressen und sie – zu einem hohen Preis für die Pflanze – zu bestäuben.

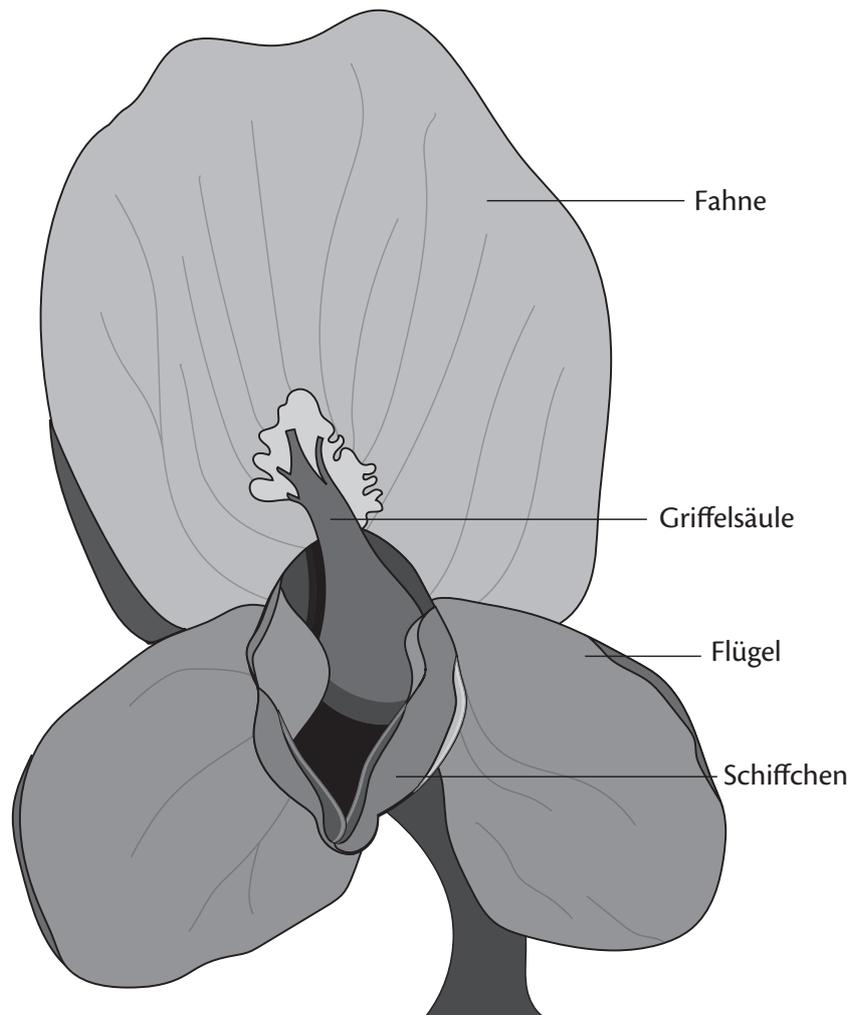
Die Entstehung neuer blühender Arten war jedoch quantitativ nicht zu vergleichen mit dem, was sich vor 125 Millionen Jahren ereignete. Im Fossilienbestand ist diese an einer neuen Art von Pollen erkennbar, die mehr Poren haben. Durch sie keimt das Pollenkorn und lässt einen Schlauch wachsen, durch den es Erbinformationen an die Eizellen weitergibt; ein fruchtbarer Samen entsteht. Da es ungefähr zur selben Zeit die ersten Bienen gab, kam es zu einer explosionsartigen Vermehrung neuer Bienen- und Pflanzenarten. Innerhalb kurzer Zeit lösten die Blütenpflanzen die Nadelbäume als dominierende Pflanzenarten auf der Erde ab. Heute gibt es schätzungsweise mehr als 350 000 Arten, von denen 74 bis 94 Prozent auf irgendeine Art von Bestäubung durch Tiere angewiesen sind. Von den schätzungsweise 25 000 existierenden Bienenarten sind mehr als 16 000 beschrieben worden. Die große Mehrheit der Arten besteht aus solitär lebenden Tieren, nur etwa 6 Prozent sind sozial, das heißt die Tiere leben in Völkern. Von ihnen sind die Honigbienen für den Menschen die wichtigsten.

