

LAVES – Institut für Bienenkunde Celle

Das Bieneninstitut Celle informiert (48)

Bienenbiologie – eine Einführung

Dr. Werner von der Ohe

LAVES – Institut für Bienenkunde Celle • Herzogin-Eleonore-Allee 5 • 29221 Celle

Qualitätsmanagement im Bienenvolk – ein gut organisierter Sozialstaat

Die faszinierende Biologie der Honigbienen überrascht jeden Betrachter dieses kleinen sozialen Organismus. Die Grundkenntnisse über die Biologie des Bienenvolkes stellen für jeden Imker und jede Imkerin einen wichtigen Bestandteil des Rüstzeugs dar, der helfen kann, die Auswirkung und ggf. Notwendigkeit imkerlicher Maßnahmen bei der Arbeit am Bienenvolk umfassend zu verstehen.

Das Bienenvolk ist eine **Dauergemeinschaft** von tausenden kurzlebigen nicht fortpflanzungsfähigen Weibchen (**Arbeiterinnen**, Lebenserwartung Sommerbiene ca. 35 Tage, Winterbiene über 200 Tage), einer langlebigen **Königin** (bis 5 Jahre) und in den Frühjahrs- und Sommermonaten mehreren hundert Männchen (**Drohnen**). Das Bienenvolk ist hoch sozial organisiert (eusozial): gemeinsames Nest, gemeinsame Brutpflege, reproduktive Arbeitsteilung (Eiablage – Königin, Brutpflege - Arbeiterinnen), Generationen überlappen sich.

Das Leben in dieser gut organisierten **Sozialgemeinschaft** mit intensiver Arbeitsteilung ist nur durch intensive **Kommunikation** möglich. Ein altersabhängiger Polyethismus ist nur möglich unter der Voraussetzung eines Höchstmaßes an Flexibilität. Dies ist denkbar unter dem Gesichtspunkt, dass beschäftigungslose Arbeiterinnen förmlich nach Arbeit suchen (n. Seeley „foraging for work“). Die Bienen verständigen sich untereinander insbesondere durch Duftsubstanzen (Pheromone). Die Tanzsprache dient der Übermittlung von Informationen über die Lage von Trachtquellen und neuen Behausungen (Schwarm). Sammelbienen können weitere Bienen mittels Tanzsprache für die Sammeltätigkeit rekrutieren. Über die „Controlling Unit“ der Futterabnehmerinnen im Bienenvolk werden die Sammelbienen gesteuert. In vielen weiteren Bereichen werden Soll- und Ist-Werte abgeglichen und Arbeitsgänge ggf. geändert (Qualitätsmanagement). Primär handelt es sich um negative Rückkopplungen. Die Kommunikation ist stärker auf Hinweise als auf Signale ausgerichtet. Die Informationsgeber sind sehr redundant, während die Informationsempfänger relativ selektiv Informationen aufnehmen (nur das unbedingt Notwendige). Es besteht fachspezifische Entscheidungskompetenz, die Suche nach Beschäftigung, ein hohes Maß an Flexibilität und eine permanente Kommunikation der Ist-Situation, um schnell auf Veränderungen reagieren zu können.

Witterungsgeschützte Höhlungen sind die **natürliche Behausung** für Bienenvölker. In dieser Höhlung legen die Bienen aus körpereigenem Wachs produzierte Waben an, die senkrecht in der Höhlung hängen. Die Waben bestehen aus sechseckigen Zellen, die für die Aufzucht von Brut (Zellen für Königinnen-, Arbeiterinnen- oder Drohnenbrut unterscheiden sich) oder die Lagerung von Vorräten (Honig, Pollen) genutzt werden. Die Temperatur im Brutnestbereich wird relativ konstant bei 33-36 °C gehalten.

Die Arbeiterinnen eines Volkes stammen von einer Mutter (Königin) und mehreren Vätern (Drohnen) ab und weisen damit unterschiedliche **Verwandtschaftsverhältnisse** auf. Arbeiterinnen, die von derselben Königin und demselben Drohn abstammen weisen eine große verwandtschaftliche Nähe auf (Superschwestern, 75%ige Verwandtschaft) und werden als Subfamilie bezeichnet. Arbeiterinnen, die zwar von derselben Königin, aber verschiedenen Drohnen eines Volkes abstammen sind Vollschwwestern (50%ige Verwandtschaft). Arbeiterinnen, die von derselben Königin, aber Drohnen aus verschiedenen Völkern abstammen sind Halbschwwestern (25%ige Verwandtschaft).

