

Neonikotinoid-Insektizide als Verursacher des Bienensterbens

Ein Addendum zum Beitrag von HANS-JOACHIM FLÜGEL in der Märzausgabe der EZ (Hymenoptera: Apidae)

● KLAUS-WERNER WENZEL

Abstract. There is great concern about rising deaths of honeybees and of colony losses. The current literature (until April 2015) on this problem is being analyzed. The overwhelming part of data shows that systemically acting insecticides, first the neonicotinoids (NN) are the crucial cause. Minute amounts of NN (nanogram or picogram) will cause sublethal toxicity by blocking stimulatory receptors at nerve synapses. Thus the bee brain will lose the capacity for vital skills and functions. However, the most disastrous sublethal effect is the direct influence of the NN at the genome, thereby suppressing the immune response. This will cause growing of parasites and pathogenic bacteria in the gut, microspores like *Nosema* spp., and virus like DWV (wing deforming virus). The scientific research for detecting those sublethal effects of NN has been done mostly in European countries, while German bee experts are still sticking to work on the *Varroa* mite. Substantial publications, also the expertise of the European Academies Science Advisory Council (EASAC) are underlining the negative impact on bee survival and on biodiversity. It is demanded to put NN out of the nature, or at least to prohibit their distribution as prophylactic pesticides.

Key words. Systemic pesticides, neonicotinoids, *Apis mellifera*, honey bee losses, bumble bees, varroa mite, virus DWV.

Zusammenfassung. Die Analyse des Bienensterbens aus biologischer Sicht von H.-J. FLÜGEL (EZ 1/2015) wird mit dem aktuellen Wissenstand auf umwelttoxikologischer Basis abgerundet. Es finden sich überzeugende Hinweise, dass systemische Insektizide, insbesondere Neonikotinoide (NN), für die Verluste von Honigbienen und Wildbienen verantwortlich sind. Die NN verursachen in kleinsten Dosen (Nano-/Pikogramm) subletale Toxizität durch Blockade von stimulatorischen Rezeptoren in den Synapsen, was zu Fehlfunktionen des Bienenhirns mit Ausfällen lebenswichtiger Fähigkeiten und Funktionen führt. Deletär ist vor allem die direkte NN-Wirkung im Genom auf immun-suppressive Funktionen, wodurch die endogene Abwehr gegen Parasiten und Pathogene aufgehoben wird. Die Erforschung der verheerenden Wirkung der NN stammt im Wesentlichen aus dem europäischen Ausland, während deutsche Bienenexperten ihre Kapazitäten vor allem auf dem „Nebenkriegsschauplatz“ der *Varroa*-Milbe einsetzen. Aktuelle Publikationen, so auch die Expertise der Dachorganisation europäischer Wissenschaftsorganisation (EASAC), belegen die negative Bedeutung der NN auf Bienen und die gesamte Biodiversität. Es wird die Herausnahme der NN aus der Natur, oder zumindest ein Verbot als prophylaktische Pestizide gefordert.

doch nicht mehr zutreffende Betrachtungsweisen mit zum Teil unverständenen Phänomenen bezüglich der Schädigung von Bienen aktualisiert werden.

Bienenvölker können variierenden Stressoren wie Landschaftsverlust, Monokulturen, Parasiten und Pathogenen, etc. ausgesetzt sein, jedoch sind letztlich ursächlich für Verluste von Bienenvölkern die sogenannten systemischen Pestizide aus der Stoffklasse der Neonikotinoide. Dieser aktuelle Stand der Wissenschaft wurde gerade in zwei Übersichtsartikeln in der „First Class“-Zeitschrift „Science“ überzeugend dargestellt (SANCHEZ-BAYO 2014, GOULSON et al. 2015a), ebenso wie in der häufig zitierten Metaanalyse von Autoren der „IUCN Task Force on Systemic Pesticides“ (PISA et al. 2015). Diesen Erkenntnissen Rechnung tragend wurden von der EU-Kommission die drei gefährlichsten NN (und ein wirkungsähnliches Phenylpyrazolol) seit Dezember 2013 erst einmal für zwei Jahre mit einem Verbot für bienenattraktive Kulturen belegt (EUROPEAN COMMISSION 2013).

Wirkungsweise der Neonikotinoide (NN)

Die NN wurden 1992 von der Fa. BAYER gegen „schluckende und saugende Insekten“ (gemäß der durch NN verursachten Nervenlähmung der Muskeln) auf den Markt gebracht, und seither steigt die Bienensterblichkeit exponentiell an. Die NN sind Nervengifte, die in den Synapsen an den Acetylcholin-Rezeptoren andocken wie auch das Nikotin. Im Gegensatz zum Nikotin, welches nur vorübergehend stimulierend wirkt (daher die Sucht der Raucher auf immer neuen Nachschub), besetzen die NN diese Nikotin-Rezeptoren dauerhaft, wodurch eine fortlaufende Stimulierung resultiert, die dann zum Zusammenbruch der Nervenfunktion führt, auch der Nervensteuerung im Gehirn. Die Dauerstimulation ist erkennbar, wenn akut mit NN vergiftete Bienen zitternd von

Einleitung

Der umfassende Artikel von HANS-JOACHIM FLÜGEL in der diesjährigen Märzausgabe der „Entomologischen Zeitschrift“ sucht seinesgleichen. Auf der Basis seines enormen Wissensschatzes mit tiefgründigen historischen und biologischen Infor-

mationen (90 Literaturreferenzen) über das Bienensterben wird der gegenwärtige Wissensstand der Umwelttoxikologie bezüglich der deletären Wirkweise der Neonikotinoide einbezogen. So können in Deutschland noch verbreitete, heute je-

den Blüten fallen. Die NN sind für Bienen bis zu 7300 Mal toxischer als DDT (BONMATIN 2009).

Diese Gifte, von der Industrie verharmlosend „Beizmittel“ genannt, werden als Giftmantel um Saatkörner in den Boden eingebracht, wo sie mit langen Halbwertszeiten bis zu über 18 Jahren verbleiben können (REXRODE et al. 2003), und auch ihre Degradationsprodukte wirken ebenso toxisch wie die NN selbst. Deshalb wird nach zwei Jahren wahrscheinlich noch kein erkennbarer Erfolg des NN-Verbotes zu erwarten sein. Diese Nervengifte werden „systemisch“ genannt, weil sie sich in sämtlichen Systemen der Pflanze mit dem Saftstrom von der Wurzel bis in die Blüten einschließlich Pollen und Nektar verteilen. Die gesamte Pflanze wird gewissermaßen zum Insektizid, und das bei allen Pflanzen einer behandelten Fläche, auch den Nicht-Zielpflanzen.