Die explosionsartige Entstehung neuer Blütenpflanzen- und Bienenarten vor 125 Millionen Jahren war für Charles Darwin ein großes Problem. In einem Brief, den er 1879 an einen Freund, den Botaniker Joseph Dalton Hooker, schrieb, bezeichnete er das Faktum als «abscheuliches Mysterium». Seine Theorie basierte auf der Annahme, dass Evolution durch natürliche Selektion dreierlei voraussetze: (a) die Existenz von Varianten von Merkmalen wie Blütenstruktur und Pollenkornmorphologie, genauer (b) die Existenz von Varianten, die sich in irgendeiner Weise auf das Überleben und/oder den Fortpflanzungserfolg der mit diesen Merkmalen ausgestatteten Individuen auswirken und es ihnen ermöglichen müssen, mehr Nach-

kommen zu hinterlassen, sowie (c) Erbllichkeit – die Eltern müssen die Merkmale an ihre Nachkommen weitergeben. Sind diese drei Bedingungen erfüllt, werden die vorteilhaftesten Merkmale in jeder folgenden Generation stärker vertreten sein – die Population wird sich weiterentwickeln. Für Darwin war das ein Prozess, der sich in kleinen Schritten und mit eiszeitlichem Schnecken tempo über geologische Zeiträume hinweg vollzog. Dass es, wie am Fossilienbestand ablesbar, «plötzlich» zur Entstehung zahlloser neuer Arten gekommen war, verlieh den Argumenten der Kreationisten seiner Zeit ein wenig Überzeugungskraft und ließ Zweifel an der Richtigkeit seiner These, Evolution vollziehe sich immer nur schrittweise, aufkommen. Darwin löste das Problem, zumindest zu seiner eigenen Zufriedenheit, indem er wechselseitige Anpassung (Koadaptation) postulierte: Die explosionsartige Entstehung neuer Arten sei Folge der Weiterentwicklung der engen Beziehungen zwischen den Pflanzen und den sie bestäubenden Insekten. Darwin glaubte, diese Koadaptation könne das Auftreten neuer Arten erheblich beschleunigen.

### **Anpassungen der Blüten**

Die große Vielfalt an Arten und Blütenstrukturen, die wir heute feststellen können, verdankt sich Anpassungen an verschiedene tierische Pollenüberträger und den verschiedenen Weisen, in denen sich Pflanzen denselben Überträgern angepasst haben. Die Pflanzen machen von Farben, Formen und Düften Gebrauch, um potentielle Bestäuber auf sich aufmerksam zu machen, und locken diese mit Nektar und Pollen als Kohlenhydrat- und Proteinbelohnung. Ihre Staubgefäße mit den pollenbeladenen Staubbeuteln und dem Stempel mit seiner klebrigen Narbe, die immer bereit ist, Pollenkörner zur Befruchtung ihrer Eizellen und zur Weitergabe ihrer Gene an andere Pflanzen festzuhalten, positionieren sie so gut wie möglich. Zum Beispiel hat sich die Symmetrie vieler Blüten wie bei Gartenerbsen und Löwenmäulchen wahrscheinlich als Reaktion auf die Besuche von Bienen entwickelt (Abbildung 1.1). Die Blütenblätter der Pflanzen bieten Bienen Plattformen, auf denen sie landen und die Nektarien untersuchen können; dabei geraten Pollenkörner auf die Biene und von der Biene auf die Narbe des Stempels – so geschieht Bestäubung.



**Abbildung 1.1** Zeichnung einer Luzerneblüte. Luzerneblüten werden hauptsächlich von Bienen bestäubt. Der Auslösemechanismus ist eine Anpassung, mit der die Pflanze die Biene mit Pollen überschüttet und gleichzeitig Pollen, der sich am Körper der Biene befindet, aufnimmt. Mit diesem Pollen wird sie bestäubt. Die Teile, die sich zu diesem Zweck entwickelt haben, sind die Griffelsäule und das Schiffchen. Die Griffelsäule mit den pollenhaltigen Staubbeuteln, den männlichen Teilen, und dem Griffel, der die weiblichen Fortpflanzungsteile enthält, wird federgespannt im Schiffchen festgehalten, bis der Mechanismus von einer Biene, die die Nektarien untersucht, ausgelöst wird. Die anderen Blütenblätter, die Fahne und die Flügel, wurden modifiziert, um Bienen anzulocken.

Die Palette der Natur, der die Farben zur Bemalung der heutigen Landschaften der Erde entnommen werden, umfasst das Spektrum von Ultraviolett bis Rot (Rot exklusive) und von Violett bis Gelb. Das ist das Sehspektrum der Bienen. Ihr Farbsehen unterscheidet sich von unserem darin, dass sie Ultraviolett sehen können (wir nicht), wir aber Rot sehen können (sie nicht). Bienen haben drei Arten farbempfindlicher Photorezeptoren.

Jede der drei ist für eine andere Lichtfrequenz am empfindlichsten. Experimente haben gezeigt, dass Honigbienen mit diesen Photorezeptoren leicht zwischen Ultraviolett, Violett, Blaugrün, Gelb und Purpur, einer Kombination aus Gelb und Ultraviolett, unterscheiden können. Unser Purpur wird durch Mischen von Rot und Blau gewonnen – aus den Extremen *unseres* Spektrums des Farbsehens. Da Bienen schon vor dem Aufkommen der Angiospermen Farben sehen konnten, verdankten sie diese Fähigkeit nicht der Anpassung an die Blütenfarben, die es seit der Artenexplosion der Angiospermen auf der Erde gab und gibt. Die Fähigkeit zum Farbsehen haben alle Hautflügler – Ameisen, Wespen und Bienen – und scheint uralten Ursprungs zu sein. Die Pflanzen haben sich dem Farbsehen der Bienen angepasst und nutzen sogar die für uns unsichtbare Ultraviolettreflexion, um Sammlerinnen den Weg zu den zuckerreichen Nektarien zu weisen.