Die **Sommerbienen** sind relativ kurzlebig, während die Winterbienen mehrere Monate alt werden können. **Winterbienen** bleiben physiologisch über lange Zeit auf dem Status einer frisch geschlüpften, jungen Sommerbiene. Die langlebigen Winterbienen überleben normalerweise den Winter und erfüllen im beginnenden Frühjahr die diversen Aufgaben wie eine Sommerbiene (siehe Tabelle). Mit diesen Aufgaben werden sie physiologisch zu Sommerbienen und sterben im Laufe des Frühjahrs allmählich ab, während die neuen Generationen von Sommerbienen schlüpfen. Bei entsprechend guter Versorgungslage erhöht sich kontinuierlich der Anteil Brut und somit zeitlich versetzt auch der Anteil der erwachsenen Bienen. Zum Ende der Bienen Saison nimmt die Bienenpopulation ab.

Die eigentliche Vermehrung des Bienenvolkes ist die Teilung des Volkes, indem eine Hälfte des Volkes mit einer Königin (**Schwarm**) auszieht, eine neue Behausung sucht und diese bezieht. Der Werdegang ist wie folgt: Die zunehmende Anzahl Bienen, der sich daraus ergebende Platzmangel, eine abnehmende Verteilung des Königinnenpheromons (Duftstoff der Königin) sowie gute Trachtverhältnisse (hohes Nektar- und Pollenangebot) und weitere Faktoren führen dazu, dass Königinnen in dem Bienenvolk nachgezogen werden. Das Volk kommt in Schwarmstimmung (abnehmende Sammel- und Bautätigkeit, erhöhte Aggressivität, Arbeiterinnen verhindern weitere Eilegetätigkeit der Königin, Königin wird leichter und „flugfähig“, Arbeiterinnen füllen ihre Honigblasen mit Futter). Schließlich zieht die Hälfte des Volkes mit der alten Königin als Schwarm aus. Der Schwarm hängt sich an den nächsten geeigneten Ort auf, sucht sich eine neue Behausung, in die er dann einzieht. Der alte Nistort wird vergessen.

Im zurückgebliebenen Bienenvolk kann es mit den ersten geschlüpften Königinnen zu weiteren Schwärmen (Nachschwarm) kommen. Schließlich bleibt eine der neuen Königinnen als Nachfolgerin in dem Muttervolk. Der neuen Königin steht noch der Hochzeitsflug bevor.

Ungefähr eine Woche nach dem Schlupf aus der Zelle fliegen jungfräuliche Königinnen zum Hochzeitsflug aus. An Rendezvous-Orten (Drohnensammelplätze) trifft die Königin auf viele fremde Drohnen (keine Brüder, Inzuchtvermeidung). Es kommt zur biologisch sinnvollen Mehrfachpaarung. Die bei der **Begattung** übertragenen Spermien werden gemischt und ein Teil davon in der Samenblase der Königin gespeichert. Im Idealfall reicht ein Flug für die optimale Begattung. Der Drohn stirbt nach der Begattung.

Bei der Eiablage kann die Königin aus der Samenblase Spermien abgeben. Das Spermium dringt in die Eizelle ein. Die 2 haploiden Kerne (Ei und Spermium) verschmelzen zu einem diploiden Kern. Die **Befruchtung** eines Eies kann Monate und Jahre nach der Begattung der Königin stattfinden. Die Zugabe von Spermien aus der Samenblase der Königin zu dem Ei ist abhängig von der Zellgröße, in die das Ei gelegt werden soll (Drohnenzellen = Eiablage ohne Spermien, s.u.).

Geschlechtsbestimmung: Arbeiterin und Königin gehen aus befruchteten, also diploiden Eizellen hervor. Drohnen gehen aus unbefruchteten, also haploiden Eiern hervor (= Parthenogenese, Jungfernzeugung, Arrhenotokie). Das unbefruchtete Ei hat nur den einfachen Chromosomensatz. Es liegt nur der Chromosomensatz und damit das Erbgut der Mutter (Erbgut im Kern der Eizelle, Drohn hat keinen Vater) vor. Die Keimbahnzellen der Drohnen sind haploid. Zur Produktion der Spermien in den Hoden der Drohnen ist also keine Meiose (Reifeteilung) notwendig (nur einfache Zellteilung). Bei der Bildung der Spermien kloniert der Drohn sich selbst millionenfach.

Nach der Eiablage durch die Königin (bestiften der Zelle) neigt sich das Ei allmählich und liegt schließlich auf dem Zellboden. In dem Ei findet die **Embryonalentwicklung** statt, bei der sich der Embryo von dem Eidotter ernährt. Am 3. Tag schlüpft aus dem Ei eine Larve. Die Differenzierung in Königin oder Arbeiterin (**Kastenbestimmung**) wird während der **Larvenentwicklung** über die Betreuung durch die Ammenbienen und den zur Verfügung gestellten Futtersaft gesteuert.

