

Gudrun Koeniger, Nikolaus Koeniger  
Friedrich-Karl Tiesler

# **Paarungsbiologie und Paarungskontrolle bei der Honigbiene**

221 Abbildungen



## IMPRESSUM

Originalausgabe:

1. Auflage

© 2014 Gudrun Koeniger, Nikolaus Koeniger und Friedrich-Karl Tiesler

Layout-Satz: boesing-design.de

Buschhausen Druck und Verlagshaus – Herten

Printed in Germany

ISBN: 978-3-9815547-4-8

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das Recht der mechanischen, elektronischen oder fotografischen Vervielfältigung, der Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen, des Nachdrucks in Zeitschriften, des öffentlichen Vortrags, der Verfilmung oder Dramatisierung, der Übertragung durch Rundfunk, Fernsehen oder Video, auch einzelner Text - und Bildteile.

Titelfotos: G. und N. KOENIGER, F.-K. TIESLER

Fotos Bienen einzeln: © peter\_waters, © Aleks-© guy-Fotolia.com



3



---

## Widmung

Wo findet die natürliche Paarung von Königin und Drohnen statt? Eine für die Bienenzucht wichtige Frage, die seit den Tagen von Anton Janscha (1775!) auf eine Antwort wartete. Erst in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden dann von Friedrich und Hans Ruttner in Lunz experimentelle Freilanduntersuchungen begonnen und die Suche nach den Paarungsplätzen erfolgreich aufgenommen. Ein solches Unterfangen kann nur gelingen, wenn sich eine große Gruppe von eifrigen Helfern für diese Untersuchungen begeistert. Wir hatten das große Glück, über einige Jahre an diesen Forschungsarbeiten teilzunehmen und dabei zu erfahren, wie ein wissenschaftlich exakt durchgeführter Versuch Antworten auf viele Fragen geben kann.

Friedrich und Hans Ruttner besaßen die große Gabe, komplizierte wissenschaftliche Zusammenhänge verständlich darzustellen. So begeisterten sie viele Imker für ihre Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Paarungsbiologie und führten eine „neue“, wissenschaftlich begründete Zuchtarbeit in die Praxis ein. Die von den Brüdern Ruttner geprägte Leistungsprüfung und Auslese waren und sind bis heute erfolgreich. „Sanftmütige“ und leistungsfähige Bienenvölker als Ergebnis einer gut organisierten Bienenzucht haben europaweit die Imkerei beflügelt und zu einer bemerkenswerten Zunahme der Bienenhaltung in den letzten Jahren beigetragen.

In diesem Sinne widmen wir unser Buch dem Andenken an unsere Lehrer und Freunde Friedrich und Hans Ruttner.

Oberursel im November 2013

Elsfleth im November 2013

Gudrun Koeniger, Nikolaus Koeniger und Friedrich-Karl Tiesler



# Paarungsbiologie und Paarungskontrolle bei der Honigbiene

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>10</b>
<b>Einleitung</b>	<b>12</b>
<b>Überblick über die Kapitel</b>	<b>15</b>
<b>Teil I Paarungsbiologie</b>	
<b>1 Soziale Kooperation und sexuelle Konkurrenz</b>	<b>26</b>
<b>2 Sozialer Aufbau des Bienenvolks</b>	<b>30</b>
2.1 Die Königin, die Mutter aller Volksmitglieder	31
2.2 Die gestorbenen Väter	33
2.3 Steuerung der Befruchtung der Eier	34
2.4 Drohnen	35
2.5 Ungleiches Geschlechterverhältnis: Auf eine Jungkönigin kommen mehr als 1000 Drohnen	38
<b>3 Paarungsverhalten zur Vermeidung von Inzucht</b>	<b>40</b>
3.1 Entstehung der Drohnen aus unbefruchteten Eiern (Dzierzon's Regel)	40
3.2 Mechanismus der Geschlechtsbestimmung über Befruchtung oder Nichtbefruchtung des Eies (haplo-diploide Geschlechtsbestimmung)	41
3.3 Inzuchtwirkung aufgrund der Geschlechtsbestimmung bei der Honigbiene	43
3.4 Verminderung des Inzuchtrisikos durch Partnersuche weit entfernt vom Volk	45
3.5 Verminderung des Inzuchtrisikos durch die Anwesenheit von Drohnen aus vielen verschiedenen Völkern auf dem Drohnensammelplatz	46
3.6 Verminderung von Inzucht durch Mehrfachpaarung der Königin	46
3.7 Verminderung von Inzucht durch unterschiedliche Auswahl des Drohnensammelplatzes von Königin und den Bruderdrohnen	46
<b>4 Aufzucht und sexuelle Reifung von Königinnen</b>	<b>49</b>
4.1 Aufzucht der Königin	49
4.2 Sexuelle Reifung der Königin	54



