

# Das Nest der Honigbienen

*Ein Extrakt aus dem Buch: Honeybee Nests. Composition, Structure, Function.*

## Der Bautrieb der Bienen

### Generelles

- Porenkanäle transportieren einen aus dem Fettkörper der Biene gebildeten Vorstoff (gebildet aus Kohlenwasserstoffe und Fettsäuren) an die Oberfläche der Biene, wo die Stoffe sich auf dem *Wachsspiegel* verfestigen und kristallisieren, und so zur Wachsschuppe werden. Wachsschuppen sind kristallin.
- Wachsschuppen/-plättchen unterscheiden sich von fertigem Wachs: Wachsschuppen enthalten weitere nicht-fettige Bestandteile und haben eine andere Zusammensetzung von Fetten als das fertige Bienenwachs.
- Wachsschuppen sind weicher bei niedrigeren Temperaturen, was bedeutet, daß es für die Bienen einfacher zu bearbeiten ist. (Niedriger Schmelzpunkt.)
  - Es ist im Umkehrschluß für die Bienen schwieriger und kostspieliger, fertiges Wachs umzuarbeiten
- Junges Wabenwerk ist in seinen Eigenschaften abhängig von Wärme. Werden die Waben bebrütet, so werden Seidenfasern von der Verpuppung in das Wabenwerk eingearbeitet - das Wachs im alten Wabenbau ist somit ein mit Fasern verstärktes Kompositmaterial. Und damit weniger temperaturabhängig und bruchfester.
  - Bienenseidenhäutchen sind 3 Mikrometer dick
  - Bienenseide ist stark wasseranziehend und speichert Wasser
- Die Hälfte des von einem Bienenvolk produzierten Wachses wird innerhalb von Bautrauben produziert, die andere Hälfte durch einzelne Baubienen.
- Wachs-/Baubienen bewegen sich im Brutnest ("suchen") und bauen da, wo es notwendig ist.
- Der Anteil von Drohnenwaben ist abhängig von der Anzahl von adulten Drohnen und Drohnenbrut. Je weniger Drohnen es gibt, desto größer der Drang, Drohnenwaben zu bauen. Die Anzahl der Drohnen korreliert positiv zur Anzahl der Arbeiterinnen in einem Volk.
- Honigbienen scheiden immer die gleiche Menge an Wachsplättchen aus. Unabhängig vom Zustand des Volkes, zum Beispiel unabhängig von der Weiselrichtigkeit. Es gibt aber saisonale Schwankungen.
- Aber: Das Bauen von Waben ist vor allem anderem abhängig von der Anwesenheit einer begatteten Königin und offener Brut.

Fazit: Die Bienen können innerhalb des warmen Sommerhalbjahres jederzeit bauen, da sie ständig Wachsplättchen produzieren. Den Drang zum tatsächlichen Bau von Waben verspüren sie aber nur unter bestimmten Bedingungen. Siehe unten.

## **Was den Bautrieb fördert**

- Die Anzahl der jungen Bienen im Stock beeinflusst den Bautrieb positiv, es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen Anzahl junger Bienen im Volk und dem Bautrieb.
- Am besten bauen Bienen, wenn es sowohl Brut als auch eine begattete Königin gibt. Ohne Königin aber mit Brut bauen sie immer noch besser als ohne Königin und ohne Brut, wo es fast gar keine Bauaktivitäten gibt.

