

Problemstellung

Die Milbe *Varroa destructor* ANDERSON & TRUEMAN, ursprünglich gemeinsam mit weiteren Arten der *Varroa jacobsoni* OUDEMANS zugeordnet, ist ein natürlicher Ekto-Parasit der Asiatischen Honigbiene *Apis cerana* FABRICIUS. Erst infolge der Globalisierung menschlicher Aktivitäten gelang es der Milbe, auf die Europäische Honigbiene *Apis mellifera* LINNAEUS zu wechseln und Mitte des 20. Jahrhunderts ihren weltweiten Siegeszug anzutreten. Seit sie 1977 erstmals in Deutschland entdeckt wurde, breitete sie sich auch hier trotz Gegenmaßnahmen so rasant aus, dass sie bereits Anfang der 80er Jahre deutschlandweit zu finden war. Vom Imker zunächst unbemerkt wurde sie von Bienenstand zu Bienenstand und von Volk zu Volk insbesondere durch das Verstellen von Bienenvölkern, den Schwarmvorgang sowie Verflug und Räuberei zwischen den Völkern verbreitet. Mit speziell entwickelten Medikamenten war und ist bis heute keine 100 %ige Tilgung der Milben aus den Völkern möglich. Behandlungserfolge sind daher nur von kurzer Dauer, zumal sich die Milbenzahl infolge Reproduktion innerhalb von zwei bis drei Wochen verdoppeln kann. Die Parasiten saugen sowohl auf den Adulten als auch an den Puppen die Hämolymphe und übertragen dabei Krankheitserreger. Beides führt zu einer Schwächung bzw. Erkrankung der einzelnen Bienen und letztlich zum Tod des ganzen Volkes. Auf diese Weise gehen nach wie vor jährlich tausende Bienenvölker zugrunde.

Die Fortpflanzung erfolgt in den verdeckelten Brutzellen der Bienenvölker, wo die Milben vor dem Einsatz von Medikamenten gut geschützt sind. Erschwerend kommt bei der medikamentösen Behandlung hinzu, dass sowohl Wirt als auch Parasit zum Stamm der Gliederfüßer (Arthropoda) gehören und somit deutlich engere verwandschaftliche Beziehungen aufweisen als dies in anderen Tierhaltungsbereichen der Fall ist. Desweiteren können Medikamente Spuren von Rückständen in den Bienenprodukten hinterlassen, die ihrem Image schaden.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein für die Imkerschaft empfehlenswertes Verfahren zur Integrierten *Varroa*-Bekämpfung zu entwickeln und zu prüfen, das gekennzeichnet ist durch:

- wirkungsvolle *Varroa*-Sanierung der Bienenvölker,
- Ausschluss von Varroazid-Rückständen in den Bienenprodukten,
- Ausschluss von Medikamenten-Resistenzen der *Varroa*-Milben,
- Erhaltung der Leistungsfähigkeit der Bienenvölker,
- einfache Handhabung bei nur geringem Arbeitsaufwand.

