

Bienen verstehen, wesensgemäss imkern

Johannes Wirz

Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wird gezeigt, dass die Gesundheit der Bienenvölker zu einem beträchtlichen Teil auch von der imkerlichen Praxis abhängt. Nach einer Charakterisierung der wesensgemässen Bienenhaltung, wie sie aus den Äusserungen Rudolf Steiners von den Pionieren der biodynamischen Bienenhaltung entwickelt worden sind, werden eine Reihe von Untersuchungen vorgestellt, welche die drei fundamentalen Lebensäusserungen des Bienenvolks – Vermehrung im Schwarmtrieb, Errichtung des Wabenwerks im Naturbau und Standbegattung (keine künstliche Königinnenzucht) – wissenschaftlich geprüft haben.

Es zeigt sich, dass die Berücksichtigung dieser drei fundamentalen Äusserungen tatsächlich Möglichkeiten schafft, Gesundheit und Wohl der Bienen nachhaltig zu verbessern. Deshalb wird nicht nur aus tierethischer Sicht empfohlen, sie in alle Betriebsweisen als Standard zu integrieren.

Summary

This paper shows that the health of bee colonies largely depends on beekeeper management. Firstly it characterises a way of beekeeping that accords with the nature of the bee, as has been developed by the pioneers of biodynamic beekeeping based on the indications of Rudolf Steiner. Secondly a series of investigations is presented which have scientifically tested the three fundamental features of the life of the bee colony: reproduction through the swarming instinct; natural (foundationless) construction of the comb; and local queen mating (no artificial queen breeding).

It is clear that paying attention to these three fundamental features creates real possibilities for sustainable improvement of the health and wellbeing of the bee. Therefore it is recommended, not just on animal ethics grounds, that these features be incorporated as standard in all management systems.

Was Bienen brauchen

Immer wieder lassen grosse Bienenverluste aufhorchen. Man kann zwar nicht von einem weltweiten Bienensterben sprechen, nimmt doch die Zahl der Völker immer noch zu (Abb. 1), zwar nicht in Europa und den USA, aber in Afrika, Mittel- und Südamerika und Asien. Entwarnung ist trotzdem fehl am Platz. Es steht ausser Zweifel, dass das Bienensterben und Völkerverluste menschengemacht sind. Im Bericht der Umweltorganisation der UNO (UNEP 2010) sind Gründe aufgelistet: Abnahme der Blütenvielfalt und Blütenfülle durch Intensivierung der Landwirtschaft, Fragmentierung der Lebensräume, Pestizide, Luftverschmutzung, Elektromog; Verringerung

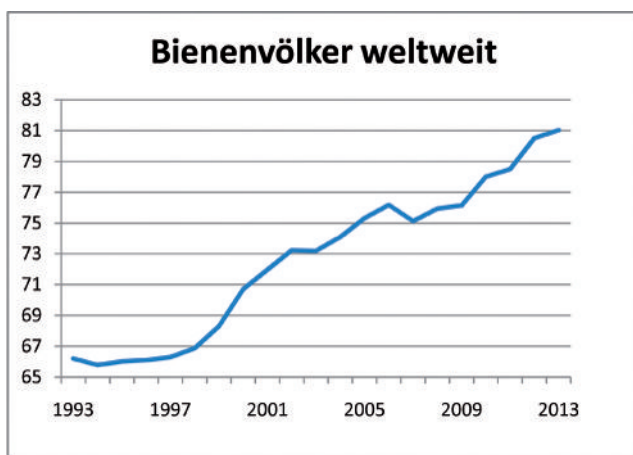


Abb. 1: Die jährlichen Völkerzahlen weltweit in Millionen (Datenquelle: <http://faostat3.fao.org/browse>; Stand 12.11.2014)

der genetischen Vielfalt der Honigbiene durch künstliche Königinnenzucht und der weltweite Handel mit Königinnen.

Imkerliche Praktiken werden nur am Rand als Problem genannt. Dafür gibt es zwei Gründe. Erstens darf mit einem gewissen Recht behauptet werden, dass unabhängig von der Art der Bienenhaltung vor der Einschleppung der Varroamilbe nach Europa vor ca. 35 Jahren die Imker eher selten mit so grossen Völkerverlusten konfrontiert waren, wie sie sie heute jedes Jahr zu bewältigen haben. Zweitens hat sich in den letzten hundert Jahren eine Bienenhaltung durchgesetzt, die wenig Rücksicht nimmt auf die Bedürfnisse der Völker. Die «natur-» oder «wesensgemässe» Bienenhaltung wird als Alternative nur von einer kleinen Minderheit von ImkerInnen praktiziert und weiterentwickelt.

Im vorliegenden Beitrag möchte ich zeigen, wie eine bienengerechte Haltung aussieht, auf welchen Ideen und Visionen sie gründet und welchen Beitrag sie zur Verbesserung der Bienengesundheit leistet.

Die Ursprünge der wesensgemässen Bienenhaltung

Anders als die biologisch-dynamische Landwirtschaft, die mit dem Kurs von Rudolf Steiner in Koberwitz (1924) begründet wurde, gibt es keinen vergleichbaren Zeitpunkt für die Entstehung der wesensgemässen Bienenhaltung. Das mag erstaunen, hat Steiner in den Vorträgen über die Bienen vor den Arbeitern am Goetheanum doch schon 1923 die inhaltlichen und spirituellen Grundlagen dafür geschaffen (Steiner 1923). Diese Vorträge sind reich an Gedanken und Reflexionen über das Wesen der Bienen, über die Wissenschaftspraxis im allgemeinen und die Kultur der Bienenhaltung. Das

«Wesen des Bienenvolkes» und die Idee der organischen Ganzheit als geistiges Prinzip konnte jedoch ohne Hintergrund anderer anthroposophischer Werke kaum erschlossen werden. Dazu kam ausserdem, dass die Vorträge für die imkerliche Praxis scheinbar nur von geringer Bedeutung waren. Die bildhaften Schilderungen über den Schwarm als Beinahetod, den Wabenbau als Skelett und die Königin als Organ der inneren Einheit liessen sich nicht unmittelbar in neue Betriebsweisen umsetzen. Daran änderten auch die Publikationen anthroposophischer Autoren nichts. Sie hatten zwar einige lesenswerte Werke über die Bienen publiziert (Lorentzen 1938, Suchantke 1965, Weiler 2000), die jedoch wenig oder gar keinen direkten Bezug zur imkerlichen Praxis zeigten. Und in der einzigen Schrift mit praktischen Tipps (Thun 1986) wurde sogar behauptet, dass ein erfolgreicher Imker nur mit künstlicher Königinnenzucht erfolgreich arbeiten könne.

Erst in den Achtzigerjahren des letzten Jahrhunderts begannen Imker im Umfeld der Lehr- und Versuchsimkerei Fischermühle, auf dem Hintergrund von Steiners Äusserungen neue Betriebsweisen zu erproben. Zehn Jahre und viele Versuche später war die «Übersetzung» von Steiners Gesichtspunkten abgeschlossen und als Grundlagen einer «wesensgemässen» Betriebsweise formuliert: Volksvermehrung aus Schwarmtrieb, Errichtung der Waben im Naturbau, Verzicht auf künstliche Königinnenzucht. Mit den Richtlinien der Demeter Bienenhaltung (Demeter e.V. 1995) war die biodynamische Bienenhaltung geboren!