<b>5</b>	<b>Aufzucht und sexuelle Reifung der Drohnen</b>	<b>56</b>
5.1	Vom Ei bis zum Schlupf (Spermiogenese)	57
5.2	Vom Schlupf bis zur sexuellen Reife	58
<b>6</b>	<b>Hochzeitsflug: Zeit- und Treffpunkt der Königin mit Drohnen</b>	<b>64</b>
6.1	Zeitpunkt der Paarungsflüge	64
6.2	Treffpunkt zur Paarung	68
<b>7</b>	<b>Eigenschaften des Drohnensammelplatzes</b>	<b>79</b>
7.1	Orientierung der Drohnen zum Sammelplatz	79
7.2	Verweildauer auf dem Drohnensammelplatz	82
7.3	Das Finden einer Königin	83
7.4	Wie viele Drohnen besuchen einen Drohnensammelplatz?	84
7.5	Versuch zur Bestimmung der Zahl der Bienenvölker, die auf einem Drohnensammelplatz vertreten sind	88
7.6	Wie viele Drohnen sind erforderlich, um einen Drohnensammelplatz zu stabilisieren?	89
7.7	Wahlverhalten der Drohnen zwischen zwei Drohnensammelplätzen	92
7.8	Drohnenverteilung im strukturarmen und ebenen Gelände	95
7.9	Unterschiede bei Bienenrassen in der Drohnenverteilung	96
<b>8</b>	<b>Paarung hoch in der Luft – auch ein technisches Problem</b>	<b>97</b>
8.1	Das Andocken der Drohnen an die Königin	98
8.2	Innere Verbindung von Drohn und Königin	99
8.3	Spermaübertragung, Begattungszeichen und Trennung vom Drohn	101
8.4	Vergleich: Gewinnung von Sperma für die künstliche Besamung mit der natürlichen Paarung	105
<b>9</b>	<b>Monogamie des Drohns, mehrfache Paarung der Königin, Begattungszeichen und Rückkehr ins Volk</b>	<b>107</b>
9.1	Monogamie der Drohnen	107
9.2	Mehrfache Paarung der Bienenkönigin	107
9.3	Die Funktion des Begattungszeichens	108



<b>10</b>	<b>Der Weg der Spermien und ihre Mischung in der Königin</b>	<b>118</b>
10.1	Eileiter als Zwischenspeicher für das Sperma	118
10.2	Transfer von Spermien in die Spermatheka	122
10.3	Zusammensetzung der Spermien in der Spermatheka	124
10.4	Spermaspeicherung	125
10.5	Mischung der Spermien in der Spermatheka nach Beginn der Eiablage	127
<b>11</b>	<b>Verwandtschaft im Bienenvolk</b>	<b>129</b>
11.1	Erkennen von Verwandtschaft zwischen Arbeiterinnen im Bienenvolk	132
11.2	Spezialisierung auf seltene Aufgaben ist genetisch beeinflusst	134
<b>12</b>	<b>Das Maßsystem der jungen Königin für ihren Paarungserfolg</b>	<b>136</b>
12.1	Welche Reize induzieren den Beginn der Eiablage bei der Königin?	137
<b>13</b>	<b>Die „Qualität“ der Gatten beeinflusst die Fruchtbarkeit der Königin</b>	<b>142</b>
13.1	Einfluss der Anzahl Spermien pro Drohn auf Anzahl der Nachkommen	143
13.2	Einfluss von Aufzuchtbedingungen auf die Spermienzahl	144
13.3	Mögliche Schädigung der Drohnen durch imkerliche Eingriffe	147

## Teil II Paarungskontrolle

<b>14</b>	<b>Entwicklung einer erfolgreichen Bienenzüchtung durch Paarungskontrolle</b>	<b>149</b>
<b>15</b>	<b>Standbegattung</b>	<b>158</b>
<b>16</b>	<b>Belegstellen</b>	<b>161</b>
16.1	Verschiedene Arten von Belegstellen	163
16.2	Einrichtung und Anerkennung von Belegstellen	172
16.3	Gesetzlicher Belegstellenschutz	175
16.4	Organisation des Belegstellenbetriebes	177
16.5	Drohnenvölker	180
16.6	Anlieferung und Betreuung der Begattungsvölkchen	205
16.7	Dokumentation	229
16.8	Erlöschen der Anerkennung von Belegstellen	233