- Die weibliche Larve, die in Königinnenzellen (auch Weiselzellen genannt) liegt, wird mit Königinnenfuttersaft (Gelée royale - bestehend aus Sekreten der Futtersaft- und der Mandibeldrüsen) von den Ammenbienen intensiv versorgt. Sie erhält während der gesamten Versorgungsphase durch die Ammenbienen nur Futtersaft. Gelée royale scheint bestimmte Gene zu aktivieren, die zur phänotypischen Ausprägung „Königin“ führen.
- Die weiblichen Larven, die in „normalen“ Arbeiterinnenzellen liegen, werden ca. bis zum 3,5 Tag der Larvenzeit mit Futtersaft und anschließend überwiegend mit Pollen und Honig versorgt. Der Arbeiterinnenfuttersaft enthält wesentlich weniger Mandibeldrüsensekret als der Weiselfuttersaft.
- Die männlichen Larven, die in Drohnenzellen liegen, werden ca. bis zum 3 Tag der Larvenzeit mit Futtersaft und anschließend überwiegend mit Pollen und Honig versorgt. Der Futtersaft enthält wesentlich weniger Mandibeldrüsensekret als der Weiselfuttersaft.

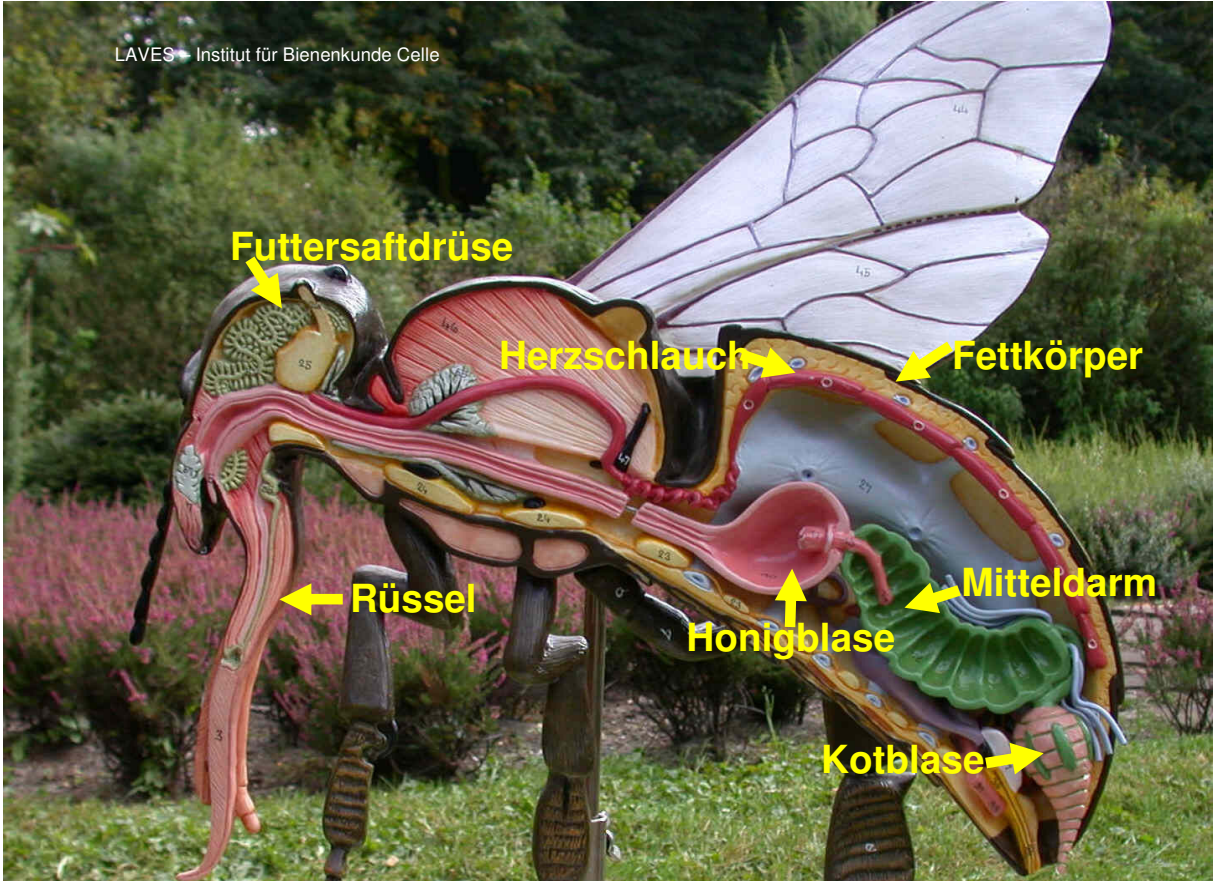
Folgende **Entwicklungsstadien** werden durchlaufen:

Ei – Larve (Rund- und Streckmade) – Vorpuppe – Puppe – erwachsene Biene. Aufgrund des Wachstums bzw. der Veränderungen der Körperform finden 6 Häutungen (4 Larvenhäutungen, 1 Häutung zur Puppe, 1 Häutung zur erwachsenen Biene) statt. Jede der 6 Häutungen wird über Hormone reguliert.