Nehmen wir uns einen Augenblick Zeit, um darüber nachzudenken, wie wir unsere Welt sehen. Farbe gibt es nicht. Die Welt ist farblos. Farbe ist unsere Schöpfung, gemalt in unseren Köpfen von elektrischen Impulsen aus unseren Augen. Licht ist elektromagnetische (EM) Energie, die auf unsere Erde trifft und hauptsächlich von unserer Sonne kommt. Es ist ein Kontinuum von Wellen unterschiedlicher Länge, von denen nur einige innerhalb des für uns sichtbaren Bereiches von ungefähr 380–800 Nanometer liegen. Unter dem für uns sichtbaren Bereich liegen Röntgenstrahlen und Ultraviolett, über ihm liegen Infrarot, Mikrowellen und Radiowellen, die alle ebenfalls Teile des EM-Spektrums sind. Wir sehen Farben von Violett bis Rot, weil unsere Augen in der Netzhaut verschiedene Photorezeptoren haben, die darauf abgestimmt sind, EM-Energie bestimmter Frequenzbereiche zu absorbieren und in elektrische Impulse umzuwandeln, die dann in das integriert werden, was wir als Farbe wahrnehmen. Die Objekte in unserer Umgebung absorbieren die elektromagnetische Energie einiger Wellenlängen und reflektieren den Rest, von dem dann ein Teil in unsere Augen gelangen kann. Wenn diese Wellen die richtige Länge haben, malen sie Bilder im Okzipitallappen, dem visuellen Kortex unseres Gehirns. Schönheit liegt tatsächlich im Auge (und im Gehirn) des Betrachters.

Forscher haben kartographisch dargestellt, welches Licht Blüten in natürlichen Landschaften mehrerer Kontinente reflektieren, und wiederholt gezeigt, dass die Farbverteilung von Blüten der Farbempfindlichkeit von

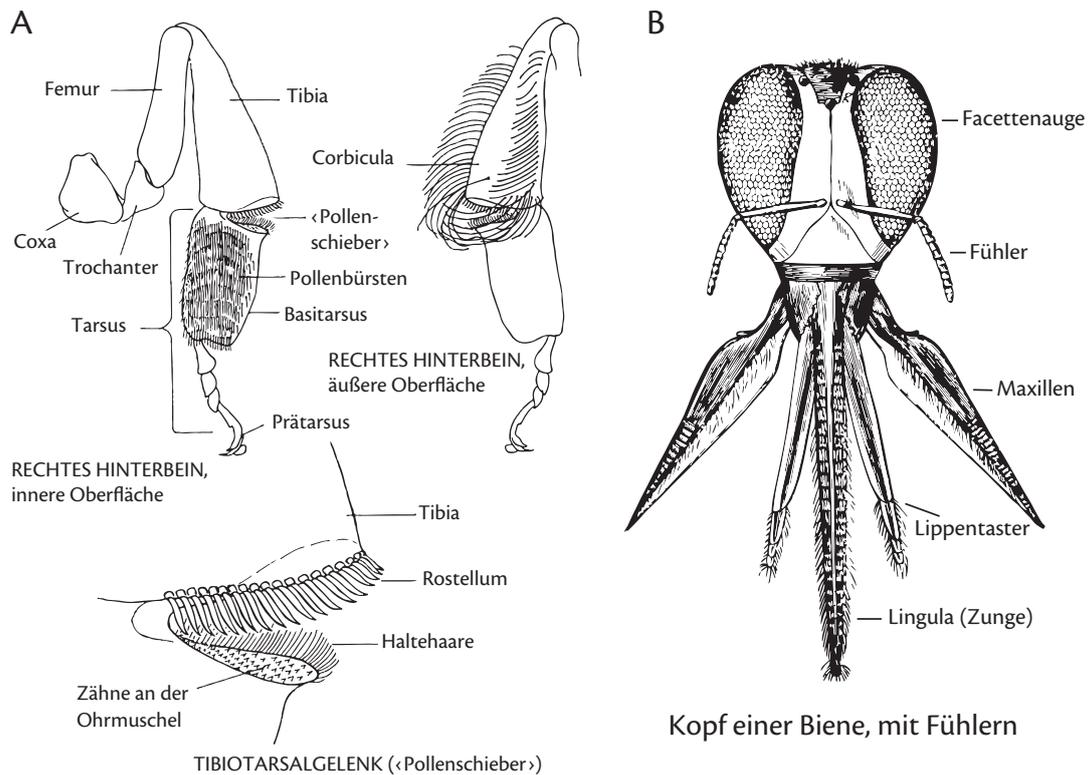
Bienen entspricht, nicht aber der von Vögeln, Schmetterlingen und Fliegen, anderen wichtigen Pflanzenbestäubern. Das beweist, dass in der Tat die Bienen die Monets der Natur sind. In erster Linie sind sie für die Evolution der Blütenformen und -farben verantwortlich, und sie vor allem bestäuben die Pflanzen und säen die Samen auf den Landschaften um uns herum.

