

# Neonicotinoide:

## Apokalypse im Bienenstock?

von Andrea Pfuhl

### Sündenbock gesucht

Honigbienen leben gefährlich. Viele Bürger fürchten, das niedliche Haustier könnte, maltätriert durch Pestizide, Monokulturen und Klimawandel, bald ausgesummt haben, denn seit Jahren werden sie mit Schlagzeilen konfrontiert wie „Lautlos sterben weltweit Milliarden von Bienen“, „Für ihren Tod ist vor allem der Mensch verantwortlich“ und „Pestizide haben verheerende Auswirkungen auf das Bienenhirn“. Die Schuldigen sind schnell gefunden: „Nach Ansicht von Naturschützern und Imkern sind Pestizide für das dauerhafte Massensterben verantwortlich“.<sup>14,17,18</sup>

Zur Freude der Umweltverbände und vieler Imker und zum Ärger der Landwirte hat die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) im April 2013 daher drei Insektizide aus der Klasse der Neonicotinoide vorerst für zwei Jahre verboten: Imidacloprid, Clothianidin und Thiamethoxam.<sup>49</sup> Grundlage für diese Entscheidung waren öffentliche Bedenken, diese „Neonics“ seien spezifisch für das weltweite Honigbienensterben verantwortlich.

Doch was als Sieg für die fleißigen Immen gefeiert wurde, hat die Brüsseler Behörde nicht aus Liebe zur Natur beschlossen, es ist schlicht die Folge von Stümperei. Ein Blick in die von der EFSA zitierte Originalliteratur offenbart, dass die „Neonics“ auf Bienen bei sachgerechter Anwendung weniger dramatisch wirken, als Schlagzeilen à la „Neonicotinode - Das neue DDT“ suggerieren.<sup>199</sup> Aber der Reihe nach.

### Vorbildlich: Nikotin

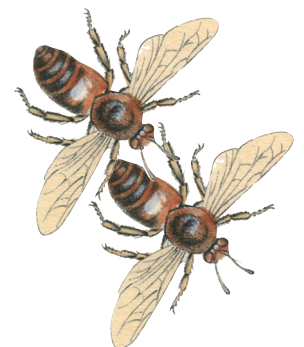
Früher machte man Schädlingen mit anorganischen Giften wie Arsen und pflanzlichen Abwehrstoffen wie Nikotin oder Pyrethrum den Garaus. Diverse Gartenratgeber empfehlen dem Hobbygärtner noch heute Nikotin gegen naschhafte Läuse und Konsorten: Man lauge

ein bis zwei Zigaretten aus und besprühe Rosen und Nelken mit der braunen Brühe. Zurück bleibt das gute Gefühl, die Schädlinge mit reiner Pflanzenkraft besiegt zu haben, statt mit synthetischen Chemieprodukten.

Nun macht Nikotin aber nicht nur Blattläusen, Bienen und Bockkäfern den Garaus, sondern auch Säugetieren samt der schönen Gärtnerin. Das Hantieren mit selbstgebrauten Giftrühen ist also, vor allem wenn Kinder im Garten spielen, alles andere als harmlos. Die Rückstände mögen auf Rosenstöcken akzeptabel sein, aber sicher nicht auf Erdbeeren. Da wäre Rauchen harmloser.

Das toxische Prinzip des Nikotins findet sich auch in den Organophosphaten („E 605“) wieder, die seit Mitte des 20. Jahrhunderts zum Einsatz kamen. Sie führten immer wieder zu Vergiftungen bei Chemiearbeitern und lösten bei Honigbienen und wildlebenden Insekten wiederholt Massensterben aus. Da die Schädlinge gegen diese Pestizide nach und nach resistent wurden, entwickelte man in den 1990ern die Neonicotinoide, eine neue Klasse potenter Insektizide, die ebenfalls dem Nikotin in Struktur und Funktion ähneln. Neonicotinoide, kurz Neonics, sind für Säugetiere einschließlich des Menschen wesentlich sicherer.<sup>198,280,281</sup>

Werden Neonics als Beizmittel eingesetzt, kommen Bienen mit ihnen praktisch nicht in Berührung - das gebeizte Saatgut liegt ja unter der Erde. Das keimende Pflänzchen nimmt die gut wasserlöslichen Neonics über die Wurzeln auf, so dass sie sich in der ganzen Pflanze verbreiten. Werden deren Gefäße von Blattläusen angestochen, saugen sie mit dem Saft das Insektizid ein. Wirkstoffe dieser Art nennt man „systemische“ Pestizide, in der DDR hießen sie etwas anschaulicher „innertherapeutische“ Pestizide.<sup>117</sup> Mit dem Wachstum der Pflanze verdünnt sich der Wirkstoff stark und das Erntegut ist frei davon.



## 4 Apokalypse



### Warnung in rosé

Der Farbstoff signalisiert, dass diese Kürbiskerne mit Pestiziden ummantelt worden sind und darum in die Erde gehören, nicht in den Mund.

Dank neonicotinoidhaltiger Saatgutbeizen kann der Verbrauch von Spritzmitteln um das Zehn- bis Zwanzigfache gesenkt werden. Denn innertherapeutische Wirkstoffe machen ja auch Schädlingen den Garaus, die vor Spritzbrühen weitgehend geschützt sind, Wollläusen etwa, die unter einer Wachsschicht leben, oder Blattläusen, die in Blattscheiden oder -achsen siedeln. Werden die Pflanzen nur besprüht, treffen ca. 99% des Insektizids nie den Schädling!<sup>221</sup> Kein Wunder, dass die Neonicotinoide schnell zu den meistverkauften Pflanzenschutzmitteln der Welt avancierten.<sup>154</sup> Als Saatgutbeize und Spritzmittel waren Neonics für über 100 Nutzpflanzen wie Raps, Mais, Mandeln und Sonnenblumen zugelassen.

### Lockruf des Geldes

1997, wenige Jahre nach Einführung der Neonics in der Landwirtschaft, beklagten französische Imker jedoch den Ausfall der Sonnenblumenhonigernte und hohe Völkerverluste. Sie verdächtigten Sonnenblumensaatgut, das erstmals mit dem Neonic Imidacloprid gebeizt worden war.<sup>295</sup>

Doch das mysteriöse Honigbienensterben von 1997 hat wahrscheinlich ganz andere Ursachen. Im selben Jahr endeten in Frankreich die Subventionen für Sonnenblumen. Auf den besseren Äckern säten die Landwirte Mais aus, für die Sonnenblume mussten die trockeneren Flächen genügen. Die anspruchsvollen Pflanzen traten in Nektarstreik, also gab es keinen Honig.<sup>139,148</sup> Doch damit nicht genug: Die französischen Imker bekamen im selben Jahr heftigen Ärger mit der Varroa-Milbe (*Varroa destructor*). Der Parasit wurde landesweit spontan gegen das wichtigste Milbenmittel, das Fluvalinat, resistent.<sup>295</sup>

Es kann sein, dass die französischen Imker diese Zusammenhänge nicht durchschaut haben. Für sie lieferte das Beizmittel die bequemste Erklärung für ihre Verluste. Noch dazu füllte diese Interpretation ihre Kassen: Wer Völker durch synthetische Pestizide verlor, erhielt großzügige Entschädigungen.<sup>295</sup> Was lag also näher, als den Behörden möglichst viele Pestizidschäden anzuzeigen?

### Blüten im Nebel

Um die Neonics wurde es wieder still, selbst als es in den USA im Jahre 2004 zu einem verheerenden Bienensterben kam. Aus den kalifornischen Mandelplantagen, in denen die Völker von Wanderimkern als Bestäuber Dienst taten, wurden Verluste von 60% gemeldet. CCD, *Colony Collapse Disorder* nannte man das mysteriöse Phänomen, das durch das plötzliche Leerfliegen der Stöcke gekennzeichnet ist. Die Imkerschaft machte dafür zunächst die Insektizide verantwortlich, erkannte dann aber die Varroa-Milbe, samt der dagegen eingesetzten Milbenmittel als Ursache (s. S. 33).

Wohl weil die Kampagne gegen Pestizide von Greenpeace und Co. bei den US-Imkern nicht fruchtete, wiesen sie 2006 dem „Genmais“ die Schuld zu. Doch damals war der Fachwelt längst bekannt, dass die Menge an Bt-Toxin in Maispollen nicht ausreicht, um Bienenlarven zu vergiften.<sup>23,233</sup> So ebte die Diskussion über den Bientod durch „Genmais“ wieder ab.<sup>104,105,140</sup> Die NGOs schwenkten daher wieder auf die üblichen Verdächtigen um, die Pestizide. Da inzwischen auch die Agrarindustrie mehr über das „Bienensterben“ wissen wollte, weil sie Umsatzeinbußen durch den Ausfall ihrer „Bestäubungs-Dienstleister“ fürchtete, begann man in diese Richtung zu ermitteln. Aber erst als 2008 im badischen Oberreintal 11.500 Bienenvölker Schäden erlitten, gewann die Greenpeace-Kampagne an Fahrt. Und diesmal war tatsächlich ein Neonicotinoid schuld.<sup>222</sup>

Es steckte in Beizstäuben, die erstens durch eine fehlerhafte Beizung – das Beizmittel haftete nicht an den Maiskörnern-, und zweitens durch eine neue Sätechnik entstanden. Letztere beförderte den Mais per Luftdruck in den Boden, wobei Beizstaub mit feinstverteiltem Clothianidin aufwölkte.<sup>166,222</sup> Und der wurde in die gerade blühenden Obstbäume und Rapsfelder verdriftet<sup>295</sup> – man hätte die Blüten auch gleich direkt damit besprühen können. Die giftige Staubwolke zog natürlich nicht nur Honigbienen in Mitleidenschaft, sondern auch viele Wildinsekten.

Zu allem Überflus ist Clothianidin eines der drei bienengiftigeren Neonicotinoide. Es ist neben Imidacloprid und Thiamethoxam für Honigbienen deutlich gefährlicher als andere Insektizide – daher die heftige Wirkung der Beizstäube. Lediglich die beiden Neonics Thiacloprid und Acetamiprid sind weniger bienengefährlich und dürfen weiter eingesetzt werden.<sup>295</sup>

Die Ursache des Bienensterbens im Rheintal lag aber nicht nur im unbedachten Umgang mit gebeiztem Saatgut, sondern auch im zu-

nehmenden Maisanbau für Biogas. Gefordert hatten ihn jene Umweltorganisationen, die jetzt ihre Hände in Unschuld waschen. Und noch etwas Drittes kommt hinzu, das hilft, die große Zahl der geschädigten Völker zu verstehen: Das klimatisch milde Oberrheintal ist bei Imkern höchst beliebt, zu ihren zigtausenden Bienenvölkern kommen noch die der vielen Wanderimker aus Norddeutschland, die ihre Immen dort in die Frühtrachten schicken.<sup>166</sup> Im Schadensfall läppert sich das.

## French Connection

Bald sorgte sich auch die Boulevardpresse ums Schicksal der Biene. 2009 titelte „BILD am Sonntag“: „Frühlingsschock - Unsere Honigbienen sterben aus“. Klaus Maresch vom Imkerbund erklärte, warum: „Wir sind sicher, dass die Agrarindustrie mit ihren Pflanzenschutzmitteln eine Mitschuld trägt“.<sup>172</sup> Dabei versprühen die meisten Imker in ihren Stöcken selbst fleißig Pestizide gegen Schädlinge wie Milben und Wachsmotten. Aber darüber schweigen sie lieber vornehm.

Auch das ZDF-Kulturmagazin *aspekte* versuchte seine Zuschauer mit Beiträgen wie „Mit den Bienen stirbt die Menschheit“ zu verstören.<sup>150</sup> 2012 beschloss die EU-Kommission, ihren Wissensstand über die Neonics Clothianidin, Imidacloprid und Thiamethoxam aufzubessern. Anfang 2013 veröffentlichte die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) ihre Ergebnisse. In der begleitenden Pressemeldung bescheinigte sie den Neonicotinoiden „inakzeptable Risiken“ für Bienen.<sup>87,100</sup> Verdutzte Fachleute fanden allerdings schnell heraus, dass dies so gar nicht in der EFSA-Originalpublikation stand.

