

Ein Plädoyer für den Einsatz der natürlichen Widerstandsfähigkeit der Honigbienen in der Bienenhaltung und -zucht¹

Tjeerd Blacquière¹ & Delphine Panziera^{2,3}

¹ Wageningen University & Research, Wageningen, the Netherlands

² Institute of Biology, Martin Luther University Halle-Wittenberg, Halle (Saale), Germany

³ German Center for Integrative Biodiversity Research (iDiv) Halle-Jena-Leipzig, Leipzig, Germany

Bei diesem Plädoyer geht es darum, der Natur in der normalen täglichen Imkerei Raum zu lassen, darüber hinaus aber auch bei der Vermehrung der Bienenvölker, das bedeutet Imkerei und Bienenzucht ohne Königinnenzucht und ohne Rassenzucht. Unsere europäischen Honigbienen (*Apis mellifera*) besitzen zahlreiche natürliche Eigenschaften und Verhaltensweisen, die sie weniger anfällig für Krankheiten und andere Bedrohungen in ihrer Umwelt machen (Evans & Spivak, 2010; Wilson-Rich, Spivak, Fefferman, & Starks, 2009). Es ist sehr wichtig, dass diese Eigenschaften in ihrer vollen genetischen Breite erhalten bleiben, um die Fähigkeit der Kolonien zur kontinuierlichen Anpassung an neue Bedingungen zu bewahren und zu fördern (Neumann & Blacquière, 2017). Es ist auch wichtig, dass wir als Imker diese Anpassungsfähigkeiten der Bienen so weit wie möglich nutzen (Seeley, 2017a). Das bedeutet, dass es gelegentlich besser ist, der Natur der Bienen zu folgen, als sie zu zwingen, unsere Anforderungen zu erfüllen (Brosi, Delaplane, Boots, & de Roode, 2017). Hier stellen wir einige Beispiele vor, um diese Aussage zu untermauern.

Honigbienen sind endemisch

Unsere Honigbiene kommt in Afrika, im Nahen Osten und in Europa als Wildart vor. Innerhalb dieses breiten Spektrums gibt es viele erforschte Unterarten, die sehr gut an die örtlichen Bedingungen angepasst sind. Zudem gibt es Variationen innerhalb der verschiedenen Unterarten und die Bienen sind sehr differenziert an die lokalen Gegebenheiten angepasst. Eine solche lokale Anpassung von "Ökotypen" kann eine Anpassung an das Wetter, an die örtlichen Eigenschaften und die Saisonalität des Futters, aber auch an lokale Unterschiede von Krankheiten sein. Ein schönes Beispiel ist die "Landes"-Biene, eine regionale Honigbiene innerhalb der Unterart "Dunkle Biene" (*A. m. mellifera*), angepasst an die Klima- und Futterbedingungen eines Gebietes in Les Landes, Frankreich (Strange, Garnery & Sheppard, 2007). Einige einheimische europäische

¹ Übersetzung ins Deutsche von Claudia Blauert aus der englischen Originalversion von: Tjeerd Blacquière & Delphine Panziera (2018) A Plea for Use of Honey Bees' Natural Resilience in Beekeeping, *Bee World*, 95:2, 34-38, DOI: 10.1080/0005772X.2018.1430999

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0005772X.2018.1430999>

Unterarten wurden über die Meere getragen, da sich die Europäer in neuen Gebieten wie Amerika, Australien und Asien niederließen. Durch Zufall hat der Mensch auch die Verbreitung der afrikanischen Savannenbiene (*A. m. scutellata*) in Süd-, Mittel- und sogar Nordamerika (afrikanisierte Bienen, manchmal auch Killerbienen genannt) verursacht.

Die dunkle Honigbiene (*A. m. mellifera*) ist die einheimische Unterart in unserer westeuropäischen Umwelt, mit einer Verbreitung von den Pyrenäen über Westeuropa (einschließlich der Britischen Inseln) bis nach Russland (De la Rúa, Jaffé, Dall'Olio, Muñoz, & Serrano, 2010). Imker haben jedoch seit Jahrhunderten italienische (*A.m. ligustica*), krainische (*A.m. carnica*) und kaukasische (*A.m. caucasica*) Königinnen eingeführt, um Eigenschaften einzuführen, die für die Imkerei besser geeignet sind (Meixner et al., 2010). Infolgedessen wurde unsere westeuropäische dunkle Honigbiene wiederholt mit anderen Unterarten hybridisiert. In jüngerer Zeit haben die Buckfast-Bienen auch Eigenschaften (Gene, eigentlich Allele) anderer Honigbienen-Unterarten (afrikanische und nahöstliche Unterarten) eingeführt.