### **Anpassungen der Bienen**

Die Bienen haben sich auch den Blüten angepasst. Die Honigbiene ist ein Musterbeispiel für die Anpassung von Anatomie, Physiologie und Verhalten. Die wechselseitige Anpassung von Blüten und Honigbienen erfolgte über Millionen von Jahren in einem dialektischen Tanz der Suche nach einer Lösung, die die Bestäubung der Pflanzen und die Nahrungsausbeute der Bienen maximiert.

#### ***Anatomisch***

Bienen weisen anatomische Anpassungen auf, die speziell zum Sammeln von Nektar und Pollen dienen. Der Rüssel einer Biene geht auf modifizierte Mundwerkzeuge, die paarigen Maxillen und das Labium, zurück und ist ein strohhalmähnlicher Apparat zum Untersuchen der Nektarien und zum Entnehmen von Nektar. Bienen sind mit verzweigten, buschigen Haaren bedeckt, die beim Sammeln von Pollen helfen. Wenn eine Biene durch die Luft fliegt, laden sich die Haare elektrostatisch auf, so dass sie, wenn das Tier sich auf einer Blüte befindet, losen Pollen von den Staubbeuteln wie Magneten anziehen. Pollenkörner bleiben in den verzweigten Haaren auch hängen oder an ihnen haften, wenn die Biene nach Nektar sucht oder aktiv Pollen sammelt. Sobald sie ganz mit Pollen bedeckt ist, bürstet sie ihn mit ihren ersten beiden Beinpaaren (Insekten haben drei Beinpaare) von ihrem Leib zu den speziell für die Aufnahme der Körner modifizierten Hinterbeinen hin. Jedes Hinterbein hat einen Pollenkamm, einen Pollenschieber und eine Corbicula (Abbildungen 1.2 und 1.3) an der Außenseite, wo der Pollen – wie bei allen Pollensammlerinnen – zu dichten Kugeln gepackt wird.



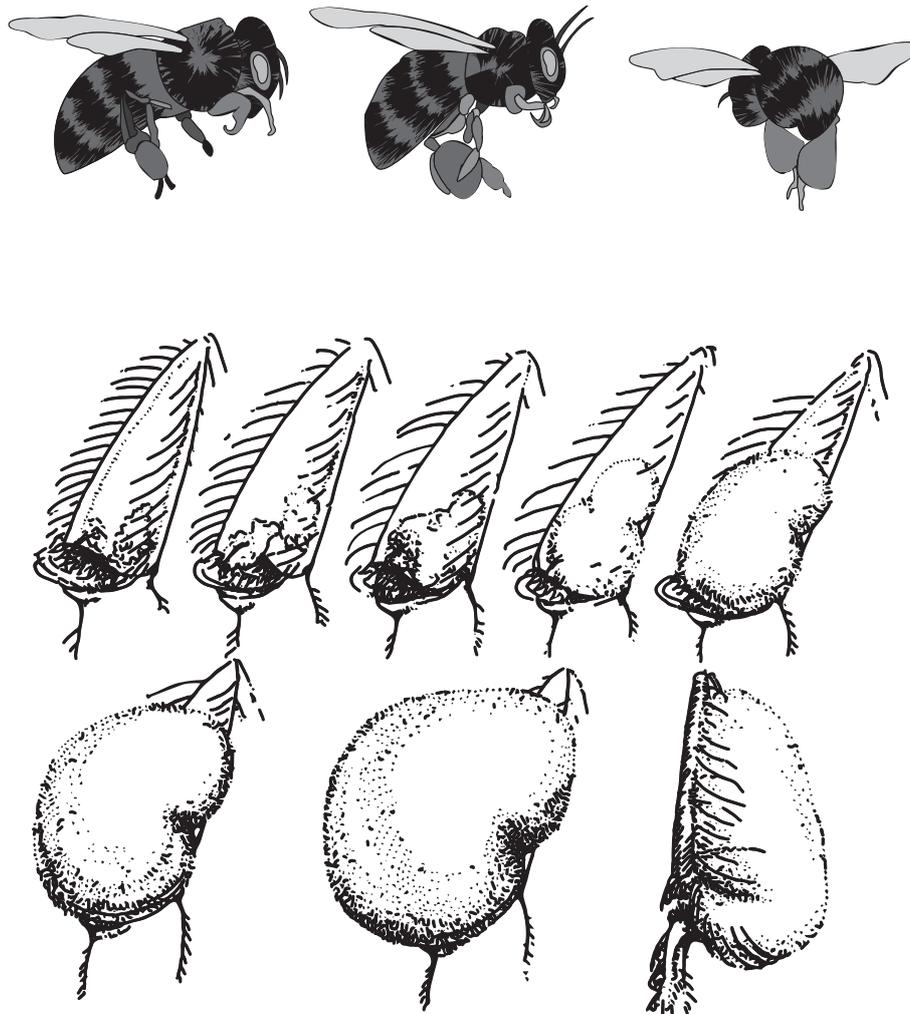
**Abbildung 1.2** Anpassungen von Bienen an Blüten. Tafel A: Anpassungen des Hinterbeins zu dem Zweck, den Pollen vom Leib zu bürsten und ihn für den Transport von den Blumen zum Nest in die Pollenkörbchen zu packen. Tafel B: Anpassung der Mundwerkzeuge durch Modifikation derselben zum Rüssel der Biene – teils Zunge, teils Strohhalm –, der dazu verwendet wird, die Nektarien der Blüten zu untersuchen und den Nektar aus ihnen zu saugen. Tafel C: Buschige, verzweigte Haare, die den Körper einer Biene bedecken. Die verzweigten Haare sind Anpassungen zum Sammeln von Pollen. Die Pollenkörner verfangen sich in ihnen oder bleiben an ihnen als Folge von Schwankungen in den elektrostatischen Ladungen der Haare haften; später werden sie abgebürstet und in die Pollenkörbchen gepackt.