16.9	Überprüfung von Belegstellen	234
16.10	Einsatzmöglichkeiten und Maßnahmen zur Verbesserung der Landbelegstellen	240
<b>17</b>	<b>Künstliche Besamung</b>	<b>244</b>
17.1	Vorbereitung des Tiermaterials	245
17.2	Arbeitsplatz und Geräte	253
17.3	Spermaaufnahme	259
17.4	Spermamischung	262
17.5	Besamungsvorgang	265
17.6	Nach der Besamung	
17.7	Möglichkeiten und Grenzen der künstlichen Besamung	270
17.8	Organisation von Besamungsaktionen	274
17.9	Besamte und natürlich gepaarte Königinnen im Vergleich	285
17.10	Besamungsstellen nach den Zuchtrichtlinien des D.I.B.	288
<b>18</b>	<b>Standbegattung, Beleg- und Besamungsstellen in der imkerlichen Praxis</b>	<b>293</b>
<b>Anhang</b>		
	Richtlinien für das Zuchtwesen des Deutschen Imkerbundes (ZRL)	298
	Belegstellentagebuch (Kopiervorlage)	312
	Besamungsbuch (Kopiervorlage)	313
	Leitfaden für die Belegstellenarbeit (Kopiervorlage)	314
	Merkblatt über die Beschickung von Belegstellen (Kopiervorlage)	319
	Beanstandungsliste für Belegstellenbeschicker (Kopiervorlage)	323
	Gesetzliche Bestimmungen zum Belegstellenschutz in den verschiedenen Bundesländern	324
	Erläuterung wichtiger Fachbegriffe	361
	Stichwortverzeichnis	373
	Namensverzeichnis	380
	Danksagung	382



## Vorwort

### „Paarungsbiologie und Paarungskontrolle bei der Honigbiene“

Kein anderes Insekt findet soviel Beachtung wie die Honigbiene. Weil es so kostbare, gesunde Lebensmittel liefert? Weil es in seiner Biologie und seiner Einpassung in die Umwelt höchstes Erstaunen weckt? Die Bienen durchbrechen die Regel „fressen und gefressen werden“. Die Biene nutzt, was die Pflanze anbietet und sichert dabei durch Bestäubung die Bildung der Früchte und Samen. Auf diese Weise tragen Bienen zur Erhaltung einer artenreichen Flora bei.

So verwundert es nicht, dass die Honigbiene weit über den Kreis der Imker hinaus öffentliche Beachtung findet. Der Verlust von Bienenvölkern weltweit wird beklagt und findet sich – vielfach sensationell aufgemacht – in Zeitungen und anderen Medien. Damit rückt die Bienenhaltung ganz zu Recht in den Mittelpunkt der Interessen von Naturfreunden und vieler Menschen, die sich für die Wahrung der Umwelt und für eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen einsetzen. Doch der Schutz der Bienen und die erfolgreiche Förderung der Bienenhaltung erfordert, wie bei jeder auf Naturschutz ausgerichteten Maßnahme, ausreichende und fundierte Sachkenntnis. Gerade bei den Honigbienen, die mit ihrem schmerzhaften Stachel über ein wohlorganisiertes Verteidigungsverhalten verfügen, kann eine wohlgemeinte, aber falsche Unterstützung den Ruf der Honigbiene als wichtigen Nützlichling des Hausgartens und der menschnahen Umgebung erheblich schädigen. Hinzu kommt, dass die in der Vergangenheit vorhandene Naturnähe vieler Menschen abgenommen hat und gleichzeitig die „Ballungsräume“ in Mitteleuropa sich drastisch ausgedehnt haben. Die Anforderungen an die Imkerei sind gewachsen. Wo früher Bienenvölker versteckt und weit entfernt von Siedlungen gehalten wurden, ist heute meist der Garten eines Nachbarn in der Nähe. Bienenhaltung und Bienenvölker können vielerorts nur gehalten werden, wenn die Bienen an diese „neue“ Umgebung angepasst sind und sich durch „Sanftmütigkeit“ und „Menschenfreundlichkeit“ auszeichnen. Hier steht die Zuchtarbeit der Imker weiterhin vor großen Herausforderungen!

Doch erfolgreiche Bienenzucht und die Auslese von sanften und ertragreichen Bienen erfordert neben ausgezeichneten praktischen Erfahrungen vor allem auch ein hohes Maß an Wissen. Detaillierte Kenntnisse der Paarungsbiologie und deren Anwen-