1. Literaturübersicht

1.1. Parasit-Wirt-Beziehung: *Varroa destructor* – *Apis mellifera*

1.1.1. *Varroa destructor*: Taxonomie, Anatomie und geographische Verbreitung

Die Milbe *Varroa destructor* ANDERSON & TRUEMAN (alte Bezeichnung: *Varroa jacobsoni* OUDEMANS) ist ein Ektoparasit der erwachsenen Bienen und ihrer Brut, der ursprünglich nur bei der Asiatischen Honigbiene (*Apis cerana* FABRICIUS) zu finden war. Obwohl diese Bienenmilbe bereits 1904 von E. JACOBSON auf der indonesischen Insel Java entdeckt sowie von A.C. OUDEMANS beschrieben und klassifiziert worden war, blieb sie bis 1960 weitgehend unbeachtet (MARIN 1979). In dieser Zeitspanne fand jedoch die Übertragung der Milbe von *A. cerana* auf *A. mellifera* statt, auf der sie sich nahezu weltweit verbreiten konnte (MARIN 1979, RUTTNER 2003). Nach ENGELS (1988) wurde der beschriebene Wirtswechsel durch Transporte von Bienenvölkern der Europäischen Honigbiene (*Apis mellifera* LINNAEUS) in das ursprüngliche Verbreitungsgebiet von *Varroa destructor* im Rahmen der Entwicklungshilfe und des weltweiten Bienenhandels ausgelöst. Nachdem die *Varroa*-Milbe 1964 in Iman, einer sowjetischen Stadt im Gebiet Primorije nahe der Grenze zu China festgestellt worden war, begannen in der damaligen Union der sozialistischen Sowjetrepubliken (UdSSR) Forschungsarbeiten zur Bekämpfung der Varroose (SMIRNOW 1979). Im Februar 1977 wurde der vermutlich einige Jahre zuvor mit *Apis cerana*-Völkern eingeschleppte Parasit auch in Deutschland entdeckt, wenn man auch lange davon ausging, dass es sich hierbei um die von OUDEMANS im Jahre 1904 erstmals beschriebene Milbe *Varroa jacobsoni* handelte (DREHER 1977, RUTTNER 1977, RITTER 1979, RUTTNER und RITTER 1980, RITTER und RUTTNER 1981). Noch 1999 stellen GUZMAN und RINDERER (1999) dar, dass von den bis dahin drei bekannten Arten der Gattung *Varroa* (*V. jacobsoni* OUDEMANS, *V. underwoodi* DELFINADO-BAKER und AGGERWAL sowie *V. rindereri* GUZMAN und DELFINADO-BAKER) erstere nahezu weltweit verbreitet sei und erhebliche wirtschaftliche Schäden verursache. Erst ANDERSON und TRUEMAN (2000) wiesen mit mikroskopischen und molekularbiologischen Methoden nach, dass es sich bei der am weitesten verbreiteten und größten Bienen-Milbe nicht um einen Genotyp von *Varroa jacobsoni* handelt, sondern um eine eigene Art, *Varroa destructor*. Diese hat nach ANDERSON (2000) ihren Ursprung im Raum Korea, Japan und Thailand. Während der nach seinem Ursprung als Japan/Thailand bezeichnete Haplotyp inzwischen auch in Amerika zu finden ist, konnte sich der Korea-Typ weltweit ausbreiten. Das Verbreitungsgebiet von *V. jacobsoni* beschränkt sich dagegen im wesentlichen auf die südostasiatischen Inselgruppen Indonesien (Java, Sulawesi, Timor, Irian Jaya) und Papua Neu Guinea. Als Größe geben ANDERSON und TRUEMAN (2000) für die querovalen, braunen Weibchen von *V. destructor* eine Länge von 1,1673 mm und eine Breite von 1,7089 mm an.

Die Weibchen von *V. jacobsoni* sind ca. 0,1 mm kürzer und 0,2 mm schmaler. Das Lebendgewicht beträgt nach SMIRNOV (1979) ca. 0,3 mg.

Auslöser der Untersuchungen zur Differenzierung der *Varroa*-Milben war eine Aufsehen erregende Feststellung: Entgegen allen Erwartungen erwiesen sich *Varroa*-Weibchen von der Insel Java, wo der Parasit 1904 entdeckt wurde, nicht nur wie bislang bekannt in der Arbeiterinnenbrut von *Apis cerana* als infertil, sondern auch bei *Apis mellifera* (ANDERSON 1994, 2000). Entsprechende Hinweise gaben auch BOOT et al. (1996), ohne die weitreichenden Konsequenzen für eine mögliche Differenzierung in verschiedene Arten zu erkennen. Dieses Reproduktionsverhalten änderte sich jedoch auf unerklärliche Weise (ANDERSON und SUKARSIH 1996). Zudem hatte JONG (1988) kritisch angemerkt, dass sich *Varroa*-Milben zumindest in Südkorea entgegen vorhergehenden Verallgemeinerungen in Arbeiterinnenbrut von *A. cerana* vermehren.

Das Phänomen der Infertilität von *V. jacobsoni* in Arbeiterinnenbrut beider Bienarten trifft gleichermaßen auch auf *V. underwoodi* zu (ANDERSON et al. 1997).

Die neue Klassifizierung von *Varroa spec.* ist für die Bewertung der bis zum Jahr 2000 erschienenen Publikationen zu beachten. Unter Berücksichtigung der Verbreitungsgebiete ist dabei das Land wesentlich, in dem die Untersuchungen durchgeführt wurden.

1.1.2. Parasitierungsverhalten von *Varroa destructor* auf *Apis mellifera*

Die Lebensweise und insbesondere die Reproduktionsbiologie der *Varroa*-Milbe sind gut an das Bienenvolk angepasst und stellen bei ihrer Bekämpfung gewisse Probleme dar: Einerseits teilt sich die Milbenpopulation eines Bienenvolkes sowohl auf die adulten Bienen als auch die Puppenstadien der Arbeiterinnen und Drohnen auf, andererseits können *Varroa*-Milben durch Verflug und Räuberei ihrer Wirte leicht von einem Bienenvolk zum anderen und sogar zu anderen Bienenständen verbreitet werden (HÜTTINGER et al. 1981, HOFFMANN 1992). Zudem ist es nicht ausgeschlossen, dass einzelne Milbenweibchen auch beim Trachtflug auf neue Wirtsbienen wechseln. Immerhin sind sie auf Blüten bis zu 6 Tage überlebensfähig und können im Extremfall innerhalb der ersten 5 dort verbrachten Tage auf Arbeitsbienen wechseln (HARTWIG und JEDRUSZUK 1987).