### ***Physiologisch***

Die wichtigsten Zucker im Nektar sind Sucrose, Glucose und Fructose. Honig enthält vor allem Glucose und Fructose. Bei der Herstellung von Honig muss die Sucrose in diese beiden Zucker umgewandelt werden. Honigbienen haben dafür ein spezielles Enzym, Invertase. Sie fügen dem Honig auch Enzyme hinzu, die Säuren bilden; diese tragen zur Konservierung des Honigs bei. Pollen ist eine Proteinquelle. Die harte Außenschale ist schwer verdaulich, für Menschen sogar unverdaulich. Die Körner haben aber besondere Poren, die es ermöglichen, dass die Schale mit einem speziellen Enzym verdaut werden kann, wodurch das Protein frei wird. Bienen produzieren dieses Enzym.

### ***Lernen***

Pflanzen haben Blüten mit speziellen Farben, Formen und Düften entwickelt, die Bienen anziehen. Honigbienen haben die Fähigkeit entwickelt zu lernen, wo Blüten zu welcher Tageszeit ihre Zucker- und Proteinbelohnungen abgeben und welche Form und welche Farbe diese Blüten haben und wie sie duften. Diese Kombination von Eigenschaften verbindet Bienen und Blütenpflanzen. Die Pflanzen sind darauf angewiesen, dass Pollen von Blüten derselben Art auf der Narbe abgelegt wird. Sie brauchen Bestäuberinnen, die zumindest auf einem einzigen Ausflug zur Futtersuche einer bestimmten Pflanzenart treu sind. Honigbienen lernen, welche Merkmale eine Blütenpflanze hat, und legen hohe Sammeltreue zu bestimmten Arten oder Abarten an den Tag, wodurch sie das genannte Bedürfnis der Pflanze befriedigen. Das können sie jedoch nicht, wenn, wie bei kommerziellen Nutzpflanzen, etwa Mandeln, Kreuzbefruchtung notwendig ist. Mandelbäume gibt es in verschiedenen Abarten. Die Produktion ihrer Samen (Nüsse) erfordert Kreuzbestäubung – der Pollen und die Blüte, die den Samen hervorbringt, müssen also von unterschiedlichen Abarten stammen. Wenn Sie an einem Obstgarten mit blühenden Mandelbäumen vorbeigehen, können Sie an den Farben der Blüten, die oft mit den Baumreihen wechseln, erkennen, dass hier mehr als eine Abart wächst. Auch Bienen können den Unterschied erkennen, bleiben aber bei der Nahrungssuche eher bei einer Abart. Sie legen den Pollen der Bäume, die sie zuvor besucht haben, also auf nicht empfängliche Narben von Blüten derselben Abart ab,



**Abbildung 1.3** Eine Honigbiene befüllt ihre Pollenkörbchen (Corbicula). Obere Tafel: Bienen befüllen ihre Pollenkörbchen, während sie über der Blüte schweben. Sie «wälzen» sich im Pollen auf den Staubbeuteln der Blüte, heben dann ab und schweben. Mit den Vorderbeinen streifen sie den Pollen vom Leib ab auf die Mittelbeine und befördern ihn von dort mit der Bürste zu den Pollenkörbchen an den Hinterbeinen. Dann pressen sie die Hinterbeine zusammen und packen den Pollen in die Körbchen. Untere Tafel: Das Packen der Körbchen.

wodurch sich ihre «Bestäubungsleistung» verringert. Man nimmt jedoch an, dass sich Bienen, die Blüten unterschiedlicher Abarten besucht haben, nach der Rückkehr zum Stock\* aneinander reiben und dadurch sozusagen

\* Ein Bienenstock ist ein menschengemachtes «kastenförmiges Behältnis, das als Behausung für ein Bienenvolk dient» (Duden). Ein Bienennest dagegen ist eine natürliche Behausung. Vieles von dem, was R. E. Page von Bienenstöcken sagt, gilt auch für Bienennester, und umgekehrt. (Anm. d. Übers.)