Aufgaben einer Arbeiterin im Laufe ihres Lebens

Der Ablauf bzw. die Tätigkeiten hängen vom Entwicklungsstand der jeweils benötigten Drüsen ab. Äußere Einflüsse (z. B. Duft der Brut) wirken u.a. auf das Hormonsystem der Bienen und beeinflussen die Entwicklungsvorgänge in der Biene.

	Tage nach dem Schlüpfen (Zahlen sind nur als Anhaltspunkte zu verstehen)	Tätigkeit	Drüsenaktivität
Stockbiene			
	1 - 2	Zellen putzen	<ul style="list-style-type: none"> • Drüsen müssen sich erst noch entwickeln
Ammenbiene	3 - 7	Larven füttern junge Ammen füttern ältere Arbeiterinnen- und Drohnenlarven mit Honig und Pollen	<ul style="list-style-type: none"> • Futtersaftdrüsen (Hypopharynxdrüsen) entwickeln sich
Ammenbiene	7 - 14	ältere Ammen füttern junge Arbeiterinnen- und Drohnenlarven, Königinnenlarven, Königin und Flugbienen mit Futtersaft	<ul style="list-style-type: none"> • Futtersaftdrüsen voll entwickelt - Futtersaftproduktion
Baubiene		Wachsproduktion und Wabenbau	<ul style="list-style-type: none"> • Wachdrüsen voll entwickelt
Wächterbiene		Bewachung des Stockeinganges	<ul style="list-style-type: none"> • Giftdrüsen - produzieren Gift und füllen die Giftblase
Nektarabnehmerin	14 - 21	Abnahme und Verarbeitung des eingetragenen Nektars bzw. Honigtaus, Herstellung und Einlagerung des Honigs	<ul style="list-style-type: none"> • Futtersaftdrüsen umgewandelt, sie produzieren nun einen „Enzymcocktail“
Flugbiene			
Sammelbiene	21 – Lebensende (35)	Sammeln von <ul style="list-style-type: none"> • Nektar • Honigtau • Pollen • Propolis (Kittharz) • Wasser 	<ul style="list-style-type: none"> • Futtersaftdrüse produziert weiter den Enzymcocktail • Giftdrüse reduziert, Gift in der Giftblase • Wachdrüse bildet sich zurück



Vergleich: Königin, Arbeiterin und Drohn nach Winston „Biology of the Honeybee“			
	Arbeiterin	Königin	Drohn
Sinnesorgane			
Einzelaugen im Komplexauge	4.000-6.900	3.000-4.000	7.000-8.600
Sinnesplatten auf den Antennen	3.000	1.600	30.000
Drüsen			
Futtersaftdrüse	vorhanden	rudimentär	nicht vorhanden
Kopfspeicheldrüse	groß	groß	rudimentär
Brustspeicheldrüse	groß	groß	klein
Mandibeldrüse	groß	sehr groß	klein
Wachdrüsen	vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
Nassanoff-(Sterzelduft-)drüse („Attraktivitäts“-Pheromon)	vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
Giftdrüse, Alkalische (Dufour'sche) Drüse und Stachelapparat	vorhanden	vorhanden	nicht vorhanden
Koschevnikow'sche Drüse (Königinnen-Pheromon)	Vorhanden, Funktion fraglich	vorhanden	nicht vorhanden
Tergittaschendrüsen (Königinnen-Pheromon)	nicht vorhanden, werden entwickelt bei Eier legenden Arbeiterinnen	vorhanden	nicht vorhanden
Geschlechtsorgane			
Ovarien (Eierstöcke)	unterdrückt	vorhanden	nicht vorhanden
Spermatheka (Samenblase)	rudimentär	vorhanden	nicht vorhanden
Hoden + Schleimdrüsen	nicht vorhanden	nicht vorhanden	vorhanden junger Drohn: Hoden vorhanden, Entwicklung der Schleimdrüsen; alter Drohn: Hoden reduziert, Speicherung der Spermien in den erweiterten Samenleitern
Mundwerkzeuge, Beine, Flügel			
Mandibeln	schmal	kräftig, mit Zähnen	klein, mit Zähnen
Rüssel	lang	kurz	kurz
3. Beinpaar mit Sammelapparat	vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
Sensillen auf den Flügeln	viele	wenige	sehr viele

Literaturliste auf Anfrage