Das Tückische an diesen Substanzen ist jedoch, dass die Bienen in der Regel nicht akut vergiftet tot von den Blüten fallen, sondern dass in kaum messbaren Mengen eine verdeckte subletale Vergiftung verursacht wird. Diese chronische Vergiftung bewirkt dann allmähliche Schädigungen des gesamten Nervensystems einschließlich des Gehirns. Darauf beruht der gravierende Effekt der Desorientierung, weshalb ein Großteil der Bienen nicht mehr zum Stock nach Hause findet (HENRY et al. 2012, FISCHER et al. 2014). In diesem Zusammenhang ist das besonders in den USA gefürchtete CCD (Colony Collapse Disorder) zu sehen, wo bei vorhandener Königin, vollen Waben und gesund erscheinenden Jungbienen plötzlich sämtliche Flugbienen fehlen, ohne dass im Stock oder außerhalb tote Bienen zu finden sind. An der Harvard-Universität haben Semi-Feldversuche mit subletalen Dosen von Imidacloprid (Handelsname „Gaucho“) ergeben, dass Bienenvölker nach zwölf Wochen noch lebten, dass aber nach 23 Wochen 96% zugrunde gegangen waren (Lu et al. 2012). Subletale Effekte betreffen auch andere notwendige Fähigkeiten wie Brutpflege, Aufgabenverteilung, Putzen (ins Besondere Entfernung von Parasiten), Thermoregulation im Stock, Schwänzeltanz, Rüsselreflex, Erkennen von verwandten Bienen, etc. (DOUCET-PERSONENI et al. 2003), was letztlich zum Zusammenbruch des sozialen Gebildes eines Bienenvolkes führt. Subletale Dosen von Imidacloprid verkleinern die Futterdrüsen heranwachsender Bienen, sodass Ammenbienen we-

niger Gelee Royal für die Königin produzieren (HATJINA et al. 2013).

Gegen die erdrückende Beweislast der NN-induzierten chronischen, subletalen Vergiftung und ihrer Auswirkungen standen zwei Behauptungen industrie-assoziiierter Autoren im Raum:

Angeblich basierten die verschiedenen Versuche im Labor und durch Semi-Feldversuche auf zu hohen toxischen NN-Dosen im angebotenen Futter und würden nicht der eingebrachten NN-Menge in Nektar und Pollen entsprechen. Bei dieser Behauptung berief sich die britische Behörde für Umwelt & Landwirtschaft auf eine „publication in preparation“ der Leiterin ihrer Pestizid-Abteilung, HELEN THOMPSON (DEFRA 2013). Die britische Regierung hatte mit diesen Daten von THOMPSON im April 2013 vergeblich versucht, das vorerst zwei-jährige EU-Moratorium (European Commission 2013) gegen die drei meist gebrauchten NN zu verhindern. Kurz danach, im Sept. 2013 ist THOMPSON dann zum NN-Produzenten SYNGENTA übergewechselt. Kürzlich wurde nachgewiesen, dass die damals von THOMPSON berechneten Ergebnisse dieser Eingabe an die EU-Kommission falsch gewesen sind (GOULSON 2015b). Ganz aktuell berichtet in „Nature“ eine schwedische Forschungsgruppe mehrerer Universitäten von sehr sorgfältigen, replizierten Feldversuchen. In 16 gepaarten Landschaftsflächen, wurde eine Kontrollfläche mit einer Versuchsfläche verglichen, auf der an einem mit Clothianidin (Handelsname „Poncho“) behandelten Rapsfeld positionierte Bienen auch Zugang zu Wildblumen und Wegrainen hatten (RUNDLÖF et al. 2015). Sowohl Honigbienen wie auch Hummeln hatten Pollen und Nektar gesammelt, deren NN-Konzentrationen den Versuchsbedingungen der Semi-Feldversuche entsprachen, und somit die genannte Zweckbehauptung widerlegten (RAINE & GILL 2015). Des Weiteren ist angeführt worden, dass bei bisherigen Versuchen wahrscheinlich auch deshalb zu hohe Dosen gefüttert worden seien, weil Bienen die NN-belasteten Blüten erkennen und deshalb andere Blumen vorzögen (GODFRAY et al. 2014). Auch hier kann man von Industrie-Freundlichkeit ausgehen, denn der wahrscheinliche Hauptautor bei bezüglich Bienenforschung eher unbekanntem Ko-Autoren, T. BLACQUIÈRE, führt ein Stiftungsinstitut der Firmen BAYER und SYNGENTA an der Universität Wageningen in den Niederlanden, wo er mit einem

„gezinkten“, und NN mit falschen Behauptungen deckenden Gutachten negativ aufgefallen ist (VANHESTE 2012). Auch diese Zweckbehauptung konnte aktuell in Nature widerlegt werden (KESSLER et al. 2015, RAINE & GILL 2015). Die Autoren von englischen und irischen Universitäten hatten Honigbienen und einer Hummelart jeweils in Zuckerwasser die NN Imidacloprid („Gaucho“), Thiamethoxam („Cruiser“) oder Clothianidin („Poncho“) in Nektar adäquaten Mengen oder reines Zuckerwasser angeboten. Die mit NN versetzten Lösungen wurden nicht gemieden. Im Gegenteil haben beide Bienenarten die Lösungen mit Imidacloprid und Thiamethoxam deutlich gegenüber reiner Zuckerlösung bevorzugt. Die Autoren vermuten eine Affinität von Nikotin-Rezeptoren im Gehirn zu diesen Neonicotinoiden. Mit dieser Studie wurde bewiesen, dass bei den verschiedenen Versuchsansätzen zum Nachweis der subletalen Toxizität keine Überdosierung der NN verwendet worden ist, sondern die von Bienen eingebrachten NN eher unterschätzt worden sind.

Um den Argumenten der chronischen, subletalen Toxizität aus dem Wege zu gehen, beruft sich die Industrie nach wie vor auf die Messung der sogenannten LD50, das Maß für die akute Toxizität, obwohl die EU-Kommission die Einführung von Verfahren für die letale chronische Toxizität vorgeschlagen hat (EFSA 2013). Die akute Toxizität wird im Laborversuch ermittelt, wobei Versuchstiere Einzeldosen einer Versuchsreihe (von niedrig bis hoch) verabreicht bekommen. Die Dosis, bei der 50% der Versuchstiere innerhalb von 24–48 Stunden sterben, wird als LD50 (Letale Dosis) bezeichnet. Vergleichende Untersuchungen der akuten und der chronischen LD50 ergaben um Faktor 29 bis 172 niedrigere Werte der chronischen Toxizität. Es wurde berechnet (CHARPENTIER et al. 2014), dass bei 150 Tagen Überwinterungszeit die Belastung der Bienen mit 0,25 ppb (ppb = 1 Teil pro Milliarde, oder 1 ng/g) also ca. 250 pg (Billionstel Gramm) Imidacloprid pro Biene den Langzeittod bedeuten würde.

