

# **Abwehrmechanismen des Bienenvolkes**

Prof. Dr. Karsten Münstedt & Karl Philipp Münstedt

Krokkelstrasse 43, 35435 Wettenberg

In der Vergangenheit und vor dem Hintergrund der Bienenverluste der vergangenen Jahre wurde viel über Bienenkrankheiten geschrieben. Analog zur Denkweise der modernen Medizin ist auch im Bereich der Imkerei die Perspektive von einer pathogenetischen Sichtweise geprägt. Die Pathogenese beschreibt die Hintergründe der Entstehung und Entwicklung einer Krankheit. Die pathogenetische Denkweise und die daraus resultierenden Behandlungsweisen haben zum Erfolg der modernen Medizin beigetragen, die die Lebenserwartung von Menschen deutlich steigerte. Sie lag 1900 bei 46,6 Jahre für Männer und 48,7 Jahre für Frauen, in früheren Jahrhunderten noch deutlich darunter. Die durchschnittliche Lebenserwartung neugeborener Jungen beträgt aktuell 76,6 Jahre, die für neugeborene Mädchen 82,1 Jahre. Dieser grandiose Erfolg hat dazu geführt, dass andere Krankheitskonzepte weniger Aufmerksamkeit bekommen haben. Entsprechend wird das gegenwärtige medizinische Handeln von aggressiven Begriffen wie dem „Kampf gegen Krebs“ umschrieben

Eines der wenigen interessanten rationalen alternativen Therapiekonzepte ist das Konzept der Salutogenese, welches auf Aaron Antonovsky zurückgeht. Es fragt nach den Gründen, warum Menschen gesund bleiben oder es wieder werden und unterscheidet sich damit deutlich vom oben erwähnten pathogenetischen Denkkonzept. Antonovsky sieht sogar Krankheitssymptome als eine Chance zur gesundheitlichen Entwicklung. Beispiel: Kopfschmerz ist ein Warnsignal, das den Körper darauf aufmerksam macht, dass etwas nicht in Ordnung ist.

## **Was hat dies nun mit der Imkerei zu tun?**

Auch wenn das Ausmaß der Bienenverluste manchenorts schockierende Ausmaße erreicht, gibt es meist nicht immer Totalverluste. Derzeit stellen wir die Frage, warum

sind die Bienenvölker gestorben, doch auch die Frage, warum haben einige Völker überlebt, verdient ebenfalls Beachtung. Diese Betrachtung findet Beachtung im Bereich der Varroose, denn in Frankreich und Spanien wurden einige Bienenvölker über Jahre unbehandelt gelassen und haben zumindest teilweise überlebt. Diese Völker wurden in Bezug auf ihre besonderen Eigenschaften untersucht, um Hinweise auf die möglichen Mechanismen der Resistenz zu erkennen. Entsprechende Untersuchungen haben gezeigt, dass insbesondere Unterschiede im Verhalten der Bienenvölker eine Rolle spielen (Navajas et al. 2008).

Wie sich auch anhand der jüngsten Diskussionen um die Schweinegrippe, aber auch der Menschheitsgeschichte nachvollziehen lässt, bringt das enge Zusammenleben von Individuen erhebliche gesundheitliche Risiken und Probleme mit sich, man denke nur an die Pest-, Pocken- oder Cholera-Epidemien. Entsprechende Probleme hat auch das Bienenvolk. Es musste Strategien entwickeln, um sich gegen die unterschiedlichen Krankheitserreger zur Wehr zu setzen. Vor diesem Hintergrund erscheint es daher zunächst paradox, dass Bienen nur 2/3 der Gene mit Bezug zum Immunsystem haben im Vergleich zu Fruchtfliegen und Moskitos (Evans et al. 2006; Chan et al. 2009). Es ist damit wohl aufgrund der verringerten Zahl an Genen wesentlich weniger flexibel, wenn es darum geht, sich auf Infektionen einzustellen. Doch bevor auf die Abwehrmechanismen der Gemeinschaft eingegangen wird, zunächst die individuellen Abwehrmechanismen.

1. Individuelle Abwehrmechanismen: Die Abwehrmechanismen der einzelnen Biene gliedern sich in 3 Bereiche:
  - a) mechanische Barrieren (Chitinpanzer, Darmwand)
  - b) Abwehrstoffe/Abwehrpeptide (z. B. Apidaecine) in der Hämolymphe der Biene
  - c) Zelluläres Abwehrsystem mit Hämozyten, die als Fresszellen vorrangig Pilze und Bakterien zerstören

Untersuchungen haben gezeigt, dass sich das Immunsystem der Biene während ihres Lebens ändert (Wilson-Rich et al. 2008). Die Zahl der Hämozyten liegt bei Larven im Mittel bei etwa 2000 Zellen/mm<sup>3</sup>, steigt bei Puppen auf etwa 4000 Zellen/mm<sup>3</sup> an und fällt bei Ammenbienen und Flugbienen auf Werte von etwa 500 Zellen/mm<sup>3</sup> ab

