



**Bienenviren,
ein kurzer Überblick**

© Michael J. Traynor 2007

von
PD Dr. Elke Genersch
Länderinstitut für Bienenkunde
Hohen Neuendorf e. V.

Danksagung: Wir danken Frau Dipl. Ing. Constanze Yue für die Hilfe bei der Erstellung dieses Skripts.

Impressum:

Herausgegeben vom Länderinstitut für Bienenkunde Hohen Neuendorf e. V.
mit Förderung durch die Länder Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Sachsen, Thüringen und Berlin

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der strengen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der Autorin oder des Länderinstituts für Bienenkunde Hohen Neuendorf e.V. unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Einführung: Viren

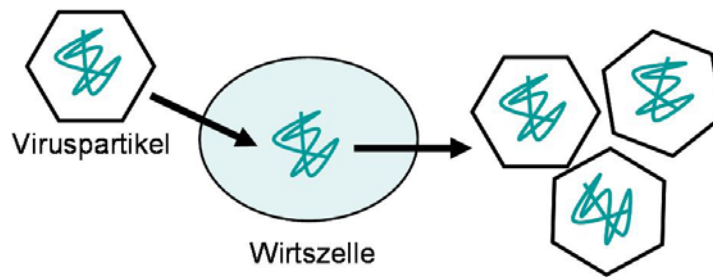


Abbildung 1: Viren schleusen sich oder auch nur ihre Erbsubstanz (grüne Schlangellinie) in Wirtszellen ein, um diese für ihre eigenen Zwecke (Vermehrung) umzuprogrammieren. In dieser schematischen Zeichnung sind die Viren VIEL größer dargestellt, als sie es in Wirklichkeit gegenüber Wirtszellen sind. Während Zellen unter einem normalen Mikroskop sichtbar sind, können Viren nur mit Elektronenmikroskopen dargestellt werden.

Viren sind unbelebte Partikel, die im Wesentlichen aus ihrer Erbsubstanz und einer Proteinhülle bestehen. Da sie keinen eigenen Stoffwechsel besitzen, sind sie für ihre Vermehrung vollständig auf die Zellen anderer Lebewesen (Wirte genannt) angewiesen. In ihrer Erbsubstanz sind alle Informationen enthalten, die sie benötigen, um die Zellen dieser Wirte umzuprogrammieren und so deren Stoffwechsel für ihre Vermehrung zu nutzen. Die Schäden oder Symptome, die Virusinfektionen hervorrufen, beruhen zu einem großen Teil darauf, dass die von den Viren umprogrammierten Zellen oder die bei der Freisetzung der Viren sterbenden Zellen nicht mehr zur Funktion der Organe beitragen können. Das Ausmaß der Schädigung des Wirts durch eine Virusinfektion hängt von der Anzahl und der Wichtigkeit der ausfallenden Zellen und Organe ab.

Außerhalb von Zellen oder in abgestorbenen Zellen sind Viren nicht vermehrungsfähig. Das heißt aber nicht, dass sie in der unbelebten Umwelt oder in toten Zellen ihre Fähigkeit Zellen zu infizieren, sofort verlieren. Ganz im Gegenteil, viele Viren sind in der Umwelt sehr stabil und können auch in totem Material sehr lange infektiös bleiben.

Viren sind extrem klein, viel kleiner als Zellen oder Bakterien. Deshalb gelang es erst mit der Entwicklung des Elektronenmikroskops in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts, Viren sichtbar zu machen. Allerdings war die Technik erst ab 1959 ausreichend verfeinert, um Einzelheiten in der Struktur von Viren darstellen zu können.