**+++ Weisel+Brut > weisellos aber Brut > weisellos ohne Brut ---**

- Tracht ist Voraussetzung für Bautrieb: Nektar und Pollen
  - **Pollen** muß in den ersten Lebenstagen zur Verfügung stehen, damit die Bienen an Gewicht zulegen (Fettkörper) und die Wachsdrüsen sich normal entwickeln.
    - Außerdem: Die Langlebigkeit der Bienen korreliert mit der Verfügbarkeit von Pollen während der Aufzucht.
  - Die **Pollen**verfügbarkeit bestimmt die Volksentwicklung im Frühjahr. Völker, die früh mit Pollen gefüttert werden, fangen früher an zu brüten. Der Pollenbedarf steigt dann mit wachsendem Brutnest. Das Brutnest kann nur wachsen, wenn genug Pollen vorhanden ist.
  - Mit **Pollen** gefütterte Bienen bauen mehr Waben als Bienen mit eingeschränktem Zugang zu Pollen.
  - Ergänzende Informationen zum Pollen:
    - Zu viel, exzessiv eingelagerter Pollen schränkt das Brutnest ein.
    - Das Sammeln von Pollen wird von drei Mechanismen reguliert:
      1. Offene Brut/Brutpheromone
        - (Künstliche) Brutpheromone stimulieren Pollensammeln dramatisch.
      2. Pollenvorrat
      3. Leere Zellen
      4. Sammlerinnen müssen direkten Kontakt mit dem Brutnest und dem Pollenband haben, um das Pollensammelverhalten zu regulieren.
  - Bienen bauen nur bei **Nektar**tracht. Wenn sie überschüssigen Honig einlagern können, bauen sie am besten.
    1. Leerwaben und freie Stellen zum Bauen von Waben stimulieren das Einlagern von Nektar und damit den Bautrieb zusätzlich.
- Die Bienen benötigen Wärme zum Bauen von Waben
  - die "Heizkosten" tragen sie bei kühlen Außentemperaturen nicht gerne, die Bienen stellen dann das Ausbauen von Waben ein.
- Die Bienen werden durch freie Räume in der Bienenwohnung zum Wabenbau angeregt. Ganz besonders, wenn das komplette Brutnest weggenommen wird.

### **Was den Bautrieb dämpft**

- sowohl unverdeckelte als auch verdeckelte Weiselzellen
- verdeckelte Brut
- Brutlosigkeit
- Bei neu gebildeten Völkern: Je mehr Licht, desto weniger oder gar kein Bautrieb.
  - Wenn zunächst dunkel gehalten und der Bau erst mal begonnen hat, bauen sie auch bei Licht weiter.
- Licht beeinflusst die Ausrichtung des Wabenbaus nicht. Wind hingegen schon.
- Kälte (Außentemperaturen)
- Keine Tracht (Nektar und Pollen)

### **Beutengröße, Bienendichte und Selbstorganisation des Brutnestes**

#### **Vergleich der Nester verschiedener Bienenarten:**

##### ***Apis mellifera/Europäische Honigbiene***

- Natürliche Populationsdichte: 0,5-7,8 Völker pro Quadratkilometer
- Volumen der Bienenbeuten: 30-60 Liter
- Die Bienen bevorzugten in Experimenten 45 Liter vor anderen Volumina
- Bevorzugen hoch gelegene Bienenhöhlen

##### ***Apis cerana/Asiatische Honigbiene***

- Natürliche Populationsdichte: 22 Völker pro Quadratkilometer
- Volumen der Bienenwohnung: 10-15 Liter Volumen
- Keine Bevorzugung von Höhen: vom Erdloch bis in den höchsten Fels.

##### ***Apis m. scutellata und A.m. capensis/Afrikanische Honigbienen***

- 20 Liter Volumen (90 % der Messungen)
- Die Bevorzugung höher gelegener Bienenwohnungen gegenüber denen kurz über dem Erdboden wurde auch bei den afrikanischen Honigbienen gefunden.

Traditionelle europäische Beuten haben ein Volumen von ca. 25 Litern und liegen damit näher an den auch bei anderen Arten gefundenen Volumen der natürlichen Bienenhöhlen.

[Aus Seeley's Arbeit: der Durchmesser einer Bienenhöhle *Apis mellifera* beträgt durchschnittlich 20 cm.]

## Der Effekt von engen Verhältnissen auf den Bien

1. Mit steigender Bienendichte reduziert sich der Bautrieb. (Bei vorhandenem Wabenwerk im Brutnest.)
2. Gedrängte Bienen verbrauchen im Winter weniger Honig pro Biene
3. Gedrängte Bienen brüteten im Winter weniger.
4. Während der Saison produzierten gedrängte Bienen mehr Honig, aber weniger Brut.