Bereits vor der Veröffentlichung der fehlerhaften Pressemitteilung existierte eine korrigierte Fassung. Eine Panne? Bald sickerte durch, dass die Direktorin der EFSA, die Französin Catherine Geslain-Lanéelle, die Herausgabe der korrekten Fassung höchstpersönlich verhindert hatte. Sie wusste natürlich, dass

Frankreich Neonicotinoide EU-weit verbieten lassen wollte, nachdem sich Umwelt-Aktivistinnen 2012 beim frischgewählten Agrarminister Stéphane Le Foll Gehör verschafft hatten. Le Foll setzte prompt ein nationales Verbot eines thiamethoxamhaltigen Insektizids durch. Doch dann musste der Minister erkennen, dass er damit der französischen Landwirtschaft einen Wettbewerbsnachteil verschafft hatte und flugs plädierte er für ein europaweites Verbot!<sup>104,105</sup>

Inzwischen hatte die Medienhysterie um die „Bienenkiller“ irritierende Ausmaße angenommen, weshalb sich Brüssel genötigt fühlte, unverzüglich zu handeln. Die Repräsentanten der 27 EU-Mitgliedsstaaten spalteten sich in zwei Lager. Die erste Abstimmung über ein Verbot im März 2013 scheiterte. Einen Monat später kam es zu einer knappen Mehrheit, was zwar für ein Verbot immer noch nicht ausreichte, doch der EU-Kommissar für Gesundheit und Verbraucherschutz, der Malteser Tonio Borg, nahm sein Prärogativrecht wahr und setzte das Verbot durch. Borg steht übrigens seit Jahren unter Korruptionsverdacht.<sup>160,177</sup>

So konnte Le Foll dank dieses EU-weiten Verbots gerade noch seinen Kopf aus der selbst gelegten Schlinge ziehen. Mittlerweile hat sich die EFSA-Direktorin Catherine Geslain-Lanéelle – ohne Angabe von Gründen – von ihrem Posten zurückgezogen und ist ins Ministerium von Le Foll gewechselt.<sup>100,104,105</sup> Honi soit qui mal y pense!



**Bienenfleißige EFSA in Parma**  
In diesem schicken Bürogebäude residiert die oberste europäische Lebensmittelbehörde, die European Food Safety Authority. Im Auftrag der EU-Kommission wird hier en masse «Lebensmittel-Sicherheit» für den EU-Bürger produziert.

## Stechlustige Imker

Das Verbot wurde auch in Deutschland begrüßt, z.B. von Walter Haefeker, dem Präsidenten des Europäischen Berufsimkerverbandes. Der erklärte auch gleich den Regierungen jenseits des Atlantiks, wo's langgeht: „Wir erwarten auch, dass die USA und Kanada nun dem Beispiel der EU folgen werden.“<sup>85</sup> Da kann der Imkerpräsident vermutlich lange warten. Denn in keiner der von der EFSA zitierten Studien ließ sich der Zusammenbruch von Bienenvölkern tatsächlich auf Neonics zurückführen. Die Behörde bestätigte, dass nicht nur die Verbotsempfehlung auf wackeligen Beinen stand, sondern dass sie auch die



wachsende Zahl neuerer Untersuchungen, die allesamt der Verbotsempfehlung widersprechen, erst gar nicht beachtet hatte.<sup>102,104,105</sup>

### Nebenwirkungen

Die Wasserlöslichkeit der Neonicotinoide erspart den Lösungsvermittler, was ökologisch vorteilhaft sein kann, denn manchmal ist dieser toxischer als der eigentliche Wirkstoff. So beim (nicht wasserlöslichen) Herbizid Glyphosat. Bei „Roundup“ ist nicht das Glyphosat problematisch, sondern der Zusatz Tallowamin.<sup>41,263</sup> Ein anderer Lösungsvermittler, das N-Methyl-2-Pyrrolidon erwies sich gar als hochgiftig für Bienenlarven.<sup>309</sup>

Den NGOs und auch vielen Imkern war das egal. Mit der dubiosen EFSA-Pressemeldung verfügten sie jetzt über Munition, mit der sie die Behörden unter Druck setzen konnten. Sie erklärten, die wasserlöslichen Neonics würden durch ihre systemische Wirkung die Grundnah-

rungsmittel der Bienen, Nektar und Pollen, vergiften. „Natürliche“ Neonic-Rückstände in Pollen und Nektar behandelter Pflanzen liegen jedoch zwischen 0 und 3, selten über 5 Nanogramm pro Kilo!<sup>99</sup> Auch chronische Vergiftungen durch eine Anreicherung im Körper sind so gut wie ausgeschlossen, denn die Neonics werden innerhalb weniger Stunden von den Immen abgebaut.<sup>57,76,270,271</sup> Reichen Spuren im unteren Nanogramm-Bereich, also Milliardstel Gramm, für ein gepflegtes Bienensterben aus?

Das Unglück im Oberrheintal schien das Risiko eindrucksvoll zu beweisen. Vor diesem Hintergrund warfen NGOs und Imker Forschern, die Ergebnisse publiziert hatten, die ihr Feindbild nicht stützten, vor, sie seien „gekauft“. Auch Manfred Hederer, der langjährige Präsident des Deutschen Berufs- und Erwerbsimkerbunds (DBIB) warnte: „Verdächtig sind (...) alle Strukturen, die dieses Bienen- und Insektensterben leugnen, bzw. auf Krankheiten reduzieren wollen“.<sup>137</sup> Mit „Strukturen“ sind die Bienenforschungsinstitute gemeint, denn diese wissen schon lange, dass Parasiten wie die Varroa-Milbe zu den größten Bedrohungen für Bienenstöcke gehören (s. S. 28).



### Virenschleuder

Die größte Bedrohung für die Honigbienen ist die blutsaugende Varroa-Milbe, die zugleich als Krankheitsüberträgerin gefürchtet ist. Diese beiden mit Varroa befallenen Bienenpuppen wurden kurz vor dem Schlupf aus ihren Wiegen genommen.

### Mit List und Tücke

Im Gegenzug gehen diese Organisationen mit „Studien“ hausieren, die den Tatbestand des Wissenschaftsbetrugs erfüllen: Populär ist eine Arbeit aus Harvard, in der Umweltmediziner zusammen mit einer Imkerorganisation behaupten, Imidacloprid verursache die *Colony Collapse Disorder* (s. S. 22). Sie verfütterten das Pestizid in Flüssigzucker (HFCS) in feld-

relevanten Mengen (1 ng) – ohne jeden Effekt. Selbst massive Dosen (400 ng) über neun Wochen beeindruckten die Bienen nicht. Da sich aber die meisten Immen ein halbes Jahr später vom Acker gemacht hatten, folgerten die Autoren, dies sei ein tolles Modell für die CCD und ein schlagender Beweis für die Langzeitgiftigkeit der Neonics.<sup>175</sup>

„Diese Harvard-Studie ist peinlich“, winkt der CCD-Experte Dennis van Engelsdorp von der University of Maryland ab. Er moniert, dass den Völkern Zuckersirup verfüttert wurde, die „astronomische“ Mengen Neonics enthielten, dass die Anzahl der Bienenstöcke viel zu klein war, um statistisch gesicherte Aussagen treffen zu können, und dass die späteren Symptome der Bienen nichts mit CCD zu tun hatten. Scott H. Black von „Xerces“, der Amerikanischen Gesellschaft zum Schutz Wirbelloser Tiere, kommentiert knapp: „Die Studie enthält schwerwiegende Mängel.“<sup>312,313</sup> Eines der vier Kontrollvölker war sogar entflohen.<sup>175</sup>

Unbeeindruckt davon und wohl beflügelt vom großen Medienecho, zögerte dieselbe Harvard-Arbeitsgruppe nicht, noch einen draufzusetzen. Als Versuchstiere dienten wieder gerade mal zwölf Bienenstöcke unbekannter Genetik. Es ist nicht klar, ob sie überhaupt verwandt waren. Für verwertbare Aussagen müssen natürlich Tiere definierter Herkunft eingesetzt werden, ob es nun Labormäuse oder Versuchsbienen sind. Auch vermelden die Forscher, eines der Völker sei an „Nosema-artigen“ Symptomen eingegangen – eine Bienenenseuche.<sup>176</sup> Warum dieser leicht zu ermittelnde Befund nicht abgeklärt wurde, bleibt ihr Geheimnis.

Zudem wurde die Volksstärke von Frühjahr bis Herbst durchgängig auf 50.000 geschätzt und anhand dessen die Neonic-Exposition berechnet.<sup>176</sup> Doch wer weiß, vielleicht waren es zu ihren besten Zeiten nur 25.000? Die Legezeit der Königinnen ist sehr unterschiedlich, jede Königin verfolgt ihr eigenes Tempo.<sup>301</sup> Außerdem nimmt die Volksstärke im Frühjahr rapide zu, um mit der Sommersonnenwende wieder deutlich abzunehmen. Dann reduzieren die Bienen ihre Population drastisch, damit sie im Winter mit ihren Vorräten auskommen.<sup>301</sup> Die Insektizide wurden jedoch erst Wochen nach der Sonnenwende verfüttert, als sicher schon viel weniger Bienen in den Stöcken waren. Das erhöht natürlich die Dosis, der sie ausgesetzt waren. Aber wen interessiert das, wenn das Ergebnis die Erwartungen der Redaktionen erfüllt?

## Orientierungslos durch Zeitungslektüre

In einer populären Freilandstudie der Uni Berlin rüsteten die Forscher Honigbienen mit Mini-Sendern aus, um zu prüfen, ob sie sich nach einer Exposition mit Neonics häufiger verfliegen. Ein Blick auf die Daten zeigt, dass dies tatsächlich auf Bienen zutraf, die den höchsten Konzentrationen ausgesetzt worden waren (max. 11,25 ng Imidacloprid pro Biene). Dummerweise sind gerade diese Versuchsgruppen auffällig klein. Im Gegensatz zu den 50 Bienen in den Kontrollen ist die „Probandenzahl“ in der Statistik auf weniger als 10 geschrumpft.<sup>111</sup>

Der (in der Arbeit verschwiegene) Grund ist offenkundig: Die Bienen haben das belastete Zuckerwasser gemieden. Während sich der Schwarm – also zigtausende von Immen – von dem „sauberen“ Zucker ernährte, tranken nur einzelne Bienen vom Neonic-Zuckerwasser. Diese wurden von den Forschern dann allesamt eingefangen und zusammen mit den Kontrolltieren andernorts freigelassen. Der Umstand, dass einige der Neonic-Bienchen nicht zurückkehrten, hat wenig mit den Insektiziden zu tun. Diese Bienen waren vorgeschädigt und gingen durch Krankheit oder Alter verschütt. Die Studie wurde u.a. in „ZEIT-online“ unter dem Titel „Pestizide machen Bienen orientierungslos“ den Lesern als Beweis für die Schädlichkeit von Neonicspuren präsentiert.<sup>19</sup>

Ein „Kardinalbeweis“, der bei keinem Bericht über das „menschengemachte Bienensterben“ fehlen darf, ist die Behauptung, Hummeln würden nach einer Laborbehandlung mit einer hochdosierten Lösung Imidacloprid nicht nur 85% weniger Königinnen erzeugen, sondern auch kleinere Völker bilden.<sup>300</sup> Das kam einer anderen Arbeitsgruppe spanisch vor und nach sorgfältiger Durchsicht der Arbeit entdeckten sie prompt einen peinlichen Versuchsfehler: Ihre Kollegen hatten schlicht „vergessen“, die neu geschlüpften Hummeln zu zählen! Völker, hört die Signale ...<sup>102</sup>

Neonicotinoide sind bienengefährlich, wenn man Bienen direkt damit behandelt, so wie man mit dem Inhalt einer Putzmittelflasche einen Menschen töten kann. Die Frage ist aber: Geht nach dem Einsatz eines Beizmittels oder dem regelmäßigen Putzen des Fußbodens das große Sterben los? Der Bienenexperte Tjeerd Blacquière von der Uni Wageningen wertete 2012 100 Studien aus einem Zeitraum von über 15 Jahren aus. Ergebnis: Neonicotinoide wirkten meist nur in Laborstudien schädlich. In Freilandstudien mit realistischen Dosen bleiben all die schönen Laboreffekte aus.<sup>34,66, 67,173,223,264</sup>

Genau das hatte auch schon die EFSA erkannt. Auch sie zitiert Laborstudien, in denen Bienen mit konzentrierten Lösungen von Thiamethoxam, Imidacloprid oder Clothianidin beträufelt worden waren: Diese fanden dann auch prompt nicht wieder in den Stock zurück.<sup>141,248</sup> Doch solche Laborstudien waren der Behörde selbst nicht ganz geheuer: „Diesen Untersuchungen“, so die Behörde, „haften diverse Unsicherheiten an, daher sollten sie mit Vorsicht betrachtet werden“.<sup>99</sup>

## Käfigbienen

Dass sich die Ergebnisse von Labortests kaum auf freifliegende Honigbienen übertragen lassen, hat einen ganz besonderen Grund: Das Bienenvolk mit seinen zahlreichen und biologisch unterschiedlichen Individuen reagiert wie EIN Organismus. Als Einzelkämpferin ist eine Biene nicht überlebensfähig. Eine große Rolle spielt der soziale Futteraustausch, die Trophallaxis. Zurückkehrende Sammlerinnen geben Nektar an die Daheimgebliebenen ab, die ihn untereinander verteilen und zum Teil wieder zurück an die Sammlerinnen geben. Dabei geht es nicht um das Stillen des Hungers, da sich jede Biene selbst bei den Vorräten bedienen kann, sondern um Infos. Die Arbeitsbienen erhalten dadurch Auskunft über die Art und Menge des im Volk kreisenden Futters, sie erfahren Neuigkeiten über Futterquellen, das Befinden der Königin oder ob's Zeit wird, zu schwärmen.