Bienenviren und *Varroa destructor*

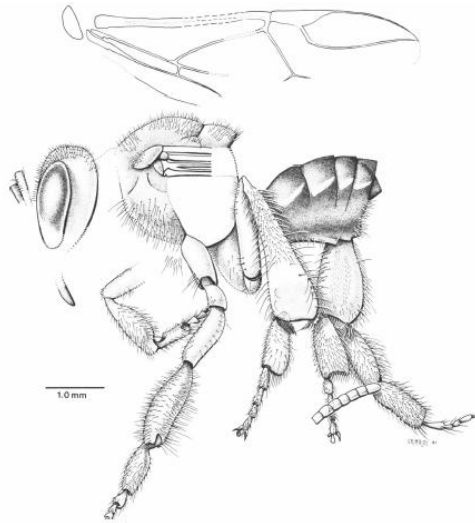


Abbildung 2: Seitenansicht einer vor 80 Millionen Jahren in Bernstein eingeschlossenen Arbeiterin von *Trigona prisca*, basierend auf einer *camera lucida*-Zeichnung. Der Vorderflügel wurde anhand des verdrehten fossilen Flügels rekonstruiert (aus Michener and Grimaldi, 1988).

Die älteste bekannte fossile Biene wurde vor 80 Millionen Jahren in Bernstein eingeschlossen. Sie hat vom Aussehen her schon große Ähnlichkeit mit unseren heutigen Bienen. Sie wurde als *Trigona prisca* klassifiziert und ist eine Vertreterin der stachellosen Bienen. Wir können davon ausgehen, dass auch Viren schon vor 80 Millionen Jahren existierten und dass sie sich, kurz nachdem die erste Biene auf der Erdoberfläche erschienen war, Bienen als Wirte eroberten. In der demnach seit über 80 Millionen Jahren stattfindenden gemeinsamen Evolution von Bienen und Viren konnte sich ein relativ ausgewogenes Gleichgewicht zwischen Virus und Wirt (in dem Fall die Biene) entwickeln, wie wir unschwer daran erkennen können, dass es sowohl Bienen als auch Bienenviren immer noch gibt. Der Mensch dagegen hat erst vor ca. 2,5 Millionen Jahren die Erde betreten, hatte also im Vergleich zu den Bienen oder Insekten allgemein bisher relativ wenig Zeit, sich mit Viren auseinander zu setzen. Vielleicht sind wir deshalb nicht so erfolgreich wie die Bienen, was die Abwehr von Viruskrankheiten angeht.

Von den ungefähr 20 bekannten Bienenviren verursachen die wenigstens dieser Viren erkennbare Symptome in infizierten Bienen. Die meisten Viren können Bienen infizieren und sich in den Bienen vermehren, ohne diese erkennbar zu schädigen. Diese Art von Infektion wird verdeckte Infektion (covert infection im Englischen) genannt und ist ziemlich typisch für Insektenviren. Ein wichtiges Merkmal dieser verdeckten Infektionen ist aber auch, dass es hin und wieder zu einem Ausbruch der Infektion kommen muss, um z. B. andere Tiere zu infizieren und dadurch das Überleben der Viren zu sichern. Diese Ausbrüche sind bei Bienen relativ selten und noch seltener bedeuten sie den Zusammenbruch ganzer Völker.

Durch die im 20. Jahrhundert nach Europa eingeschleppte Milbe *Varroa destructor* ist das Gleichgewicht zwischen den Viren und ihrem Wirt *Apis mellifera* gestört worden, da die Varroamilbe sich inzwischen für verschiedene Viren als Überträger etabliert hat und dabei einen neuen Ansteckungs- oder Übertragungsweg eingeführt hat: Während die Varroamilben an den Puppen saugen, um sich zu ernähren, können sie Viren direkt in die Hämolymphe injizieren. Diese Viren können sich dann im ganzen Körper während der sensiblen Puppenentwicklung ausbreiten, haben Zugang zu allen Organen und können dadurch Schäden in der einzelnen Biene herbeiführen, die es vorher so nicht gab. Zudem ist von amerikanischen Wissenschaftlern gezeigt worden, dass die Parasitierung durch die Varroamilbe das Immunsystem der Bienen schwächt und harmlose Virusinfektionen dadurch entgleisen können.