Die Honigbiene ist eine wilde Spezies

Obwohl sie seit langem vom Menschen gehalten werden, bleiben Honigbienen eine grundsätzlich wilde Art (Oldroyd, 2012). Die Honigbiene ist in vielen Ländern kaum domestiziert worden, in anderen Ländern gab es dagegen Bemühungen, sie zu selektieren und zu züchten. Wo es keine aktiven Zucht- und Selektionsmaßnahmen gibt, können die Bienen als eine wilde Art betrachtet werden. Wo eine intensivere Selektion und Zucht stattfindet, haben wir nicht das Ausmaß der Domestikation von Nutztieren, sondern eine Halbdomestikation, bei der einige Attribute der Domestikation mit einigen Attributen der Wildnis zusammenkommen. Man könnte beispielsweise die Situation in den USA als einen Fall von Domestikation betrachten, wo eine Handvoll Königinnenzüchter den ganzen Kontinent mit Königinnen versorgen. Voraussetzung für eine echte "Domestikation" ist jedoch die Kontrolle der Paarung und Fortpflanzung der Organismen durch den Menschen, wie es bei unseren Nutztieren der Fall ist. Das promiskuitive Paarungsverhalten der Honigbienen-Königinnen mit mehr als 15 Drohnen (Polyandrie) erschwert die Zucht zur Domestikation, deshalb nutzt man künstliche Besamung oder die Verpaarung auf isolierten Belegstellen, z.B. auf Inseln. Es ist mittlerweile erwiesen, dass diese Verpaarung mit vielen Drohnen (mit großer genetischer Variation) auch Voraussetzung für den Aufbau einer gut funktionierenden, gesunden Kolonie ist. Zwischen wilden und geführten Kolonien (Tarp, Delaney & Seeley, 2015) scheint es keinen Unterschied in der Anzahl der Drohnen zu geben, mit denen sich eine Königin paart, in beiden Fällen sind es etwa 15 bis 22. Diese Anzahl von Paarungsereignissen ist wahrscheinlich ein Kompromiss, der eine ausreichende genetische Vielfalt ergibt, abgewogen gegen das Risiko, das die Königin bei jeder weiteren Paarung eingeht und kann somit als natürliches, optimales Selektionsergebnis verstanden werden. Eine Bienenkönigin, die sich auf einer Station mit 20 Drohnen paart, die aus einer Reihe von "Drohnenkolonien" mit Schwester Königinnen stammen, könnte immer noch einen Mangel an genetischen Variationen aufweisen. Die Drohnen könnten genetisch zu ähnlich sein, und aufgrund dieser fehlenden Variation wären auch die Arbeitsbienen in der Kolonie zu ähnlich. Ein Mangel an einigen essentiellen Allelen immunitäts-assoziierten Gene kann zu einer verminderten Fähigkeit des gesamten Bienenvolkes führen, mit Krankheitserregern umzugehen. Eine aktuelle Studie (Delaplane, Pietravalle, Brown & Budge, 2015) zeigte, dass die Paarung mit deutlich mehr Drohnen durch künstliche

Besamung (was auf natürlichem Wege nicht möglich wäre) die Widerstandsfähigkeit der Kolonien gegen die Varroamilbe erhöht. Fünfzehn bis zwanzig Drohnen mögen für die meisten Eigenschaften ausreichen, aber in einigen Fällen können nützliche Allele so selten sein, dass 15-20 nicht verwandte Drohnen oder alternativ weit mehr als 20 Paarungsereignisse nötig sind, um auf diese seltenen Allele zu stoßen.

Sobald eine selektive Zucht auf gewünschte Eigenschaften wie Sanftmut, geringe Schwarmneigung etc. ausbleibt, gehen diese Eigenschaften offenbar schnell verloren. Dies deutet darauf hin, dass einige durch den Menschen ausgewählte Eigenschaften nicht direkt von Vorteil für die Fitness der Bienenvölker sind, da sie sonst häufiger im Genpool erhalten bleiben würden.

Die ursprünglichen Eigenschaften der Honigbienen bieten ein hohes Maß an Widerstandsfähigkeit gegen alle Arten von Krankheiten und Parasiten, wodurch die Imker die Bienen ohne den Einsatz von Tierarzneimitteln halten konnten. Während in einigen Ländern Krankheiten noch ohne Medikamente angegangen werden, hat sich die Situation mit der Ankunft der Varroamilbe in Europa drastisch verändert. Varroa ist ein fremder exotischer Parasit, gegen den unsere Honigbienen keine Verteidigung hatten. Solange wir die Varroamilben in unseren Kolonien kontrollieren, gibt es leider keinen Selektionsdruck und es wird sich niemals eine Resistenz entwickeln können: Die Bienen bleiben so verletzlich, wie sie es bei der Ankunft der Varroa waren.