Eine der bedeutendsten, wenn nicht gar die bedeutendste Publikation der jüngsten Zeit, ist die von DI PRISCO et al. (2013). Biologische Prozesse gelten als bewiesen, wenn sie auf molekular-biologischer (genetischer) Ebene verifiziert werden können. Eben das wurde kürzlich durch Entomologen von drei italienischen Universitäten erreicht. Sie fanden, dass ein soge-

nanntes LRR-Protein, welches negativ mit der Bildung des Transkriptionsfaktors für die Produktion von Immunproteinen gekoppelt ist, durch NN direkt in der Expression erhöht wird, das heißt in normalem Deutsch, dass NN direkt ein LRR-Protein vermehren, welches zur Unterdrückung der Immunantwort führt. Die biologische Bedeutung dieser unterdrückten Immunantwort zeigten die Autoren auf, indem sie bei frisch geschlüpften Bienen (aus *Varroa* freien Stöcken der Universität Neapel) nachgewiesen haben, dass die Replikation des Genoms des DWV-Virus dosisabhängig bis zum mehreren 1000-fachen durch subletale, feld-realistische Dosen von NN vermehrt wurde, und dosisabhängig zum Tod der Bienen führte. DWV-Viren wurden gewählt, weil sie weltweit in fast allen gesunden Bienenstöcken verdeckt vorhanden sind (DE MIRANDA et al. 2010), unter anderem in Österreich in 100 % der untersuchten Bienenstöcke (KÖGLBERGER et al. 2005, FLÜGEL 2015). Zudem ist DWV der Effektor der *Varroa*-Milben, die so den Tod von Bienen herbeiführen (NAZZI et al. 2012). DI PRISCO et al. (2013) weisen darauf hin, dass dieser verheerende Mechanismus der Immununterdrückung durch NN auch bei anderen Infektionen, insbesondere bei Darm-Bakterien und Mykosen (z. B. *Nosema*), zum Tragen kommt. Besorgnis erregend ist der Aspekt, dass 18 bei Bienen Krankheiten auslösende Viren beschrieben worden sind (KÖGLBERGER et al. 2005, FLÜGEL 2015). In der Expertise der EASAC wird die Bedeutung der direkt verursachten Immunsuppression ausführlich hervorgehoben (EASAC 2015).

Wirkungen der Neonikotinoide erklären bislang unklare Phänomene

Unter Berücksichtigung der Erkenntnisse über die NN sind mehrere Widersprüche und unklare biologische Phänomene zu interpretieren oder zumindest zu diskutieren, welche unter Verwendung der überwiegend deutschsprachigen Literatur auch bei H.-J. FLÜGEL genannt und teilweise als Phänomene umschrieben worden sind. Zwecks besserer Übersicht werden diese auch bei Flügel (2015) zur Frage stehenden Phänomene in »kursiv« gekennzeichnet:

Varroa-Milben

Der eingangs zitierte heutige Erkenntnisstand, dass Neonikotinoide für das Bienen-

sterben und den Niedergang der Biodiversität als Hauptursache verantwortlich sind, wurde und wird vor allem im europäischen Ausland erbracht. Nach Darstellung der Agro-/Chemie-Industrie soll es eine Bienengefährdung durch systemische Pestizide allenfalls bei falscher Anwendung geben. Hartnäckig wird verkündet, dass die *Varroa*-Milbe die wesentliche Gefahr für die Honigbienen darstelle (CPA 2014). Dieses ist auch die Lesart (bevorzugt in der Laienpresse) deutscher Bienen-Institute, und auch einiger Bienen-Abteilungen an Universitäten (ROSENKRANZ 2010, KAAZ 2013), die sich unter anderem auch für die Auftragsarbeit „Deutsches Bienen-Monitoring“ hergegeben hatten, welches zu recht vernichtend kritisiert worden ist (HOPPE & SAFER 2011, FLÜGEL 2015), und von der EU-Kommission als unseriös nicht einmal erwähnt worden war (EUROPEAN COMMISSION 2013). Da *Varroa*-Milben ausschließlich in den Stöcken der Honigbiene vorkommen, nimmt diese Fixierung auf die *Varroa* absurde Züge an, denn das noch deutlichere Verschwinden von Hummeln (CAMERON et al. 2011) und Wildbienen (SANDROCK et al. 2013) kann nicht mit der auf Honigbienen beschränkten *Varroa* zusammenhängen. Ganz aktuell wurde in der „First Class“-Zeitschrift „Nature“ nachgewiesen, dass in einem Feldversuch in 16 gepaarten und Replikat-kontrollierten Landschaftsflächen unter Einfluss von Clothianidin („Poncho“) Wildbienen ganz verschwinden und Hummeln (wie bei drei früheren Semi-Feldversuchen) stark reduziert werden (RUNDLÖF et al. 2015, RAINE & GILL 2015). Von der Agro-/Chemie-Lobby wird das Aussterben von Wildbienen und anderen Pollinatoren daher meistens verschwiegen. Ängstlich vermeidet die Lobby auch die Erwähnung der eigentlich alles erklärenden Publikation von DI PRISCO et al. (2013), nach der subletale NN-Dosen die Immunabwehr supprimieren.

Das ursprüngliche Wirtstier der *Varroa*-Milbe (erstmal 1852 an der russischen Pazifikküste nachgewiesen) ist die östliche Honigbiene *Apis cerana* in Ost-Asien. *Apis cerana* wird durch den *Varroa*-Parasiten nur milde geschädigt; es werden nur Drohnenlarven befallen. Ende der 1970er Jahre wurde *Varroa destructor* mit asiatischen Bienenvölkern nach Deutschland eingeschleppt. Mangels Koevolution gibt es bei der westlichen Honigbiene *A. mellifera* weniger Abwehrverhalten mittels Putzen und Entfernung der Milben und es werden auch weibliche Bienen und Bienenlarven

von dem Hämolymphe saugenden Schmarotzer befallen. *Varroa* gilt jedoch nicht selber als Tod verursachend, sondern führt als Vektor von Pathogenen zu Bienenverlusten (NAZZI et al. 2012).