dung im Rahmen einer effektiven Paarungskontrolle haben eine Schlüsselfunktion in der modernen Zuchtarbeit sowie für den Schutz von bedrohten Bienenarten und ihren Unterarten (Rassen). In diesem Sinn schließt dieses Buch eine seit langem bestehende Lücke; denn eine umfassende Darstellung über das Paarungsverhalten der Honigbiene und deren Bedeutung für die imkerliche Praxis haben wir stets schmerzlich vermisst. Die wissenschaftlichen Arbeiten von Hans und Friedrich Ruttner sowie die ihrer Schüler in Lunz am See (Österreich) und in Oberursel (Deutschland) über Mehrfachpaarung, Drohnensammelplätze, Paarungsverhalten, Paarungsdistanzen sind in wissenschaftlichen Zeitschriften weit verstreut und nur schwer zugänglich. Die Brüder Hans und Friedrich Ruttner schufen Grundlagen mit vielen Hinweisen auf die praktische Umsetzung, die heute noch uneingeschränkt gelten. Es ist den Autoren zu danken, dass mit diesem Buch diese wichtigen experimentellen Arbeiten zusammengefasst und nun in allgemein verständlicher Form für eine breite Öffentlichkeit verfügbar sind. Darüber hinaus wird der Bogen bis zu der aktuellen Forschung über Honigbienen und deren Fortpflanzung gespannt. Damit wird dieses Buch sicher auch im Kreis aller an der Biologie der Honigbiene Interessierten seine Leser finden.

Besonderer Dank gebührt den Autoren, dass sie die Ergebnisse über das Paarungsverhalten und deren praktische Bedeutung (Belegstellenwesen) zusammenfassten. Die wissenschaftlich interessierten Imker und auch die praktizierenden Züchter der Honigbiene werden dieses Buch schätzen, kurz: es ist ein Handbuch für den züchterisch ambitionierten Imker. Für den an der Biologie der Honigbiene interessierten Leser ist es eine wertvolle Fundgrube.

Lunz im November 2013  
Hermann Pechhacker  
(Schüler, Freund und Verehrer der Brüder Ruttner)



## Einleitung

Heute sind etwa 1,4 Millionen Insektenarten bekannt, die sicherlich mehr als Zweidrittel der gesamten Arten des Tierreichs ausmachen. Unter diesen vielen Arten nimmt eine einzige Art, „die Honigbiene“ *Apis mellifera*, eine besonders herausragende Stellung ein. Mit keinem anderen Insekt war der Mensch je so verbunden wie mit der Honigbiene, kein anderes hat ihn so fasziniert und interessiert. Schon auf den Felsengalerien der Steinzeit zeigen Bilder von bienenumschwärmten Figuren unsere Urahnen beim Ernten von Honig, dem einzigen Süßungsmittel der Vorzeit (1). Heute sind Honigbienen vor allem als Bestäuber von Obstbäumen und Feldfrüchten unverzichtbar. Honigbienen sind aber auch gefürchtet als todesmutige Kämpferinnen mit ihrem Giftstachel und gleichzeitig hoch bewundert wegen der einzigartigen sozialen Organisation ihrer Völker.



(1) *Honigernte in der Steinzeit (Ausschnitt aus Höhlenmalerei aus La Aranas, Provinz Valencia, Spanien).*

So haben diese Tiere seit je auch das Interesse der Naturforscher auf sich gezogen. Welche wunderbaren und unerwarteten Entdeckungen wurden gemacht! Der exakte Bau ihrer Waben, deren Maße deshalb sogar als Grundlage für einen Urmeter vorgeschlagen wurden; die auf ein halbes Grad genaue Heizung oder Kühlung ihrer Brut, die die Völker bei klirrender Kälte oder glühender Hitze überdauern lassen; die Orientierung im Gelände durch abstrahierende Symbole, die Tanzsprache der Honigbienen; das Lernen in Minutenschnelle; die soziale Organisation, die ohne jede hierarchische Kommandozentrale reibungslos funktioniert! All dies erscheint bewundernswert und hat dazu beigetragen, dass die Honigbiene heute zu einem der am besten untersuchten Tiere gezählt werden kann.

Doch ein genauere Blick ins Bienenvolk zwingt zu einer Präzisierung. Unsere Kenntnisse und viele wissenschaftliche Ergebnisse sind in erster Linie auf die Arbeiterinnen beschränkt, die zeitweise mit mehr als 50.000 Tieren den überwiegenden Anteil des Bienenvolkes ausmachen. Über die einzige Königin im Bienenvolk, die Mutter aller Mitglieder des Volkes, wissen wir weitaus weniger. Auch die männlichen Tiere, die Drohnen, sind in vielerlei Hinsicht noch recht wenig untersucht. Das liegt zum einen daran, dass die Paarungsbiologie ein kompliziertes Kapitel der Bienenbiologie ist. Das Verhalten der Geschlechtstiere wird zum einen von der sozialen Leistung des Bienenvolkes bestimmt. Zugleich aber spielt auch die individuelle Leistungsfähigkeit der jungen Königin und der einzelnen Drohnen eine oft entscheidende Rolle. Diese Überlappung von der Volksleistung (bzw. von der Konkurrenz auf der Ebene der Bienenvölker) mit der individuellen Leistung der Geschlechtstiere hat zu einem sehr „bizarren“ Verhalten geführt, das – wenn wir von Verhältnissen bei wenigen tropischen Ameisenarten absehen – als einzigartig im Tierreich gelten kann.