Genau deswegen sind Laborversuche mit isolierten Honigbienen mit Vorsicht zu genießen. Für toxiologische Tests werden z.B. frisch geschlüpfte Arbeiterinnen in Gruppen zu 30 in kleinen Gefäßen gehalten.<sup>89</sup> Um die Bedingungen im Stockinneren zu simulieren, werden sie im Dunkeln, bei 35°C und konstanter Luftfeuchtigkeit gehalten.<sup>108,303</sup> Die Versuchsbienen haben weder zu Larven, zu älteren Immen noch zur Königin Kontakt, es fehlen die Brutpheromone, ja sie können nicht einmal ihren altersgemäßen Arbeiten nachgehen. Für eine Biene ist dieser Zustand existenzbedrohend.

Nicht zuletzt werden viele Untersuchungen mit Bienen durchgeführt, die in einer quasi-sterilen Umgebung geschlüpft sind.<sup>5</sup> Diese Jungbienen erhalten keinen Futtersaft von Ammenbienen, und darum auch keine Endosymbionten, die für die Entgiftung schädlicher Pflanzeninhaltsstoffe erforderlich sind. Auch



### Bienenbrot

*Ihr eiweißreiches und haltbares Grundnahrungsmittel stellen die Bienen aus Pollen, Honig und Speichel her.*

## Mais - nichts für Immen

Neonicotinoide sind hervorragend wasserlöslich, deshalb gelangen sie bis in den Nektar und den Pollen. Der französische Toxikologe Jean-Marc Bonmatin untersuchte über einen Zeitraum von drei Jahren die Rückstände in Pollen gebeizter Maispflanzen (*Zea mays*), fand aber durchschnittlich nur 2,1 ppb Imidacloprid.<sup>38</sup> Solche Konzentrationen sind absurd niedrig – hier geht es nur noch um Ultraspuren. Abgesehen davon: Mais liefert keinen Nektar. Als Windbestäuber ist er, wie alle anderen Getreidearten auch, auf Insekten nicht angewiesen und Honigbienen holen sich den Maispollen nur, wenn sich nichts Besseres findet.

Ein weiteres Argument der NGOs lautet, dass Neonicotinoide auch mit dem sogenannten Guttationswasser aus der Pflanze „ausgeschwitzt“ werden können. Guttation findet bei hoher Luftfeuchtigkeit statt, z. B. frühmorgens. Die Gewächse pressen an ihren Blattspitzen aktiv Wasser aus, damit sie Nachschub aus dem Boden hochsaugen können. Wenn bei sehr feuchter Luft kein Wasser mehr über die Blätter verdunsten kann, versiegt der Wassernachschub und die Pflanze welkt. Abhilfe schafft die Guttation. Wenn Immen in heißen Sommern ihren Stock kühlen müssen, könnten sie Guttationswasser nutzen, das womöglich Neonics enthält.

Nun guttieren vor allem junge Maispflanzen. Gelangen dabei Neonicotinoide ins Guttationswasser, könnten sich die Bienen dort eine ungesunde Dosis abholen – soweit die Theorie. Die Frage ist, ob Bienen ausgerechnet auf dem Maisfeld Wasser tanken und nicht lieber bei Pflanzen, die neben ihren Stöcken wachsen. Zudem bietet der Imker ihnen zumindest bei Sommerhitze Tränken an. Bedenklicher ist Saatgut, das z.B. beim Säen versehentlich verschüttet wurde. Wird die Beize vom Regen abgewaschen, können Giftpfützen entstehen.<sup>295</sup>

### Rosen, Tulpen, Nelken ...

Während der Mais im Mittelpunkt der Kritik steht, hört man wenig über die Folgen des Zierpflanzenbaus. Es mag ja sein, dass die Anbauflächen kleiner sind, aber Blüten werden von Insekten lieber angefliegen als Maisblätter und bei Blumen wird Imidacloprid in deutlich höheren Mengen eingesetzt als auf dem Acker.<sup>276</sup> Dazu kommt der gelegentlich exzessive Gebrauch von Neonics in Privatgärten und Parks. Honigbienen, Hummeln und andere Wildbienen verendeten immer wieder an Nektar, den sie in der Gärtnerei von frisch gespritzten Pflanzen genascht hatten.<sup>165</sup>

Bienenbrot, also fermentierter Pollen wird ihnen vorenthalten. In einer vielzitierten Studie erhielten die Bienen keine Kohlenhydrate, behauptet wurde jedoch, dass sie an Imidacloprid starben.<sup>247</sup>

Bienen werden außerdem häufig mit CO<sub>2</sub> oder im Gefrierschrank betäubt, damit sie nicht entwischen und man sie leichter handhaben kann.<sup>304</sup> Auch das stresst die Bienen und verfälscht die Ergebnisse.<sup>97,118</sup> Hie und da wird versäumt, die Immen auf Parasiten zu testen. Doch wenn sie mit Parasiten wie *Nosema*, *Varroa* oder Viren infiziert sind, reagieren sie auf Pestizide empfindlicher.<sup>109,219,289</sup> Die Tests werden oft mit frischgeschlüpften Arbeiterinnen durchgeführt, statt mit Bienen aus dem normalen Volk. Aus all diesen Gründen lassen sich Experimente an Käfigbienen grundsätzlich nicht auf intakte Honigbienenvölker übertragen.

Mit drastischen Worten bringt der amerikanische Biologe und Imker Randy Oliver diese Praxis auf den Punkt: „Das ist nichts anderes, als wenn Sie die Wirkung eines Pestizids auf den Menschen untersuchen wollten, indem Sie als Versuchspersonen Babys auswählen, die ihren Familien entrissen wurden, um dann isoliert, unterkühlt, ausgehungert, betäubt und wiederbelebt zu werden.“<sup>421</sup>

## Todesspur ins Kanzleramt

Landwirtschaft ohne Pflanzenschutz gibt es nicht – auch nicht im Öko-Landbau. Die dort eingesetzten Pestizide tragen vielleicht andere Namen, sind aber mit den gleichen Problemen behaftet wie „konventionelle“ Mittel: Wenn sie wirken, haben sie auch Nebenwirkungen.<sup>25</sup> Darum sind manche biologischen Spritzmittel wie das Öl des Neem-Baums (*Melia azadirach*) nicht so harmlos, wie Bio-Verbände propagieren. Dessen rein „natürlicher“ Wirkstoff, das Azadirachtin, ist zwar für erwachsene Bienen harmlos, aber auf ihre Larven wirkt er als Häutungshormon, er schädigt also die Bienenbrut.<sup>161,231,246,275</sup> Ähnliches gilt für Spinosad. Dieses Öko-Gift wird aus dem Bakterium *Saccharopolyspora spinosa* gewonnen.<sup>225</sup> Auf Bienen wirkte es genauso giftig wie das synthetische Pestizid Oxymatrin.<sup>167</sup> Pyrethrum aus Chrysanthemblüten ist sowieso ziemlich bienengiftig.<sup>178</sup> Ökopestizide aus der Hand bzw. Giftspritze des Biobauern sind für Bienen also kein Honigschlecken.

Manfred Hederer, Präsident des Deutschen Berufs- und Erwerbsimkerbundes, ficht das nicht an. Er kennt die Gründe für das Leiden und Sterben der Bienen natürlich viel besser: synthetische Pestizide, Gentechnik sowie – man lese und staune – „Finanzamt, Veterinär-



## Raps - gut für Bienen

Nicht nur Maissaat, auch Raps darf EU-weit nicht mehr mit Neonicotinoiden gebeizt werden. Raps (*Brassica napus*) ist für die Honigmacher ungleich interessanter als Mais. Die Blüten spenden reichlich hochwertigen Nektar und Pollen und darum wandern viele Imker die Felder gezielt an. Als das Rapssaatgut noch mit Neonicotinoiden gebeizt wurde, waren sich die Imker mit den Landwirten einig, dass Bienen dadurch nicht gefährdet werden.<sup>295</sup> Anderenfalls hätte sich dies sofort im Rückgang der Brutleistung und Honigausbau bemerkbar gemacht. Da die Pestizide den Schädlingsbefall senken, vergrößerten sie die Honigernte sogar.

Was also bringt den Bienen das Verbot der Rapssaatbeize mit Neonicotinoiden? Nichts! Wenn der Winteraps Ende August ausgesät wird, stehen die Völker schon beim Imker, der sie auf die Überwinterung vorbereitet und füttert. Die Königin legt kaum noch Eier, der Wasserbedarf des Volks nimmt wegen der sinkenden Temperaturen ab. Warum sollten die Bienen ausgerechnet zu frisch eingesäten, kahlen Rapsfeldern fliegen, um dort Wasser zu suchen? Mit Neonicotinoiden belastete Guttationstropfen können zudem erst nach dem Auflaufen der Pflanzen etwa Mitte September auftreten.<sup>294</sup>

In den Neonicotinoiden haben interessierte Kreise einen Sündenbock gefunden, dem sie wider besseres Wissen den Rückgang von Honig- und Wildbienen anlasten wollen. Appelle wie „Imker und Umweltschützer rufen zum Verzicht auf bienengefährdende Beizmittel bei Raps-Aussaaf auf. Deutsche Landwirte setzen pro Jahr bundesweit 16 Tonnen reines Nervengift ein“, die der BUND im Juli 2013 lancierte, sollen die Leser in Sorge versetzen.<sup>48</sup> Doch das Verbot wird dazu führen, dass die Neonicotins durch ältere Pestizide ersetzt werden, die die Umwelt deutlich stärker belasten. Das wird zwar den Bienen schaden, aber das Spendenaufkommen erhöhen.



behörden und Landratsämter“. Die Folgen dieser illustren Risiken fasst er unter der Überschrift zusammen: „Verschwindet die Biene, gibt es kein Leben mehr.“<sup>138</sup>

Vom Bientod durch Pestizide aus Imkerhand spricht niemand gern. Aber auf den Websites der Imker wird geraten, bei einem Bienensterben grundsätzlich daran zu denken, dass ein neidischer Kollege versucht, einen attraktiven Standplatz zu ergattern, indem er die Bienen der Konkurrenz vergiftet. Der Umfang ist beachtlich: „Von 1972 bis 1998 konnten in Deutschland ca. 20 % der gemeldeten Vergiftungsfälle auf eine böswillige Handlung zurückgeführt werden. ... Meist wird ein zum Hausgebrauch bestimmtes Pestizid durch das Flugloch in den Stock gespritzt.“<sup>60</sup>

Dazu kommen zahlreiche Gifte, die ebenfalls nichts mit Pestiziden vom Acker zu tun haben. Unter der Rubrik „Vom Imker verursachte Vergiftungen“ findet sich versiffter Zucker als Winterfutter, Holzschutzmittel, damit die Bienenkästen länger halten und Insektizide gegen lästige Insekten wie Wachsmotten oder Ameisen - nicht jedem Imker ist offenbar klar, dass auch Bienen Insekten sind. Doch Präsident Hederer sieht das ganz anders: „Nach wie vor führt die Todesspur der Bienen ins Kanzleramt und weiter nach Brüssel zur EU-Kommission.“<sup>138</sup> Es wäre vielleicht besser, die Bienenväter würden vor und hinter ihrem eigenen Flugloch kehren, bevor sie eine „Duftspur“ ins Kanzleramt wittern.