### [Anmerkung Bernhard Heuvel] Exkurs zum Regelmechanismus im Bien

An dieser Stelle ein kleiner Exkurs außerhalb des Buches, in dem der Regelmechanismus des Bien beschrieben werden soll, der das Innere des Bien in Einklang mit den Vorgängen in der Außenwelt bringt. Schließlich ist der Bien in hohem Maße davon abhängig, sich auf die Pflanzenwelt da draußen abzustimmen und die Entwicklung des Volkes an die Flora der Region anzupassen.

Hier kommen zwei besondere Stoffe ins Spiel – das sogenannte *Juvenilhormon* und das sogenannte *Vitellogenin*. Hier ein paar erläuternde Auszüge.

#### Zitat:

*Während des 2. bis 3. Tages nach Schlupf aus dem Ei befindet sich die Larve in einer sensiblen Phase: Es entscheidet sich nun, ob sie sich in Richtung Königin oder Arbeiterin weiterentwickelt. Ein sehr hoher JH-Gehalt während dieser Entwicklungsphase führt zur Realisierung eines Königinnen-Entwicklungsprogrammes, ein niedrigerer bedeutet Arbeiterinnenentwicklung. Über einen hohen oder niedrigen Gehalt an JH während dieser Phase entscheiden letztendlich Futterreize: "Hochwertiges" (also reiner Ammenfuttersaft) Futter stimuliert (vermutlich über neurosekretorische Zellen) die Ausschüttung von JH und führt somit zur Entwicklung einer Königin. So wird also über die Fütterung mehrere Hormonsysteme aktiviert (am Ende steht dabei der JH-Gehalt), die eines der beiden Entwicklungsprogramme (Königin oder Arbeiterin) "anschalten". Ab dem 4. Larventag ist eine "Umschaltung" des Entwicklungsprogrammes nicht mehr möglich. [...]*

*Das Juvenilhormon hat neben der Entwicklungssteuerung noch eine Vielzahl an anderen Funktionen: es steuert die Fruchtbarkeit und Eireifung der Königin, ist bei der physiologischen Umstellung von Sommer- auf Winterbienen beteiligt und modifiziert bestimmte Verhaltensweisen bei der Adultbienen (z.B. den Übergang von Stock - zu Sammelbiene). Wir haben hier also einen körpereigenen "messenger" (Boten), der je nach Entwicklungszustand des Individuums und je nach Organ, an dem es wirkt, ganz unterschiedliche Abläufe steuert." Zitatende.*

[https://bienenkunde.uni-hohenheim.de/uploads/media/Skript\\_Biologie\\_Honigbiene.pdf](https://bienenkunde.uni-hohenheim.de/uploads/media/Skript_Biologie_Honigbiene.pdf)

#### Zitat:

*"Wenn junge Arbeiterinnen in ihren ersten Lebenstagen knapp bei Nahrung sind, neigen sie dazu, frühzeitiger Sammlerin zu werden und bevorzugt Nektar zu sammeln. Wenn sie moderat [in den ersten Lebenstagen] gefüttert werden, beginnen sie mit der Nahrungssuche in einem "normalen" Alter, wieder bevorzugt nach Nektar. **Wenn sie hingegen unmittelbar nach dem Schlupf reichlich gefüttert werden, ist ihr Vitellogenin-Titer***

**hoch, und sie warten sehr viel länger, bis sie zur Sammlerin werden, und sammeln dann bevorzugt Pollen, und haben eine längere Lebensdauer.** Dieses Verhalten ist durchaus sinnvoll. Ein hungerndes Volk möchte die Brutaufzucht überspringen, und sendet stattdessen Sammlerinnen aus, um so viel Nektar wie möglich zu sammeln. Ein fettgefressenes Volk zieht Brut auf und baut Proteinreserven auf, um zu schwärmen."