Die Varroamilbe beeinflusst den Ausgang von Virusinfektionen also auf verschiedenen Ebenen: 1. Die Varroamilbe überträgt Viren und beschleunigt damit die Ausbreitung von Viren im Volk und zwischen Völkern. 2. Die Varroamilbe hat einen neuen Übertragungsweg eingeführt, die „Injektion“ von Viren in die Hämolymphe, wodurch vorher harmlose Viren plötzlich tödlich sein können. 3. Die Varroamilbe schwächt das Immunsystem der Bienen und fördert dadurch den Ausbruch von Viruskrankheiten. Leider gibt es keine wirksamen Medikamente gegen Bienenviren. Da aber erst die Varroamilben einige der Bienenviren richtig gefährlich werden lassen, verringert eine effektive Bekämpfung der Milben auch gleichzeitig solche Schäden, die von den durch die Milben übertragenen oder aktivierten Viren ausgehen. Das heißt: Die beste Bekämpfung der Virusgefahr ist eine gute Bekämpfung der Milben!

Tabelle 1: Überblick über die wichtigsten Viren in Zusammenhang mit der Varroamilbe

Virus	normalerweise verdeckte Infektionen ohne Symptome	Übertragung durch Varroa	Gefährlichkeit des Virus nimmt im Zusammenhang mit Varroa zu
DWV (Flügeldeformationsvirus)	ja	ja	ja
ABPV (Akute Bienenparalyse Virus)	ja	ja	ja
SBV (Sackbrutvirus)	ja	ja	ja
KBV (Kashmir Bienenvirus)	ja	ja	ja
IAPV (Israelisches Akute Paralyse Virus)	??	ja	sehr wahrscheinlich

Wichtige Bienenviren im Überblick: SBV, KBV, CBPV, DWV

SBV (Sackbrutvirus)

Das Sackbrutvirus (SBV) tritt klinisch nur bei der Bienenbrut in Erscheinung. Die Infektion der Larven erfolgt über unauffällig infizierte Ammenbienen, die SBV-haltigen Futtersaft verfüttern. Infizierte Larven sterben im Streckmadenstadium noch vor der ersten Puppenhäutung und können als sackförmige Gebilde, bei denen sich eine klare bis bräunliche Flüssigkeit zwischen der Streckmadenhaut und der Puppenhaut gesammelt hat, aus ihren Zellen gezogen werden. Die toten Larven trocknen zu einem schwarzbraunen, schiffchenförmigen Schorf ein, der locker in der Zelle liegt. Varroamilben scheinen nur in einem schon klinisch kranken Volk eine Rolle bei der Übertragung von SBV zu spielen. Nur in solchen Völkern konnte das Virus bisher in den Milben nachgewiesen werden. Wahrscheinlich kann es in einem erkrankten Volk zur schnelleren Ausbreitung der Krankheit beitragen, ist aber nicht ursächlich am Ausbruch der Sackbrut beteiligt.



Abbildung 3: An einer SBV-Infektion gestorbene und in der Zelle eingetrocknete Larve.

KBV (Kashmir Bienen Virus)

Das Kashmir Bienen Virus (KBV) befällt erwachsene Bienen, die wenige Tage nach der Infektion sterben. In den Lehrbüchern wird die Meinung vertreten, dass die Infektion über Wunden an der Körperoberfläche erfolgt, wodurch das Virus in die Hämolymphe gelangt, und dass bei einer Infektion über das Futter die Tiere nur dann sterben, wenn schon eine Schädigung des Darmepithels durch beispielsweise Nosemose oder die Amöbenruhr vorliegt.

Inzwischen gibt es mehrere wissenschaftliche Arbeiten, die zeigen, dass die Varroamilben das Virus von Biene zu Biene übertragen können und so zur Ausbreitung dieses Virus im

Volk, aber auch von Volk zu Volk beitragen. Außerdem konnte gezeigt werden, dass Bienenverluste durch KBV mit einer hohen Varroaparasitierung zusammenhängen.

CBPV (Chronische Bienenparalyse Virus)

Das Chronische Bienenparalyse Virus (CBPV) schädigt erwachsene Bienen. Die mit CBPV infizierten Tiere sterben innerhalb von 5-8 Tagen. Als Symptome einer CBPV-Infektion gelten:

- flugunfähige, vor dem Flugloch krabbelnde Bienen, die auffällig zittern
- aufgeblähter Hinterleib und auffälliges Abkoten (z.T. im Stock)
- „Schwarzsucht“ (Haarlosigkeit)

Akute CBPV-Infektionen treten hauptsächlich im Sommer/Herbst, seltener im Frühjahr auf. Sie gehen mit einem deutlich erhöhten Totenfall in den erkrankten Völkern einher, der sogar zum Zusammenbruch des erkrankten Volkes und auch zu massenhaften Völkerverlusten führen kann.