Die Paarung findet außerhalb des Volkes hoch oben in der Luft statt. Bis heute ist es nicht gelungen, die natürliche Paarung zwischen einer frei fliegenden jungen Königin und dem Drohn zu dokumentieren und zu analysieren. Daher sind wir in vielen Bereichen des Paarungsverhaltens auf indirekte Folgerungen aus Experimenten mit fixierten Königinnen und funktionellen Interpretationen der Anatomie des komplexen Genitalapparats angewiesen. Trotz der wichtigen Untersuchungen der letzten Jahrzehnte sind unsere Kenntnisse immer noch sehr lückenhaft.

Auch ist es bisher nicht gelungen, Paarungen zwischen Königin und Drohnen in Käfigen unter kontrollierten Versuchsbedingungen zu erreichen. So sind viele Fragen nur unter sehr aufwendigen Freilandversuchen zu klären. Ein weiterer erschwerender Faktor ist die Abhängigkeit der natürlichen Paarungsflüge von warmen, sonnigen Nachmittagen, die bei den sehr variablen Witterungsbedingungen im mitteleuropäischen Sommer schwer vorhersagbar sind. Auch die weite Verbreitung der Bienenhaltung, die vielerorts große (unkontrollierbare!) Mengen von Drohnen „freisetzt“, ist für viele Fragestellungen hinderlich und führt dazu, dass oft weite Wege zurückgelegt werden müssen, um isolierte Gebiete (wie z.B. Gebirgstäler in den Alpen oder Inseln) zu erreichen, in denen der Zuflug von Königinnen und Drohnen experimentell kontrolliert werden kann.



Dabei hat die Paarungsbiologie der Honigbiene über das wissenschaftliche Interesse hinaus eine praktische Bedeutung für die Bienenhaltung. Letztlich werden die Erbanlagen der kommenden Generation von Bienenvölkern durch die Partnerwahl bei der Paarung bestimmt. Die Kenntnisse der Paarungsbiologie und des Paarungsverhaltens sind eine unabdingbare Voraussetzung für jede planmäßige Zuchtarbeit. Ohne eine den lokalen Verhältnissen gut angepasste, erfolgreiche Paarungskontrolle ist eine langfristige Verbesserung unserer Honigbienen nicht möglich.

In den letzten Jahren haben neben den traditionellen Zuchtzielen wie Honigertrag und Sanftmut neue, wichtige Auslesekriterien Eingang in die moderne Zuchtarbeit gefunden. Nachdem die Nachteile und Gefahren einer langfristigen medikamentösen Kontrolle der *Varroa destructor* immer offensichtlicher sind, ist die Suche nach biologischen Auswegen aus dem Varroose - Dilemma intensiviert worden. Viele Hoffnungen richten sich dabei auf eine züchterische Verbesserung der Widerstandsfähigkeit der Bienenvölker gegen die Varroose. Vor diesem Hintergrund sind im Rahmen einer breit angelegten Toleranzzucht aktuelle Programme initiiert worden, deren Erfolg nicht zuletzt auf einer effektiven und breit angelegten Paarungskontrolle beruht. Weitere Erkenntnisse zur Aufzucht von Königinnen und Drohnen und ihrem Paarungsverhalten sind daher erforderlich.

## Überblick über die Kapitel

### Teil I Paarungsbiologie

#### 1 Soziale Kooperation und sexuelle Konkurrenz



**(2) Tödlicher Kampf zwischen zwei jungen Königinnen (Foto: J. PFLUGFELDER).**

Der Kontrast zwischen dem fein abgestimmten sozialen Leben im Bienenvolk und einem an Dramatik kaum zu überbietenden Paarungsgeschehen macht deutlich, dass das Paarungsverhalten von selbstständig handelnden Einzeltieren, der Königin und den Drohnen, bestimmt wird. An Stelle der sozialen Verständigung und Kooperation, die wir bei den Arbeiterinnen bewundern, herrscht zwischen den Geschlechtstieren eine harte Konkurrenz. Der immer auf den Tod der unterlegenen Schwester ausgerichtete Kampf der jungen Königinnen sowie der Wettflug vieler Drohnen mit dem tödlichen Preis für den Sieger sind zwei Beispiele, die in diesem Kapitel kurz skizziert werden.