Die Bilder verstehen lernen

Mit der wesengemässen Bienenhaltung können die bildhaften Gedanken aus den Arbeitervorträgen an die imkerliche Praxis und an die Biologie der Bienen angeschlossen werden. Der Bienenschwarm als Beinahetod des Bienenvolkes oder des Biens ist ein Rätsel, weil der Schwarm Ausdruck und Folge einer grossen Vitalität des Muttervolkes ist und in seinem Flug keine Anzeichen von Schwäche erkennen lässt (Abb. 2). Doch zwei Ereignisse helfen, das Geschehen als Todesgeschehen zu betrachten. Erstens lässt ein Schwarm alles zurück, was seine Integrität und Existenzbedingung ausmacht: Den geschützten Raum der Bienenwohnung, das Wabenwerk, alle Vorräte und das grosse Brutnest – kurz alle Voraussetzungen für die erfolgreiche Entwicklung des Volkes. Unschwer können wir das Schwärmen im Verhältnis zum Tod eines Menschen sehen, der auch alles, was ihm lieb und teuer geworden ist, zurücklassen muss.

Zweitens wird der Beinahetod beim Einfangen des Schwarmes unmittelbare Erfahrung. Die Dynamik der Bienenwolke in der Luft mit ihrem Duft, ihrem Klang und ihren sanften Bewegungen ist atemberaubend. Nach kurzer Zeit ist die Aufführung beendet. Schnell und unaufgeregt sammeln



Abb. 2: Ein Bienenschwarm kurz nach Verlassen der Beute



Abb. 3: Nach kurzer Zeit setzt sich der Schwarm als Traube auf einem Ast fest

sich die Bienen an einem Ast, manchmal auch in einem Busch oder an einem Zaunpfahl zur Schwarmtraube (Abb. 3). Mit einem leichten Schlag lässt sich der Schwarm in eine leere Kiste oder einen Eimer schlagen oder mit einem Besen abfegen. Schwer und kraftlos fällt er. Die Bienen sind friedlich, Stiche setzt es nur selten ab. Anders als das Volk in der Beute hat ein Schwarm nichts zu verteidigen, nichts abzuwehren. Mit dem Einschlagen oder dem Einlaufenlassen in eine neue Behausung wird das neue Volk geboren (Abb. 4).



Abb. 4: Einlauf eines Schwarm in seine neue Behausung

Der zweite Gesichtspunkt betrifft das Wabenwerk als Stütze für das Volk und den Ort, wo die Brut aufgezogen und das Futter eingelagert wird. Steiner bezeichnet es als Skelett des Biens, aber auch als Mischung aus Blut, Muskel und Knochen. Aus dieser Perspektive liegt es nahe, es als Organ unbehindert und individuell sich entwickeln zu lassen. In der neuen Behausung setzt der Schwarm sich sofort als Halbkugel an die Decke der Kiste. Der Grösse entsprechend werden aus der weichen «Bienenmasse» heraus gleichzeitig mehrere Waben gebaut – schneeweiss und fragil (Abb. 5). Mit Kittharz werden die Ränder verstärkt und im Laufe der Zeit härten die Waben aus. Nur wenig später ragen sie bereits gut sichtbar aus der Bienenmasse heraus (Abb. 6).



Abb. 5: Das Volk setzt sich als Halbkugel an die Decke der Beute und beginnt entsprechend seiner Grösse mehrere Waben gleichzeitig aufzubauen



Abb. 6: Mit der Zeit wächst das Wabenwerk aus der Bienenmasse herausgebildet

Die Errichtung des Wabenwerks erinnert an die Entwicklung des Skeletts bei warmblütigen Tieren. Auch hier wird die spätere Stütze aus dem weichen Embryo herausgebildet. Der Ursprung der Knochen ist das embryonale Bindegewebe, das Mesenchym, aus dem auch Blut und Muskeln entstehen. Die ersten Anlagen für Wirbelsäule und Beinknochen werden knorpelig angelegt und erst im weiteren Verlauf der Entwicklung durch Knochenmaterial ersetzt. Im Knochenmark werden zeitlebens die verschiedenen Blutzellen gebildet. Die Parallele zu Steiners Äusserungen über die Waben ist frappant. Im Stützskelett Wabe entwickeln sich die jungen Bienen, die von ihm als «Blutzellen» bezeichnet werden.

Der Verzicht auf die künstliche Königinnenzucht, der dritte Punkt der wesensgemässen Bienenhaltung, ist zunächst am schwierigsten zu verstehen. Auf die Frage eines Arbeiters zur künstlichen Zucht antwortete Steiner: «Wir werden (...) sehen, dass das, was kurze Zeit eine ausserordentlich günstige Massregel ist, was heute zugrunde liegt, gut erscheinen mag, dass aber in hundert Jahren die ganze Bienenzucht aufhören würde, wenn man nur künstlich gezüchtete Bienen verwenden würde». Und kurz darauf: «Man wird heute noch allgemein die künstliche Bienenzucht (...) natürlich in gewisser Beziehung nur loben können. Aber wie die Sachen in fünfzig oder achtzig Jahren sind, muss abgewartet werden, denn da werden einfach gewisse Kräfte, die bisher im Bienenschwarm organisch wirkten, mechanisiert, die werden mechanisch gemacht. Es ist nicht mehr jene innige Verwandtschaft herzustellen zwischen der Bienenkönigin und den Arbeitsbienen, wie sie sich herstellt, wenn die Bienenkönigin von der Natur selber da ist» (Steiner 1923). Seit dem grossen Bienensterben (colony collapse disorder CCD) in den USA im Winter 2006/2007 sind diese Aussagen auch von Nicht-Anthroposophen oft als Prophetie zitiert worden, obwohl sie zunächst nicht wirklich verstanden werden können.

Ca. 40 Tage nach dem Entfernen der alten und dem Zusetzen einer neuen Königin leben nur noch Töchter der jungen im Stock, die anderen sind entsprechend der Lebensdauer einer «Sommerbiene» gestorben. Erst wenn man davon ausgeht, dass die innere Einheit nicht durch einzelne Bienen geschaffen wird, sondern dass das Volk dieselben als Organ benötigt, sieht die Sache anders aus. Wie bei einer Organtransplantation, wo die Abstossung des fremden Organs nur durch immunsuppressive Medikamente verhindert werden kann, darf man sich vorstellen, dass auch eine fremde Königin, die ebenfalls als «Organ» des Volks betrachtet werden kann, nur um den Preis der ursprünglichen Ganzheit integriert werden kann. Dass Steiner die Arbeiterinnen als «Blutzellen» (Organ des Austausches und Vermittlung von aussen und innen), die Drohnen als «Nervenzellen» (Organ der Wahrnehmung) und die Königin als «Eiweisszelle» (Reproduktionsorgan

und Organ zur Sicherstellung der inneren Einheit des Volkes) anspricht, unterstützt diese Sichtweise explizit. (Abb. 7).