Französische Bienenwissenschaftler haben vor kurzem beschrieben, dass sowohl das Zittern als auch der Durchfall typische Zeichen einer akuten Infektion mit CBPV sind, wobei Zittern und Durchfall zusammengehören, da der Durchfall offensichtlich eine „nervöse“ Erscheinung ist. Nach dem Auftreten der ersten Symptome sterben die erkrankten Bienen innerhalb weniger Tage. Der durchfallartige Kot enthält Unmengen an infektiösen Viruspartikeln. Er ist dadurch hochinfektiös und trägt entscheidend zur Ausbreitung der Erkrankung im Stock bei: Gesunde Stockbienen, die den Stock von den Kotflecken reinigen, infizieren sich, erkranken innerhalb weniger Tage an Durchfall und sterben schließlich, nicht ohne vorher genug Kotflecken zur weiteren Ausbreitung der Krankheit abgesetzt zu haben. In erkrankten Bienen kann CBPV in der Haemolymphe, im Darmgewebe, im Gehirn, in den Kopfdrüsen und in den Nervenknotten (Zittern!) nachgewiesen werden.

DWV (Deformed Wing Virus / Flügeldeformationsvirus)

Eine Infektion mit dem Flügeldeformationsvirus (DWV) kann in jedem Entwicklungsstadium der Biene (Ei, Larve, Puppe, erwachsene Biene) erfolgen, verursacht in der Regel aber keine Symptome, d. h. Schädigungen. Das Virus kann schon in unbefruchteten Eiern nachgewiesen werden, wird also über die Königin an die Nachkommen weitergegeben. Auch im Spermium wurde das Virus nachgewiesen. Nachfolgende Versuche zeigten, dass DWV-haltiges Spermium bei der Befruchtung zur Infektion der befruchteten Eier führt. Es konnte aber auch gezeigt werden, dass dieser Übertragungsweg nur zu einer sogenannten „verdeckten“ Infektion führt, d. h. zu Infektion, die ohne Symptome und sichtbare Schäden

verläuft. Im Larvenstadium kann das Virus über infizierte Ammenbienen weitergegeben werden, da es auch im Futtersaft enthalten sein kann. DWV-infizierte Milben können erwachsene Bienen infizieren. Auch bei diesen beiden Übertragungswegen zeigen die infizierten Bienen keine sichtbaren Symptome. Das Symptom „verkrüppelte Flügel“, welches dem Virus den Namen gegeben hat, tritt offensichtlich nur auf, wenn die Infektion im Puppenstadium durch die Varroamilbe erfolgt ist. Verkrüppelte Bienen sind nicht lebensstüchtig und werden von ihren Schwestern im Stock nicht geduldet.



Abbildung 4: Verkrüppelte Bienen (obere Reihe) und gesunde Bienen (untere Reihe). Alle Bienen sind DWV-positiv, obwohl nur die in der oberen Reihe die für eine akute DWV-Infektion charakteristischen Verkrüppelungen zeigen.