Zum Verständnis: Resistenz oder Toleranz gegenüber Varroa ist erforderlich

Die Mehrheit der Bienenzüchter ist sich inzwischen bewusst, dass die Lösung für Varroa auch in den Widerstands- und Toleranzmechanismen der Bienen gesucht werden muss. Dies könnte die Rückkehr zu einer altmodischen Imkerei ohne Tierarzneimittel ermöglichen. Wir wissen jetzt auch, dass das Überleben von Honigbienenpopulationen mit Varroa in der Natur und in der Imkerei möglich ist (Locke, 2016; weitere Beispiele: Kefuss, Vanpoucke, Bolt, & Kefuss, 2015, McMullan, 2018, Oddie, Dahle, & Neumann, 2017, Panziera, Van Langevelde & Blacquière, 2017), so dass Imkerei ohne Varroakontrolle keine weltfremde Vision mehr ist. Nur der Weg dorthin ist umstritten: Sollen wir den üblichen Weg der Zucht und Imkerei gehen (mit den vom Imker geschätzten Eigenschaften), oder sollen wir dem Weg der Bienen in ihrem harten Kampf ums Überleben "in der Natur" folgen?

Die beiden Methoden zur Selektion von Varroa-Resistenz oder -Toleranz sind:

1. Gezielte Selektion: Wir suchen und wählen Eigenschaften aus, die der Entwicklung von Varroa entgegenwirken, und züchten sie in unseren Bienenbeständen. Zum Beispiel könnte es sich um eine Zucht auf Hygieneverhalten gegen die Varroamilbe (VSH) handeln (LeClerc et al., 2017; Wilson-Rich et al., 2009), oder um das Putzverhalten, engl. Grooming (Pritchard 2016). Eine solche Zucht erfordert ein hoch koordiniertes Vorgehen und eine kontrollierte Paarung der Königinnen mit ausgewählten Drohnen. Gleichzeitig kann die Erhaltung der gewünschten Eigenschaften der Bienen für die Imker berücksichtigt werden (Uzunov, Braskamp & Büchler, 2017). Dieser Weg wurde bereits eingeschlagen, teilweise mit Erfolg (Rosenkranz et al., 2010). Dieser Ansatz führt zu noch stärkerer Domestikation. Im Prinzip kann dies in großem

Maßstab (wo ausgewählte Königinnen den Imkern zur Verfügung gestellt werden), aber auch vor Ort geschehen.

2. "Natürliche" Selektion: Wir kontrollieren die Milben nicht mehr und überlassen die Bienenvölker dem plötzlich erhöhten Parasitendruck. Im Idealfall führt dies zu einer ausgeglichenen Balance (die meisten Imker würden es für ideal halten, wenn die Bienen "gewinnen", aber diese Option wäre illusorisch): Es entwickelt sich ein Gleichgewicht zwischen Bienen und Milben (Wirt und Parasit), in dem beide überleben können. Diese Strategie hat sich in der Natur bereits mehrfach bewährt (Seeley 2007, 2017b,), ebenso wie bei ursprünglich von Imkern geführten Bienenvölkern (Fries, Imdorf & Rosenkranz, 2006, Le Conte et al., 2007, Kefuss et al., 2015, Oddie et al., 2017, Panziera et al., 2017). Wir können vielleicht von Ent-Domestizierung sprechen, die als Feralisation bezeichnet wird. Dieser Prozess sollte an verschiedenen Orten (mit lokalen Bienenvölkern und deren Milben) stattfinden können. Die Anwendung dieses Ansatzes wird auch dazu führen, dass die Populationen von Bienenvölkern gut an die lokalen Umweltbedingungen angepasst sind. Überraschenderweise scheint die "natürliche Selektion" bereits nach wenigen Jahren, in denen auf die Kontrolle der Varroa verzichtet wurde, erfolgreich zu sein. Dass die "natürliche" Art der Selektion nur durch die Eliminierung der nicht passenden Phänotypen zu einer schnellen Evolution der Honigbienen führen kann, wurde durch eine aktuelle Studie (Avalos et al., 2017) untermauert, in der die wehrhafte afrikanisierte Honigbiene in Puerto Rico in nur einem Jahrzehnt Sanftmut entwickelte. Diese Selektionsereignisse, sogenannte "selective sweeps", konnten an mehreren Stellen der DNA nachgewiesen werden.

Bei beiden Ansätzen der Selektion ist der Prozess kontinuierlich und endet eigentlich nie. Außerdem können sich die Bedingungen ändern, neue Schädlinge können auftreten. Im letzteren Fall wird die Methode 1 gezwungen sein, nach neuen Resistenzmerkmalen zu suchen und den Selektions- und Zuchtprozess entsprechend der neuen Pest zu starten. Bei Methode 2 erhöht der neue Schädling den Selektionsdruck und es entwickeln sich neue Resistenzmechanismen, ohne die bereits erworbenen Anpassungen zu löschen. Die Feralisation in Methode 2 kann zum Verlust von Bienenvölkereigenschaften führen, die als "vorteilhafte Bienenzuchtmerkmale" gelten. Offensichtlich ermöglicht die Feralisation keine Wiederherstellung der verlorenen Allele im Genpool (Johnsson et al., 2016). Dies ist eine zusätzliche Warnung vor dem übermäßigen Einsatz von selektiver Zucht und Domestikation in der Imkerei. Es ist auch ein Argument für den Schutz lokaler Unterarten und Ökotypen ohne allzu große Eingriffe durch die Imkerei.