Mit den Impulsen des Bienenvolkes arbeiten

Die imkerlichen Konsequenzen aus den bildhaften Äusserungen Steiners stehen der Praxis der konventionellen Imkerei diametral entgegen. Zur Erinnerung: Hier dürfen Völker nur im Schwarmtrieb vermehrt werden, dort wird dieser Trieb mit allen Mitteln unterdrückt. Hier ist Naturbau im Bereich des Brutnests Pflicht, dort errichten die Völker das Wabenwerk auf Mittelwänden – Wachsplatten mit einer festen Zellengrösse von meist 5.4 mm. Hier ist künstliche Königinnenzucht untersagt und Begattung der jungen Königinnen auf dem Stand die Regel. Dort werden Königinnen von geübten Züchtern aufgezogen, von Drohnen ausgewählter Völker begattet, an die Imker versandt. Sie werden in bestehende Völker eingebracht, aus denen vorher die Königin entfernt worden ist.

Anders als für Rinder, Schweine oder Hühner gibt es für Insekten – also auch für die Honigbienen – nur wenig Platz in der Tierethik. Als nicht-empfindungsfähige Tiere geniessen sie ausser einem «respektvollen Um-



Abb. 7: Die Königin legt in der Brutsaison täglich bis zu 2000 Eier; sie wird von ihren Töchtern intensiv gefüttert

gang» (deutsches Tierschutzgesetz 1972¹) keine speziellen Rechte. Diese Einschätzung ist im Blick auf das Bienenvolk nur schwer nachvollziehbar und lediglich dem Vorurteil geschuldet, dass das Volk die Zusammensetzung vieler Einzeltiere darstellt. Würde man jedoch berücksichtigen, dass die Fähigkeiten zur aktiven Temperaturregulierung, das Immunsystem und die hoch entwickelte Kommunikation nur auf Volksebene zu verstehen sind, und dass der Futtersaft zur Aufzucht der Brut ein körpereigenes Sekret ist, kann das Bienenvolk eher als Säugetier denn als Vielzahl von Insekten angesprochen werden. Aus dieser Perspektive müssten Schwärmen, Naturbau und volkseigene Nachzucht der Königinnen als art- oder wesensgemässer Ausdruck dieses Tierwesens zumindest besprochen oder gar als zentrale Aspekte des Tierwohls gesichert werden. Doch selbst ohne tierethische Gesichtspunkte wird die Bedeutung der drei grundlegenden Verhaltensweisen durch viele Untersuchungen eindrücklich belegt. Steiners bildhafte Äusserungen erweisen sich unerwartet als tiefe Einsichten in die biologischen Prozesse des Bienenwesens.

Volksvermehrung aus dem Schwarmtrieb

Schwärmen ist ein Zeichen der Fülle; es gibt viele Bienen, viel Brut und Vorräte im Volk. Die Neugründung eines Volkes ist aussichtsreich und mit geringen Risiken verbunden. Die auslösenden Faktoren sind bis heute nicht genau bekannt (Seeley 2010). Der Schwarmakt wird mit dem Bau von Spielnäpfchen eingeleitet, in welche die Königin Eier legt. Sobald die Maden schlüpfen, werden die Näpfchen im Laufe der weiteren Entwicklung der Larven zu Weiselzellen ausgezogen (Abb. 8).

Thomas Seeley (2010) hat die Vorgänge zur Schwarmvorbereitung genau untersucht. Drei Tage vor dem Schwärmen verändert sich die Physiologie des Bienenvolks. Die Königin erhält eiweissarmes Futter und stoppt die Eiablage. Sie verliert an Gewicht und wird von ihren Töchtern sanft auf den Waben umher gejagt. Sie muss für den Flug fit gemacht werden – nachdem sie zwei oder drei Jahre lang den Stock nie verlassen hat. Die Arbeiterinnen fressen viel Honig und legen an Gewicht zu. Unter natürlichen Bedingungen muss ein Schwarm oft mehrere Tage ohne Futteraufnahme überleben und sollte noch genug Nahrungsvorräte haben für den Bau der ersten Wabenflächen. Schliesslich aktivieren die meisten Bienen unabhängig von ihrem Alter die Wachsdrüsen – Bienen können normalerweise nur zwischen dem 14. und 16. Tag nach dem Schlüpfen Wachs schwitzen. Sowohl die Königin wie die Arbeiterinnen machen also eine Art von Verjüngungskur durch. Der Vor-

1 <http://www.gesetze-im-internet.de/tierschg/BJNR012770972.html>



Abb. 8: An den Rändern der Waben nahe am Zentrum des Brutnestes werden in Weiselzellen mehrere Königinnen aufgezogen und nach neun Tagen verdeckelt (Foto: Thomas Radetzki)

schwarm – der Volksteil, der mit der alten Königin den Stock verlässt – führt zu einem Brutunterbruch. Erst wenn im neuen Zuhause erste Wabenflächen errichtet worden sind, kann die Königin wieder anfangen, Eier zu legen!

Im Restvolk entwickeln sich nach dem Auszug des Vorschwarmes zahlreiche junge Königinnen. Ohne Eingriffe des Imkers werden z.T. viele Nachschwärme abgehen – Volksteile mit jungen, unbegatteten Königinnen. Am Ende des Schwarmprozesses bleibt im ursprünglichen Muttervolk eine einzige Königin zurück. Auf dem Hochzeitsflug werden die jungen Königinnen an sogenannten Drohnensammelplätzen von bis zu 40 Drohnen begattet. Einige Tage danach fangen sie an, Eier zu legen. Auch diese Volksteile haben also eine längere oder kürzere brutfreie Periode. Weil viele Krankheiten der Bienenvölker sich in der Brut entwickeln, ist der Brutunterbruch die Sanierungsmassnahme der Wahl.

Es ist erwiesen, dass durch den Schwarmakt bakterielle Erkrankungen des Volks wie Faulbrut und Sauerbrut reduziert werden (Amsler *et al.* 2013,

Fries und Camazine 2001) und auch die Belastung mit der Varroamilbe vermindert wird (*Fries et al.* 2003, 2006; *Wilde et al.* 2005); nicht zuletzt auch weil die abschwärmenden Bienen einen Teil der Milben exportieren. Schwärmen ist ein Akt der Gesundheit.

Schwarmvölker tragen im ersten Jahr nur selten Honig ein, der geerntet werden kann. Doch wiegt die Aussicht auf gesunde Völker und die vielen Jungvölker, die verkauft oder verschenkt werden können, den Aufwand und die geringere Honigernte reichlich auf.