<http://scientificbeekeeping.com/fat-bees-part-1/>

Zitat:

"Besonders im Gehirn besitzen Insekten zudem neurosekretorische Drüsen, zu denen auch die bereits benannten Corpora cardiaca und **Corpora allata** gehören. Letztere schütten das Juvenilhormon aus, welches bei der Häutung das Entwicklungsstadium beeinflusst. Die Häutung selbst wird durch die Häutungshormone induziert, vor allem das Ecdyson."

<http://www.biologie-seite.de/Biologie/Insekten>

Zitat:

"Vitellogenin ist ein Speicherprotein, das von den Arbeiterinnen für verschiedene Stoffwechszwecke einschließlich der Synthese von Futtersaft, der Alterung (Amdam und Omholt, 2002) verwendet wird, und bei der Immunität durch hormonelle Regulationswege beteiligt ist (Munch et al., 2008).

Weiterhin ist Vitellogenin ein Zinkträger (durch Falchuk, 1998 überprüft), und Zink beeinflusst die Anzahl der funktionellen Haemozyten in Honigbienen. Zinkmangel induziert oxidativen Stress und Apoptose in verschiedenen Zelllinien von Säugetieren, einschließlich Nerven- und Immunzellen (durch Mocchegiani et al, 2000 überprüft; Amdam et al, 2004b.). Aus diesem Grund kann Vitellgenin als Freie Radikalen-Fänger gesehen werden, der das Niveau von oxidativem Stress mindert (. Amdam et al, 2004b; Seehuus et al, 2006). Das Lysozym spielt für Insekten eine wichtige Rolle bei der Immunität gegen Bakterien (Daffre et al, 1994; Lavine und Strand, 2002).

aus:

### **Immune-related gene expression in nurse honey bees (*Apis mellifera*) exposed to synthetic acaricides**

Paula Melisa Garrido a,†, Karina Antúnez b, Mariana Martín c, Martín Pablo Porrini a, Pablo Zunino b, Martín Javier Eguaras

[http://www.researchgate.net/profile/Karina\\_Antunez/publication/233404435\\_Immune-related\\_gene\\_expression\\_in\\_nurse\\_honey\\_bees\\_%28Apis\\_mellifera\\_%29\\_exposed\\_to\\_synthetic\\_acaricides/links/0deec52121aa8a5c25000000](http://www.researchgate.net/profile/Karina_Antunez/publication/233404435_Immune-related_gene_expression_in_nurse_honey_bees_%28Apis_mellifera_%29_exposed_to_synthetic_acaricides/links/0deec52121aa8a5c25000000)

Zitat:

Die Honigbiene besitzt etwas, was man als starke epigenetischen Regulation des Alterns bezeichnen kann"

<http://sageke.sciencemag.org/cgi/content/full/2004/26/pe28>

Ein Regelmechanismus wirkt über das **Juvenilhormon** und **Vitellogenin** auf das Nervensystem, genauer: der corpora allata! Mit diesem doppelten Regelmechanismus wird der Einklang von Innen- zur Außenwelt erzeugt!