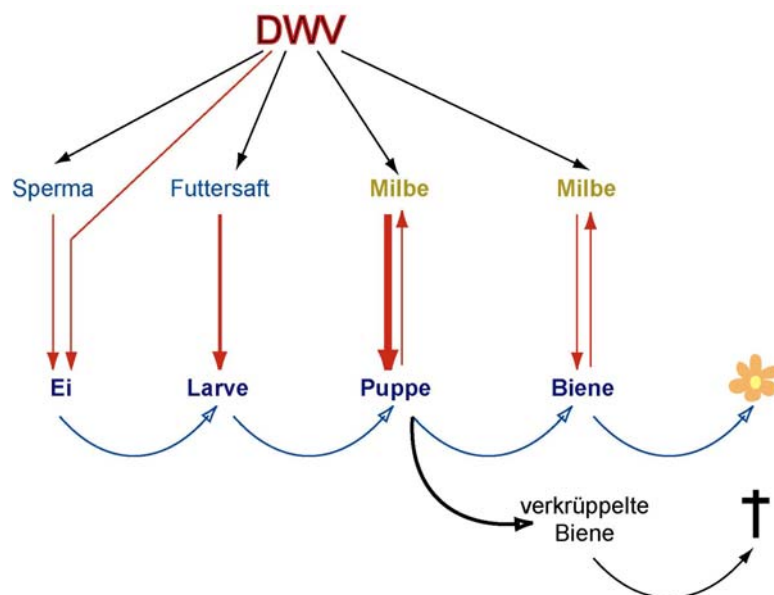


Abbildung 5: Übertragungswege von DWV im Volk. DWV kann auf alle Entwicklungsstadien der Biene übertragen werden. Allerdings kommt es nur bei der Übertragung von DWV durch die Milbe auf die Puppen zum Ausbruch einer akuten Infektion mit den charakteristischen Verkrüppelungen. Diese verkrüppelten Bienen sind nicht lebensfähig.

Ohne Varroamilben als Virusüberträger verläuft eine DWV-Infektion offensichtlich ohne Symptome. Umgekehrt bilden aber nicht alle Varroa-befallenen, DWV-infizierten Puppen Fehlbildungen aus. D.h., jede verkrüppelte, DWV-infizierte Biene war varroaparasitiert, aber nicht jede varroaparasitierte, DWV-infizierte Biene schlüpft verkrüppelt. Das wiederum heißt, dass die Übertragung von DWV durch die Varroamilbe zwar notwendig, aber nicht ausreichend ist für die Entstehung von verkrüppelten Flügeln und damit lebensunfähigen Bienen. Welcher Faktor entscheidet nun, ob eine durch die Varroamilbe im Puppenstadium übertragene DWV-Infektion zu den fatalen Verkrüppelungen führt oder die Biene gesund schlüpfen lässt? Es konnte gezeigt werden, dass für die Entwicklung von Fehlbildungen bei Milben-befallenen Puppen die „Art“ des übertragenen Virus entscheidend ist: Milben, die von gesund schlüpfenden Bienen stammten, enthielten lediglich eine „ruhende“ Form von DWV; die Milben dagegen, die von verkrüppelt schlüpfenden Bienen stammten, enthielten eine aktive, das heißt vermehrungsfähige Form. Diese Ergebnisse zeigten, dass der entscheidende Faktor bei der Entstehung der verkrüppelten Flügel die von der Milbe übertragene Virusform ist: Konnte sich das Virus vorher in der Varroamilbe vermehren, so ist es gefährlicher für die Puppen und führt zu nicht lebensfähigen Bienen, während DWV, welches sich nicht in den Milben vermehrt hat oder vermehren konnte, selbst nach der Übertragung durch die Milbe auf Puppen keine Schädigungen verursacht. Ob die Milben eventuell auch Schaden nehmen, wenn DWV sich in ihnen vermehrt, können wir bisher nicht sagen.

Etwas Gutes hat die Situation, dass DWV nur nach Übertragung durch die Varroamilbe gefährlich für die Bienen werden kann: Je erfolgreicher ein Imker die Varroamilben in seinen Völkern bekämpft, desto weniger muss er sich Gedanken über DWV-Schäden machen. Generell gilt: Ohne Milben gibt es keine Verluste durch solche Viren, die die Milben brauchen, um gefährlich zu sein.

Es gibt allerdings noch ein Beispiel, das zeigt, dass man Viren – auch DWV – nie unterschätzen darf: Vor 3 Jahren tauchten erstmals Berichte über verkrüppelte Hummeln auf, die engen Kontakt mit Honigbienen hatten. Die Laborergebnisse bestätigten leider unsere Vermutung, dass es sich dabei um eine Infektionen mit DWV handelte, die aber, im Gegensatz zur Honigbiene, auch ohne Varroamilben zu Verkrüppelungen geführt hatten.



Abbildung 6: DWV-infizierte Hummel (*Bombus terrestris*) mit verkrüppelten Flügeln (rechts) und eine gesunde, DWV-negative Hummel (*Bombus terrestris*) (links) [Foto: J. de Miranda].



Abbildung 7: Durch DWV-Infektion verkrüppelte Biene mit Milbe.