Das Wabenwerk im Naturbau errichten

In seiner neuen Behausung beginnt der Schwarm unverzüglich das Wabenwerk zu errichten. Waben sind ein Organ mit vielen Aufgaben. Als Brutnest garantieren sie die Entwicklung und den Fortbestand des Volkes. Sie dienen als Speicher für die Honig- und Pollenvorräte, auf die ein Volk das ganze Jahr über angewiesen ist. Ein Volk ist aber auch auf Wabenflächen angewiesen, wenn es an heißen Tagen nicht heizen, sondern kühlen muss. Und schliesslich sind die Waben der Tanzboden, auf dem Bienen ihren Schwestern mit dem Schwänzeltanz Ort, Entfernung und Qualität einer Nektarquelle anzeigen – also eine Kommunikationsplattform (*Seeley* 1995, *Tautz* 2007).

Das Wabenwerk ist unter verschiedenen Gesichtspunkten das Organ, in dem sich die Biographie des Volkes niederschlägt. Es ist nie vollendet und wird permanent nachgebessert. Das Wachs trägt substanziell einen eindeutigen, individuellen Stockduft, der sich im Laufe der Zeit ebenfalls verwandelt, weil alle fettlöslichen Substanzen, die von den Bienen in Pollen und geringen Teilen im Honig eingetragen werden, im Wachs gespeichert werden. Auffällig ist die Farbe der Waben: Frische sind leuchtend weiss, gealterte fast schwarz, weil die Puppenhaut nach jedem Schlüpfen in den Zellen zurückbleibt.

Es braucht wohl nicht betont zu werden, dass der natürliche Wabenbau über eine lange Evolutionsperiode von mehreren Millionen Jahren perfektioniert worden ist. Die Dynamik des Baus ist bewundernswert, keine Zelle zuviel und trotzdem am Ende der Bienensaison genügend gross, um die Wintervorräte aufzunehmen.

Für die Volksgesundheit sind Wachsschwitzen und Wabenbau die zweite wichtige hygienische Massnahme. Positive Effekte bei der Amerikanischen Faulbrut und der Sauerbrut, die besonders in der Schweiz grosse Probleme bereitet, sind nachgewiesen (*Amsler et al.* 2013; *Munawar et al.* 2010; *Waite et al.* 2005). Bei beiden Krankheiten wird empfohlen, mit infizierten Völkern Kunstschwärme zu bilden, z.T. mit drei Tagen Kellerhaft. Danach werden sie auf Rähmchen gesetzt und sanieren sich im Naturbau (auch auf Mittelwänden).

In der konventionellen Imkerei wird Naturbau kritisch betrachtet. Er braucht mehr Energie, d.h. mehr Honig als der Mittelwandbau (Dettli 2009; Seeley 2002; Tautz 2007). Es werden mehr Drohnenzellen gebaut als auf Mittelwänden (Dettli 2009; Seeley 2002). Schliesslich tragen Naturbauvölker im Frühjahr weniger Honig ein als solche auf Mittelwänden, weil Drohnen bereits früher erbrütet werden (Dettli 2009). Aus der Literatur wissen wir, dass Bienenvölker, die unbeeinflusst in hohlen Baumstämmen nisten, um die 17 Prozent Drohnenbau haben (Seeley und Morse 1976). Betrachtet man den Anteil als Orientierung für das «Natürliche», so können bis 20 Prozent Drohnenbau im Naturbau ohne Weiteres toleriert werden. Untersuchungen zeigen, dass Völker auf Naturbau besser mit Varroa umgehen können als Mittelwandvölker (Dettli 2007; Seeley pers. Mitteilung), eine geringere Tendenz zum Schwärmen haben (Dettli 2009) und im Spätsommer weniger lang Drohnen brüten (Seeley pers. Mitteilung).

Die ökonomischen Nachteile einer geringeren Honigernte werden durch eine verbesserte Gesundheit der Völker aufgewogen, weil Naturbauwaben in den allermeisten Fällen weniger mit Pestiziden belastet sind als solche, die auf Mittelwänden errichtet werden. Wer sich z.B. auf den Internetseiten von Landwirtschaftsämtern oder -ministerien umschaute, wird tausende von zugelassenen Substanzen finden, die in der konventionellen Landwirtschaft verwendet werden dürfen – ein Grossteil von ihnen ist fettlöslich und wird im Wachs angereichert. Obwohl Risikoanalysen mit den einzelnen Substanzen vorgenommen worden sind, hat nie jemand untersucht, welche Auswirkungen ein Cocktail von Hunderten solcher Residuen auf die Gesundheit der Bienen hat. Zugegeben, auch im Naturbau lässt sich diese Belastung nicht vermeiden – Bienen unterscheiden nicht zwischen gespritzten und nicht gespritzten Kulturen. Aber im Vergleich mit Mittelwand-Völkern ist die Grundbelastung geringer, weil in den Waben nicht noch die Vergangenheit der letzten 30 Jahre mitwirkt – so lange halten sich die Gifte im Wachs und akkumulieren bei der Mittelwand-Produktion, wenn neue Mittelwände mit Wachs aus Mittelwand-Waben hergestellt werden.

Keine künstliche Königinnenzucht

Der Verzicht auf künstliche Königinnenzucht ist eine logische Folge der Vermehrung der Völker über den Schwarmtrieb. Sieben Tage, nachdem die alte Königin mit der Hälfte der Bienen den Stock verlassen hat, schlüpfen die ersten jungen Königinnen. Der Fortbestand des Restvolks ist ohne Zutun der ImkerInnen garantiert.

Die konventionelle Imkerei sieht das Schwärmenlassen von Völkern als Unfähigkeit des Imkers, ebenso gilt die natürliche Zucht als Anachronismus. Nach Auffassung vieler Bienenwissenschaftler muss die Qualität von

Königinnen aus einer Standbegattung schlechter werden, weil bestimmte Eigenschaften verloren gehen. Und umgekehrt halten sie den Züchtungserfolg für gesichert, obwohl er nur schwer nachzuweisen ist.

Die züchterisch angestrebten Eigenschaften sind Schwarmträgheit der Völker, grosse Honigleistung und Sanftmut. Sicher haben diese Eigenschaften eine genetische Komponente, aber sie werden durch Haltung, Pflege und Standort massgeblich beeinflusst.

Jeder Imker weiss, dass wenig Platz in der Beute zur Zeit der Volltracht den Schwarmtrieb erhöht und dass er umgekehrt mit Platzverengung vermindert wird. Die Honigleistung hängt in allererster Linie vom Standort und den jahreszeitlichen Bedingungen ab. Ein Vergleich von Völkern mit Hochleistungsköniginnen und solchen, die nicht selektiert worden waren, zeigte, dass sich Volksgrösse und Honigertrag nicht signifikant unterscheiden (*Imdorf et al.* 2008). Hingegen konnten im gleichen Versuch eindeutige Standort-Unterschiede signifikant abgesichert werden. Ausserdem haben viele Imker schon erlebt, dass sanftmütige Völker durchaus auch «stechig» werden können, und umgekehrt «Stechteufel» nach einer Winterpause friedlich und sanftmütig in die neue Bienensaison starten.

Selbst bei Krankheiten, wo seit Jahren versucht wird, resistente oder tolerante Völker zu züchten und zu selektieren, gibt es bisher keine nennenswerten Erfolge zu verzeichnen.