Theoretisch könnten Honigbienen vollständig domestiziert sein und ohne menschliches Zutun nicht mehr überleben. Es gibt jedoch starke Beispiele dafür, dass dies nicht der Fall ist: in den USA (Seeley, 2017b), Frankreich (Le Conte et al., 2007, Kefuss et al., 2015), Irland (McMullan, 2018), den Niederlanden (Panziera et al., 2017), Schweden (Fries, Imdorf, & Rosenkranz, 2006). Ein wichtiges Argument dafür, dass Bienen ohne Hilfe überleben können, ist die Tatsache, dass vor und nach Varroa die Lebenserwartung von wilden oder verwilderten Kolonien gleich blieb: etwa fünf bis sechs Jahre für ein etabliertes Volk (Le Conte et al., 2007; Seeley 2017b,), was auch der Lebenserwartung (6,6 Jahre) von Wildkolonien in Australien entspricht, wo es keine Varroamilben gibt (Oldroyd, Thexton, Lawler, & Crozier, 1997).

Für die Methode 2 ist es wichtig, sich so weit wie möglich an dem zu orientieren, was in der Natur geschehen würde. Lassen Sie also die Bienen ihr eigenes Potenzial im Kampf gegen Krankheiten voll ausschöpfen. Ein einfaches Beispiel: Während die Bienen selbst Räuberei und damit das Eindringen von Krankheiten durch aktive Wächterbienen verhindern, sollte der Imker keine Krankheiten von einem Volk zum anderen verbreiten, indem er z.B. kontaminierte Imkerwerkzeuge verwendet. Es ist unübersehbar, dass viele anerkannte und angewandte Imkermethoden den eigenen Strategien zur Widerstandsfähigkeit der Honigbienen entgegenwirken.

Wie funktioniert Resilienz in der Natur?

Die Theorie, die fast immer durch empirische Daten bestätigt wird, sagt voraus, dass invasive Parasiten zu Beginn der Invasion viel Schaden anrichten, da sich der Wirt noch nicht an diese neue Bedrohung angepasst hat. Aber zu virulente Parasiten gehen das Risiko ein, ihren Wirt zu schnell zu töten, wodurch die Wahrscheinlichkeit einer Übertragung eliminiert wird und sie selbst aussterben. Einerseits werden Wirte, die mit der Parasitenbelastung nicht fertig werden können, ohne sich zu vermehren, getötet. Andererseits geben stärkere Wirte ihre Gene effektiv an die nächste Generation weiter und begünstigen so resistente oder tolerante Phänotypen in der Population. So führen beide Phänomene im Laufe der Zeit und nach Generationen zu einer milderer Virulenz des Parasiten und einer höheren Resistenz oder Toleranz des Wirtes (Schmid-Hempel, 2011). In der normalen Imkerei erhöhen viele Bewirtschaftungsmaßnahmen sowie die Auswahl spezieller Königinnen die horizontalen Übertragungswege und stören die Entwicklung einer ausgewogenen Beziehung zwischen Wirt und Parasit (Brosi et al., 2017).

Der Wirt kann sowohl Resistenz (die Fähigkeit, die Parasitenbelastung zu begrenzen) als auch Toleranz (die Fähigkeit, die durch eine bestimmte Parasitenbelastung verursachten Schäden zu begrenzen, zum Beispiel durch Unempfindlichkeit gegenüber einem Gift des Parasiten, siehe Råberg, Graham & Reed, 2009) entwickeln. Beide Mechanismen können gleichzeitig ausgelöst werden und hängen von der Anwesenheit des Parasiten ab. Solange die Imker die Varroa-Milben kontrollieren, kann sich kein ausgewogenes natürliches Verhältnis zwischen der Milbe und den Bienen entwickeln oder aufrechterhalten werden.

Voraussetzungen für die Evolution eines ausgewogenen Beziehung zwischen Wirt und Parasit

Ein Parasit kann horizontal oder vertikal übertragen werden. Die horizontale Übertragung erfolgt von einer Biene zu einer anderen Biene der gleichen Generation oder von einer Kolonie zu einer anderen Kolonie. Vertikale Übertragung bedeutet von der Mutter auf ihre Nachkommen, zum Beispiel durch die Eier. Die Übertragung von Parasiten von der Mutterkolonie auf einen Nachschwarm ist eine Form der vertikalen Übertragung (der Nachschwarm ist eine Tochter der ursprünglichen Mutterkolonie). Bei vertikaler Übertragung werden Anpassungen an den Parasiten in den Genen, die die Mutter an ihre Nachkommen weitergibt, an die nächste Generation (= die gleiche Kolonie mit der neuen Königin) weitergegeben. Es besteht eine gute Chance, dass die Kolonie mit der Tochterkönigin mit dem übertragenen Parasiten besser umgehen kann, da sie ihn bereits

kennt. Parasiten hängen vom Überleben ihrer Wirte oder einer erfolgreichen Übertragung auf andere anfällige Wirte ab. Wenn also ein Parasit ausschließlich von der vertikalen Übertragung abhängt, ist eine geringe Virulenz entscheidend.