### Stirbt der Imker, verschwindet auch die Imme

Standen in Deutschland 1993 noch etwa 1,1 Millionen Bienenvölker, ist ihre Anzahl 2013 auf ca. 700.000 geschrumpft.<sup>86</sup> In Deutschland produzierter Honig ist teuer, denn hier in den gemäßigten Breiten stehen den Bienen nur wenige Monate im Jahr blühende Pflanzen zur Verfügung. Dagegen finden Bienen in Südamerika oder im südlichen Asien ganzjährig Nahrung. Damit können heimische Imker natürlich nicht konkurrieren.

Nicht ohne Grund haftet der Imkerei der Ruf an, ein Hobby für Rentner zu sein. Mit ihrem biologischen Ende verschwinden jedoch auch deren Bienenvölker von der Bildfläche. Da jüngere Imker die Bienen oft nicht aus Erwerbsgründen halten, sondern als Hobby - immer häufiger in urbanen Regionen - betreuen sie nur noch wenige Völker.<sup>137</sup>

Seltsamerweise ist in der Öffentlichkeit der Eindruck entstanden, in Deutschland sei die schwindende Zahl der Völker allein dem Bienensterben anzulasten. Der wichtigste Grund für den Rückgang ist aber die Wiedervereinigung - damals fiel nicht nur die Mauer, sondern auch die großzügige Förderung der DDR-Imker.

## Königin mit Lockenwickler

Auf der Suche nach besonders leistungsfähigen Bienenköniginnen lässt sich so mancher Imker die befruchteten Jungköniginnen als „Paketbienen“ per Post zusenden - sogar aus dem fernen Australien oder Neuseeland. Dass ihre empfindlichen Haustiere dabei durch mehrere Klimazonen reisen müssen, auch in der eisigen Kälte und der dünnen Luft im Frachtraum eines Flugzeugs, scheint den Imkern schnuppe zu sein.

Die Königinnen werden dabei in einem kleinen Kunststoff- oder Drahtkäfig mit etwas Futter und einem kleinen Hofstaat, der sie umsorgt, den Unwägbarkeiten des Transportunternehmens ausgesetzt. Bienenköni-

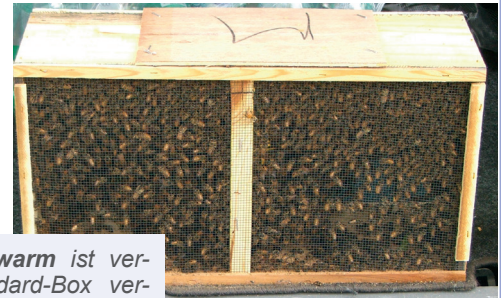
gnen werden dabei in einem kleinen Kunststoff- oder Drahtkäfig mit etwas Futter und einem kleinen Hofstaat, der sie umsorgt, den Unwägbarkeiten des Transportunternehmens ausgesetzt. Bienenköni-

Inzwischen werden gleich ganze Völker aus Übersee angefordert und in luftdurchlässigen Versandkästen angeliefert. Denn seit die Varroa-Milbe ihr Unwesen in den heimischen Bienenstöcken treibt, ist die Überwinterung der Bienen zeitaufwendig geworden und auch nicht immer von Erfolg gekrönt. Also kaufen manche Berufsimker gleich neue Völker.

„Ein Volk kostet 150 bis 180 Euro im Einkauf. Das ist eventuell billiger, als selber eines zu halten“, erläutert Bienenexperte Peter Rosenkranz.<sup>197</sup> Vor allem neuseeländische Immen sind begehrt, da sie bislang frei von Varroa sind. Wer weiß, wie viele Völker im Herbst vom Imker selbst mit Schwefeldämpfen getötet wer-



Mit der lukrativen **Königinnenzucht** bessern Imker ihre oft nur geringen Erträge aus dem Honigverkauf auf. Hier ein Gestell mit Weiselzellen.



Dieser **Paketbienen-Schwarm** ist versandfertig in einer Standard-Box verpackt, in der Regel mitsamt seinen Parasiten, Viren und Bakterien.

ginnen können mit etwas Futterteig und einigen Hofstaatbienen immerhin bis zu acht Tage in ihrer fingerlangen Transportbox aushalten.<sup>142</sup> So lassen sich auch unauffällig illegal Bienen ins Land schmuggeln.

„Das Ganze wird in einem starken gelochten Kuvvert per Post (...) verschickt. Neuerdings haben sich auch Lockenwickler zum Versand von Königinnen als brauchbar erwiesen“, lesen wir in einem Imkerhandbuch.<sup>142</sup> Dabei besteht natürlich die Gefahr, dass mit Paketbienen Krankheiten eingeschleppt werden. Da der aus Afrika stammende Kleine Beutenkäfer (*Aethina tumida*) inzwischen in amerikanischen Bienenstöcken angekommen ist, verhängte die EU 2003 einen Importstopp. Doch wie lange wird das diesen und andere Schädlinge oder Krankheitserreger wie Viren noch fernhalten?<sup>244</sup>

Die Larven des **Kleinen Beutenkäfers** vertilgen eifrig Brut, Wachs und Honig. Ihr Treiben schädigt nicht nur das Volk, auch die Honigernte kann der Imker abschreiben, da der Stock stark mit Käferkot verschmutzt ist.



den, um im Frühjahr preisgünstige Paketbienen nutzen zu können? Da liegt es nahe, sich öffentlich über das Bienensterben durch Pestizide zu erzürnen, und auf Schadenersatz zu schießen!

Und wie vereinbart der deutsche Paketbienen-Imker dieses Treiben mit seinem Öko-Nimbus? Die Honigbiene kommt in Neuseeland ursprünglich gar nicht vor, dort werden vor allem Bienen amerikanischer Provenienz gehalten und vermehrt, und auch in diesem Land war die Honigbiene nie heimisch.

In den USA schenken sich ebenfalls viele Imker die Überwinterung ihrer Völker, Nachschub ist ja jederzeit zu beschaffen, auch aus dem Bundesstaat Hawaii. Jahr für Jahr karren sie über eine Million Völker quer durch die Lande, um dort je nach Blütezeit Mandeln in Kalifornien oder Orangen in Florida bestäuben zu lassen.

Die Honigproduktion ist dabei eher lästig, denn cash fliegen die Immen nur als Bestäubungsdienstleisterinnen ein. „Der Honig ist oft kaum verkäuflich“, erklärt Peter Gallmann, Leiter des Schweizer Zentrums für Bienenforschung.<sup>249</sup> Die Bienen werden nämlich vorbeugend mit Antibiotika gegen Faulbrut und mit Pestiziden gegen die Varroa-Milbe behandelt, die sich dann als Rückstände im Honig wiederfinden.



1. Ahn K et al: Effects of long distance transportation on honey bee physiology. *Psyche: A Journal of Entomology* 2012; e193029
2. Aigner PA: Optimality modeling and fitness trade-offs: when should plants become pollinator specialists? *Oikos* 2001; 95: 177-184
3. Aikin RC: Bees evaporated: a new malady. *Gleanings in Bee Culture*: 1897; 25: 479-480
4. Alaux C et al: Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biology Letters* 2010; 6: 562-565
5. Aliouane Y et al: Subchronic exposure of honeybees to sublethal doses of pesticides: effects on behavior. *Environmental Toxicology and Chemistry* 2009; 28: 113-122
6. Allsop M et al: *Plan Bee – Leben ohne Pestizide*. Greenpeace Deutschland, Hamburg, Mai 2014
7. Al-Waili N et al: Antibiotic, pesticide, and microbial contaminants of honey: human health hazards. *Scientific World Journal* 2012; e930849
8. Anaya AL et al: Phenylacetic acid as a phytotoxic compound of corn pollen. *Journal of Chemical Ecology* 1992; 18: 897-905
9. Anderson D, Gibbs AJ: Inapparent virus infections and their interactions in pupae of the honey bee (*Apis mellifera* Linnaeus) in Australia. *Journal of Genetics and Virology* 1988; 69: 1617-1625
10. Anderson D, Trueman J: *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology* 2000; 24: 165-189
11. Anderson KE et al: Draft genome sequences of two *Bifidobacterium* sp. from the honey bee (*Apis mellifera*). *Gut Pathogens* 2013; 5: e42
12. Anderson KE et al: Microbial ecology of the hive and pollination landscape: bacterial associates from floral nectar, the alimentary tract and stored food of honey bees (*Apis mellifera*). *PLoS One* 2013; 8: e83125
13. Anon: Neonicotinoids - Our toxic countryside. *The Beekeepers Quarterly* 2012; 108: 43-46
14. Anon: Bienensterben: Wenn das Summen verstummt. *Test* 2013; H.8: 30-31
15. Anon: Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau: Fütterung von Bienenvölkern. Veitshöchheim o.J.
16. Anon: Heißhunger auf Süßes - Bienen produzieren bunten Honig. *Panorama, Wetter.com* 08.10.2012
17. Anon: Bienensterben: EU-Länder verbieten umstrittene Pestizide. *Süddeutsche Zeitung* 29. 4. 2013
18. Anon: Pestizide unter Verdacht: Bienen sterben massenweise. *ntv* 10. 8. 2010
19. Anon: Pestizide machen Bienen orientierungslos. In: *ZEIT Online* 20. 03 2014
20. Anon: Tausendmal giftiger als DDT: Neonicotinoide „hätten nie zugelassen werden dürfen“. *derStandard*. at 2. 5. 2013
21. Atkins EL et al: Reducing pesticide hazards to honey bees: Mortality prediction and integrated management strategies. *University of California, Division of Agricultural Science Leaflets* 1981; 2883
22. Atkins EL: Injury to honey bees by poisoning. In: *Veatch E Hrsg. The Hive and the Honey Bee*. Dadant & Sons; Hamilton, 1975: 663-696
23. Babendreier D et al: Neue Erkenntnisse zu möglichen Auswirkungen von transgenem Bt-Mais auf Bienen. *Agroscope Liebefeld Posieux* 2006
24. Bacon JSD, Dickinson B: The origin of melezitose: a biochemical relationship between the lime tree (*Tilia* ssp.) and an aphid (*Eucallipterus tiliae* L.). *Biochemistry* 1957; 66: 289-299
25. Bahlai CA et al: Choosing organic pesticides over synthetic pesticides may not effectively mitigate environmental risk in soybeans. *PLoS One* 2010; 5: e11250
26. Ball BV, Allen MF: The prevalence of pathogens in honey bee (*Apis mellifera*) colonies infested with the parasitic mite *Varroa jacobsoni*. *Annals of Applied Biology* 1988; 113: 237-244
27. Ball BV: The association of *Varroa jacobsoni* with virus diseases of honey bees. *Experimental and Applied Acarology* 1983; 19: 607-613
28. Barker RJ: Some carbohydrates found in pollen and pollen substitutes are toxic to honey bees. *Journal of Nutrition* 1977; 107: 1859-1862
29. Berg S: *Varroa – Gefahr für unsere Honigbienen? Neue Arten*. LWF aktuell 2009; 73: 26-27
30. Berthoud H et al: Virus infections and winter losses of honey bee colonies (*Apis mellifera*). *Journal of Apicultural Research* 2010; 49: 60-65
31. Beythien A, Dreßler E: *Merck's Warenlexikon*. Gloeckner, Leipzig 1920
32. Bienefeld K, Zautke F: Eignung des Merkmals Entwicklungsdauer der Brut bei der Zucht varroa-resistenter Honigbienen. *Züchtungskunde* 2007; 79: 209-218
33. Bindernagel B: Bakteriologische Überprüfung der Sanierungsmaßnahme ‚offenes Kunstschwarmverfahren‘ zur Bekämpfung der Amerikanischen Faulbrut. *Dissertation Tierärztliche Hochschule Hannover* 2012
34. Blacquière T et al: Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. *Ecotoxicology* 2012; 21: 973-992
35. Blanchan N: Consumption of the leaves of *Kalmia* can be fatal to cattle and grouse. *Nature's Garden*. Garden City Publications Co. 1900
36. Blasco C et al: Assessment of pesticide residues in honey samples from Portugal and Spain. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 2003; 51: 8132-8138
37. Bogdanov S: Contaminants of bee products. *Apidologie* 2006; 37: 1-18
38. Bonmatin JM et al: Quantification of imidacloprid uptake in maize crops. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 2005; 53: 5336-5341
39. Bowen-Walker PL et al: The transmission of deformed wing virus between honeybees (*Apis mellifera* L) by the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud. *Journal of Invertebrate Pathology* 1999; 73: 101-106
40. Bozic J et al: Reduced ability of ethanol drinkers for social communication in honeybees (*Apis mellifera carnica* Poll.). *Alcohol* 2006; 38: 179-183
41. Brausch JM et al: Toxicity of three polyethoxylated tallowamine surfactant formulations to laboratory and field collected fairy shrimp, *Thamnocephalus platyrus*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicity* 2007; 52: 217-221
42. Breeze TD et al: Agricultural policies exacerbate honeybee pollination service supply-demand mismatches across Europe. *PLoS One* 2014; 9: e82996
43. Brodschneider R, Crailsheim K: Nutrition and health in honey bees. *Apidologie* 2010; 41: 278-294
44. Brown EG et al: *Summary of Pesticide Use Report Data 2010*. California Department of Pesticide Regulation, Sacramento 2011
45. Brown MJF, Fries I: Evolutionary epidemiology of virus infections in honey bees. In: *Virology and the Honey Bee*. European commission project report EUR 21937, Luxembourg 2008