Der Grund liegt meiner Meinung nach bei einer Besonderheit der Honigbiene: der Mehrfachbegattung. Jede Königin wird auf ihren Hochzeitsflügen – manchmal über mehrere Tage verteilt – von 7 bis 12 Drohnen begattet (*Lehnherr und Duvoisin* 2001). An Drohnensammelplätzen fliegen an schönen Tagen Hunderte von Männchen, die von Völkern aus der ganzen Region stammen. Weil Königinnen durchschnittlich 5 km weit fliegen, die Drohnen dagegen lediglich 3 km, ist die Wahrscheinlichkeit einer Begattung mit volkseigenen Männchen gering (*Nitschmann und Hüsing* 1987). Die grösstmögliche genetische Vielfalt ist eine Überlebensstrategie, die sich in der Evolution bewährt hat!

Bereits ein Anfängerkurs in Genetik zeigt, dass mit einer solchen Vielfalt von Vätern keine gezielte Züchtung möglich ist. Die Mendelschen Regeln funktionieren in ihrer einfachen Schönheit nur, wenn die Eltern, die zusammengebracht werden, möglichst reinerbig, d.h. genetisch homogen sind. Genau dieser Homogenität entzieht sich ein Bienenvolk. Genetisch betrachtet gibt es unter natürlichen Bedingungen nicht zweimal dieselbe Königin, keine identischen Arbeiterinnen oder Drohnen. Die genetische Diversität ist wesensgemäss.

In den letzten Jahren haben viele Resultate die Bedeutung der Mehrfachbegattung bestätigt. Durch die Erhöhung der genetischen Vielfalt mit 8 bis

15 Vätern – im Vergleich zu Völkern mit 1 bis 7 Vätern – war die Volksstärke beim Einwintern erhöht und die Auswinterung besser (*Mattila und Seeley* 2007; *Tarpy et al.* 2013). Es wurden grössere Brutnester und Wabenflächen gebaut (*Tarpy und Seeley* 2006). Die Wärmeregulierung war verbessert (*Graham et al.* 2006; *Jones et al.* 2004). Mit der Zahl der Drohnen, die eine Königin begatten, nimmt auch die Intensität des Schwänzeltanzes zu (*Mattila et al.* 2007), was sich in einer erhöhten Rekrutierung von Sammlerinnen niederschlägt (*Mattila und Seeley* 2014). Ausserdem fliegen die Bienen auch weiter entfernte Nektarquellen an (*Mattila et al.* 2014).

Auch im Bienenstock konnte die Bedeutung der Mehrfachbegattung nachgewiesen werden: Die Resistenz gegen Infektionskrankheiten war erhöht (*Tarpy et al.* 2013) und die Abwehr von eingeführten Faulbrutsporen verbessert (*Seeley und Tarpy* 2007). Die erhöhte Diversität der Begleitmikroflora und -fauna führte zu einer Verbesserung der Gesundheit der Völker, z.B. bei der Haltbarmachung von Pollen, dem sogenannten Bienenbrot (*Mattila et al.* 2012).

Es lässt sich leicht ausmalen, dass die vielen wichtigen und positiven Eigenschaften, die auf Mehrfachbegattung zurückzuführen sind, kaum durch gezielte Züchtungsprogramme hätten erreicht werden können. Genetische Vielfalt ist die Garantie für ein breites Potential von Verhaltenseigenschaften. *Jürgen Tautz* (2010) beschreibt die Situation bildhaft: Wenn die Nachkommen einer Drohnenlinie gute Sammlerinnen, aber schlechte Stockbienen sind, müsste das Volk genau so leiden, wie wenn es nur Arbeiterinnen gäbe, die spezialisiert sind für Arbeiten im Stock. Im ersten Falle wäre die Aufzucht der Brut mangelhaft, im zweiten das Sammeln von Polen und Nektar. Die Mehrfachbegattung stellt ein ausgewogenes Gleichgewicht aller notwendigen Funktionen und Verhaltensweisen im Stock und in der Umgebung sicher. Das Ergebnis ist weit besser als die Summe aller einzelnen Fähigkeiten. Aus dieser Perspektive sind Züchtungsziele auf Einzelmerkmale zum Scheitern verurteilt.

Weil Verlust der genetischen Vielfalt eines der grossen Probleme der modernen Imkerei darstellt (UNEP 2010), ist es angebracht auf die Stärkung der Bienenvölker über kontrollierte Kreuzungszüchtung zu verzichten und dafür die Standbegattung zu fördern. Der Erhalt der genetischen Vielfalt und damit der Vielfalt an Fähigkeiten heisst Volksmehrung über den Schwarmtrieb und Standbegattung. Zu einem ähnlichen Schluss sind auch andere Autoren gekommen (*Münstedt et al.* 2014), auch wenn sie Züchtung von Drohnenlinien nicht ganz ausschliessen wollen.

Auf den ersten Blick schaut die Vermehrung der Völker mit Schwärmen aufwendig aus. Hobby-Imker, die nur am Wochenende Zeit finden, werden die meisten Schwärme verpassen. Profi-Imker mit oft mehreren hundert

Völkern haben keine Zeit, sich darum zu kümmern. Doch auch in solchen Fällen kann mit dem Schwarmtrieb gearbeitet werden, indem Schwärme vorweggenommen werden. Von der Eiablage bis zur verdeckelten Weiselzelle vergehen exakt neun Tage, und sobald die erste Zelle verschlossen wird, kann die alte Königin mit der Hälfte aller Bienen schwärmen. Es ist unumgänglich, in der Schwarmzeit (von Mitte April bis Ende Mai) die Völker alle neun Tage auf Weiselzellen zu prüfen. Findet man sie, so wird die alte Königin im Kasten gesucht und mit ein paar tausend Bienen in eine leere Kiste gesetzt. In der Dunkelheit und Kühle des Kellers entwickelt sich diese Einheit zum Schwarm. Mit den jungen Königinnen im zurückgebliebenen Muttervolk können danach weitere Völker gebildet werden.

Anpassung an den Standort

Ohne künstliche Königinnenzucht und mit Standbegattung können die Völker ein weiteres Potential ausschöpfen, das in Ökologie und Evolutionsbiologie unter dem Begriff Adaptation grösste Bedeutung hat. Alle Lebewesen, ob Pflanzen oder Tiere, passen sich im Laufe der Zeit oder Generationen an ihren Lebensraum an. Ob dies rein zufällig geschieht, wie es die neodarwinistische Theorie behauptet, oder ob gerichtet, wie es die Epigenetik nahelegt, spielt hier keine Rolle. Solche Anpassungen führen zu einer erhöhten Vitalität und einer grösseren Widerstandskraft. Das gilt auch für die Bienen.