Vermehrung von Bienenvölkern: vertikale oder horizontale Übertragung von Parasiten?

Die natürliche Vermehrung der Honigbienenvölker wird durch das Schwärmen im Frühjahr erreicht. Der Vorschwarm mit der alten Königin und einigen der Arbeiterinnen und Drohnen bildet die Fortsetzung der ursprünglichen Kolonie, mit den "alten" Parasiten und der bereits bestehenden "Beziehung" zwischen ihnen. Die verbleibende Kolonie wird nun von einer neuen jungen Königin geführt und kann als "neue" oder "Tochterkolonie" bezeichnet werden. Nach dem Schwarm sind die ursprünglichen Parasiten noch vorhanden, aber die genetische Identität des Bienenvolkes ändert sich langsam, während die Arbeiterinnen ersetzt werden. So kommt es zu einer vertikalen Übertragung des Parasiten (von der Mutter (-Kolonie) auf den Nachkommen (Kolonie)). Die Tochter hat die Eigenschaften (Gene) ihrer Mutter geerbt, so dass sie und ihre Nachkommen mit dem Parasiten umgehen konnten, mit dem ihre Mutter umgehen konnte. Die Kolonie erbt auch Gene von den Drohnen, die die Königin befruchtet haben, die meist aus anderen Kolonien stammen. Diese neue genetische Identität, teils vererbt, teils erworben, könnte die Fitness der Kolonie erhöhen. Die Beziehung zwischen Wirt und Parasit kann sich zwischen der Mutter und der Tochterkolonie unterscheiden, zum Guten wie zum Schlechten.

Ähnliches gilt für die Schwestern der jungen Königin, die die ursprüngliche Kolonie mit Nachschwärmen verlassen können: Wenn es ihnen gelingt, eine ausgewogene Beziehung zum Parasit aufzubauen, werden sie überleben, wenn nicht, werden sie sterben.

Der Schwarm (sowohl Vor- als auch Nachschwärme) verliert oder entkommt einen Teil der Parasiten, zu denen die Kolonie "eine Beziehung hatte", da Parasiten der Brut nicht oder kaum mit einem Schwarm mitziehen ("*Paenibacillus larvae*", Fries, Lindström & Korpela, 2006) oder schnell verschwinden, möglicherweise verursacht durch die intensiven Wabenbauaktivitäten der Schwarmbienen (*Ascosphaera apis*, Aronstein & Murray, 2010). Diese Reduktion der Parasitenlast ist vorteilhaft für den Start und Aufbau einer eigenen Beziehung zwischen Wirt und Parasit, eine kleine Atempause ist willkommen, denn es gibt bereits genug Herausforderungen für einen Schwarm, um zu überleben. In der Wildnis überlebt nicht einmal ein Viertel der Vorschwärme, obwohl sie ein Nest gefunden haben. Dies lässt sich durch ihre Unfähigkeit erklären, eine ausreichend starke Bienenpopulation und Nahrungsversorgung für den Winter aufzubauen (Seeley, 1995, 2017b).

Nicht nur Parasiten, sondern das gesamte Mikrobiom, die Mikroorganismen, die mit und in den Bienen und dem Bienenvolk leben, werden vertikal vererbt, wenn ein Volk schwärmt. Das Mikrobiom kann eine wichtige Rolle im Stoffwechsel der gesamten Kolonie spielen (Özkirim, 2012).

Einweiselung einer neuen Königin: vertikale oder horizontale Übertragung von Parasiten?

Es ist eine Bienenzuchtpraxis, eine Kolonie zu "verjüngen", indem man die alte Königin entfernt und eine junge befruchtete (oder optional eine jungfräuliche) Königin einweiset. Königinnen werden manchmal gezüchtet, indem sie Larven aus einer ausgewählten Kolonie zu künstlichen Königinnenzellen veredeln und sie nach dem Schlupf auf einer Belegstelle mit ausgewählten Drohnen verpaaren. Diese Aufzucht von Königinnen aus ausgewählten veredelten Larven ist in den Niederlanden nicht üblich, wo die meisten Imker ihren Bienenvölkern erlauben, ihre eigenen Königinnen aufzuziehen, aber in den umliegenden Ländern schon (Büchler et al., 2010). Was sind die Folgen einer solchen Fortpflanzung für die Übertragung und Beziehung zu Parasiten? Während die neue Königin in eine nicht verwandte Kolonie eingeführt wird, die verschiedene Parasiten tragen könnte, könnte sie auch ihre eigenen Parasiten (plus Parasiten, die sie von den Drohnen bekommen hat) in diese neue Kolonie bringen. So kann dieser Prozess sowohl die vertikale als auch die horizontale Übertragung von Parasiten erhöhen. Ebenso sind die lokalen Parasiten plötzlich neuen Genotypen ausgesetzt und deshalb werden bei jeder Einführung einer fremden Königin die Wirts-Parasiten-Interaktionen zurückgesetzt. Diese Belastung würde durch die Einweiselung von Königinnen, die aus demselben Bienenstock stammen, minimiert.