» Als in der Primorski-Region (die russischen Pazifik-Küste zwischen Wladiwostok und der chinesischen Grenze) Populationen der westlichen *A. mellifera* entdeckt worden waren, die dort durch ukrainische Auswanderer hingekommen, seit über 100 Jahren mit der *Varroa*-Milbe leben, hoffte man mit diesen *Varroa*-resistenten sog. Primorski-Bienen, das *Varroa*-Problem lösen zu können. Die Erprobung in USA und Europa Ende der 1990er Jahre ergab jedoch unbefriedigende Ergebnisse.« In Deutschland wurde 2002 bis 2003 das „Kooperationsprojekt Primorski“ von den fünf größten Bienen-Instituten durchgeführt. In der Zusammenfassung war das Ergebnis „so unbefriedigend, dass der Imkerschaft weitere Versuche auf keinen Fall empfohlen werden können“ (ROSENKRANZ 2003). Bei den Primorski-Völkern war zwar die *Varroa*-Zunahme geringer als bei einheimischen Carnica-Bienen; trotzdem lagen sie bezüglich der Kriterien von Bienenvölkern „in allen Prüfungen weit unter dem Durchschnitt“, und der Honigertrag betrug nur 65 % von dem der Carnica-Bienen (mit mehr *Varroa*-Milben). Dabei hatte man es mit den Primorski-Völkern besonders gut gemeint und sie mitten in Rapsfelder gestellt, die ja am intensivsten mit NN behandelt werden. Es ist erstaunlich, dass man nicht versucht hat, diese Ausfälle auf den möglichen Einfluss von NN zu untersuchen. Denn immerhin wurde schon 1999 vom französischen Landwirtschaftsminister wegen der Bienenschädigung durch NN das Verbot des NN Imidacloprid für Sonnenblumen durchgesetzt (MINISTRE DE L'AGRICULTURE 1999), später dann auch für andere Aussaaten, ohne dass Ernteschäden zu beobachten waren (STOCKRAD 2013). Diese Negierung der Gefahren durch NN ist eine unverständliche Unterlassung, selbst bei Zubilligung, dass der Internet-Zugang für Informationen weniger ausgeprägt gewesen ist.

» Keine Erklärung findet sich auch dafür, dass die Bienenvölker in verschiedenen Gebieten der Welt unterschiedlich stark auf den Milben-Befall reagieren. Andererseits ist nachgewiesen worden ist, dass die *Varroa destructor* außerhalb Asiens einem einzigen Klon zuzuordnen sind.« Interferenzen mit NN sind offenbar nicht bedacht worden. Selbst wenn NN-Analysen in Bienenstö-

cken zu aufwendig sein mögen, so hätte auf die Belastung einer Region mit NN geachtet werden müssen, am korrektesten durch Erstellung von „Spritzbüchern“ der umliegenden Flächen. Die höchsten NN-Belastungen sind für Nord-Amerika (NN bei 100 % Mais und 95 % bei Sojabohnen in den USA), gewissen europäischen Ländern und für China anzunehmen, vor allem erschwerend unter dem Gesichtspunkt, dass NN bis über 18 Jahren im Boden bleiben und weiterhin Pflanzen systemisch vergiften können (REXRODE et al. 2003).

» Die genetisch praktisch identischen Milben vermehren sich allerdings im gemäßigten Klima schneller als im wärmeren tropischen Klima. So überleben Bienenvölker in Afrika auch ohne Varroa-Behandlung den Befall mit dieser Milbe wesentlich länger als in den gemäßigten Breiten der Welt. « Wiederum ist ein Bezug zu den NN überlegenswert. Denn die wesentlichen NN-behandelten Saaten, Mais, Raps, Sonnenblumen, werden in den gemäßigten Klimazonen angebaut. Auch nicht begiftete Flächen werden durch Winddrift bei Aussäen von „gebeiztem“ Saatgut kontaminiert (KRUPKE et al. 2012). In den dicht mit Landwirtschaft überzogenen Ländern sind teilweise überhaupt keine NN-freien Flächen mehr anzutreffen, was z. B. eine staatliche Untersuchung in Großbritannien gezeigt hat (GOULSON 2015b). Bei völlig verschiedenen Erntebedingungen in tropischen Ländern wird wenig oder gar kein NN verwendet und die dort noch gesunden Bienen mit intaktem Immunsystem können die Varroa-Milben eher beherrschen. Begünstigend in den Tropen ist zudem, dass NN in erster Linie erst durch Einwirken von UV-Strahlen zerstört werden.

» Betreffs der Varroa-Milbe gibt es ein weiteres Phänomen: Wenn in den 1980er Jahren nach Varroa-Behandlung eines Bienenstockes 2000 tote Milben gefunden worden sind, war das wenig besorgniserregend. Heute ist ein Bienenvolk mit 500 oder weniger toten Milben meist verloren. Es wird diskutiert, ob die Varroa-Milben aggressiver geworden sind, oder ob sich die Varroa durch moderate Vermehrung an die westliche Honigbiene angepasst hat, um ihren einzigen Wirt nicht nach kürzester Zeit zu vernichten. Andererseits seien die Bienen durch Infektionen mit Viren durch die Einstichstellen der saugenden Milben in ihrer Existenz bedroht. « Diese Überlegungen erscheinen nicht logisch. Es ist wenig plausibel, dass die in der gesamten westlichen

Welt genetisch identischen Varroa-Milben (SOLIGNAC et al. 2005) an vielen unterschiedlichen Orten die gleiche genetische Veränderung entwickelt haben sollen, die zu einer verminderten Vermehrung führt, was zudem der üblichen evolutionären Entwicklung zu stärkerer Vermehrung widersprechen würde. Im Gegenteil legt diese scheinbare Verstärkung der Aggressivität der Varroa-Milben nahe, dass NN für ihre Wirtsbienen vor allem durch die verursachte Unterdrückung der Immunabwehr gegen übertragene Pathogene (siehe unten) die Toxizität dieser Milben bedingen.

Nosema

Mehrfach haben unterschiedliche Forschungsgruppen nachgewiesen, dass subletale NN-Dosen (selbst so niedrige, dass sie kaum nachweisbar an der unteren Grenze von Felddosen liegen) zur Vermehrung der Darm-Mikrosporidien *Nosema* spp. und zum Tod von Bienen führen (z. B. ALAUX et al. 2010, PETTIS et al. 2012, WU et al. 2012, DOUBLET et al. 2014). Es ist anzunehmen, dass die oben beschriebene Immununterdrückung durch NN (DI PRISCO et al. 2013) der normalerweise vorhandenen Abwehrkräfte der Bienen gegen das Darm-Pathogen *Nosema* ursächlich ist.