#### 2 Sozialer Aufbau des Bienenvolks

In der Saison besteht ein Bienenvolk aus einer Königin, bis zu 50.000 Arbeitsbienen und etwa 2000 Männchen, den Drohnen. Alle Arbeiterinnen und die Königin sind weiblichen Geschlechts, aber die Königin ist das einzige Weibchen, das befruchtete Eier legen kann. Die Königin spielt über ihre Aufgabe als „Eilegemaschine“ hinaus durch ihre Pheromone (chemische Botenstoffe) eine wichtige Rolle bei der Regelung des Arbeitsablaufes im Bienenvolk. Die Drohnen dagegen haben nur eine einzige Aufgabe: die Begattung von Königinnen auf dem Hochzeitsflug. Sie treten nur saisonal auf und ihre Aufzucht wird von der Königin durch die Produktion von unbefruchteten Eiern gesteuert. Durch Fütterung, Pflege der Drohnenlarven und der erwachsenen Drohnen regulieren auch die Arbeiterinnen die Anzahl der Drohnen im Bienenvolk.

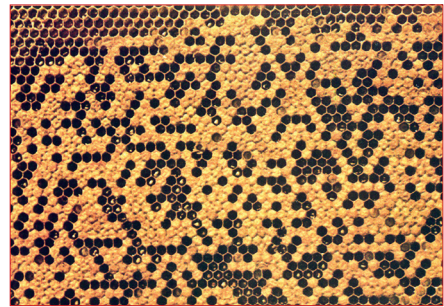


**(3) Drohn und Königin mit 2 Arbeiterinnen.**



### 3 Paarungsbiologie als Strategie zur Vermeidung von Inzucht

Mit den vielen Paarungen der Königin hoch in der Luft wird die genetische Zusammensetzung des neuen Bienenvolkes bestimmt, das sich zukünftig in einer komplizierten Umwelt und in Konkurrenz mit anderen Völkern bewähren muss. Dieser Ansatz, nämlich die Frage nach den Auswirkungen der Paarung für die Lebensfähigkeit des neuen Bienenvolkes spielt eine Schlüsselrolle für unser Verständnis und damit auch für die folgenden Abschnitte und Kapitel dieses Buches!



(4) *Lückiges Brutnest als Folge von Inzucht.*

Die Frage, warum die Paarungen weit ab vom Bienenvolk hoch in der Luft stattfinden, wird nur selten diskutiert. Wäre nicht eine Paarung im Schutz des warmen Bienennestes wesentlich sicherer, bequemer und vor allem weniger aufwendig? Der Hochzeitsflug und das komplizierte Paarungsgeschehen konnte sich im Verlauf der Entwicklungsgeschichte der Honigbienen nur „durchsetzen“, weil damit große Vorteile verbunden waren. Wir stecken in diesem Kapitel einen allgemeinen Rahmen ab und diskutieren, ausgehend von der haplo-diploiden Geschlechtsbestimmung, die Paarung als eine Strategie zur Vermeidung von Inzucht

### 4 und 5 Aufzucht und sexuelle Reifung von Königinnen und Drohnen

Nur wenn ein Bienenvolk über eine große Anzahl Arbeiterinnen zur Bildung eines Schwarms verfügt, werden junge Königinnen aufgezogen.



(5) *Eine Königin und 200 Drohnen. Unter der Voraussetzung, dass sich eine Königin mit 10 Drohnen paart, hat nur ein Drohn von 200 die Chance zur Begattung.*

Dennoch für jede „neue“ Königin muss eine beträchtliche Anzahl von Arbeiterinnen zur Verfügung stehen. Im Gegensatz dazu erfordert die Produktion von Drohnen nicht mehr als die Aufzucht und den Unterhalt des einzelnen Drohns. Die „Kosten“ (Aufwendungen des Volkes) pro Drohn sind daher wesentlich geringer als die Kosten für eine Königin einschließlich der von ihr benötigten Arbeiterinnen. Die Vermehrung der Bienenvölker über Schwärme hat auf diese Weise zu einem extremen Ungleichgewicht zwischen Männchen und Weibchen geführt und die Anzahl der er-



zeugten Drohnen übertrifft die wenigen jungen Königinnen um ein Tausendfaches. Weiter findet sich eine ausführliche Darstellung der Aufzucht von Königinnen und von Drohnen, sowie deren sexueller Reifung in diesen Kapiteln.