(Wilson-Rich et al. 2008). Demgegenüber steigt die Aktivität der Phenoloxidase, die eine zentrale Rolle im Hinblick auf die Abwehrstoffe in der Hämolymphe spielt, im Laufe des Lebens der Biene deutlich an (Wilson-Rich et al. 2008). Diese Veränderungen sind an die Änderungen der Aufgaben im Bienenstock angepasst und haben nichts mit Alterung zu tun, wie man von Flugbienen weiß, die aufgrund besonderer Umstände wieder Brutpflegearbeiten übernehmen.

2. *Paarweise Abwehrmechanismen einschließlich Putzen*: Das gegenseitige Putzen wird derzeit als der wichtigste Faktor angesehen, der dazu führt, dass die afrikanisierten Honigbienen keine Probleme mit der Varroamilbe haben (Calderón et al. 2010). Eine Studie, die die Genetik von Varroa-befallenen und Varroa-resistenten Völkern verglichen hat, hat gezeigt, dass sich insbesondere die Expression von Genen, die die Nervenentwicklung, die Empfindlichkeit der Nerven und das Riechvermögen beeinflussen, unterscheiden. Varroa-befallene Völker der europäischen Biene riechen die Milben wohl nicht und erkennen sie damit als fremd und reagieren so nicht adäquat auf sie (Navajas et al. 2008).
3. *Abwehrmechanismen wie Arbeitsteilung*: Über die Arbeitsteilung im Bienenvolk kommt nicht jede Biene in direkten Kontakt mit einem Erreger.
4. *Abgrenzung gegenüber der Umgebung*: Der Bienenstock, als umschlossener, abgegrenzter Raum, trägt dazu bei, dass Feinde des Bienenvolkes nicht einfach in die Behausung gelangen können. Wespen, Ameisen, Hornissen und andere Tiere werden von den Wachen an der Einflugöffnung abgefangen und abgewehrt.
5. *Verwendung von Kittharz (Propolis) zum Schutz des Volkes*: Kittharz ist bekanntermaßen eine Substanz, die vielfältige antibakterielle und antivirale Eigenschaften hat (Viuda-Martos et al. 2008). Im Bienenvolk verringert Propolis die Zahl von schädlichen Bakterien und erlaubt, dass die Bienen ihr Immunsystem weniger aktiv halten müssen und so möglicherweise andere, wichtigere Stoffwechselläufe besser ausführen können (Simone et al. 2009).

6. *Soziale Immunabwehr*: Erkrankte Bienen sterben meist außerhalb des Stockes. Damit entfernen sie schädliche Bakterien oder Parasiten aus dem Stock.
7. *Symbiotische Bakterien*: Im Bienenvolk wurden zahlreiche Bakterienarten nachgewiesen, die dem Volk keinen Schaden zuführen, im Gegenteil, einige Bakterienarten (*Brevibacillus formosus*, *Bacillus fusiformis*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Acinetobacter* sp.) verhindern das Wachstum des Faulbruterregers *Paenibacillus l. larvae* (Evans & Armstrong 2006). Inwiefern auch andere Infektionskrankheiten durch entsprechende Bakterien verhindert werden, muss noch in weiteren Studien untersucht werden. Im Darm der Bienen wurden ebenfalls einige Bakterien, überwiegend Milchsäurebakterien (Laktobazillen) gefunden, die den Säuregrad im Darm absenken und damit das Wachstum anderer Keime verhindern (Mohr & Tebbe 2006).
8. *Genetische Variabilität*: Bei der Befruchtung der Bienenkönigin vermischt sich das Sperma der verschiedenen begattenden Drohnen nicht. Dadurch finden sich während des Jahres unterschiedliche Anteile von Töchtern der jeweiligen Drohnen, die möglicherweise unterschiedlich empfindlich auf Krankheiten reagieren. Insbesondere steigert die genetische Vielfalt die Produktivität im Bienenvolk. Bienenvölker mit verschiedenen Vaterlinien finden schneller Nahrungsquellen und können sie effektiver ausnutzen (Mattila et al. 2008).
9. *Schwarm*: Unter natürlichen Bedingungen schwärmen Bienen 1- bis 2-mal im Jahr. Mit dem Schwarm bleiben kranke, flugunfähige Bienen sowie der alte, möglicherweise verseuchte, Wabenbau zurück.
10. *Abstand*: Unter natürlichen Bedingungen finden Bienenvölker kaum eine geeignete neue Nistmöglichkeit innerhalb weniger Meter vom ursprünglichen Stock entfernt. Möglicherweise halten Bienenvölker auch von sich aus einen Abstand zum nächsten Bienenvolk, um weniger Konkurrenz bei der Ausbeutung der Nahrungsquellen zu haben. Dadurch reduziert sich auch die Übertragung von Krankheiten, da ein Verfliegen bei den größeren Abständen kaum auftritt.
11. *Bienenstachel*: Nicht unerwähnt bleiben darf der Bienenstachel, der bei der Abwehr von größeren Feinden eine Rolle spielt. Beim Stich in die elastische Oberhaut eines Wirbeltieres (oder Menschen) bleibt der Stachel durch die Widerhaken stecken.