Kürzlich hat eine Studie von Salmela, Amdam & Freitak (2015) gezeigt, dass die Königin den Eiern spezifische Immunprimer hinzufügen kann. Diese Primer zielen auf bestimmte Parasiten, mit denen die Königin in Kontakt war. Dieser Immunmechanismus wirkt durch das Dotterprotein Vitellogenin und kann als Analogon zur "Impfung" der Nachkommen betrachtet werden. Diese vererbte Immunität verliert offensichtlich die meisten Vorteile, wenn eine Königin umgeweiselt wird, da eine einheimische Tochterkönigin wahrscheinlich schon durch die Primer ihrer Mutter und ihre Exposition gegenüber den lokalen Krankheitsvarianten besser angepasst wäre als die Varianten einer Paarungsstation oder die einer neuen Kolonie.

Einige Beispiele, wie Imker ihre Honigbienenvölker beeinträchtigen

Parasiten können sich auch verbreiten, wenn die Bienenvölker nahe beieinander stehen, was einer horizontalen Übertragung entspricht. Eine aktuelle Studie von Seeley und Smith (2015) verglich die Entwicklung und den Milbenbefall von Bienenvölkern, die entweder in einem Bienenstand in einer Reihe oder frei verteilt (Abstand zwischen den Bienenvölkern ~ 20 bis 50 Meter) in Waldgebieten angeordnet sind. Die Studie zeigte, dass Kolonien, die geschwärmt hatten, einen geringeren Milbenbefall hatten als Kolonien, die nicht geschwärmt hatten. Dies könnte durch die brutlose Zeit nach dem Abgang eines Schwarmes erklärt werden. In den Kolonien, die keinen Schwarm produziert hatten, nahm der Milbenbefall stark zu, und einige überlebten den folgenden Winter nicht. Bemerkenswert ist, dass im Sommer in den Kolonien, die geschwärmt hatten (und einen geringeren Befall hatten), der Befall der in Reihe aufgestellten Völker wieder zunahm, aber nicht in den im Wald verstreuten Bienenvölkern.

Seeley & Smith erklären dies durch den Verflug der Bienen am Reihenbienenstand: viele Arbeiterinnen und Drohnen aus den geschwärmt und nicht geschwärmt Kolonien vermischt sich, während dies in den im Wald gelegenen Völkern nicht der Fall war. Außerdem kehrten die verpaarten Königinnen erfolgreicher in ihre ursprüngliche Kolonie zurück, wenn sie im Wald aufgestellt waren. Die Forschung zeigt, dass Imker den Varroabefall stark anregen können: (1) das Verhindern von Schwärmen (was zu

kontinuierlicher Vermehrung führt), (2) das aneinanderreihen von Bienenvölkern und (3) das Halten von bereits stark befallenen Bienenvölkern im gleichen Bienenstand mit wenig befallenen Bienenvölkern (so können die stark befallenen Bienenvölker zusammenbrechen und von benachbarten Bienenvölkern ausgeraubt werden, welche die Milben übernehmen). Obwohl diese Ergebnisse nicht spektakulär überraschend erscheinen mögen, ist der Unterschied in der Dynamik zwischen Kolonien in einer Reihe und verstreuten Kolonien relevant.

Zusammenfassung

Die Honigbiene ist in Europa eine endemische und wilde Art, mit regionalen Unterarten und vielen lokalen Anpassungen. Obwohl Unterarten und Populationen hybridisiert wurden und trotz einiger selektiver Zucht, verhält sich die Honigbiene immer noch natürlich und erhöht ihre Fitness durch kontinuierliche lokale Anpassung. Um mehr Widerstandsfähigkeit gegen die Varroamilbe, eine große Bedrohung, zu entwickeln, gibt es zwei Möglichkeiten: (1) gezielte Selektion und Zucht im großen oder regionalen Maßstab und (2) natürliche Selektion für die Fitness in Gegenwart der Varroa-Milbe. Während die Erfolgsquote bei der selektiven Züchtung noch gering ist, hat die natürliche Selektion in relativ kurzer Zeit einige beschriebene Resistenzen hervorgebracht.

Die Resilienz eines Organismus gegenüber Parasiten und Krankheiten kann durch Resistenz (die Krankheit / der Parasit wird in seiner Entwicklung und Fitness behindert) und durch Toleranz (der durch die Krankheit oder den Parasiten verursachte Schaden wird vermieden oder gehemmt) erreicht werden. Resistenz und Toleranz können gleichzeitig wirksam sein. Ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Wirt und Parasit kann sich durch Resistenz und Toleranz entwickeln, und eine wichtige Voraussetzung für ein solches Gleichgewicht ist, dass die Krankheit oder der Parasit vertikal übertragen wird: von der Mutter auf den Nachwuchs. Wenn ein Parasit horizontal übertragen wird, wird sich ein solches ausgewogenes Verhältnis nur schwer entwickeln können. Bei der natürlichen Vermehrung von Honigbienenvölkern werden Parasiten vertikal auf die neue Generation übertragen. Die Methode (2) der natürlichen Selektion stört diesen Übertragungsweg nicht. Durch Replikation oder Verjüngung von Bienenvölkern mit der Einweisung von fremden Königinnen (Methode (1)) erfolgt die Übertragung weitgehend horizontal. Die gleichen Prinzipien gelten auch für die Übertragung von Nützlingen (Symbionten) in einer Kolonie.