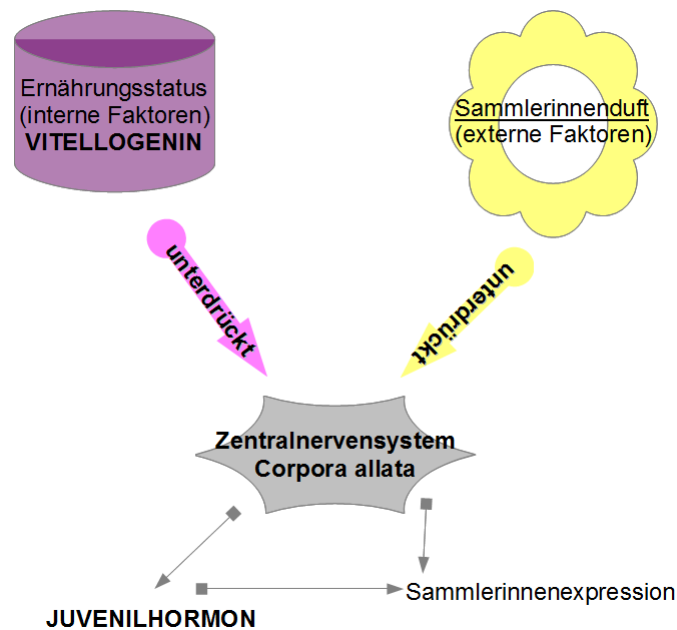


Abbildung 1:  
*Vitellogenin und Sammlerinnenduft sind aktiv*

Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, wirken interne und externe Faktoren/Signale auf das Zentralnervensystem ein. Wenn in der Beute genügend Nahrung vorhanden ist, also Pollen und Honig, dann ist der Vitellogenin Gehalt bei den jungen Bienen hoch (mit dem Alter nimmt der Gehalt an Vitellogenin automatisch ab). Das Vorhandensein eines hohen Vitellogeninspiegels im Bienenstock unterdrückt die Corpora allata und damit die Ausschüttung des Juvenilhormons. Hinzu kommt noch ein zweiter Regelmechanismus, der von der Tracht außerhalb der Beute wirkt: Sammlerinnen in der Tracht verströmen einen Sammlerinnenduft, und dieser Duft unterdrückt (beruhigt) ebenfalls die Corpora allata. (Die Corpora allata ist eine Hirndrüse).

In dieser Konfiguration entstehen langlebige Dauerbienen (Schwarm- und Winterbienen), die mit der Aufnahme der Sammeltätigkeit lange warten. Wenn sie dann sammeln, sammeln sie bevorzugt Pollen.

Mit dem oben gezeigten doppelten Regelmechanismus reagiert das Zentralnervensystem der einzelnen Bienen auf die Reize aus dem Bienenstock und aus der Umwelt, um sich den Bedürfnissen entsprechend früher zur Sammlerin umzuformen.

Ganz anders sieht die Situation aus, wenn einer der regulierenden Reize wegfallen – oder beide Reize gleichzeitig. Sprich: durch einen schlechten Ernährungszustand nach dem Schlupf der jungen Bienen, fehlt das Vitellogenin in den jungen Bienen. Oder wegen fehlender Tracht, kommt kein Sammlerinnenduft in den Bienenstock. Dann werden die Bienen "unzufrieden". Die fehlenden Signale reizen das zentrale Nervensystem und lassen es aktiv werden. Die Drüse Corpora allata stimuliert die Synthese des Juvenilhormons und die Produktion von Juvenilhormon läuft auf Hochtouren.

Die Folge ist, daß die Bienen sich sehr viel schneller zur kurzlebigen Sammlerin entwickeln und vor allem Nektar sammeln gehen. Gleichzeitig unterdrückt das Juvenilhormon die Synthese von Vitellogenin, so daß auch die neuen Bienen erstmal zur Sammlerin ausgebildet werden.