## 6 Hochzeitsflug: Zeit- und Treffpunkt der Königin mit Drohnen



*(6) Drohnen starten bei guten Wetterbedingungen stets am frühen Nachmittag.*

Die Paarungsaktivität der Honigbienen ist auf den Nachmittag und auf gute Wetterbedingungen beschränkt. Zuerst starten die Drohnen und fliegen zu den Drohnensammelplätzen. Dort kreisen sie zu mehr als 5000 hoch in der Luft und „warten“ auf eintreffende junge Königinnen. Die jungfräulichen Königinnen fliegen meist später los – etwa zur Zeit der Hauptaktivität der Drohnen. Nach einigen Orientierungsflügen fliegen sie direkt zum Drohnensammelplatz. Die Frage nach der Wahrnehmung der Tageszeit und der Synchronisation der Drohnen und der Königin wird

besprochen.

Es wurde nachgewiesen, dass sich Drohnen im bergigen Gelände auf ihren Paarungsflügen nicht gleichmäßig um die Bienenstände verteilen. Vielmehr wurden einige Plätze gefunden, über denen der typische Flugton der Drohnen deutlich zu hören war. Dort sammelten sich Hunderte von Drohnen in dichten Wolken um eine Königin, die an einem Ballon in die Paarungshöhe gebracht wurde. Drohnen versammeln sich über Jahrzehnte hinweg jedes Jahr immer über den gleichen Plätzen, den sogenannten Drohnensammelplätzen. Die Drohnensammelplätze und die erstaunliche Ortsabhängigkeit des Paarungsverhaltens werden ausführlich beschrieben.

## 7 Eigenschaften des Drohnensammelplatzes

Geschlechtsreife Drohnen und Königinnen finden nach der Neuaufstellung ihrer Völker innerhalb kurzer Zeit zum Sammelplatz. Das spricht für eine angeborene Orientierung. Allerdings ist bis heute nicht bekannt, welche Eigenschaften einen Ort auszeichnen, um als Sammelplatz Königin und Drohnen zusammenzuführen.

*(7) Nur auf einem Drohnensammelplatz sammeln sich zahlreiche Drohnen an einer Königinnenattrappe, die mit einem Ballon in ca. 20 m Höhe gebracht wurde.*





*(8) Im Zentrum eines Sammelplatzes ist eine fixierte Königin auf einem bewegten Karussell in einer Höhe von 12 m angebracht. Drohnen verfolgen die Königin und konkurrieren um die beste Position im „Geschwader“. Hier hat der erste Drohn die Königin gerade erreicht. (Beachte die Manövrierfähigkeit der Drohnen).*

Bei ihrer Ankunft über dem Sammelplatz wird die Königin aufgrund ihrer Sexuallockstoffe von vielen Drohnen wahrgenommen. Sie nehmen die Verfolgung der schnell fliegenden Königin auf. Zur Ergreifung der Königin verlassen sich die Drohnen auf ihre speziell für diese Aufgabe entwickelten Augen. Wir beschreiben und diskutieren, wie die Königin im Fluge erkannt wird und wie das Wettfliegen der Drohnen entschieden wird.

### **8 Paarung hoch in der Luft – auch ein technisches Problem.**

Der Vergleich der Paarung mit einem Transportvorgang zu einer um die Erde kreisenden Weltraumstation ermöglicht es, anschaulich den Ablauf der Kopulation zwischen Drohn und Königin hoch in der Luft in einzelne Abschnitte zu untergliedern. Allerdings gibt es auch wesentliche Abweichungen. Während Raumfähren meist zu ihrer Startstation zurückkehren und mehrfach eingesetzt werden können, entspricht der Drohn einer „Einwegfähre“, die nach erfüllter Mission zwangsläufig abgewrackt wird.

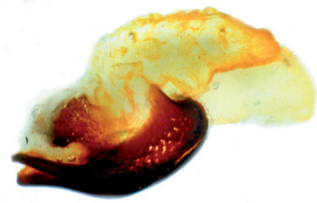


*(9) Nachdem der Drohn nach gelungener Verankerung bewegungslos ist, sorgt die Königin durch Aktivitäten der Stachelkammer für den Spermatransfer und die Trennung vom Drohn.*

### **9 Monogamie der Drohnen und mehrfache Paarung der Königin, Begattungszeichen und Rückkehr ins Volk**

Es gibt eine hohe Überzahl von Drohnen im Vergleich zu paarungsbereiten Königinnen. Im Volk kommen im Mittel auf eine Jungkönigin mehr als 1.000 Drohnen. Deshalb ist die Wahrscheinlichkeit für einen Drohn, eine Königin zu paaren, sehr

(10) Das Begattungszeichen besteht aus hellem Schleim, einer braunen Chitinspange und einem oberflächlich verteilten, orangefarbenen Sekret.