» Im Gegensatz zur Varroa-Milbe kann *Nosema ceranae* von Honigbienen auch auf Hummeln übertragen werden. Genauere Untersuchungen haben ergeben, dass sich *Nosema ceranae* bei allen 7 untersuchten Hummelarten wesentlich gefährlicher auswirkt als bei Honigbienen. «

Grundsätzlich entspricht die Toxizität von systemischen Pestiziden bei *Apis mellifera* der Toxizität bei anderen Bienenarten (ARENA et al. 2014). Jedoch ist die Honigbiene zur Beurteilung der Toxizität das ungünstigste Modell, weil der Sozialstaat eines Bienenstockes mit der Aufgabenteilung (Erntebienen, Pflegebienen, etc.) Verluste von Einzelbienen kompensiert (EASAC 2015, RAINE & GILL 2015). Wenn ein Großteil der Erntebienen wegen gestörter Navigation nicht mehr zurückkehrt, fliegen jüngere Bienen, die noch im Pflegealter sind, stattdessen aus. Und die durch NN verminderte Lebensdauer der Königin wird durch Ersatz mit neuen Königinnen ausgeglichen (SANDROCK et al. 2014). Der Verlust von Hunderten, manchmal Tausenden von Honigbienen wird bei Stockgrößen von 5000 bis 30.000 Bienen

meist von den Imkern gar nicht bemerkt. Diese Puffer-Kapazität haben Hummeln mit Völkern von zehn bis höchstens 100 Individuen nur in sehr geringem Maße, und auch der Verlust von Hummel-Königinnen wird nicht ersetzt (FAUSER-MISLIN et al., 2014). Die deshalb erhöhte Empfindlichkeit gegen NN bei Hummeln täuscht die genannte „größere Gefährlichkeit“ von *Nosema ceranae* bei Hummeln vor.

Viren

» Zur Mitte des 20. Jahrhunderts war es gelungen in Bienen krankheitserregende Viren nachzuweisen. Doch erst mit dem Werkzeug der „reverse transcription-PCR“ wurde ab Mitte der 1990er Jahre die rasche Identifizierung von Viren bei Bienen ermöglicht. Insgesamt sind derzeit weltweit etwa 20 Virenarten bekannt, die bei Bienen krankheitsauslösend sein können. «

Sicherlich hat die Verwendung der rt-PCR die schnelle Erkennung von Bienenkrankheiten durch Viren ermöglicht. Es ist jedoch auffällig, dass steigende Zahlen verifizierter Viren zeitgleich mit dem steigenden Massenverbrauch von NN seit Mitte der 1990er Jahre beobachtet worden sind. Die von DI PRISCO et al. (2013) nachgewiesene direkte Immunsuppression durch NN hat offensichtlich dazu beigetragen, zumal seit dieser Zeit die Bienenverluste zunehmen.

» Als besonders schädlich für Honigbienen gilt das sog. DWV-Virus. Angeblich seien DWV von saugenden Varroa-Milben injizierte DWV deutlich gefährlicher als ohnehin vorhandene Viren. Falls das DWV schon früher weltweit verbreitet war, so müsse sich diese Virenart stark verändert haben, denn erst seit 2003 ist bekannt geworden, das DWV auch Hummeln befällt, und auch bei diesen zu dem bisher nur bei Honigbienen bekannten Krankheitsbild der verküppelten Flügel führt. «

Wie oben zu dem gleichen Vorgang bei *Nosema* begründet, kann ein solcher Arten-Übersprung als Beweis gewertet werden, dass die Aufhebung der Immunsuppression durch NN zugrunde liegt (zumal es bei Hummeln nicht die sonst permanent verdächtige Varroa-Milbe gibt). Das DWV kann in allen Stadien der Bienenentwicklung nachgewiesen werden, auch schon im Ei und im Sperma der Drohnen (DE MIRANDA & GENERSCH 2010). Die Ursache jener „besonderen Schädlichkeit“ des DWV

Virus für Honigbienen“ haben Di PRISCO et al. (2013) durch die Aufhebung der Immunantwort und die dosis-abhängige ansteigende Replikation des DWV-Genoms in frisch geschlüpften Honigbienen unter NN-Einfluss nachgewiesen.

Zusammenfassung zur Wirkung der Neonikotinoide

Es ist festzustellen, dass für früher im Zusammenhang mit Verlusten bei Honigbienen unverständliche biologische Phänomene durch die Forschungsergebnisse der letzten Jahre zu erklären sind. In der Regel sind die subletalen Auswirkungen der systemischen Pestizide, insbesondere der Neonikotinoide ursächlich, wobei der Beeinträchtigung oder Aufhebung der Immunantwort eine zentrale Rolle zukommt. Die vor allem in Deutschland von der Agro/chemischen Lobby und auch offiziellen Instituten vertretene Beschuldigung der *Varroa*-Milbe als Ursache für das Bienensterben ist wissenschaftlich nicht zu belegen. Die nur in Stöcken der Honigbiene existierenden *Varroa*-Milben schwächen die Bienenlarven, aber sie töten diese nicht. Sie tragen indirekt zum Bientod bei, indem sie die Bienen vermutlich an Einstichstellen mit Pathogenen infizieren. Dieser Vorgang ist aber möglicherweise bereits historischer Natur; denn zumindest für das deletäre DWV-Virus ist erwiesen, dass die Viren schon in den Eiern und im Drohnensamen enthalten sind. So ist die DWV-Infektion (nach möglicher Erstinfektion durch *Varroa*) weltweit verbreitet. Aber in gesunden Bienenstöcken leben sie verdeckt ohne Schaden anzurichten. Erst durch genomische Immunsuppression infolge von NN-Belastung werden diese Viren virulent (Di PRISCO et al., 2013).

Eine weltweite Metaanalyse aus 838 Veröffentlichungen hat aufgedeckt, dass nicht nur Honigbienen und andere Insekten durch Neonikotinoide geschädigt werden, sondern dass inzwischen die Biodiversität als solche in Gefahr und zum Teil schon geschädigt ist (PISA et al. 2014, EASAC 2015).

Nach Fertigstellung dieses Textes wurde Anfang April 2015 eine Expertise von unabhängigen Wissenschaftlern für die EU-Kommission veröffentlicht, in welcher die allgemeine Gefährdung der Biodiversität und der menschlichen Ernährung durch NN hervorgehoben wird. Die durchweg prophylaktische Anwendung der NN wird abgelehnt. Stattdessen soll konsequent

der Aufbau eines IPM (Integrated Pest Management), also einer Integrierten Schädlingsbekämpfung angestrebt werden, was z. B. die Rückkehr zu alternierendem Pflanzenanbau erreichen kann.