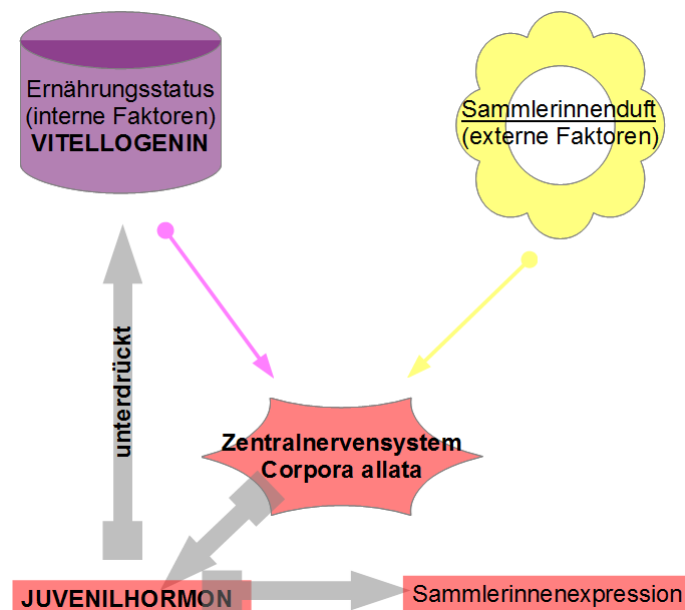


Abbildung 2:  
Vitellogenin und Sammlerinnenduft sind *inaktiv*

Mit diesem Sicherheitssystem reagiert die Biene auf den Ernährungszustand und äußere Umwelteinflüsse.

**Zu diesen Einflüssen gehört auch sicher die letzte Honigernte zum Ende der Saison.**

Die Nachhaltigkeit der Störung der letzten Ernte besteht sicher darin, daß die Bienen auf das Notprogramm umschalten, zu kurzlebigen Sammlerinnen mutieren (Räuberbienen!) und auch die Folgesätze an junger Brut eine Unterdrückung der Vitellogeninsynthese erfahren. Es dauert vermutlich eine Weile, bis die Effekte der Einfütterung greifen und wieder langlebige Dauerbienen entstehen können.

Da das Vitellogenin maßgeblich am Immunsystem der Bienen beteiligt ist, ist ein Rückgang nach der Honigernte so zu bewerten, daß Krankheiten ein leichtes Spiel haben. Auch die Varroa wird auf den Rückgang des Vitellogenin und den Anstieg von Juvenilhormon reagieren (ähnlich der Vorbereitung zum Schwärmen!) und entsprechend die eigene Reproduktion steigern. Hier liegt eventuell der Mechanismus vor, der oft als Reinvansion misinterpretiert wird und in Wirklichkeit eine *Reinvansion von innen* ist.

Der oben beschriebene doppelte Regelmechanismus ist ein wichtiger Bestandteil unseres Verständnis vom Bien. **Ende Exkurs.**

## ***Selbstorganisation***

Jedem Imker ist das Bild eines Brutnestes ein Begriff: die Anordnung von Honig über dem Brutnest, darunter ein Bogen aus Pollen, der sogenannte Pollenkranz und darunter in Kreisform die Brut in allen Stadien. Dieses Bild einer idealen Wabe ist keine Selbstverständlichkeit, und auch nicht den Bienen angeboren sondern das Produkt einer Selbstorganisation.

In einer Modellrechnung wurde verschiedene Mechanismen durchgerechnet und gefunden, daß die Selbstorganisation durch den Legegang der Königin und dem Konsumverhalten von Pollen und Nektar im Brutnest bestimmt wird. Der Legegang alleine erklärt nicht ausreichend die Form und Organisation des Brutnestes. Auch das Konsumverhalten führte im Modell nicht zum Brutnestbild.

Der Legegang der Königin verläuft in Spiralforn vom Zentrum des Brutnestes ausgehend nach außen. **Nektarstockbienen laden den Nektar bevorzugt nahe des oberen Bereichs der Wabe ab, wo das Honigband sich befindet, wenn dort leere Zellen zu finden sind.**

**Anfang Exkurs.** Hier zeigt sich auch warum das weitläufig beobachtete Phänomen der leeren Zellen in der Mitte über dem Brutnest, über dem Absperrgitter so überaus wirksam ist. Diese Zellen werden für die Brutablage hergerichtet, können aber von der Königin nicht erreicht werden. Die Bienen lagern darin tagsüber den Nektar ab und nachts wird dieser Zwischenspeicher wieder geleert, wie eine Art Vorhof beim Herzen, wird der Honig nach oben gepumpt. Während in einem Brutnest ohne Absperrgitter dieser Bereich mit Brut belegt wird oder schnell zuhonigt, wird der Effekt durch das Absperrgitter solange aufrecht erhalten, wie oben genügend leere Zellen zur Speicherung des hereinkommenden Honigs zur Verfügung gestellt werden. **Ende Exkurs.**