Neben der Vermehrung der Bienenvölker und der selektiven Zucht stehen viele andere Methoden der Imker im Widerspruch zum Verhalten der Bienenvölker und ihren Eigenschaften der Resilienz gegen Parasiten und Krankheiten.

Die Anpassung der imkerlichen Methoden an die natürlichen Eigenschaften und Fähigkeiten der Bienen sowie die Entscheidung, mit der Selektion - gezielte oder natürliche - zu beginnen, sollte mit Umsicht erfolgen, um unnötige Kollateralschäden zu vermeiden.

Lesevorschläge und Danksagungen

Seit wir mit dem Schreiben dieses Plädoyers begonnen haben, haben es Willem Boot, Bram Cornelissen und Henk van der Scheer sowie zwei anonyme Sachverständige kritisch

gelesen und kommentiert. Vielen Dank dafür. Inzwischen haben Peter Neumann und Tjeerd Blacquière den Artikel "The Darwin Cure" (Neumann & Blacquière, 2017) geschrieben, der einige der in diesem Artikel behandelten Themen behandelt. Glücklicherweise erkennen immer mehr Wissenschaftler die Bedeutung eines darwinistischen Ansatzes in der Bienenzucht (Seeley 2017a, Brosi et al., 2017). Lassen Sie uns erkennen, dass dies der einzige Weg ist, unsere Honigbienen zu schützen und zu erhalten: Lassen Sie die Bienen sich selbst helfen, aber lassen Sie uns als Imker sorgfältig die Methoden der Imkerei erforschen, die es den Bienen ermöglichen, sich selbst zu helfen, indem sie ihre eigenen Widerstandsfähigkeiten nutzen.

Literaturverzeichnis

- Aronstein, K. A. & Murray, K. D. 2010. Chalkbrood disease in honey bees. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, S20-29.
- Avalos, A., Pan, H., Li, C., Acevedo-Gonzalez, J. P., Rendon, G., Fields, C.J., Brown, P.J., Giray, T., Robinson, G. E., Hudson, M. E., & Zhang, G. (2017). A soft selective sweep during rapid evolution of gentle behaviour in an Africanized honey bee. *Nature*, DOI: 10.1038/s41467-017-01800-0
- Brosi, B. J., Delaplane, K. S., Boots, M. & de Roode, J. C. (2017). Ecological and evolutionary approaches to managing honey bee disease. *Nature ecology & evolution* 1, 1250-1262.
- Büchler, R., Berg, S., Le Conte, Y. (2010). Breeding for resistance to *Varroa destructor* in Europe. *Apidologie* 41, 393-408.
- Delaplane, K. S., Pietravalle, S., Brown, M. A., Budge, G. E. (2015). Honey Bee Colonies Headed by Hyperpolyandrous Queens Have Improved Brood Rearing Efficiency and Lower Infestation Rates of Parasitic Varroa Mites. *PLoS ONE*, 10 (12), e0142985. doi:10.1371/journal.pone.0142985
- De la Rúa P., Jaffé, R., Dall'Olio, R., Muñoz, I., & Serrano, J. (2010). Biodiversity, conservation and current threats to European honey bees. Review. *Apidologie* 40, 263-284.
- Evans, J. D., & Spivak, M. (2010). Socialized medicine: individual and communal disease barriers in honey bees. *J. Inv. Path.* 103, S62-72.
- Fries, I., Imdorf, A., & Rosenkranz, P. (2006). Survival of mite infested (*Varroa destructor*) honey bee (*Apis mellifera*) colonies in a Nordic climate. *Apidologie* 37, 564-570.
- Fries, I., Lindström, A., Korpela, S. (2006). Vertical transmission of American foulbrood (*Paenibacillus larvae*) in honey bees (*Apis mellifera*). *Veterinary Microbiology* 114, 269-274.
- Johnsson, M., Gering, E., Willis, P., Lopez, S., Van Dorp, L., Hellenthal, G., Henriksen, R., Friberg, U. & Wright, D. (2016). Feralisation targets different genomic loci to domestication in the chicken. *Nature Communications* 7: 12950. doi: 10.1038/ncomms12950
- Kefuss, J., Vanpoucke, J., Bolt, M., & Kefuss, C. (2015). Selection for resistance to *Varroa destructor* under commercial beekeeping conditions, *Journal of Apicultural Research*, 54, 563-576.
- Leclercq, G., Pannebakker, B., Gengler, N., Nguyen, B. K., & Francis, F. (2017). Drawbacks and benefits of hygienic behavior in honey bees (*Apis mellifera* L.): a review, *Journal of Apicultural Research*, DOI: 10.1080/00218839.2017.1327938
- Le Conte, Y., de Vaublanc, G., Crauser, D., Jeanne, F., Rousselle, J.-C., Bécard, J.-M. (2007). Honey bee colonies that have survived *Varroa destructor*. *Apidologie* 38, 566-572.