Der Ernst der Lage kann daraus abgelesen werden, dass diese Eingabe an die EU-Kommission von der EASAC getragen wird, dem Rat von 29 europäischen Nationalen Akademien der Wissenschaften unter Führung der deutschen LEOPOLDINA. Die EASAC-Vollversammlung der 29 Delegierten dieser Wissenschaftsakademien tagt zweimal pro Jahr in einer der europäischen Hauptstädte (ESAC 2015).

Politischer Hintergrund

USA

Die US-Umweltschutzbehörde EPA (Environment Protection Agency) legt nach wie vor ein Industrie-freundliches Verhalten an den Tag. Zum Beispiel hatte sie gegen den Rat des eigenen wissenschaftlichen Beirats Clothianidin („Poncho“) von Bayer Crop Science im Jahre 2003 zugelassen. Mehrere Petitionen und auch Klagen gegen die weitere Zulassung wurden ignoriert. Anlässlich des Verbotes in der EU wurde 2013 erneut verlautbart, dass keine sicheren Schäden durch die Neonikotinoide nachweisbar seien, und eine nächste Prüfung fasse man für 2019 ins Auge.

Europa

Bei der EFSA (European Food Safety Authority) hatte sich Ende 2012 eine kritische Mehrheit für ein Verbot der häufigsten Neonikotinoide ausgesprochen und mit knapper Mehrheit haben die EU-Regierungen daraufhin erst einmal auf zwei Jahre befristet am 29. April 2013 die drei gefährlichsten NN Imidacloprid („Gaucho“ von Bayer), Thiamethoxam („Cruiser“ von Syngenta) und Clothianidin („Poncho“ von Bayer) für Bienen-attraktive Pflanzen verboten. Angesichts der großen Zahl von Untersuchungen mit negativem Ergebnis für die NN in jüngster Zeit steht eigentlich zu erwarten, dass das Teilverbot im Dezember 2015 zumindest verlängert wird. Eine Verschärfung wäre angebracht, denn das gegenwärtige Teilverbot nimmt nur ca. 25 % der NN aus dem Handel (zu bedenken vor allem auch die jahrelangen Halbwertzeiten der Substanzen).

Deutschland

Ungünstig erscheint dagegen die Situation in Deutschland. Hier erklären die Chemie-Lobby und die Bienen-Institute der Länder unisono die *Varroa*-Milbe zum Bienenkiller Nr. 1, ungeachtet der internationalen Forschungsergebnisse über die verheerenden Wirkungen der systemischen Insektizide. Das Industrie-gesteuerte „Deutsche Bienen-Monitoring“ wurde nach zehn Jahren im Jahr 2013 kläglich eingestellt, mit dem Ergebnis, kurz gefasst: *Varroa* ist „unzweifelhaft die Hauptursache der Völkerverluste“, gefolgt von Pathogenen. Von der internationalen Wissenschaft und von der EU-Kommission wird dieses „Deutsche Bienen-Monitoring“ nicht einmal erwähnt. Als Fortführung erscheint das gerade in die Presse lancierte Projekt „SMARTBEEES“, das am Länderinstitut für Bienenkunde in Hohenneuerdorf in Brandenburg koordiniert wird, und von der EU mit sechs Millionen Euro gefördert wird. Mitarbeiter sind Genetiker, Parasitologen, Virologen, Molekular-Biologen, Immunologen, Kommunikationswissenschaftler, Bienen-Spezialisten aus elf Ländern (aber Toxikologen? Fehlanzeige!). Ein Thema ist die „gefährliche Dreiecksbeziehung Biene-Milbe-Viren“, wobei man die Mechanismen ergründen will, wie mit der Milbe aus harmlosen Viren tödliche Viren werden. Eine eigentlich unglaubliche Fragestellung, wenn man die klaren Ergebnisse von Di PRISCO et al. (2013) kennt, wonach NN auf molekularer Ebene die Immunantwort dosis-abhängig unterdrücken und dosis-abhängig das Genom des DWV-Virus vermehren. Diese immunologischen Zusammenhänge werden auch in der oben genannten Expertise der europäischen Wissenschaftsakademien in den Vordergrund gestellt (EASAC 2015).

Eine andere „gefährliches Dreiecksbeziehung“ bedarf eher der Aufklärung: gemeint ist das Dreieck „Agro-/Chemie-Lobby – (durch Steuern bezahlte) deutsche Bienen-Institute – deutsche Zulassungs- und Kontroll-Behörden“. Dazu zwei Beispiele:

BfR (Bundesinstitut für Risiko-Bewertung): Am 30. März 2015 erfuhren deutsche Naturschützer aus der französischen Zeitung „Le Monde“ Erschreckendes über das schon öfter durch befremdliche Risiko-Bewertungen (aktuell zu Glyphosat) aufgefallene BfR. Le Monde enthüllte, dass die BfR-Kommission für „Pestizide und

ihre Rückstände“ zu einem Drittel direkt von der Chemie-Industrie besetzt wird. Le Monde belustigt sich, dass es in Deutschland offenbar normal sei, dass „Industrie-Vertreter auch die Begutachter ihrer eigenen Produkte sind“ (FOUCART 2015).

BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit): Der kommissarische Leiter der Pflanzenschutzmittelzulassung, Dr. KARSTEN HOHGARDT, erklärte bei einem Vortrag auf der Internationalen Grünen Woche in Berlin 2015: „das BVL versteht sich als Dienstleister für seine Kunden, die Pflanzenschutzmittelhersteller“. Auch entscheiden bei der Zulassung von Pestiziden nicht Wissenschaftler sondern eine Experten-Gruppe von sogenannten Risiko-Managern, darunter etliche aus der Industrie (HAEFEKER 2015).

Frankreich und Italien

Es ist zu hoffen, dass die positiven Ansätze in unseren Nachbarländern auch für Deutschland beispielhaft werden. In Frankreich sind NN schon seit mindestens zehn Jahren für großflächige Aussaaten verboten, ohne dass sich Ernteauffälle zeigten. In Italien sind NN seit 2008 für Mais verboten, und die Erträge haben eher zugenommen. Viel versprechend erscheint ein von der Universität Padua initiiertes Modell, welches seit November 2014 in den drei nord-östlichen Provinzen praktiziert wird: Landwirte vermeiden prophylaktische Pestizide und sind in einer Versicherungsgesellschaft auf Gegenseitigkeit organisiert, die bei Schädlingsbefall die lokale Bekämpfung übernimmt. Die Beitragskosten betragen die Hälfte der früheren Pestizidkosten.