In Europa gibt es eindruckliche Belege für positiven Effekte bei standortangepassten Völkern. In drei Regionen haben sie es geschafft, mit dem bedrohlichsten Problem der heutigen Imkerei, der Varroamilbe, eine Koexistenz zu entwickeln, d.h. in Anwesenheit der Milbe ohne chemische Kontrolle zu überleben. Auf Gotland wurden im Jahr 1999 150 Bienenvölker aufgestellt, die frei schwärmen durften und ausser der Sicherstellung eines ausreichenden Futtervorrats für den Winter keine imkerlichen Interventionen erfuhren (Fries *et al.* 2003, 2006). Zu Beginn wurden allen Versuchsvölkern zwischen 36 und 89 Milben zugesetzt. Nach vier Jahren lebten nur noch 8 Völker. 2004 und 2005 gab es keine Winterverluste mehr zu beklagen. Zusammen mit den aus Schwärmen gebildeten Völkern, gab es 2005 insgesamt wiederum 13 Völker. Offensichtlich hatte sich in den sechs Jahren das Gleichgewicht zwischen Volk und Parasit stabilisiert. Für die Suche nach Gründen dieser Stabilisierung wurden auf der Insel Kontrollvölker aufgestellt, in welchen die Milben einmal pro Jahr bekämpft wurden (Fries und Bommarco 2007). Dabei zeigte sich, dass die Versuchsvölker 82 Prozent weniger Varroen hatten als die Kontrollvölker. Die Reduktion konnte auf einen geringeren Brutumfang der Versuchsvölker zurückgeführt werden.

Ausserdem sassen bei ihnen im Vergleich mit den Kontrollen mehr Milben auf den adulten Bienen als in der Brut.

In Avignon waren 1994 wildlebende Bienenvölker gefunden worden, die ohne Milbenbekämpfung überlebt hatten. Zwischen 1999 und 2005 wurden sie (ohne Behandlung) mit Kontrollvölkern verglichen, die jährlich einmal eine Behandlung gegen die Varroamilben erhielten (*Le Conte et al.* 2007). Beide Gruppen – mit und ohne Behandlung – überlebten gleich gut – die Sterblichkeit schwankte zwischen 9.7 und 16.8 Prozent. Bei Wildvölkern überlebten einige bis 11 Jahre. Der Honigertrag war bei den behandelten Kontrollvölkern 1.7 Mal grösser als bei den unbehandelten Wildvölkern; die Milbenzahlen in den Wildvölkern dreimal geringer als in der Kontrollgruppe. Auch hier scheint sich ein Gleichgewicht zwischen Milben und Völkern eingestellt zu haben. Die Autoren betonen auch, dass dieses Gleichgewicht mit Umgebungsfaktoren und der imkerlichen Praxis zusammenhängen könnte: Die Völker lebten in einem Gebiet ohne Intensivlandwirtschaft, wurden nur selten geöffnet und immer am selben Ort gepflegt. Ein dritter Punkt auf den selten hingewiesen wird, betrifft die Völkerdichte in einer Region. Wenn sie zu hoch wird, gibt es im Volk nicht nur eine «vertikale» Entwicklung von Parasiten und Pathogenen, sondern auch eine horizontale zwischen den Völkern (*Lehnherr* 2012).

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie eine Koexistenz zwischen Wirt und Parasit, Bienen und Milben erreicht werden kann (*Rinderer et al.* 2009). Ob Züchtung eine Rolle spielen wird, wie es die Autoren glauben, ist eine offene Frage.

Die weiteren Untersuchungen auf Gotland und in Avignon zeigen, dass «Mechanismen» eher auf Interaktionen zwischen Völkern und Standort als auf Genetik zurückzuführen sind. In den beiden Regionen haben sie nämlich unterschiedliche Strategien entwickelt (*Locke et al.* 2012). An beiden Orten wurde nachgewiesen, dass der Reproduktionserfolg der Milben in den Wildvölkern gegenüber den Kontrollvölkern um ca. 30 Prozent reduziert war. In Frankreich konnte diese Verminderung vor allem auf die erhöhte Anzahl unfruchtbarer Weibchen zurückgeführt werden. Die Autoren nehmen an, dass das Hygieneverhalten dieser Völker eine zentrale Rolle gespielt hat: Puppen mit reproduktionsfähigen Milben werden von den Bienen aus dem Brutnest entfernt.

Auf Gotland konnte kein Hygieneverhalten beobachtet werden, dagegen war die Eiablage der Milbenweibchen in den Brutzellen verzögert. Als Grund nennen die Autoren eine unbekannte, volatile Substanz, welche von den Puppen ausgeschieden wird, welche die Eiablage verzögert.

Weitere Untersuchungen (*Locke et al.* 2014) zeigten, dass Wildvölker mit einer Toleranz für Milben immer kleiner waren und weniger Brut aufzogen

als die behandelten Kontrollvölker, eine Beobachtung, die bereits früher als «Überlebensstrategie» diskutiert wurde (Dettli 2008). Nicht unerwartet – weil mehr Bienen erbrütet wurden – waren die Milbenzahlen in den grösseren Kontrollvölkern am Ende der Bienensaison grösser, ebenso wie die Konzentration von verschiedenen Viren (Deformed Wing Virus, Black Queen Cell Virus, Sac Brood Virus) in der Hämolymphe der Bienen.

Das dritte Beispiel stammt aus Wales. Dort haben einige Imker angefangen, ihre Völker nicht mehr gegen Varroa zu behandeln, weil sie in der permanenten Bekämpfung der Milben keine Zukunft sehen (D. Heaf mündl. Mitteilung). Im Winter 2013/2014 lagen die Völkerverluste bei den Imkern, die auf eine Behandlung verzichteten bei 6.05 Prozent (bei insgesamt 315 Völkern); bei denjenigen mit Behandlung (bei insgesamt 81 Völkern) betrugen sie 6.57 Prozent. Der durchschnittliche Winterverlust eines Imkers, der keine Massnahmen gegen die Milben ergreift, betrug über 8 Jahre berechnet weniger als 25 Prozent (D. Heaf mündl. Mitteilung). Die Koexistenz von Bienen und Milben ist unter verschiedenen geografischen und klimatischen Bedingungen und mit verschiedenen genetisch nicht verwandten Bienenpopulationen möglich.

Es wäre interessant zu untersuchen, welche Gemeinsamkeiten es in den drei Regionen gibt. Sind Pollen- und Nektarversorgung besser als anderswo? Werden weniger Pestizide eingesetzt? Ist die Zahl der Bienenvölker an die Verfügbarkeit von blühenden Pflanzen angepasst? Oder ist die Toleranz schlichtweg die Folge einer Anpassung an den Standort – unabhängig von den jeweils spezifischen Besonderheiten? Die Ergebnisse im Rahmen des internationalen Programms prevention of honeybee colony losses (COLOSS)² deuten auf eine generelle Anpassung hin. Über mehrere Jahre wurden an 612 Völkern mit 16 verschiedenen Rassen auf 21 Standorten in verschiedenen europäischen Ländern umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Darunter waren auch Vergleiche von Völkern, die an den jeweiligen Standort angepasst und solchen, die mit standortfremden Königinnen gebildet worden waren. Im Grossversuch wurden weder die Vermehrung der Varroamilbe kontrolliert noch andere Krankheiten bekämpft.