«Pollen tauschen». Wenn sie dann zu dem Obstgarten zurückkehren, übertragen sie Pollen von einer anderen Abart als beim vorigen Mal und bewirken auf diese Weise Bestäubung.

Honigbienen lernen *by doing*, durch einen Prozess, der auch als *operantes* oder *implizites Lernen* bezeichnet wird. Wenn sie sich einer Blüte nähern, nehmen sie deren Standort, Farbe, Form und Duft wahr und erkennen die Tageszeit. Sie landen auf der Blüte und kosten, während sie nach Nektar suchen, den Zucker in den Nektarien. Bienen haben Geschmacksrezeptoren sowohl an ihren Tarsen (ihren Füßen) als auch an ihrem Rüssel (ihrer Zunge). Die Merkmale der Blüte verknüpfen sie assoziativ mit der Zuckerbelohnung. Das entscheidende Element dieses sogenannten *assoziativen Lernens* ist die *Vorwärtspaarung* des konditionierten Stimulus, in diesem Fall der Merkmale der Blüte, mit der Nektarbelohnung: Bienen sehen und riechen die Blüten immer schon, bevor sie den Nektar erstmals schmecken. *Rückwärtspaarung*, bei der sie zuerst die Belohnung und danach den Stimulus erhalten, funktioniert nicht. Die Bienen stellen die Assoziation dann nicht her. Bei uns dagegen funktioniert Rückwärtspaarung. Für uns spielt es keine große Rolle, ob wir die Farbe des Oreo-Kekses schon gesehen haben, *bevor* wir ihn erstmals probierten, oder erst *danach*. Wir assoziieren den Geschmack mit der runden Form und der schwarzen Farbe auch im letzteren Fall sehr schnell.

Viele Laborstudien haben gezeigt, dass es einen Zusammenhang gibt zwischen der Frage, ob eine Biene eine Zuckerbelohnung wahrnimmt, und der Lernfähigkeit des Tieres. Ebenso wie uns ist auch Bienen das, was sie als lohnender empfinden, wichtiger als das, was sie als weniger lohnend empfinden, und daher lernen sie es schneller. Wie schnell prägen wir uns die PIN-Nummer einer Kreditkarte ein! Die Zuckerwahrnehmung einer Biene kann mithilfe eines Tests gemessen werden, bei dem das Tier auf einen Stimulus mit dem Strecken seines Rüssels reagiert: Die Biene wird in eine kleine Röhre gesetzt, die ihre Bewegungsfreiheit einschränkt, wobei ihr Kopf aber aus der Röhre herausragt. Dann wird einer ihrer Fühler mit einem kleinen Tropfen Zuckerlösung berührt. Ist die Zuckerkonzentration hoch genug, reagiert die Biene, indem sie den Rüssel streckt (Abbildung 1.4). Das ist ein Reflex wie das Sichstrecken Ihres Beines, wenn ein Arzt leicht mit einem Hammer auf die Patellasehne unterhalb der Kniescheibe schlägt –



**Abbildung 1.4** Reflex der Rüsselstreckung bei einer Honigbiene (Arbeiterin). Die Biene steckt in einer kleinen Röhre. Einer ihrer Fühler wird mit einem Tropfen Zuckerlösung berührt, was eine reflexartige Streckung des Rüssels (der Zunge) auslöst.

Sie können diese Reaktion nicht verhindern. Indem man Bienen Zuckerlösungen mit steigender Konzentration anbietet, kann man ihre einschlägige Reaktionsschwelle bestimmen: Sie liegt auf der Höhe der niedrigsten Zuckerkonzentration, auf die sie reagieren. Bienen mit niedrigeren Reaktionsschwellen schneiden bei Labortests, bei denen es um assoziatives Lernen geht, besser ab. Sie lernen schneller. Die Wahrnehmung einer Zuckerbelohnung variiert aufgrund von Unterschieden des Erbmateri als, des Alters und der Erfahrung bei einzelnen Bienen stark.