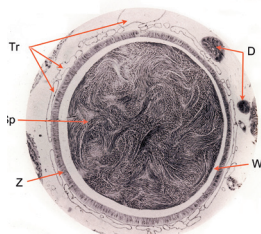
gering, auch wenn sich die Königin von mehreren Drohnen begatten lässt. Die Chance für eine zweite Paarung ist für einen Drohn extrem unwahrscheinlich. Also hätten Drohnen, die bei ihrer ersten Paarung Spermien und männliche Sekrete für eine weitere Paarung sparen, kaum eine Gelegenheit, diese Reserven sinnvoll zu nutzen. Die Monogamie des Drohns kann also als eine Folge des ungleichen Verhältnisses von Drohnen zu jungen Königinnen gesehen werden.

Bei der Trennung von der Königin hinterlässt der Drohn zusätzlich zu den Spermien das Begattungszeichen. Es besteht aus Sekreten von 3 Drüsen: einem weißen Schleimpfropf, der von Chitinspangen (braun) und weiteren Sekreten aus dem Bulbus zusammengehalten wird. Das Sekret der 3. Drüse (orange) überzieht einen Teil des Begattungszeichens als obere dünne Schicht. Das Begattungszeichen füllt die Stachelkammer der Königin aus und hält sie offen.

Der nächste Drohn ergreift Sekunden später die Königin und leitet die eigene Kopulation ein, wobei er das Begattungszeichen seines Vorgängers entfernt. Die Dauer der Paarung ist sehr kurz, wahrscheinlich kürzer als 2 Sekunden. In dieser schnellen Folge paart sich die Königin mit sehr vielen Drohnen und fliegt nach wenigen Minuten Aufenthalt auf dem Drohnensammelplatz in ihr Volk zurück. Das Begattungszeichen dient demnach nicht der Behinderung weiterer Paarungen. Seine Funktion wird in Kap. 9.3 diskutiert.

## 10 Der Weg der Spermien und ihre Vermischung in der Königin

Die Spermien von vielen Drohnen werden zunächst in die Eileiter aufgenommen. Das können mehr als 100 Millionen sein. In der Spermatheka (Samenbehälter) können nur 6-7 Millionen Spermien gespeichert werden. Wie gelingt es der Königin, nicht nur die Spermien des letzten Drohns sondern einen gewissen Prozentsatz von allen Drohnen in die Spermatheka zu überführen? Auch über die lange Speicherung der lebendigen Spermien in der Königin berichten wir.



(11) Querschnitt durch eine Samenblase (Spermatheka), gefüllt mit Spermien. (Foto: W. FYG)



## 11 Verwandtschaften im Bienenvolk

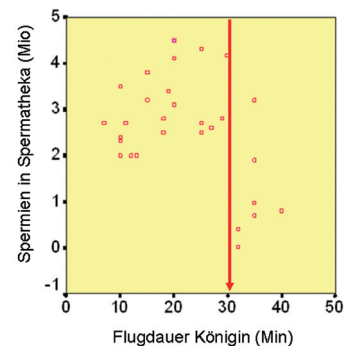
Die Mehrfachpaarung der Bienenkönigin führt dazu, dass die Arbeiterinnen viele verschiedene Väter haben. Das führt zu einer genetischen Vielfalt. Mit anderen Worten: die Mehrfachpaarung führt zu unterschiedlichen „Begabungen“ und Reaktionsnormen der Arbeiterinnen im Bienenvolk, deren große Bedeutung für die Lebensfähigkeit besprochen wird.



*(12) Im Volk sind viele Vaterlinien gleichzeitig vertreten. Im Foto ist jeder Vaterdrohn durch eine Farbe symbolisiert. K - Königin, D – Bruder der Arbeiterinnen.*

## 12 Das Maßsystem der jungen Königin für ihren Paarungserfolg

Natürlich gepaarte Königinnen beginnen bereits 24 bis 48 Stunden nach dem letzten erfolgreichen Hochzeitsflug mit der Eiablage. Verhindert man dagegen ihre Ausflüge, beginnen Königinnen der Carnica Rasse erst nach 5-6 Wochen Eier zu legen. Welche Reize informieren die Königin im Verlauf der natürlichen Paarung darüber, ob sie sich mit ausreichend vielen Drohnen gepaart hat und nun Eier legen kann? Zu dieser Fragestellung werden viele Versuche geschildert. Alle Ergebnisse weisen darauf hin, dass eine Königin während des Hochzeitsfluges die Anzahl der Paarungen wahrnimmt, sie kann offensichtlich nicht messen, wie viele der aufgenommenen Spermien in die Spermatheka gelangen. Es ist noch fraglich, ob sie die Spermamenge in den Eileitern oder die Einführung des Endophallus misst.



*(13) Bei verminderter Drohnenanzahl hatten Königinnen, die einen Paarungsflug von weniger als 30 Minuten absolviert hatten, signifikant mehr Spermien in ihrer Spermatheka als Königinnen die länger geflogen waren.*