Standortangepasste Völker lebten im Durchschnitt 83 Tage länger als die nicht angepassten Kontrollvölker (Büchler *et al.* 2014) und ihre Volksstärke war um 3000 Bienen grösser (Hatjina *et al.* 2014). Der Honigertrag war höher und – unerwartet – die Milbenbelastung geringer (Hatjina *et al.* 2014). Das Verteidigungsverhalten war verringert und das Hygieneverhalten ver-

1 <http://www.coloss.org/coloss>)

bessert (Uzunow et al. 2014). Die Vielfalt und Anzahl pathogener Keime war dagegen bei beiden Völkergruppen gleich (Meixner et al. 2014). Die bessere Gesundheit der Versuchsvölker zeigt, dass sie mit der Grundbelastung durch Pathogene besser zurecht kamen als die nicht angepassten Kontrollvölker.

Einer der Schlüsse aus dieser Studie lässt aufhorchen (Büchler et al. 2014): „*The use of local honey bee populations provides a higher chance of colony survival, and the use of maladapted bees attributes to high colony losses, as recently observed in many regions. Thus, local breeding activities should be promoted and encouraged throughout the native range of Apis mellifera*“. (Die Verwendung lokaler Populationen der Honigbiene verbessert die Überlebenschance, während bei schlecht angepassten Völkern mit Völkerverlusten zu rechnen ist, wie es kürzlich in vielen Regionen beobachtet wurde. Die Züchtung lokaler Rassen sollte daher für die gesamte Gattung *Apis mellifera* gefördert und ermutigt werden). Was unter «Lokalen Rassen» zu verstehen ist, bleibt offen. Aus meiner Sicht entstehen sie durch Standbegattung und ohne Zukauf neuer Königinnen. Die von vielen Imkern gepflegte negative Auslesezüchtung wird meistens ausreichen, um gute und angepasste Völker zu erhalten.

Ausblick

Ich habe in diesem Artikel aufgezeigt, dass die natur- oder wesensgemässe Bienenhaltung drei fundamentalen Lebensäußerungen des Bienenvolkes gerecht zu werden versucht. Es sind die Volksvermehrung über den Schwarmtrieb, das Errichten des Wabenwerks im Naturbau und der Verzicht auf künstliche Königinnenzucht. Es ist offensichtlich, dass sie 1923 von Rudolf Steiner nicht aus einer Kenntnis der damaligen Bienenforschung heraus entwickelt wurden, sondern aus einer geistigen Gesamtschau des Wesens des Bienenvolkes. Zu unrecht werden diese drei Lebensäußerungen oft als «esoterisch» gebrandmarkt.

Eine sicher nicht vollständige Sichtung der Literatur zur aktuellen Bienenforschung zeigt, dass diese fundamentalen Verhaltensweisen tatsächlich einen bedeutenden Beitrag zur Verbesserung der Bienengesundheit und des Bienenwohls leisten. Wesenskunde und biologische Kenntnisse stimmen überein! Obwohl Bienenwissenschaftler mit Recht darauf hinweisen werden, dass sie ihre Ergebnisse ohne Kenntnis der Äußerungen Steiners gewonnen haben, sollte die Übereinstimmung doch nachdenklich stimmen.

Verschiedene Folgerungen lassen sich aus daraus ableiten. Die erste betrifft die Bienenhaltung im engeren Sinn. Die klaren und detaillierten Ergebnisse müssen meines Erachtens in die Praktiken der konventionellen Bienenhaltung einfließen, in Notfällen – bei der Sanierung von Völkern beispielsweise – werden sie bereits angewendet. In meinen Augen sollten mit

den vorgestellten Ergebnissen Völkervermehrung im Schwarmtrieb, Natur-Wabenbau und standortangepasste Königinnenvermehrung als Standards in der Bienenhaltung etabliert werden.

Die zweite Folgerung betrifft die tierethische Diskussion. Offensichtlich sind Praktiken, die dem Wesen eines Tieres gerecht werden, geeignet, auch seine Gesundheit nachhaltig zu verbessern. Stimmt man dieser Auffassung zu, so sollten in Zukunft Urteile, die aus der Beobachtung der Wesensäusserung eines Tieres gewonnen werden, nicht erst auf dem langen (Um)Weg der analytischen Forschung quasi wiederentdeckt, sondern im Gegenteil als Impulse für neue Forschungsansätze verstanden und aufgegriffen werden. Ich verspreche mir davon zweierlei: Eine Beschleunigung in der Entwicklung tiergerechter Betriebsweisen im Allgemeinen und die Erweiterung des Forschungshorizonts auf die Lebewelten von Tieren, weil von ihnen Wohl und Gesundheit von Tieren wesentlich abhängen. Bereits jetzt ist abzusehen, dass die langwierigen und kontrovers diskutierten Untersuchungen negativer Einflüsse auf die Bienen, wie sie im UNEP Bericht genannt worden sind, durch Untersuchungen positiver Effekte bei der Reduktion von sogenannten Stressoren, schneller ans Ziel einer nachhaltigen Imkerei – oder im allgemeineren Ausmass – einer nachhaltigeren Landschaftspflege und Landwirtschaft führen werden.

Literatur

- Amsler, T., Charrière, J.-D. und Dettli M. (2013): Jungvolkbildung als Mittel zur Sauerbrutprävention? Schweizerische Bienen-Zeitung 4, S. 23-25
- Büchler, R. et al. (2014): The influence of genetic origin and its interaction with environmental effects on the survival of *Apis mellifera* L. colonies in Europe. Journal of Apicultural Research 53(2), S. 205-214
- Demeter e.V. (2011): Richtlinien für «Demeter» und «biodynamisch» (Erzeugung). V5. Bienenhaltung und Imkereierzeugnisse. Download unter: www.demeter.de/sites/.../richtlinien/EZ_12-09_V-5%20
- Dettli, M. (2008). Überlebensforschung. <http://summ-summ.ch/bibl/for/ueberlebens.html>
- Dettli, M. (2009): Vergleich Naturbau-Mittelwand. Aus dem Schlussbericht zu den beiden Forschungsprojekten. 24 Seiten; Quelle: www.summ-summ.ch
- Fries, I. und Bonmarco, R. (2007): Possible host-parasite adaptations in honey bees infested by *Varroa destructor* mites. Apidologie 38, S. 525-533
- Fries, I., Camazine, S. (2001): Implications of horizontal and vertical pathogen transmission for honey bee epidemiology. Apidologie 32, S. 199-214
- Fries, I., Hansen, H., Imdorf, A. und Rosenkrantz, P. (2003): Swarming in honey bees (*Apis mellifera*) and *Varroa destructor* population development in Sweden. Apidologie 34, S 389-397