46. Buchler R et al: Breeding for resistance to *Varroa destructor* in Europe. *Apidologie* 2010; 41: 393-408
47. Buchmann SL: Competition between honey bees and native bees in the Sonoran Desert and global bee conservation issues. in: Matheson A et al (eds.): *The Conservation of Bees, Linnaeus Society Symposium Series* (London) 1996; 18: 125–142.
48. BUND: Imker und Umweltschützer rufen zum Verzicht auf bienengefährdende Beizmittel bei Raps-Aussaat auf. *Deutsche Landwirte setzen pro Jahr bundesweit 16 Tonnen reines Nervengift ein. Pressemitteilung* 30. 7. 2013
49. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Änderungen bei Pflanzenschutzmitteln mit neonicotinoiden Wirkstoffen. *Durchführungsverordnung (EU) Nr. 485/2013 v. 12.07.2013*
50. Burden JP et al: Covert infection strategies of insect viruses. In *BRAVE Bee Research And Virus in Europe. Proceedings of the Meeting in Sophia-Antipolis (France) 24th - 26th April 2005*, 205-232
51. Butler CG: Bee paralysis, May sickness, etc. *Bee World* 1943; 24: 3-7
52. Butz HVM: Ecological impacts of introduced honeybees. *Quarterly Review in Biology* 1997; 72: 275-297
53. Calderón RA et al: Behavior of varroa mites in worker brood cells of Africanized honey bees. *Experimental and Applied Acarology* 2009; 49: 329-338
54. Calderón RA et al: Reproductive biology of *Varroa destructor* in Africanized honey bees (*Apis Mellifera*). *Experimental and Applied Acarology* 2009; 50: 281-297
55. Campbell EW et al: Gene-knockdown in the honey bee mite *Varroa destructor* by a non-invasive approach: studies on a glutathion S-transferase. *Parasites & Vectors* 2010; 3: e73
56. Canale A et al: Survey of Italian honeys for the presence of foreign matter using the filth test. *Food Additives & Contaminants Part A*. 2014; 31: 905-909
57. Casida JE: Neonicotinoid metabolism: compounds, substituents, pathways, enzymes, organisms, and relevance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2010; 59: 2923-2931
58. Castillo C et al: Biosynthesis of ethyl oleate, a primer pheromone, in the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 2012; 42: 404-416
59. CCD Steering Committee Colony Collapse Disorder Progress Report. *USDA*, June 2010
60. Charriere JD et al: *Bienenvergiftung. Agroscope Liebenfeld-Posieux Mitteilung* Nr. 36; Bern 1999
61. Chen YP et al: Transmission of Kashmir bee virus by the ectoparasitic mite *Varroa destructor*. *Apidologie* 2004; 35: 441-448
62. Cornman RS et al: Pathogen webs in collapsing honey bee colonies. *PLoS One* 2012; 7: e43562
63. Corby-Harris V et al: The bacterial communities associated with honey bee (*Apis mellifera*) foragers. *PLoS One* 2014; 9: e95056
64. Cox-Foster DL et al: A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science* 2007; 318: 283-287
65. Crane E: Africanized bee, and mites parasitic on bees, in relation to world beekeeping.. *Ellis Horwood Series in Entomology & Acarology* 1988; 1-9
66. Cresswell JE et al: Dietary traces of neonicotinoid pesticides as a cause of population declines in honey bees: An evaluation by Hill's epidemiological criteria. *Pest Management Science* 2012; 68: 819-827
67. Cresswell JE: A meta-analysis of experiments testing the effects of a neonicotinoid insecticide (imidacloprid) on honey bees. *Ecotoxicology* 2011; 20: 149-157
68. Crews C et al: Determination of pyrrolizidine alkaloids in honey from selected sites by solid phase extraction and HPLC-MS. *Food Additives & Contaminants* 1997; 14: 419-428
69. Culvenor CC et al: Pyrrolizidine alkaloids in honey from *Echium plantagineum* L. *Journal of Agricultural & Food Chemistry* 1981; 29: 958-960
70. Dag A, Stern R: Sequential introduction and heavy density of beehives increases cross-pollination, fruit-set and yield in apple. *Proceedings 37th International Apicultural Congress. Durban, 28. October - 1. November 2001*
71. Dainat B et al: Dead or alive: deformed wing virus and *Varroa destructor* reduce the life span of winter honeybees. *Applied and Environmental Microbiology* 2012; 78: 981-987
72. De Guzman R et al: DNA Evidence of the origin of *Varroa jacobsoni* Oudemans in the Americas. *Biochemical Genetics* 1997; 35: 327-335
73. De Jong D et al: Mite pests of honey bees. *Annual Review of Entomology* 1982; 27: 229-252
74. De Jong D, Soares AEE: An isolated population of Italian bees that survived *Varroa jacobsoni* infestation without treatment for over 12 years. *American Bee Journal* 1997; 137: 742-745
75. de Mesquita LX: Toxic evaluation in honey bees (*Apis mellifera*) of pollen from selected plants from the semi-arid region of Brasil. *Journal of Apicultural Research* 2010; 49: 265-269
76. Decourtye and Devillers: Ecotoxicity of neonicotinoid insecticides to bees. In: *Insect Nicotinic Acetylcholine Receptors. Advances in Experimental Medicine and Biology* 2010; 683: 85-95
77. DEFRA: Assessment of the Risk Posed to Honeybees by Systemic Pesticides, PS2322. *Central Science Laboratory, York* 2007
78. Degen M, Reuning A: *Schweigen im Frühling. Deutschlandfunk – Wissenschaft im Brennpunkt* 9.5.2013
79. DeGrandi-Hoffman G et al: The effect of diet on protein concentration, hypopharyngeal gland development and virus load in worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Insect Physiology* 2010; 56: 1184-1191
80. Deinzer HL et al: Pyrrolizidine alkaloids: their occurrence in honey from tansy ragwort. *Science* 1977; 195: 497-499
81. Després L et al: The evolutionary ecology of insect resistance to plant chemicals. *Trends in Ecology & Evolution* 2007; 22: 298-307
82. Dettli M: *Bienen und Milben – eine höchst komplexe Beziehung. Schweizerische Bienenzeitung* 2009; (12): 26-30
83. Dettli M: *Gibt es artgerechte Bienenhaltung? Schweizerische Bienen-Zeitung* 2013; (7): 13
84. Detzel A, Wink M: Attraction, deterrence or intoxication of bees (*Apis mellifera*) by plant allelochemicals. *Chemoecology* 1993; 4: 8-18
85. *Deutscher Imker Bund: Deutsche Imkerverbände begrüßen es, dass die Bundesregierung sich in Brüssel für ein Verbot der Neonicotinoide ausgesprochen hat. Pressemitteilung vom 29.4. 2013*
86. *Deutscher Imkerbund: Anzahl der Bienenvölker, Stand 31.12.2013: <http://www.deutscherimkerbund.de/index.php?zahlen-daten-fakten>*
87. *Die Grünen: Bienen und andere Insekten vor Neonicotinoiden schützen. Deutscher Bundestag, Drucksache 17/12695 vom 13.03.2013*
88. Di Prisco G et al: *Varroa destructor* is an effective vector of Israeli acute paralysis virus in the honeybee, *Apis mellifera*. *Journal of General Virology* 2011; 92: 151-155