Dabei wird ihr kompletter Stechapparat (inklusive Giftblase) aus dem Hinterleib gerissen. Der Stechapparat kann aufgrund seiner geringen Größe nicht so leicht entfernt werden und kann so eigenständig Bienengift in den Körper des Feindes pumpen, bis die Giftblase vollends entleert ist (Dauer ca. 20 Sekunden). Beim Abriss des Stachelapparates wird Alarmpheromon freigesetzt, welches sich aus 40 verschiedenen Substanzen zusammensetzt. Dieses weist Artgenossinnen auf einen Ort hin, an den Stiche gut platziert werden können, was bei behaarten Wirbeltieren nicht überall möglich ist. Daher stechen Bienen bevorzugt an die Stelle, an der das Alarmpheromon am stärksten konzentriert ist. Rauch blockiert im Übrigen die Geruchsnerve der Bienen, die dann die Wahrnehmung des Isoamylacetats, einen Bestandteils des Pheromons, blockiert (Hunt 2007). Es ist kaum von Interesse von Seiten des Imkers, die Abwehrkräfte des Bienenvolkes in diesem Bereich zu stärken. Entsprechend wird dieser Punkt nicht weiter diskutiert.

### **Wie lassen sich die Abwehrkräfte eines Bienenvolkes stärken?**

Unter Berücksichtigung der oben genannten Abwehrmechanismen lassen sich für die imkerliche Praxis einige Dinge ableiten, die die Abwehrkräfte des Volkes stärken müssten. Im Folgenden wird auf die oben geschilderten Unterpunkte Bezug genommen.

Zu 1. Verbesserung der Pollenvielfalt: Aktuelle Untersuchungen haben festgestellt, dass ein vielfältiges Pollenangebot das Immunsystem der Bienen gegenüber dem Pollenangebot bei Tracht in Monokulturen steigert (Alaux et al. 2010).

Zu 2. Die Selektion putzaktiver Bienen ist ein Ziel bei den Bemühungen um eine Varroa-resistente Biene.

Zu 5. Bei den aktuellen züchterischen Bemühungen werden Linien bevorzugt, die weniger Propolis sammeln. Dadurch kommt es zu geringem Verkleben der Waben, was die Arbeit an den Bienen erleichtert. Unter Berücksichtigung der keimabtötenden Wirkungen von Propolis und deren Bedeutung auch für das Bienenvolk sollten die züchterischen Bemühungen nicht zu weit getrieben werden.

Zu 7. Seit einiger Zeit wird ein „ökologisches Bienepflegemittel“ unter dem Namen Apis Biosa vermarktet, welches die natürliche, mikrobiologische Balance im Bienenvolk

stabilisieren soll. Leider besteht immer noch ein deutliches Ungleichgewicht zwischen behaupteten und tatsächlich bewiesenen Wirkungen der "effektive Mikroorganismen". Bei einem Bedarf von ca. 3 l und Kosten von ca. € 36,- pro Volk darf man im Hinblick auf objektiven Wirksamkeitsnachweis etwas mehr verlangen als die subjektiven Beteuerungen einiger Anwender, zumal das Bakterienspektrum in Apis Biosa (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus lactis* subsp. *lactis* biov. *diacetyllactis*, *Leuconostoc pseudomesenteroides*) nicht mit den oben genannten Bakterien übereinstimmt, die nachweislich den Faulbruterreger im Wachstum hemmen ([http://www.werner-seip.de/html/apis\\_biosa.html](http://www.werner-seip.de/html/apis_biosa.html)).

Auch wenn also derzeit keine nachweislich geeigneten Produkte in diesem Bereich zur Verfügung stehen, ergibt sich hier möglicherweise zukünftig ein interessanter Ansatz für die Bekämpfung von Bienenkrankheiten.

Zu 8. Die züchterische Bearbeitung von Bienen geht meist mit Inzucht einher. Aufgrund der Bedeutung der genetischen Vielfalt für die Bienen, müssen Zuchtprojekte auf eine breite genetische Basis gestellt werden. Der Heterosis-Effekt, der die besonders ausgeprägte Leistungsfähigkeit von Mischlingen (Hybriden) beschreibt, wird derzeit nur ansatzweise ausgenutzt. Studien haben die verbesserte Leistung der Hybrid-Völker in Bezug auf Honigertrag und Legeleistung gezeigt (Cale & Gowen 1956), der sich möglicherweise auch in punkto Krankheitsresistenz positiv bemerkbar macht.