- Fries, I., Imdorf, A. und Rosenkranz, P. (2006): Survival of mite infested (*Varroa destructor*) honey bee (*Apis mellifera*) colonies in a nordic climate. *Apidologie* 37, S. 1-7
- Girard, M.B., Mattila, H.R. und Seeley, T.D. (2011): Recruitment-dance signals draw larger audiences when bee colonies have multiple patriline. *Insectes Soc.* 58, S. 77-86
- Graham, S., Myerscough, M.R., Jones, J.C. und Oldroyd, B. P. (2006): Modelling the role of intracolony diversity on the regulation of brood temperature in honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Insect. Soc.* 53, S. 226-232
- Hatjina, F. Et al. (2014): Population dynamics of European honey bee genotypes under different environmental conditions. *Journal of Apicultural Research* 53(2): S. 233-247
- Imdorf, A., Ruoff, K. und Fluri, P. (2008): Volksentwicklung bei der Honigbiene. ALP forum Nr.68d
- Jones, J.C., Myerscough, M.R., Graham, S. und Oldroyd, B.P. (2004): Honey bee nest thermoregulation: diversity promotes stability. *Science* 305, 402-404
- Le Conte, Y., de Vaublanc, G., Crauser, D., Jeanne, F., Rousselle, J-C. und Bécard, J-M. (2007): Honey bee colonies that have survived *Varroa destructor*. *Apidologie* 38, S. 566–572
- Lehnherr, M. (2012): Monokultur im Insektenreich. *Schweiz. Bienenzeitung* 11, S. 29-31
- Lehnherr, B. und Duvoisin, N. (2001): Biologie der Honigbiene. In: *Der Schweizerische Bienenvater*, Band 2; Fachschriftenverlag des Vereins deutschschweizerischer und rätoromanischer Bienenfreunde, Winikon
- Locke, B., Le Conte, Y., Crauser, D. und Fries, I. (2012): Host adaptations reduce the reproductive success of *Varroa destructor* in two distinct European honey bee populations. *Ecology and Evolution* 2(6), S. 1144–1150
- Locke, B., Forsgren, E. und de Miranda, J.R. (2014): Increased tolerance and resistance to virus infections: A possible factor in the survival of *Varroa destructor*-resistant honey bees (*Apis mellifera*). *PLoS ONE* 9(6): e99998. doi:10.1371/journal.pone.0099998
- Lorentzen, I.T. (1938): *Die geistigen Grundlagen der Bienenzucht*. Eigenverlag, Hamburg
- Mattila, H.R. und Seely, T.D. (2007): Genetic diversity in honey bee colonies enhances productivity and fitness. *Science* 317, S. 362-364
- Mattila, H.R. und Seely, T.D. (2014): Extreme polyandry improves a honey bee colony's ability to track dynamic foraging opportunities via greater activity of inspecting bees. *Apidologie* 45, S. 347–363

- Mattila, H.R., Burke, K.M. und Seeley, T.D. (2007): Genetic diversity within honeybee colonies increases signal production by waggle-dance foragers. *Proc. R. Soc. B* 275, 809-816
- Mattila, H.R., Rios, D., Walker-Sperling, V.E., Roeselers, G. und Newton, I.L.G. (2012): Characterization of the Active microbiotas associated with honey bees reveals healthier and broader communities when colonies are genetically diverse. *PLoS ONE* 7(3), S. 1-11
- Meixner, D.M. et al. (2014): Occurrence of parasites and pathogens in honey bee colonies used in a European genotype-environment interactions experiment. *Journal of Apicultural Research* 53(2), S. 215-229
- Munawar, S.M., Raja, S., Waghchoure, E.S. und Barkat, M. (2010): Controlling American Foulbrood in honeybees by shook swarm method. *Pakistan J. Agric. Res.* 23(1-2), S. 53-58
- Münstedt, K., Fasolin, G. und Teichfischer, P. (2014): Mit Vielfalt zum Ziel. Brauchen wir eine Neuorientierung? ADIZ, Heft 1, S. 2
- Nitschmann, J. und Hüsing, J. (1987): Lexikon der Bienenkunde. Tosa Verlag, Wien (2002)
- Palmer, K.A. und Oldroyd, B.P. (2003): Evidence for intra-colonial genetic variance in resistance to American foul brood of honey bee (*Apis mellifera*): Further support for the parasite / pathogene hypothesis for the evolution of polyandry. *Naturwissenschaften* 90, S. 265-268
- Rinderer, T.E., Harris, J.W., Hunt, G.J. und de Guzman, L.I. (2010): Breeding for resistance to *Varroa destructor* in North America. *Apidologie* 41(3), S.409-424
- Ritter, W. und Perschil, F. (1983): Die Prüfung der Wirkung von Folbex-VA (Isopropyl-4,4'-Dibrombenzilat) auf Varroamilben und der Verträglichkeit für Bienen. *Apidologie* 14, S. 9-27
- Seeley, T.D. (1995): The Wisdom of the Hive. Cambridge: Harvard University Press
- Seeley, T.D. (2002): The effect of drone comb on a honey bee colony's production of honey. *Apidologie* 33, S. 75-86
- Seeley, T. (2007): Honey bees of the Arnot Forest: a population of feral colonies persisting with *Varroa destructor* in the northeastern United States. *Apidologie* 38, S. 19-29
- Seeley, T.D. (2010): Honeybee democracy. Princeton University Press. In deutscher Sprache ist das Buch unter dem Titel «Bienendemokratie» (2014) im S. Fischer Verlag erschienen
- Seeley, T.D. und Morse, R.A. (1976): The nest of the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Insectes Soc.* 23, S. 495-512
- Seeley, T.D. und Tarpy, D.R. (2007): Queen promiscuity lowers disease within honeybee colonies. *Proc. R. Soc. B* 274, S. 67-72

- Steiner, R. (1923): Die Welt der Bienen. Herausgegeben und kommentiert von Martin Dettli (2005) Dornach.
- Steiner, R. (1924): Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft. Dornach, GA 181
- Suchantke, A. (1965): Metamorphosen im Insektenreich. Beitrag zu einem Kapitel Tierwesenskunde. Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart
- Tarpy, T.R. und Seeley, T.D. (2006): Lower disease infections in honeybee (*Apis mellifera*) colonies headed by polyandrous vs monandrous queens. Naturwissenschaften 93, S. 195-198
- Tarpy, D.R., Vanengelsdorp, D., Pettis, J.S. (2013): Genetic diversity affects colony survivorship in commercial bee colonies Naturwissenschaften 100, S. 723-726
- Tautz, J. (2007): Phänomen Honigbiene. Spektrum Akademischer Verlag
- UNEP (2010): Emerging Issues: Global Honey Bee Colony Disorder and Other Threats to Insect Pollinators. UNON/Publishing Services Section, 16 Seiten
- Uzunow, A. et al. (2014): Swarming, defensive and hygienic behaviour in honey bee colonies of different genetic origin in a pan-European experiment. Journal of Apicultural Research 53(2), S. 248-260
- Waite, R.J., Brown, M.A., Thompson, H.M. und Medwin, H.B. (2003): Controlling European foulbrood with the shook swarm method and oxytetracycline in the UK. Apidologie 34, S. 569-575
- Wilde, J., Fuchs, S., Bratkowski, J. und Siuda, M. (2005): Distribution of *Varroa destructor* between swarms and colonies. Journal of Apicultural Research 44(4), S. 190-194

Johannes Wirz
 Forschungsinstitut am Goetheanum
 Hügelweg 59
 CH – 4143 Dornach
 johannes.wirz@goetheanum.ch