89. Di Prisco G et al: Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2013; 110: 18466-18471
90. Donner S: Bienen werden zur Landflucht gezwungen. *Welt Online* 1.7. 2008
91. Donzé G et al: Effect of mating frequency and brood cell infestation rate on the reproductive success of the honeybee parasite *Varroa jacobsoni*. *Ecological Entomology* 1996; 21: 17-26
92. Donzé G et al: Wie viele Begattungen sind bei Varroamilben nötig? *Schweizerische Bienenzeitung* 1998; 121: 90-94
93. Donzé G, Guerin P: Behavioral attributes and parental care of *Varroa mites* parasitizing honeybee brood. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 1994; 34: 305-319
94. Donzé G et al: Hochorganisiertes Leben auf kleinem Raum: Die Fortpflanzung der *Varroa*-Milben in den verdeckelten Brutzellen der Bienenvölker. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 1998; 121: 26-33
95. Dörffling K: *Das Hormonsystem der Pflanzen*. Thieme, Stuttgart 1982
96. Drewnowski A, Gomez-Carneros C: Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: a review. *American Journal of Clinical Nutrition* 2000; 72:1424–1435
97. Ebadí R et al: Effects of carbon dioxide and low temperature narcosis on honey bees *Apis mellifera*. *Environmental Entomology* 1980; 9: 144-147
98. Eckhardt M et al: Pollen mixing in pollen generalist solitary bees: a possible strategy to complement or mitigate unfavourable pollen properties? *Journal of Animal Ecology* 2014; 83: 588–597
99. EFSA Statement on the findings in recent studies investigating sub-lethal effects in bees of some neonicotinoids in consideration of the uses currently authorised in Europe. *EFSA Journal* 2012; 10: e2752
100. EFSA: Catherine Geslain-Lanéelle, Executive Director of EFSA, resigns to take up post in French public service: *Pressemeldung* 24.7.2013
101. Ehrenfels JM Freiherr v: *Die Bienenzucht. Erster Theil. JG Calve'sche Verlagsbuchhandlung. Prag* 1829
102. Elston C et al: Sub-lethal effects of thiamethoxam, a neonicotinoid pesticide, and propiconazole, a DMI fungicide, on colony initiation in bumblebee (*Bombus terrestris*) micro-colonies. *Apidologie* 2013; 44: 563-574
103. Engel P et al: Functional diversity in the simple gut microbiota of the honey bee. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2012; 109: 11002-11007
104. Entine J: The politics of bees turns science on its head – Europe bans neonics while local beekeepers, scientists say action is precipitous. *Forbes* 30.09.2013
105. Entine J: While global bee colonies struggle, European politicians seem determined to kill them off. *Forbes* 24.09.2013
106. Espina-Prez D, Ordetx-Ros GS: *Flora Apcola Troical. Editorial Tecnológico de Costa Rica: Cartago, Costa Rica* 1983
107. Esser K: *Kryptogamen*. Springer, Berlin 1976
108. Evans JD et al: Bee cups: single-use cages for honey bee experiments. *Journal of Apicultural Research and Bee World* 2009; 48: 300-302
109. Evans JD, Armstrong TN: Antagonistic interactions between honey bee bacterial symbionts and implications for disease. *BMC Ecology* 2006; 6: e4
110. FDA: *Grayanotoxin. Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook. US FDA* 2001
111. Fischer J et al: Neonicotinoids interfere with specific components of navigation in honeybees. *PLoS One* 2014; 9: e91364
112. Flenniken ML et al: The Antiviral Role of RNA Interference. In: *Insect Virology*, Caister Academic Press 2010: 367–388
113. Flenniken ML: Honey bee-infecting plant virus with implications on honey bee colony health. *mBIO* 2014; 5: e00877-14
114. Francis RM et al: Effect of genotype and environment on parasite and pathogen levels in one apiary – a case study. *Journal of Apicultural Research* 2014; 53: 230-232
115. Francis RM et al: *Varroa-virus* interaction in collapsing honey bee colonies. *PLoS One* 2013; 8: e57540
116. Frisch Karl v: *Aus dem Leben der Bienen*. Springer, Hamburg 1993
117. Fritzsche R et al [Hrsg]: *Angewandte Entomologie. Gustav Fischer, Stuttgart* 1968
118. Frost E: Effects of cold immobilization and recovery period on honeybee learning, memory, and responsiveness to sucrose. *Journal of Insect Physiology* 2011; 57: 1385-1390
119. Fuchs S, Langenbach K: Multiple infestation of *Apis mellifera* L. brood cells and reproduction in *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 1989; 20: 257-266
120. Fuchs S: Choice in *Varroa jacobsoni* Oud. between honey bee drone or workerbrood cells for reproduction. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 1992; 31: 429-435
121. Galizia CG: Neuroscience: Brainwashing, honeybee style. *Science* 2007; 317: 326-327
122. Garibaldi LA et al: Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science* 2013; 339: 1608-1611
123. Genersch E et al: The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. *Apidologie* 2010; 41: 332-352
124. Genersch E, Aubert M: Emerging and re-emerging viruses of the honey bee (*Apis mellifera* L.) *Veterinary Research* 2010; 41: e54
125. Gibson CM, Hunter MS: Extraordinarily widespread and fantastically complex: comparative biology of endosymbiotic bacterial and fungal mutualists of insects. *Ecology Letters* 2010; 13: 223-234
126. Giese M: Vaccination of honeybees against the *Varroa mite* is possible. *Bio-Pro, Biotechnology and Life Sciences in Baden-Württemberg* 8.12.2009
127. Givovich A et al: Hydroxamic acid glucosides in honeydew of aphids feeding on wheat. *Journal of Chemical Ecology* 1992; 18: 841-846
128. Good AP et al: Honey bees avoid nectar colonized by three bacterial species, but not by a yeast species, isolated from the bee gut. *PLoS One* 2014; 9: e86494
129. Granberg F et al: Metagenomic detection of viral pathogens in Spanish honeybees; co-infection by *Aphid* lethal paralysis, *Israel acute paralysis* and *Lake Sinai* viruses. *PLoS One* 2013; 8: e57459
130. Gregorc A, Ellis JD: Cell death localization in situ in laboratory reared honey bee (*Apis mellifera* L.) larvae treated with pesticides. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 2011; 99: 200-207
131. Gregory P et al: Conditional immune-gene suppression of honeybees parasitized by *Varroa mites*. *Journal of Insect Science* 2005; 5: e7
132. Griffin CT et al: Detection of pyrrolizidine alkaloids in commercial honey using liquid chromatography-ion trap mass spectrometry. *Food Chemistry* 2013; 136: 1577-1583
133. Günther K et al: *Urania-Tierreich: Insekten Urania, Berlin* 2000



134. Haine ER et al: Antimicrobial defense and persistent infection in insects. *Science* 2008; 322: 1257-1259
135. Hargreaves AL et al: Consumptive emasculation: the ecological and evolutionary consequences of pollen theft. *Biological Reviews* 2009; 84: 259-276
136. Hatjina F, Dogaroglu T: Imidacloprid effect on honey bees under laboratory conditions using hoarding cages. *CRA-API Proceedings of the COLOSS Work Shop Standardized methods for honey bee rearing in hoarding cages* 25.-26.11.2010: 17
137. Hederer M: Deutscher Berufs- und Erwerbsmkerbund, DBIB, unterstützt Volksanwaltschaft zum EU-weiten Verbot der neurotoxischen Pflanzenschutz-Mittel! *Bundesbienen.info* 29. Mai 2012
138. Hederer M: Verschwindet die Biene, gibt es kein Leben mehr. *Umwelt aktuell* 2014; (April): 2-3
139. Hedtke C: Die Sonnenblume als Trachtpflanze. Das Honigen verschiedener Sonnenblumensorten. *Deutsches Bienenjournal* 2000; 4: 283-285
140. Hendriksma HP et al: Testing pollen of single and stacked insect-resistant Bt-maize on in vitro reared honey bee larvae. *PLoS One* 2011; 6: e28174
141. Henry M et al: A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. *Science* 2012; 336: 348-350
142. Herold E, Weiß K: *Neue Imkerschule*. Ehrenwirth, München 1999
143. Heß D: *Die Blüte*. Ulmer, Stuttgart 1983
144. Highfield AC et al: Deformed wing virus implicated in over-wintering honeybee colony losses. *Applied Environmental Microbiology* 2009; 75: 7212-7220
145. Höcherl N et al: Evaluation of the nutritive value of maize for honey bees. *Journal of Insect Physiology* 2012; 58: 278-285
146. Hopwood J et al: Are Neonicotinoids killing bees? The Xerces Society of Invertebrate Conservation, Oregon, USA 2012
147. Hunter P: The missing link. *Viruses revise evolutionary theory*. *EMBO reports* 2010; 11: 29-31
148. Illies I: *Verhaltensbiologische Untersuchungen zur Trachtnutzung und zum Sammelverhalten von Bienen (Hymenoptera, Apoidea)*. Dissertation Uni Bochum 2005
149. Imdorf A et al: *Volksentwicklung bei der Honigbiene*. ALP forum 2008, Nr 68 d
150. Imhoof M: Mit den Bienen stirbt die Menschheit. *ZDF: Aspekte* v. 19. Oktober 2012
151. Infantidis MD: Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* in worker and drone brood cells. *Journal Apicultural Research* 1983; 22: 200-206
152. Islam N et al: Toxic compounds in honey. *Journal of Applied Toxicology* 2014; 34: 733-742
153. Jansen SA et al: Grayanotoxin poisoning: 'mad honey disease' and beyond. *Cardiovascular Toxicology* 2012; 12: 208-215
154. Jeschke P, Nauen R: Neonicotinoids - From zero to hero in insecticide chemistry. *Pest Management Science* 2008; 64: 1084-1098
155. Joynt J: *One Million Lives: Cancer in California*. California Health Care Foundation 2012
156. Keller I et al: Pollen nutrition and colony development in honey bees – part I. *Bee World* 2005; 86: 3-10
157. Keller I et al: Pollen nutrition and colony development in honey bees – part II. *Bee World* 2005; 86: 27-34
158. Khong SP et al: Analysis of matrix-bound nitrofurans residues in worldwide-originate honeys by isotope dilution high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2004; 52: 5309-5315
159. Koepke R et al: Global occurrence of infant botulism, 1976-2006. *Pediatrics* 2008; 122: e73
160. König E: Designierter EU-Kommissar Tonio Borg vor schwerem Hearing. *Euractiv.de* 7.3.2014
161. Koskor E et al: The chronic effect of the botanical insecticide Neem EC on the pollen forage of the bumble bee *Bombus terrestris* L. *Agronomy Research* 2009; 7 (Sp 1): 341-346
162. Kothhoff U et al: Greater past disparity and diversity hints at ancient migrations of European honey bee lineages into Africa and Asia. *Journal of Biogeography* 2013; 40: 1832-1838
163. Krainer S et al: Toxizität von Hydroxymethylfurfural auf Honigbienen. (Poster) 58. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft der Institute für Bienenforschung, Berlin 29.-31.03.2011
164. Kralj B et al: The parasitic mite *Varroa destructor* affects non-associative learning in honey bee foragers, *Apis mellifera* L. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural and Behavioral Physiology* 2007; 193: 363-370
165. Krischik VA et al: Soil-applied imidacloprid is translocated to nectar and kills nectar-feeding *Anagyrus pseudococci* (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae). *Environmental Entomology* 2007; 36: 1238-1245
166. Krupke CH, et al: Multiple routes of pesticide exposure for honey bees living near agricultural fields. *PLoS One* 2012; 7: e29268
167. Kühne S et al: Feldversuche zur Wirkung von Spinosad-, Neem- und B.t.t.-Präparaten auf die Regulierung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say). In: Mayer J et al [Hrsg.]: *Werte – Wege – Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel. Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, ETH Zürich, 11.-13. Februar 2009. Band 1*. Verlag Dr. Köster, Berlin 2009
168. Kusma S: Was soll die Einschränkung der Neonicotinoide bringen? *Neue Zürcher Zeitung*, 8. 5. 2013
169. Lauring AS, Andino R: Quasispecies theory and the behavior of RNA viruses. *PLoS Pathogens* 2010; 6: e1001005
170. Lehnerr M, Thomas HU: *Natur- und Kulturgeschichte der Honigbiene*. Fachschriftenverlag VDRB, Winikon 2001
171. Li JL et al: Systemic spread and propagation of a plant-pathogenic virus in European honeybee, *Apis mellifera*. *mBio* 2014; 5: e00898-13
172. Link A: Unsere Honig-Bienen sterben aus. *Bild am Sonntag*, 10. August 2009
173. Lodesani M et al: Effects of coated maize seed on honey bees. *CRA-API, Bologna* 2009
174. London-Shafir I et al: Amygdalin in almond nectar and pollen – facts and possible roles. *Plant Systematics and Evolution* 2003; 238: 87-95
175. Lu C et al: In situ replication of honey bee colony collapse disorder. *Bulletin of Insectology* 2012; 65: 99-106
176. Lu C et al: Sub-lethal exposure to neonicotinoids impairs honey bees winterization before proceeding to colony collapse disorder. *Bulletin of Insectology* 2014; 67: 125-130
177. Luther C: Kandidat für EU-Kommissariat steht als homophob in der Kritik. *Zeit Online* 12.11.2012
178. MacBean C (Ed): *The Pesticide Manual*. BCPC Alton 2012
179. Malerbo-Souza DT: The corn pollen as a food source for honeybees. *Maringá* 2011; 33: 701-704