Literatur

- ALAUX, C., BRUNET, H.-L., DUSAUBAT, C., MONDET, F., TCHAMITCHAN, S., COUSIN, M., BRILLARD, J., BALDY, A., BELZUNCES, L., LE CONTE, Y. 2010. Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honey bees (*Apis mellifera*). *Environmental Microbiology* **12**: 774–762.
- ARENA, M. & SGOLASTRA, F. 2014. A meta-analysis comparing the sensitivity of bees to pesticides. *Ecotoxicology* **23**: 324–334.
- BONMATIN, J. M. 2009. Neonicotinoid Pesticides and Honeybees. <http://www.moraybeedinsauers.co.uk/neonicotinoid.html>.
- CAMERON, S. A., LOZIER, J. D., STRANGE, J. P., KOCH, J. B., CORDES, N., SOLTER, L. F., GRISWOLD, T. L. 2011. Patterns of widespread decline in North American bumble bees. *PNAS* **108**: 662–667.
- CHARPENTIER, G., LOUAT, F., BONMATIN, J. M., MARCHAND, P. A., VANIER, F., LOCKER, D., DECOVILLE, M. 2014. Lethal und sublethal effects of imidacloprid, after exposure, on the insect model *Drosophila melanogaster*. *Environmental Science and Technology* **48**: 4096–4102.
- Crop Protection Association. 2014. CPA response to Task Force on Systemic Pesticides. <http://www.cropprotection.org.uk/bees>.
- DEFRA 2013. An assessment of key evidence about neonicotinoids and bees. <https://www.gov.uk/government/publications/an-assessment-of-key-evidence-about-neonicotinoids-and-bees> (2013).
- DE MIRANDA, J., GENERSCH, E. 2010. Deformed Wing Virus. *Journal of Invertebrate Pathology* **103**: 54–561.
- DI PRISCO, G., CAVALIERE, V., ANNOSCIA, D., VARRICCHIO, P., CAPRIO, E., NAZZI, F., GARGIOLIO, G., PENNACCHIO, F. 2013. Neonicotinoid clothianidin diversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, DOI: 10.1073/PNAS1314923110.
- DOUBLET, V., LABAROSSIAS, M., DE MIRANDA, J. R., MORITZ, R. F., PAXTON, P. J. 2014. Bees under stress: Sublethal doses of neonicotinoid pesticide and pathogens interact to elevated honey bee mortality across the life cycle. *Environmental Microbiology* **10.1111/1462-2920.12426**. Medline doi:10.1111/1462-2920.12426
- DOUCET-PERSONENI, C., HALM, M. P., TOUFLET, F., RORTAIS, A., ARNOLD, G. 2003. Imidacloprid utilisé en enrobage de semences (GAUCHO(R) et troubles des abeilles. Rapport final. Agriculture.gouv.fr./IMG/pdf/rapport_fin.pdf.
- EASAC. 2015. <http://www.easac.eu/home/reports-and-statements/detail-view/article/ecosystem-se.html>.
- EFSA. 2013. Guidance on the risk assessment of plant protection products on bees (*Apis mellifera*, *Bombus* spp. and solitary bees). EFSA **J 11**: 3295 (266 pp.). doi:10.2903/j.efsa.2013.3295.
- EUROPEAN COMMISSION. 2013. Implementing Regulation (EU) No 485/2013 of May 2013 amending Implementing Regulation (EU) No 540/2011, as regards the conditions of approval of the active substances clothianidin, thiamethoxam, imidacloprid, and prohibiting the use and sale of seeds treated with plant protection products containing those active substances. *OJL* **139**: 12–26.
- FAUSER-MISLIN, A., SADD, B. M., NEUMANN, P., SANDROCK, C. 2014. Influence of combined pesticide and parasite exposure on bumblebee colony traits in the laboratory. *Journal of Applied Ecology* **51**: 450–459. doi:10.1111/1462-2920.12426.
- FISCHER, J., MÜLLER, T., SPATZ, A. K., GREGGERS, U., GRÜNEWALD, B., MENZEL, R. 2014. Neonicotinoids Interfere with Specific Components of Navigation in Honeybees. *PLOS ONE* **93**: e91464. doi:10.1371/journal.pone.0091364.
- FLÜGEL, H.-J. 2015. Von COLUMELLA bis CCD – das Bienensterben im Wandel der Zeit (Hymenoptera: Apidae). *Entomologische Zeitschrift* **125**: 27–40.
- FOUCART, S. 2015. Noire semaine pour l'expertise. *Le Monde (Paris)* article 30.III.2015 (beim Autor anfordern, oder bei URL 2,00 €) http://www.lemonde.fr/idees/article/2015/03/30/noire-semaine-pour-expertise_4605627_3232.html?xtmc=neonicotinoides&xtcr=1.
- GODFRAY, H. C. G., BLACQUIÈRE, T., FIELD, L. M., HAILS, R. S., PETROFSKY, G., POTTS, S. G., RAINE, N. E., VANBERGEN, A. J., McLEAN, A. R. 2014. A restatement of the natural science evidence base concerning neonicotinoid insecticides and insect pollinators. *Proceedings of the Royal Society of London B* **281**: 20140558.
- GOULSON, D., NICHOLLS, E., BOTIAS, C., ROTHERAY, E. L. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Scienceexpress/sciencemag.org/content/early/recent/26 February 2015/Page 1/10.1126/science.1255957*.
- GOULSON, D. 2015. Neonicotinoids impact bumblebee colony fitness in the field; a reanalysis of the UK's *Food & Environment Research Agency 2012 experiment*. (Name des Journals??) *PeerJournal* **3**:e854, doi 10.7717/peerj.854.
- HAEFEKER, W. 2015. 1. Vorsitzender der Europäischen Berufsimker. <http://podcasts.haefeker.org/?p=132>.
- HATJINA, F., PAPAETHIMIOU, C., CHARISTOS, L., DOGAROGLU, T., BOUGA, M., EMMANOUIL, C., ARNOLD, G. 2013. Sublethal doses of imidacloprid decreases size of hypopharyngeal glands and respiratory rhythm on honeybees in vivo. *Apidologie* DOI10.1007/s13592-013-0199-4.
- HENRY, M., BEGUI, M., REQUIER, F. O., ROLLIN, O., ODOUX, J. F., AUPINEL, P., APTEL, J., TCHAMITCHIAN, S., DECOURTYE, A. 2012. A common pesticide decreases foraging success and survival of honey bees. *Science* **336**: 348–350.
- HOPPE, P. P. & SAFER, A. 2011. Das Deutsche Bienenmonitoring-Projekt: Anspruch und Wirklichkeit. Eine kritische Bewertung. URL: >http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/chemie/20110125.chemie_bienenmonitoring_studie.pdf>.
- KAAS, H. H. 2013. Die Varroa macht zu schafften. *Der Tagesspiegel* (Berlin). 23.06.2013. **21726:22**.
- KESSLER, S. C., TIEDEKEN, E. J., SIMCOCK, K. L., DERVEAU, S., MITCHELL, J., SOFTLEY, S., STOUT, J. C., WRIGHT, G. A. 2015. Bees prefer foods containing neonicotinoid pesticides. doi:10.1038/Nature 14414.
- KRUPKE, C., HUNT, G. J., EITZER, B. D., ANDINO, G., GIVEN, K. 2012. Multiple routes of pesticide exposure for honeybees living near agricultural fields. *PLOS ONE* **7**:229268. Medline doi:10.1371/journal.pone.0029268.
- LU, C., WARCHOL, K. M., CALLAMAN, R. 2012. *In situ* replication of honey bee colony collapse disorder. *Bulletin of Insectology* **65**: 90–106.
- MINISTRE DE AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE. 1999. La mise en culture de semences de tournesol traitées au <Gaucho> est interdite. *Journal Officiel de la République Française* **38**: 2413.
- NAZZI, F., BROWN, S. P., ANNOSCIA, D., DEL PICCOLO, F., DI PRISCO, G., VARRICCHIO, P., VEDOVA, G., CATTONARO, F., CAPRIO, E., PENNACCHIO, F. 2012. Synergistic Parasite-Pathogen Interactions Mediated by Host Immunity Can Drive the Collapse of Honeybee Colonies. *PLOS Pathogens* **8**:e100273.
- PETTIS, J. S., VON ENGELSDORP, D., JOHNSON, J., DIVELY, G. 2012. Pesticide exposure in honey bees results in increased levels of the gut pathogen *Nosema*. *Naturwissenschaften* **99**:153–158.
- PISA, L. W., AMARAL-ROGERS, V., BELZUNCES, L. P., BONMATIN, J. M. 2015. Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. *Environmental Science and Pollution Research* **22**: 68–102.
- RAINE, N. E., GILL, R. J. 2015. Tasteless pesticides