### ***Orientierung***

Als «Sammlerinnen an zentral gelegenen Orten»<sup>1</sup> verlassen Bienen ihr Nest, um die Umgebung nach Nahrungsquellen abzusuchen. Mit der gesammelten Nahrung kehren sie zum Nest zurück. Dazu müssen sie in der Lage sein, sich zu orientieren und den Weg zurückzufinden. Eine Reihe von Orientierungsmechanismen hilft ihnen dabei: Sie haben erstens einen Kompass, der sich nach dem Sonnenstand richtet. Wenn Sonnenlicht durch die Atmo-

sphäre dringt, wird es polarisiert. Das Muster polarisierten Lichts am Himmel hängt von dem Winkel ab, unter dem man die Sonne sieht. Bienen haben in ihren Augen spezielle Sensoren, mit denen sie die Muster polarisierten Lichts erkennen. An bewölkten Tagen können sie zwar den Himmel nicht sehen, die Sonne aber trotzdem orten – mithilfe von UV-Licht-Detektoren. UV-Licht durchdringt die Wolkendecke und ermöglicht es so den Bienen, den Sonnenstand als Orientierungsmarker zu nutzen. Bei starker Bewölkung können Bienen zu einer Nahrungsquelle gelangen und zurückfinden, indem sie sich an Punkten orientieren, die sie sich eingeprägt haben. Ist auch das nicht möglich, bleiben sie zu Hause, bis das Wetter sich bessert.

Während die Erde sich dreht, wandert die Sonne über dem Horizont von Ost nach West, was sie zu einem unzuverlässigen Marker macht – es sei denn, man kennt die Tageszeit. Bienen kennen sie. Sie lernen, wie die Sonne über den Himmel geht, und beziehen es auf eine innere Uhr. Dass sie diese Uhr haben, wissen wir, weil wir sie darauf trainieren können, zu bestimmten Tageszeiten auf Nahrungssuche zu gehen. Indem man eine Biene anästhesiert, kann man ihre Uhr anhalten. Wenn sie wieder aufwacht und eine ihr bekannte Futterstation besuchen will, fliegt sie in eine andere Richtung – ihre Route ändert sich entsprechend der verlorenen Zeit. Mit anderen Worten, die Biene interpretiert die Richtung aufgrund des aktuellen Sonnenstands falsch, und zwar um die Zeit verschoben, die sie betäubt war.

Ein weiteres Hilfsmittel zur Orientierung ist ein Wegmesser. Bienen können feststellen, wie weit sie geflogen sind – eine wichtige Fähigkeit, die es ihnen ermöglicht, zum Nest zurückzukehren und eine ertragreiche Nahrungsquelle erneut aufzusuchen. Der Wegmesser basiert auf der sogenannten optomotorischen Reaktion ihres visuellen Systems. Jedes Facettenauge einer Biene besteht aus etwa 6900 sechseckigen Facetten, die Ommatidien genannt werden. Jede Facette hat ihre eigene Linse sowie Pigmente, die Licht auf eine Lichtrezeptorzelle (Retinula) fokussieren. Dadurch ist das Bienenauge extrem bewegungsempfindlich. Wenn eine Biene zu einer Nahrungsquelle und zurückfliegt, lösen die Objekte, die an ihren Augen vorbeifliegen, nacheinander Reaktionen der einzelnen Facetten aus. Der Wegmesser der Biene misst diesen optischen Fluss. Ein hoher optischer Fluss entspricht einer größeren Entfernung, ein niedriger Fluss einer kürzeren

Entfernung. Bienen können zu dem Glauben verleitet werden, sie seien längere oder kürzere Entfernungen geflogen, indem man die Muster der Objekte längs ihrer Flugbahnen manipuliert.

Der Wegmesser sowie die Fähigkeit, mithilfe des Sonnenkompasses und der inneren Uhr von einem Orientierungspunkt aus entlang einer Flugbahn zu einer Nahrungsquelle einen Flugvektor (Richtung und Entfernung) zu bestimmen, sind die grundlegenden Hilfsmittel, mit denen Bienen sich orientieren. Hinzu kommt als letztes Hilfsmittel ein Wegintegrator, der die Kompass- und die Wegmesserinformationen miteinander kombiniert. Es gibt zwei Auffassungen, wie das Orientierungssystem der Bienen mithilfe dieser Werkzeuge funktioniert. Einer Auffassung zufolge prägt sich jede Biene eine bestimmte Anzahl von Orientierungspunkten und Vektoren ein, die zu einer Nahrungsquelle und zurück zum Nest führen, um sich später an sie zu erinnern. Sie fliegt von Orientierungspunkt zu Orientierungspunkt, aktualisiert bei jedem den Flugvektor und gelangt so zu ihrem Ziel. Ich bediene mich eines ähnlichen Systems, um mich in einer neuen Umgebung zu orientieren. Ein Beispiel: Ich verlasse mein Hotel, biege links ab, gehe zur ersten Kreuzung, laufe am Supermarkt vorbei, und im nächsten Gebäude befindet sich das Restaurant. Ich merke mir die Orientierungspunkte und laufe sie in umgekehrter Reihenfolge ab, um zum Hotel zurückzukehren. Ich habe zu diesem Zeitpunkt noch keine Karte von der Gegend im Kopf. Die Wege zu den einzelnen Orientierungspunkten sind voneinander unabhängig. Die alternative Auffassung vom Orientierungssystem der Bienen lautet, dass jede Biene eine kognitive Karte der erkundeten Umgebung hat. Diese Karte hat sich aus der Kombination aller «gemerkten» einzelnen Wege zu Nahrungsquellen ergeben, als umfassende Darstellung der Umgebung der Nahrungssuche; sie entspricht den auf Erfahrung basierenden Karten, die wir im Kopf haben und verwenden, um unseren Weg zu finden. Wir können uns mit einer solchen Karte zum Beispiel alle alternativen Wege vorstellen, die wir nehmen könnten, um zum Lebensmittelladen in unserem Viertel zu gelangen, obwohl wir sie noch nie gegangen sind. Die uns vertrauten Wege sind in eine größere mentale Karte eingetragen. Experimentell festzustellen, ob Bienen wie wir eine kognitive Karte haben, ist sehr schwierig und für Forscher immer noch eine Herausforderung. Könnten wir für einen Tag eine Biene werden, wüssten wir die Antwort.