180. Mandl S, Sukopp S: Bestäubungshandbuch für Gärtner, Landwirte und Imker. Arbeitsgemeinschaft Bienenforschung an der Universität für Bodenkultur Wien, 2011
181. Mao W et al: Honey constituents up-regulate detoxification and immunity genes in the western honey bee *Apis mellifera*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2013; 110: 8842–8846
182. Martin S, Kemp D: Average number of reproductive cycles performed by *Varroa jacobsoni* in honeybees (*Apis mellifera*) colonies. *Journal Apicultural Research* 1997; 36: 113-123
183. Martin S: A population model for the ectoparasite mite *Varroa jacobsoni* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Ecological Modelling* 1998; 109: 267-281
184. Martin SJ et al: Global honey bee viral landscape altered by a parasitic mite. *Science* 2012; 336: 1304-1306
185. Martin SJ et al: Prevalence and persistence of deformed wing virus (DWV) in untreated or acaricide-treated *Varroa destructor* infested honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Journal of Apicultural Research* 2010; 49: 72-79
186. Martin SJ: *Varroa destructor* reproduction during the winter in *Apis mellifera* colonies in UK. *Experimental and Applied Acarology* 2001; 25: 321-325
187. Martinson VG et al: A simple and distinctive microbiota associated with honey bees and bumble bees. *Molecular Ecology* 2011; 20: 619-628
188. Martinson VG, Moy JM, Moran NA: Establishment of characteristic gut bacteria during development of the honeybee worker. *Applied Environmental Microbiology* 2012; 78: 2830-2840
189. Mattila HR et al: Characterization of the active microbiotas associated with honey bees reveals healthier and broader communities when colonies are genetically diverse. *PLoS One* 2012; 7: e32962
190. Maurizio A, Scharper F: *Das Trachtpflanzenbuch*. Ehrenwirth, München 1994
191. Maurizio A: Beiträge zur quantitativen Pollenanalyse des Honigs. 3.- Absoluter Gehalt pflanzlicher Bestandteile in Esparsette-, Luzerne-, Orangen- und Rapshonigen. *Annales de L'Abeille* 1958; II: 93-106
192. Maurizio A: Über ein Massensterben von Bienen, verursacht durch Pollen von *Ranunculus puberulus* Koch. *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* 1941; 149-150
193. Maurizio A: Zur Frage der Mikroskopie von Honigtau-Honig. *Annales de L'Abeille* 1959; II: 145-157
194. Mayr J: Mögliche Sammeleigenschaften ausgewählter Honigbienen. *Dissertation Uni Wien* 2007
195. Mesquida J et al: Rapeseed (*Brassica napus* L.) productivity: the effect of honeybees (*Apis mellifera* L.) and different pollination conditions in cage and field tests. *Apidologie* 1986; 19: 51-72
196. Mesquida J, Renard M: Étude de la dispersion du pollen par le vent et de l'importance de la pollinisation anémophile chez les colza (*Brassica napus* var. *oleifera* Metzger L.). *Apidologie* 1982; 13: 353-366
197. Meyer K: Immer mehr Bienen werden importiert – die Folgen sind nicht abzusehen. *Badische Zeitung* 29. März 2012
198. Mohamed F et al: Acute human self-poisoning with imidacloprid compound: A neonicotinoid insecticide. *PLoS One* 2009; 4.4: e5127
199. Monbiot G: Neonicotinoids are the new DDT killing the natural world. *The Guardian Online*, George Monbiot's Blog 5. 8. 2013
200. Moosbeckhofer R, Bretschko J: *Naturngemäße Bienenzucht*. Leopold Stocker, Graz 1996
201. Morgenthaler O, Maurizo A: Die „Bettlacher Mairkrankheit“, eine Vergiftung durch Hahnenfuss-Pollen. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 1941; 64: 196-200
202. Müller A et al: *Bienen – Mitteleuropäische Gattungen, Lebensweise, Beobachtung*. Naturbuch, München 1997
203. Müller A: Host-plant specialization in western palearctic anthidiine bees (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae). *Ecological Monographs* 1996; 66: 235-257
204. Müller A, Kuhlmann M: Pollen hosts of western palearctic bees of the genus *Colletes* (Hymenoptera: Colletidae): the Asteraceae paradox. *Biological Journal of the Linnean Society* 2008; 95: 719–733
205. Mullin AC et al: High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: implications for honey bee health. *PLoS One* 2010; 5: e9754
206. Nasr M, Wallner K: Residues in Honey and Wax: Implications and Safety. *American Bee Journal* 2003; 143: 322
207. Näumann G et al: Traces of contamination-well preserved in honey. *Journal of consumer Protection and Food Safety* 2012; 7: 35-43
208. Navajas M et al: New Asian types of *Varroa destructor*: a potential new threat for world apiculture. *Apidologie* 2010; 41: 181-193
209. Nguyen BK et al: Does imidacloprid seed-treated maize have an impact on honey bee mortality? *Journal of Economic Entomology* 2009; 102: 616-623
210. Nowotnick K: *Die Honigbiene*. Westarp, Hohenwarsleben 2004
211. Oliver R: Sick Bees – Part 18F2: Colony collapse revisited – Plant allelochemicals. [www.scientific.bee-keeping.org](http://www.scientific.bee-keeping.org)
212. Oldroyd BP: Coevolution while you wait: *Varroa jacobsoni*, a new parasite of western honeybees. *Trends in Ecology and Evolution* 1999; 14: 312-315
213. Oudemans AC: On an new genus and species of parasitic Acari. *Notes Leyden Museum* 1904; 24: 216-222
214. Özhan H et al: Cardiac emergencies caused by honey ingestion: a single centre experience. *Emergency Medicine Journal* 2004; 21: 742-744
215. Paine DR, Roberts JD: Commercial honey bees (*Apis mellifera*) reduce the fecundity of an Australian native bee (*Hylaeus alcyoneus*). *Biological Conservation* 2005; 123: 103-112
216. Paine DR: Impact of the introduced honey bee (*Apis mellifera*) (Hymenoptera: Apidae) on native bees: A review. *Austral Ecology* 2004; 29: 399-407
217. Pehrke J: *Das globale Bienensterben*. *Coordination gegen Bayer-Gefahren Stichwort BAYER* 2007; (3): e2266
218. Pellet FC: *American Honey Plants*. *American Bee Journal*, Hamilton 1920
219. Pettis JS et al: Pesticide exposure in honey bees results in increased levels of the gut pathogen *Nosema*. *Naturwissenschaften* 2012; 99: 153-158
220. Pickhardt A, Fluri P: Die Bestäubung der Blütenpflanzen durch Bienen. *Schweizerisches Zentrum für Bienenforschung* 2000; Mitt. 38
221. Pimentel D: *Environmental effects of pesticides on public health, birds and other organisms*. *Rachel Carson and the Conservation Movement: Past Present and Future*. Conference presented 10–12 August 2001, Shepherdstown
222. Pistorius J et al: Bienenvergiftung durch Wirkstoffabrieb von Saatgutbehandlungsmitteln während der Maisaussaat im Frühjahr 2008. *Journal für Kulturpflanzen* 2009; 61: 9-14
223. Pohorecka K et al: Residues of neonicotinoid insecticides in bee collected plant materials from oilseed

- rape crops and their effect on bee colonies. *Journal of Apicultural Sciences* 2012; 56: 115-133
224. Praz CJ et al: Specialised bees fail to develop on non-host pollen: do plants chemically protect their pollen? *Ecology* 2008; 89: 795-804
225. Rabea EI et al: Toxic effect and biochemical study of chlorfluazuron, oxymatrine, and spinosad on honey bees (*Apis mellifera*). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 2010; 58: 722-732
226. Rath W: Co-adaptation of *Apis cerana* Fabr. and *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 1999; 30: 97-110
227. Rath W: Defensive adaptations of *A. cerana* against *Varroa jacobsoni* and bearing for *A. mellifera*. *Proc. XIII Int. Congr. IUSSI, Adelaide*: 386, 1999
228. Ravoet J et al: Comprehensive bee pathogen screening in Belgium reveals *Crithidia mellificae* as a new contributory factor to winter mortality. *PLoS One* 2013; 8: e72443
229. Rehm SM, Ritter W: Sequence of the sexes in the offspring of *Varroa jacobsoni* and the resulting consequences for the calculation of the developmental period. *Apidologie* 1989; 20: 339-343
230. Reinhard A et al: Feeding deterrence and detrimental effects of pyrrolizidine alkaloids fed to honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Chemical Ecology* 2009; 35: 1086-1095
231. Rembold H et al: Azadirachtin: A potent insect growth regulator of plant origin. *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 1982; 93: 12-17
232. Ritter W: *Varroa* disease of the honeybee *Apis mellifera*. *Bee World* 1981; 62: 141-153
233. Rose R et al: Effects of Bt corn pollen on honey bees: emphasis on protocol development. *Apidologie* 2007; 38: 368-377
234. Rosenkranz P et al: Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology* 2010; 103 Suppl 1: S.96-119
235. Roulston TH, Cane JH: Pollen nutritional content and digestibility for animals. *Plant Systematics and Evolution* 2000; 222: 187-209
236. Runckel C et al: Temporal analysis of the honey bee microbiome reveals four novel viruses and seasonal prevalence of known viruses, *Nosema* and *Crithidia*. *PLoS One* 2011; 6: e20656
237. Ruttner F et al: *The Dark European Honey Bee*. *British Isles Bee Breeders Association* 2004
238. Ruttner F, Ritter W: Das Eindringen von *Varroa jacobsoni* nach Europa im Rückblick. *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung* 1980; 14: 130-133
239. Ruttner F: *Biography and Taxonomy of Honeybees*. Springer, Berlin 1988
240. Ruttner F: *Naturgeschichte der Honigbienen*. Ehrenwirth, München 1992
241. Ruttner F: *Naturgeschichte der Honigbienen*. Franckh-Kosmos, Stuttgart 1992
242. Saisho K et al: Identification of aconitine in raw honey that caused food poisoning. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi* 1993; 35: 46-50
243. Sammataro D et al: Parasitic mites of honey bees: life history, implications and impact. *Annual Review of Entomology* 2000; 45: 519-548
244. Schäfer M, Ritter W: *Der Kleine Beutenkäfer Aethina tumida*. *Merkblatt des Friedrich-Loeffler-Institutes & der CVUA Freiburg* 2012
245. Schaffer WM et al: Competition for nectar between introduced honeybees and native North American bees and ants. *Ecology* 1983; 64: 564-577
246. Schenk P et al: Wirkungen von Niemöl auf Varroamilben und Bienen. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 2001; 124: 25-27
247. Schmuck R: Effects of a chronic dietary exposure of the honeybee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) to imidacloprid. *Archives of Environmental Contaminants and Toxicology* 2004; 47: 471-478
248. Schneider CW et al: RFID tracking of sublethal effects of two neonicotinoid insecticides on the foraging behavior of *Apis mellifera*. *PLoS One* 2012; 7: e30023
249. Schuh H: Die Biene, das Geld und der Tod. In: *Die ZEIT* Nr. 22, 2007
250. Schwaiger I, Schuch R: Bound sulfathiazole residues in honey – need of a hydrolysis step for the analytical determination of total sulfathiazole content in honey. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 2000; 96: 93-98
251. Sedivy C et al: Closely related pollen generalist bees differ in their ability to develop on the same pollen diet: evidence for physiological adaptations to digest pollen. *Functional Ecology* 2011; 25: 718-725
252. Seiler K et al: Unnötiger und kostspieliger Einsatz von Paradichlorbenzol verschmutzt Honig und Wachs. *Schweizerisches Zentrum für Bienenforschung* 2003
253. Shah KS et al: Localization of deformed wing virus (DWV) in the brains of the honeybee *Apis mellifera* Linnaeus. *Virology Journal* 2009; 6: 182
254. Shavit O et al: Competition between honeybees (*Apis mellifera*) and native solitary bees in the Mediterranean region of Israel – Implications for conservation. In: *Israeli Journal of Plant Science* 2009; 57: 171-183
255. Shen M et al: The role of varroa mites in infections of Kashmir bee virus (KBV) and deformed wing virus (DWV) in honey bees. *Virology* 2005; 342: 141-149
256. Shen MQ et al: Intricate transmission routes and interactions between picorna-like viruses (Kashmir bee virus and sacbrood virus) with the honeybee host and the parasitic varroa mite. *Journal of General Virology* 2005; 86: 2281-2289
257. Sieber R: Katastrophale Winterverluste. *Schweizerische Bienen-Zeitung* 2012; (6): 3
258. Simone-Finstrom MD, Spivak M: Increased resin collection after parasite challenge: a case of self medication in honey bees? *PLoS One* 2012; 7: e34601
259. Singaravelan N et al: Feeding responses of free-flying honeybees to secondary compounds mimicking floral nectar. *Journal of Chemical Ecology* 2005; 31: 2791-2804
260. Singh R et al: RNA viruses in Hymenopteran pollinators: evidence of inter-taxa virus transmission via pollen and potential impact on non-*Apis* hymenopteran species. *PLoS One* 2010; 5: e14357
261. Smith ML: The honey bee parasite *Nosema ceranae*: transmissible via food exchange? *PLoS One* 2012; 7: e43319
262. Solignac C et al: The invasive Korea and Japan types of *Varroa destructor*, ectoparasitic mites of the Western honeybee (*Apis mellifera*), are two partly isolated clones. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 2005; 272: 411-419
263. Song HY et al: Cellular toxicity of surfactants used as herbicide additives. *Journal of Korean Medical Sciences* 2012; 27: 3-9
264. Stadler T et al: Long-term toxicity assessment of imidacloprid to evaluate side effects on honey bees exposed to treated sunflower in Argentina. *Bulletin of Insectology* 2003; 56: 77-81
265. Stafford CA et al: Infection with a plant virus modifies vector feeding behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2011; 108: 9350-9355