- Locke, B. (2016). Natural Varroa mite-surviving *Apis mellifera* honey bee populations. *Apidologie* 47, 467-482
- McMullan, J. (2018). Adaptation in honey bee (*Apis mellifera*) colonies exhibiting tolerance to Varroa destructor in Ireland. *Bee World*, 95 (2), 39-43
- Meixner, M.D., Costa, C., Kryger, P., Hatjina, F., Bouga, M., Ivanova, E., & Büchler, R. (2010). Conserving diversity and vitality for honey bee breeding. *Journal of Apicultural Research* 49, 85-92.
- Neumann, P., & Blacquièrre, T. (2017). The Darwin cure for apiculture? Natural selection and managed honey bee health. *Evolutionary applications*, 10, 226-230.
- Oddie, M. A. Y., Dahle, B., & Neumann, P. (2017). Norwegian honey bees surviving *Varroa destructor* mite infestations by means of natural selection. *PeerJ* 5:e3956; DOI 10.7717/Perj.3956
- Oldroyd, B. P., (2012) Domestication of honey bees was associated with expansion of genetic diversity. *Molecular Ecology* 21, 4409–4411
- Oldroyd, B. P., Thexton, E. G., Lawler, S. H., & Crozier R. H. (1997). Population demography of Australian feral bees (*Apis mellifera*). *Oecologia* 111, 381-387.
- Özkirim, A. (2012). Seasonal microflora, especially winter and spring. Chapter 2, In: Sammataro & Yoder (Eds.) Honey Bee Colony Health: Challenges and Sustainable Solutions, CRC Press, pp. 13-20.
- Panziera, D., Van Langevelde, F. & Blacquièrre, T. (2017). Varroa Sensitive Hygiene contributes to naturally selected varroa resistance in honey bees. *Journal of Apicultural Research* 56, 635-642.
- Pritchard, D. J. (2016). Grooming by honey bees as a component of varroa resistant behavior. *Journal of Apicultural Research*, 55, 38–48.
- Råberg, L., Graham, A. L., & Read, A.F. (2009). Decomposing health: tolerance and resistance to parasites in animals. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364 (1513), 37-49.
- Rosenkranz, P., Aumeier, P., & Ziegelmann, B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *J.Inv.Path.* 103, S96-119.
- Salmela, H., Amdam, G. V., & Freitak, D. (2015). Transfer of Immunity from Mother to Offspring Is Mediated via Egg-Yolk Protein Vitellogenin. *PLoS Pathog* 11(7): e1005015. doi:10.1371/journal.ppat.1005015
- Schmid-Hempel, P. (2011). Evolutionary parasitology: the integrated study of infections, immunology, ecology, and genetics. *Oxford University Press*, Oxford.
- Seeley, T. D. (1995). The wisdom of the hive. Harvard University Press London, England.
- Seeley, T. D. (2007). Honey bees of the Arnot Forest: a population of feral colonies persisting with *Varroa destructor* in the northeastern United States. *Apidologie* 38, 19–29.
- Seeley, T. D. (2017a). Darwinian Beekeeping: an evolutionary approach to apiculture. *American Bee Journal* 2017, 277-282.
- Seeley, T. D. (2017b). Life-history traits of wild honey bee colonies living in forests around Ithaca, NY, USA. *Apidologie* DOI: 10.1007/s13592-017-0519-1
- Seeley, T. D., & Smith, M. L. (2015). Crowding honey bee colonies in apiaries can increase their vulnerability to the deadly ectoparasite *Varroa destructor*. *Apidologie*, 46, 716-727.
- Strange, J. P., Garnery, L., & Sheppard, W. S. (2007). Persistence of the Landes ecotype of *Apis mellifera mellifera* in southwest France: Confirmation of a locally adaptive annual brood cycle trait. *Apidologie*, 38: 259-267.
- Tarpy, D. R., Delaney, D. A., & Seeley, T. D. (2015). Mating Frequencies of Honey Bee Queens (*Apis mellifera* L.) in a Population of Feral Colonies in the Northeastern United States. *PLoS ONE* 10 (3): e0118734. doi:10.1371/journal.pone.0118734

Uzunov, A., Brascamp, E. W., & Büchler, R. (2017). The Basic Concept of Honey Bee Breeding Programs. *Bee World*, 94, 84-87.

Wilson-Rich, N., Spivak, M., Fefferman, N. H., & Starks, P. T. (2009). Genetic, individual and group facilitation of disease resistance in insect societies. *Annu. rev. Entomol.* 54, 405-423.