## *Tanzsprache*

Die erstaunlichste Anpassungsleistung der Honigbienen ist ihre Tanzsprache, mit der sie ihren Nestgenossen Richtung und Entfernung zum Ort ihrer Nahrungssuche mitteilen. Für die Entschlüsselung dieser komplexen Sprache erhielt Karl von Frisch 1973 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin (gemeinsam mit Konrad Lorenz und Nikolaas Tinbergen, die für andere Leistungen ausgezeichnet wurden). Von Frisch hatte gezeigt, dass es sich bei der Tanzsprache der Bienen um eine abstrakte, symbolische Sprache handelt, die in der Tierwelt nur von der menschlichen Sprache übertroffen wird. Letzteres gilt noch immer, zumindest soweit wir bisher die Sprachen anderer Tiere entschlüsseln konnten – aber vielleicht liegt das eher daran, dass unsere Entschlüsselungsfähigkeiten mangelhaft sind, als daran, dass andere Tierarten keine komplexe Sprache hätten. Bienen sprechen ihre Sprache übrigens mit winzigen Gehirnen, die nur etwa 900 000 Neuronen haben (unsere haben 100 Milliarden!). Die Geschichte, wie von Frisch in einem Zeitraum von 60 Jahren die Tanzsprache der Bienen entschlüsselte, ist faszinierend. Ich erzähle sie und stelle zugleich dar, wie diese Sprache funktioniert.

Seine erste Arbeit über die Tanzsprache der Bienen veröffentlichte von Frisch 1923. Die Theorie, die er darin vertrat, wurde als seine *olfaktorische Theorie* bezeichnet. Von Frisch hatte bemerkt, wie viele vor ihm, zumindest seit Aristoteles, dass es mehrere Stunden dauern konnte, bis eine Biene eine Schale mit Honig entdeckte, die er aufgestellt hatte, dass aber schon kurz danach viele Bienen diese Nahrungsquelle belagerten – sie waren von der ersten rekrutiert worden. Von Frisch untersuchte das Phänomen an einem Beobachtungsbienenstock, der es ihm ermöglichte, die Aktivitäten der Bienen im Nest zu verfolgen. Ein Beobachtungsstock besteht aus einer einzigen Schicht von aufeinandergestellten und zwischen Glasplatten eingeklemmten Wabenrähmchen. In einem normalen Stock sind mehrere Waben parallel zueinander angeordnet, so dass es unmöglich ist, die Aktivitäten der Bienen in den inneren Waben zu beobachten, ohne sie erheblich zu stören. Von Frisch stellte seinen Beobachtungsstock auf einem Feld unter einem Schutzdach auf. In seinen frühen Studien trainierte er Bienen, 10 Meter vom Stock entfernte Futterstationen zu finden. Dadurch konnte er die Bienen sowohl an seinem Futterspender als auch im Stock beobachten.

Er bemerkte schnell, dass zurückgekehrte Sammlerinnen zwei Arten von «Tänzen» auf der Wabe aufführten. Die Bienen, die von seinen Futterstationen in 10 Metern Entfernung zurückkehrten, führten einen von ihm so genannten «Rundtanz» auf, während andere einen «Schwänzeltanz» aufführten. Von Frisch nahm an, dass der Rundtanz von Nektarsammlerinnen aufgeführt würde, da alle Bienen, die seine Futterspender mit Zuckerlösung besucht hatten, diesen Tanz aufführten, während der Schwänzeltanz von Pollensammlerinnen aufgeführt würde – er hatte nämlich festgestellt, dass viele der Bienen, die den Schwänzeltanz aufführten, Pollenladungen auf ihren Hinterbeinen hatten. Pollensammlerinnen führen diesen Tanz manchmal auf, wenn sie zum Nest zurückgekehrt sind, laden dann ihren Pollen in Zellen ab und kehren auf die Tanzfläche zurück, um weiterzutanzten. Von Frisch glaubte, die Bienen, die den Schwänzeltanz ohne Pollenladung aufführten, hätten ihren Pollen bereits abgeladen.

---

Mehr Informationen zu diesem und vielen weiteren Büchern aus dem Verlag C.H.Beck finden Sie unter: [www.chbeck.de](http://www.chbeck.de)