Zu 9. Die systematische Erneuerung des Wabenbaus gilt seit einiger Zeit als ein wichtiger Teil im Bemühen um die Gesundheit der Bienen. Auch die Bildung von Fluglingen soll sich positiv auswirken.

Entsprechende Konzepte von Dr. Ralf Büchler vom Bieneninstitut Kirchhain können und sollten in die Praxis integriert werden ([http://www.llh-hessen.de/cms/bienen/RB\\_Brutentnahme%20IBD2010x.pdf](http://www.llh-hessen.de/cms/bienen/RB_Brutentnahme%20IBD2010x.pdf)).

Zu 10. Eine hohe Bienendichte lässt sich vermeiden, wenn gezielt nach zusätzlichen Möglichkeiten für das Aufstellen von Bienenständen gesucht wird. Forstämter und Gemeindeverwaltungen sind mögliche Ansprechpartner. Auch über Inserate lassen sich sicherlich neue geeignete Standorte finden. Insbesondere in Zeiten mit geringer Tracht

dürfte sich eine entsprechende Strategie auch in Bezug auf Pollenversorgung positiv auswirken, die ja wiederum einen positiven Effekt auf das Immunsystem der Biene hat.

Zusammenfassend zeigt diese Darstellung, dass Bienen verschiedene Mechanismen entwickelt haben, um sich vor Krankheiten und Parasiten zu schützen. Bis vor kurzem haben diese Mechanismen ausgereicht und die Bienen haben sich an die Vorgaben der Imker angepasst. Vor dem Hintergrund der aktuellen Bedrohungen durch Varroa, Nosema und diversen Bienenviren, erscheint es wichtig, imkerliche Handlungsweisen an die Bedürfnisse des Bienenvolkes anzupassen, um damit den Bienen die Hilfe zur Selbsthilfe im Sinne der Salutogenese zu geben.

## Literatur

Alaux C, Ducloz F, Crauser D, Le Conte Y. Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biol Lett* 2010 Jan 20. [Epub ahead of print]

Calderón RA, van Veen JW, Sommeijer MJ, Sanchez LA. Reproductive biology of *Varroa destructor* in Africanized honey bees (*Apis mellifera*). *Exp Appl Acarol* 2010; 50: 281-97

Cale GH, Gowen JW. Heterosis in the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Genetics* 1956; 41: 292-303.

Chan QW, Melathopoulos AP, Pernal SF, Foster LJ. The innate immune and systemic response in honey bees to a bacterial pathogen, *Paenibacillus larvae*. *BMC Genomics* 2009; 10: 387

Evans JD, Armstrong TN. Antagonistic interactions between honey bee bacterial symbionts and implications for disease. *BMC Ecology* 2006; 6: 4

Evans JD, Aronstein K, Chen YP, Hetru C, Imler JL, Jiang H, Kanost M, Thompson GJ, Zou Z, Hultmark D. Immune pathways and defence mechanisms in honey bees *Apis mellifera*. *Insect Molecular Biology* 2006; 15: 645–6

Evans JD, Spivak M. Socialized medicine: Individual and communal disease barriers in honey bees. *J Invertebr Pathol* 2009, doi:10.1016/j.jip.2009.06.019

Hunt GJ. Flight and fight: a comparative view of the neurophysiology and genetics of honey bee defensive behavior. *J Insect Physiol* 2007; 53: 399-410

Mattila HR, Burke KM, Seeley TD. Genetic diversity within honeybee colonies increases signal production by waggle-dancing foragers. *Proc Biol Sci* 2008; 275: 809-16.

Mohr KI, Tebbe CC. Diversity and phylotype consistency of bacteria in the guts of three bee species (Apoidea) at an oilseed rape field. *Environ Microbiol* 2006; 8: 258-72

Navajas M, Migeon A, Alaux C, Martin-Magniette M, Robinson G, Evans J, Cros-Arteil S, Crauser D, Le Conte Y. Differential gene expression of the honey bee *Apis mellifera* associated with *Varroa destructor* infection. *BMC Genomics* 2008; 9: 301

Simone M, Evans JD, Spivak M. Resin collection and social immunity in honey bees. *Evolution* 2009; 63: 3016–22

Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Pérez-Alvarez JA. Functional properties of honey, propolis, and royal jelly. *J Food Sci* 2008; 73: R117-24

Wilson-Rich N, Dres ST, Starks PT. The ontogeny of immunity: development of innate immune strength in the honey bee (*Apis mellifera*). *J Insect Physiol* 2008; 54: 1392-9