- affect bees in the field. doi:10.1038/Nature14391.
- REXRODE, M., BARRETT, M., ELLIS, J., GABE, P., VAUGHAN, A., FELKEL, J., MELENDESZ, J. 2003. *EFED risk assessment for the seed treatment of clothianidin 600FS on corn and canola*. United States Environmental Protection Agency, Washington D.C.
- ROSENKRANZ, P. 2003. Was ist dran am Primorski-Mythos? *Deutsches Bienenjournal* 11: 7.
- ROSENKRANZ, P., AUMEIER, P., ZIEGELMANN, B. 2010. Biology and control of Varroa destructor. *Journal of Invertebrate Pathology* 103 Suppl.: S96-119. doi: 10.1016/j.jip.2009.07.016. Epub 2009 Nov 11.
- RUNDLÖF, M., ANDERSON, G. K. S., BOMMARCO, R., FRIES, I., HEDERSTRÖM, V., HERBERTSSON, L., JOHNSON, O., KLATT, B. K., PEDERSEN, T. R., YOURSTONE, J., SMITH, H. G. 2015. Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. doi: 10.1038/nature14420.
- SANCHEZ-BAYO, F. 2014. The trouble with neonicotinoids. Chronic exposure to widely used insecticides kills bees and many other invertebrates. *Science* 346: 806–807.
- SANDROCK, C., TANADINI, L., PETTIS, J., BIESMEIJER, J., POTTS, S., NEUMANN, P. 2013. Sublethal neonicotinoid insecticide exposure reduces solitary bee reproductive success. *Agricultural and Forest Entomology* 16: 119–128.
- Solignac, M., Cornuet, J. M., Vautrin, D., Le Conte, Y., Anderson, D., Evans, J., Cros-Arteil, S., Navajas, M. 2005. The invasive Koera and Japan types of Varroa destructor, ectoparasitic mites of the western honeybee (*Apis mellifera*) are two partly isolated clones. *Proceedings of the Royal Societies Series B* 272: 411–419.
- STOCKRADT, E. 2013. Neonicotinoids in agriculture only prophylactic. *Science* 340: 675–676.
- VANHESTE, T. 2012. Bleker und die Bienen. *Vrej Nederland*, Artikel 04.04.2012. Deutsche Übersetzung www.cbgnetwork.org/4352.html.
- WU, J. Y., SMART, M. D., ANELLI, C. M., SHEPPARD, W. S. 2012. Honey bees (*Apis mellifera*) reared in brood combs containing high levels of pesticide residues exhibit increased susceptibility to *Nosema* (microsporidia) infections. *Journal of Invertebrate Pathology* 109: 326–329.

● Prof. Dr. med. KLAUS-WERNER WENZEL, Entomologische Gesellschaft ORION Berlin seit 1889
Terrassenstraße 48, D-14129 Berlin;
International Union for Conservation of Nature (IUCN) Task Force Systemic Pesticides
E-Mail: kwenzel@gmx.de

Unverzichtbare Standardwerke

Die besondere Berücksichtigung von Gefährdungsfaktoren und Schutzmaßnahmen für Arten und ihre Lebensräume machen diese Werke zu naturschutzfachlichen Standardwerken für Bayern und auch darüber hinaus.



Das Werk stellt den Kenntnisstand zur Verbreitung und Ökologie der in Bayern nachgewiesenen Libellen (74 Arten) dar und gibt einen Überblick über die wesentlichen Gewässertypen und Naturräume mit ihrer spezifischen Libellenfauna, deren Gefährdung und Schutzmöglichkeiten.

Libellen in Bayern. K. Kuhn, K. Burbach. 1998.

336 Seiten, 156 Farbfotos, 256 Grafiken, 74 Verbreitungskarten, geb. mit SU. ISBN 978-3-8001-3495-3. € 29,90 [D]



Das Buch stellt die Heuschrecken Bayerns in umfassender Form vor. Reich bebildert bietet es eine Fülle von Informationen über diese beliebte Insektengruppe. Das Kernstück bildet die ausführliche Darstellung aller 75 in Bayern nachgewiesenen Arten, vor allem in Bezug auf Verbreitung, Biologie, Lebensräume und Bestandssituation.

Heuschrecken in Bayern. H. Schlumprecht, G. Waeber.

2003. 480 Seiten, 170 Farbfotos, 312 Grafiken, 91 Karten, geb. ISBN 978-3-8001-3883-8. € 39,90 [D]

Erhältlich in Ihrer Buchhandlung oder unter www.ulmer.de