266. Staub-Spörrl A et al: Comprehensive screening of veterinary drugs in honey by ultra-high-performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry. *Food Additives & Contaminants: Part A* 2014; 31: 806-816
267. Stefan AW: Schutz und Wiederansiedlung der Dunklen Europäischen Honigbiene in Naturschutzgebieten und Biosphärenreservaten Deutschlands. *Insecta* 1997; 5: 33-47
268. Steiner D et al: The first gonocycle of the parasitic mite (*Varroa jacobsoni*) in relation to preimaginal development of its host, the honey bee (*Apis mellifera carnica*). *Invertebrate Reproduction & Development* 1994; 25: 175-183
269. Strickler K: Specialization and foraging efficiency of solitary bees. *Ecology* 1979; 60: 998-1009
270. Suchail S et al: In vivo distribution and metabolisation of 14C-imidacloprid in different compartments of *Apis mellifera* L. *Pest Management Science* 2004; 60: 1056-1062
271. Suchail S et al: Metabolism of imidacloprid in *Apis mellifera*. *Pest Management Science* 2004; 60: 291-296
272. Suryanarayanan S: Balancing control and complexity in field studies of neonicotinoids and honey bee health. *Insects* 2013; 4: 153-167
273. Tallent WH et al: Studies on the occurrence and structure of acetylcholinesterase (andromedotoxin). *Journal of the American Chemical Society* 1957; 79: 4548-4554
274. Tapy DR: Genetic diversity within honey bee colonies prevents severe infections and promotes colony growth. *Proceedings of the Royal Society of London Series B* 2003; 270: 99-103
275. Tasei JN: Effects of insect growth regulators on honey bees and non-*Apis* bees. A review. *Apidologie* 2001; 32: 527-545
276. Tennekes H: The significance of the Druckrey-Küpfmüller equation for risk assessment -The toxicity of neonicotinoid insecticides to arthropods is reinforced by exposure time. *Toxicology* 2010; 276: 1-4
277. Thomson J: When is it mutualism? *The American Naturalist* 2003; 162: S1-S9
278. Thomson JD, Thomson BA: Pollen presentation and viability schedules in animal-pollinated plants: consequences for reproductive success. In Wyatt R [Hrsg.]: *Ecology and Evolution of Plant Reproduction*, Chapman & Hall, New York 1992: 1-24
279. Tian B et al: Long-term exposure to antibiotics has caused accumulation of resistance determinants in the gut microbiota of honeybees. *mBio* 2012; 3: e00377-12
280. Tomizawa M, Casida JE: Molecular recognition of neonicotinoid insecticides: the determinants of life or death. *Account of Chemical Research* 2009; 42: 260-269
281. Tomizawa M: Neonicotinoids and derivatives: effects in mammalian cells and mice. *Journal of Pesticide Sciences* 2004; 29: 177-183
282. Toplak I et al: Chronic bee paralysis virus and *Nosema ceranae* experimental co-infection of winter honey bees workers (*Apis mellifera*). *Viruses* 2013; 5: 2282-2297
283. Usleber E et al: Nachweis von Streptomycinrückständen in Honig mit einem enzymimmunochemischen Verfahren nach Festphasenextraktion und Immunitätschromatographie. *Archiv für Lebensmittelhygiene* 1995; 46: 95-96
284. Van Engelsdorp D, Meixner MD: A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *Journal of Invertebrate Pathology* 2009; 103: S80-S95
285. Van Engelsdorp D et al: Colony collapse disorder: A descriptive study. *PLoS One* 2009; 4: e6481
286. Vanderplanck M et al: How does pollen chemistry impact development and feeding behavior of polylectic bees? *PLoS One* 2014; 9: e86209
287. Vásquez A et al: Symbionts as major modulators of insect health: lactic acid bacteria and honeybees. *PLoS One* 2012; 7: e33188
288. Venable R et al: Reported prevalence and quantitative LC-MS methods for the analysis of veterinary drug residues in honey: a review. *Food Additives & Contaminants: Part A* 2014; 31: 621-640
289. Vidau C et al: Exposure to sublethal doses of fipronil and thiacloprid highly increases mortality of honeybees previously infected by *Nosema ceranae*. *PLoS One* 2011; 6: e21550
290. Visscher PK, Seeley TD: Foraging strategy of honeybee colonies in a temperated deciduous forest. *Ecology* 1982; 63: 1790-1801
291. Volk H: Mit dem Rücken an der Wand. In: *Südwest Presse (Hohenloher Tagblatt) Online* v 19. Juli 2013
292. Von der Ohe W, Dustmann JH: Zusammensetzung von bienengerechtem Futterzucker (Zuckerteig und -sirup). *Das Bieneninstitut Celle informiert* 1999 (7)
293. Waite R et al: Controlling European foulbrood with the shook swarm method and oxytetracycline in the UK. *Apidologie* 2003; 34: 569-575
294. Wallner K: Guttation: Tropfen, die es in sich haben. *Deutsches Bienen-Journal* 2009; H.4: 18-19
295. Wallner K: Warum bloß dieses Verbot? *DLG-Mitteilungen* 2013; H.8: 20-22
296. Walther-Hellwig K et al: Increased density of honeybee colonies affects foraging bumblebees. *Apidologie* 2006; 37: 517-532
297. Wenseleers T, Ratnieks FLW: Enforced altruism in insect societies. *Nature* 2006; 444: 50
298. Westerkamp C: Honeybees are poor pollinators – why? *Plant Systematics and Evolution* 1991; 177: 71-75
299. Westrich P: *Die Wildbienen Baden-Württembergs*. Ulmer, Stuttgart 1989
300. Whitehorn P et al: Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science* 2012; 336: 351-352
301. Wille H: Überlebensstrategien des Bienenvolkes. *Bienenwelt* 1985; 27: 169-182
302. William IH et al: the pollination requirements of oil-seed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Science* 1986; 106: 27-30
303. Williams GR et al: Standard methods for maintaining adult *Apis mellifera* in cages under in vitro laboratory conditions. In: Dietemann V, Illis JD, Neumann P [Hrsg.]: *The COLOSS Beebook: Standard methods for *Apis mellifera* research*. *Journal of Apicultural Research* 2012; 1: 52
304. Williamson SM, Wright GA: Exposure to multiple cholinergic pesticides impairs olfactory learning and memory in honeybees. *Journal of Experimental Biology* 2013; 216: 1799-1807
305. Wilson WT, Menapace DM: Disappearing disease of honey bees: a survey of the United States. *American Bee Journal* 1979; 119: 184-186, 217
306. Wirz J: Bienen gegen die *Varroa* impfen? Für die Imker keine Option! *Mellifera e.V. Pressemeldung* 10. 4. 2010
307. Yang X; Cox-Foster DL: Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate: Evidence for host immunosuppression and viral amplification. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2005; 102: 7470-7475

308. Yilmaz O et al: Hypotension, bradycardia and syncope caused by honey poisoning. *Resuscitation* 2006; 68: 405-408
309. Zhu W et al: Four common pesticides, their mixtures and a formulation solvent in the hive environment have high oral toxicity to honey bee larvae. *PLoS One* 2014; 9: e77547
310. Zimmermann S et al: Bestimmung von Brompropylat, 4,4'-Dibrombenzophenon, Coumaphos und Fluvalinat in Bienenwachs. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 1993; 89: 341-343
311. Zirbes L et al: Hydroxymethylfurfural: a possible emergent cause of honey bee mortality? *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2013; 61: 11865-11870
312. Nordhaus H: The honeybees are still dying. <http://boingboing.net/2012/05/07/the-honeybees-are-still-dying.html>. May 7, 2012
313. Oliver R: Neonicotinoids - trying to make sense of the science. *American Bee Journal* 2012; August & September.
314. Food Standards Australia New Zealand: Chemicals in Food - Paterson's Curse/Salvation Jane honey. October 2011
315. Institut für Pharmazeutische Biologie und Phytochemie, Uni Münster: Gemeines Kreuzkraut oder Gemeines Greiskraut (*Senecio vulgaris* L.) als giftige Verunreinigung von Rucola-Salat. [http://www.uni-muenster.de/Chemie.pb/garten/Pflanze\\_des\\_Monats/Senecio\\_vulgaris.html](http://www.uni-muenster.de/Chemie.pb/garten/Pflanze_des_Monats/Senecio_vulgaris.html)
316. Pollmer U et al: Wer hat das Rind zur Sau gemacht? Wie Lebensmittelskandale erfunden und benutzt werden. Rowohlt, Reinbek 2012
317. Bundesinstitut für Risikobewertung: Salatmischung mit Pyrrolizidinalkaloid-haltigem Greiskraut verunreinigt. Stellungnahme 2007, Nr. 28
318. Träger B, Große WR: Zur Biologie von *Lucilia sericata* Meig. (Diptera) und deren Nutzung als Bestäuber von Kulturpflanzen. *Hercynia* 1987; 24: 153-165

# EU.L.E.N-SPIEGEL



Wissenschaftlicher Informationsdienst des Europäischen Institutes für Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften (EU.L.E.) e.V.  
Der EU.L.E.N-SPIEGEL ist unabhängig und werbefrei • ISSN 1863 - 1495 • [www.euleev.de](http://www.euleev.de)

## Impressum

### Wissenschaftlicher Beirat

Prof. Dr. Michael Böttger, Hamburg  
Dr. Hans F. Hübner, MD, Berlin  
Prof. Dr. Dr. Heinrich P. Koch, Wien  
Prof. Dr. Egon P. Köster, Dijon

### Redaktion

Lebensmittelchemiker Udo Pollmer (Chefredaktion)  
[Upollmer@das-eule.de](mailto:Upollmer@das-eule.de)  
Dipl. Sozialwissenschaftler Landwirt Klaus Alfs  
Dr. med. Gunter Frank  
Dipl. oec. troph. Jutta Muth  
Dr. rer. nat. Monika Niehaus  
Dipl.-Übersetzerin Kirsten Nutto  
Dipl.-Biol. Andrea Pfuhl  
Dr. med. Dipl.-Ing. Peter Porz (Internist)  
Frank D. Schipper (Mediengestalter Bild & Ton)  
Dr. med. vet. Manfred Stein

### Grafische Gestaltung

Grafikdesigner Karl-Ludwig Leiter  
Bauzeichnerin Ute Düll

### Abdrucke

Der Abdruck einzelner Beiträge ist nur mit Genehmigung durch das EU.L.E. und bei entsprechender Quellenangabe gestattet. Erbeten werden zwei Belegexemplare. Der EU.L.E.N-SPIEGEL oder Teile daraus dürfen nicht zu Werbezwecken eingesetzt werden.

### Disclaimer

Geschützte Warennamen (Marken) werden nicht besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

### Herausgeber

Europäisches Institut für Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften (EU.L.E.) e.V.  
Dr. med. vet. Manfred Stein, Am Kiebitzberg 10,  
D-27404 Gyhum  
Internet: <http://www.das-eule.de>  
Vorstand und V.i.S.d.P.: Dr. med. vet. Manfred Stein, Gyhum

### Bezug

Bezug des EU.L.E.N-SPIEGELS ist durch Fördermitgliedschaft oder Abonnement möglich. Beides kostet 92.- Euro für Privatpersonen und 499.- Euro für Firmen (institutional subscription). Bestellformular unter <http://www.euleev.de/> oder bei der Mitgliederverwaltung: Ute Düll, Eppinger Straße 4, 75050 Gemmingen  
Tel.: 07262 / 6012565, E-Mail: [UDuell@das-eule.de](mailto:UDuell@das-eule.de)

### Spenden

EU.L.E. e.V. ist als gemeinnützig und besonders förderungswürdig anerkannt. Spenden sind steuerabzugsfähig.  
Hamburger Sparkasse, Konto 1261 175978,  
BLZ 200 505 50  
BIC: HASP DE HH XXX  
IBAN: DE 3320050550 1261175978

### Bildverzeichnis S. 44

S.4: RoRo  
S.5: Laura garimberti, Wikimedia Commons  
lizenziert unter Creative Commons-Lizenz by-sa 3.0  
URL: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>  
S.6: Waugsberg, Wikimedia Commons  
lizenziert unter Creative Commons-Lizenz by-sa 3.0  
URL: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>  
S.7: ©Eva Schmidt/fotolia.com  
S.10 links oben: ©Martina Berg/fotolia.com  
S.10 rechts Mitte: Chris Severn, Wikimedia Commons  
lizenziert unter Creative Commons-Lizenz by-sa 3.0  
URL: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>  
S.10 unten: Pollinator, Wikimedia Commons  
lizenziert unter Creative Commons-Lizenz by-sa 3.0  
URL: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>