Die adulten *Varroa*-Weibchen dringen kurz vor der Verdeckelung in Brutzellen ein. Nach NAZZI et al. (2001, 2004) geht vermutlich von Komponenten im Futtersaft das entsprechende Signal aus, zumal nach ROSENKRANZ (1993 b) die Larven durch Abwaschen mit Pentan oder Ethanol unattraktiv und mit Pentan-Larvenextrakt wieder attraktiv gemacht werden

können. Möglich ist aber auch, dass der nach KIRCHNER (1993) sehr ausgeprägte Vibrationssinn eine Rolle spielt. Sicher ist zumindest, dass die Parasiten nach ihrem Eindringen in die Zelle zunächst im Futtersaft am Zellboden verharren (IFANTIDIS 1988). Dort sind sie vor dem Putztrieb der Arbeitsbienen gut geschützt. Über ihre Perithreme (schnorchelartige Gebilde) können sie weiterhin die Atmung sicherstellen. Sobald die Zelle verdeckelt und der Futtersaft verbraucht ist, verlassen die Milbenweibchen ihr Versteck und beginnen an der Vorpuppe Hämolymphe (Bienenblut) zu saugen. Ca. 60 Stunden später legen sie ihr erstes Ei, welches, ausgelöst durch Signale der L5-Larve, meist unbefruchtet bleibt, deshalb einen einfachen Chromosomensatz ($n=7$) enthält und sich somit parthenogenetisch zu einem Männchen entwickelt (REHM und RITTER 1989, GARRIDO und ROSENKRANZ 2003). Aus den weiteren Eiern, die im Abstand von 30 Stunden gelegt werden, entwickeln sich dagegen weibliche Milben mit entsprechend doppeltem Chromosomensatz ($2n=14$). Diese werden nach einer Entwicklungsdauer von 6,2 Tagen geschlechtsreif und lassen sich von dem Männchen, welches nach 6,9 Tagen die Geschlechtsreife erreicht und außer bei Mehrfachparasitierung immer ihr Bruder ist, begatten (REHM und RITTER 1989). Nur zum Schlupf der Biene bereits begattete Milbenweibchen sind fortpflanzungsfähig und können dann bis zu 7 Reproduktionszyklen durchlaufen (RUIJTER 1987). Neben den unreifen Weibchen geht auch das Männchen mit dem Schlupf der adulten Biene zugrunde, zumal es aufgrund der zum Begattungsapparat umgebauten Mundwerkzeuge keine Nahrung aufnehmen können soll (HÄNEL 1983). Vermutlich um leicht an neue Brutzellen zu gelangen und ihren Konkurrentinnen auszuweichen, wechseln die auf ihrem Wirt aus der Zelle schlüpfenden Milbenweibchen i.d.R. unmittelbar auf eine ältere Arbeiterin, die bereits Pflegedienste verrichten kann (LE CONTE und ARNOLD 1987, STEINER 1993). Hierbei kommt ihnen zugute, dass sie offenbar zwischen dem physiologischen Status der Arbeiterinnen gut differenzieren können (KRAUS et al. 1986), wofür die höhere Thoraxtemperatur mehrere Tage alter Arbeiterinnen verantwortlich gemacht wird (PORBECK et al. 2006). Weil die Drohnenbrut drei Tage länger verdeckelt ist als die Arbeiterinnenbrut, entwickeln sich hier deutlich mehr Nachkommen bis zum reproduktionsfähigen Alter. Schlüpfen aus einer Arbeiterinnenzelle, die von einer Muttermilbe parasitiert wurde, im Mittel 1,4 reproduktionsfähige Tochtermilben, so schlüpfen aus einer Drohnenzelle 2,0 (SCHULZ 1983, FUCHS 1989, FUCHS und LANGENBACH 1989). Allerdings schwankt die Nachkommenrate im Jahresverlauf deutlich, weshalb sie im Frühjahr, Herbst und ganz besonders im Winter deutlich unter vorgenannten Werten liegt (OTTEN und FUCHS 1990, MARTIN 2001). Zudem geht sie bei Mehrfachparasitierung einer Brutzelle zurück (MOOSBECKHOFER et al. 1988, FUCHS 1989, FUCHS und LANGENBACH 1989), weshalb in zunächst schwach befallenen Völkern ein deutlich stärkeres Wachstum der Milbenpopulation zu verzeichnen sein kann, als in stark befallenen Völkern (AUMEIER et al. 2002). So kann die Milbenpopulation unter hiesigen Bedingungen in den Bienenvölkern innerhalb eines Jahres das 2 bis 20fache ihres Ausgangswertes erreichen (AUMEIER et al.