Bye bye Biene?

Das Bienensterben und die Risiken für die Landwirtschaft in Europa

Report, Greenpeace Research Laboratories/ Universität Exeter (England)

GREENPEACE

Bye bye Biene?

Das Bienensterben und die Risiken für die Landwirtschaft in Europa

Report, Greenpeace Research Laboratories/ Universität Exeter (England)

3 Zusammenfassung

13 Kapitel 1
Einführung: Die Bedeutung von Bienen und anderen Bestäubern für die Landwirtschaft und den Ökosystemschutz

17 Kapitel 2
Die Situation von Bienen und anderen Bestäubern in Europa und weltweit

23 Kapitel 3
Haupteinflussfaktoren auf die Gesundheit von Bienenpopulationen

29 Kapitel 4
Insektizide

39 Kapitel 5
Was wir tun können, um Bienen und andere Bestäuber zu schützen

45 Kapitel 6
Schlussfolgerungen und Empfehlungen

46 Literaturverzeichnis

Impressum

Herausgeber
Greenpeace e.V.
Große Elbstr. 39
22767 Hamburg

Neue Adresse ab Sommer 2013
Greenpeace e.V.
Hongkongstraße 10
20457 Hamburg

T 040.30618-0
F 040.306 18-100
mail@greenpeace.de
www.greenpeace.de

Politische Vertretung Berlin
Marienstr. 19–20
10117 Berlin
T 030.30 88 99-0

V.i.S.d.P.: Dirk Zimmermann

Stand: 04/2013

Orginalausgabe
Bees in Decline
– A review of factors that put pollinators and agriculture in Europe at risk

JN446

by Greenpeace International
Ottho Heldringstraat 5
1066 AZ Amsterdam
The Netherlands

Autoren
Reyes Tirado, Gergely Simon, Paul Johnston

Übersetzung
Katja Rameil, Veronika Neuhold

Fotos Umschlagseite
© Greenpeace / Pieter Boer

Hintergrundbild Honigwabe
© Greenpeace / Pieter Boer

Grafische Überarbeitung
sichtagitation.de, Erik Tuckow

Greenpeace Schweiz
Heinrichstrasse 147
CH-8031 Zürich
infoservice@greenpeace.ch
www.greenpeace.ch

Greenpeace in Zentral- und Osteuropa
Fernkorngasse 10
A-1100 Wien
office@greenpeace.at
www.greenpeace.at

Zusammenfassung

Wenn Sie das nächste Mal eine Biene sehen, dann denken Sie daran, dass ein Großteil der Nahrungsmittel, die wir zu uns nehmen, maßgeblich von Insektenbestäubung abhängig ist. Es handelt sich dabei um eine entscheidende Ökosystemdienstleistung, die von Bienen und anderen Bestäubern erbracht wird.

Ohne Insektenbestäubung müsste etwa ein Drittel der Nutzpflanzen, auf die wir zu Ernährungszwecken angewiesen sind, mit anderen Mitteln bestäubt werden – andernfalls würden sie deutlich weniger Nahrungsmittel produzieren. Bis zu 75 Prozent unserer Kulturpflanzen wären von einem Produktivitätsrückgang betroffen. Die nahrhaftesten und beliebtesten Nutzpflanzen auf unserem Speiseplan – darunter viele wichtige Obst- und Gemüsesorten – sowie einige Futterpflanzen für die Fleisch- und Milchproduktion würden ohne jeden Zweifel durch einen Rückgang der Insektenbestäuber arg in Mitleidenschaft gezogen; vor allem die Produktion von Äpfeln, Erdbeeren, Tomaten und Mandeln würde darunter leiden.

Der jüngsten Schätzung zufolge liegt der globale wirtschaftliche Nutzen der Bestäubung bei 265 Milliarden Euro, was dem Wert der Kulturpflanzen entspricht, die auf natürliche Bestäubung angewiesen sind. Das ist freilich kein „realer“ Wert, da sich dahinter die Tatsache verbirgt, dass die natürliche Bestäubung, wenn sie stark beeinträchtigt werden oder ganz ausfallen sollte, möglicherweise nicht zu ersetzen ist – und damit steigt ihr wahrer Wert ins Unendliche.

Und welchen Wert könnten wir beispielsweise für die Farbenfreude ansetzen, mit der uns ein heller Frühlingstag begrüßt? Neben Kulturpflanzen sind bis zu 90 Prozent aller Wildpflanzen für ihre Fortpflanzung auf Bestäubung durch Tiere angewiesen. Demzufolge sind die natürlichen Lebensräume und weitere von ihnen bereitgestellte Ökosystemdienstleistungen ebenfalls direkt oder indirekt von Insektenbestäubern abhängig.

Bienen – sowohl von Imkern gehaltene Honigbienen als auch zahlreiche Wildbienenarten – sind in den meisten geografischen Regionen die überwiegende und wirtschaftlich bedeutsamste Gruppe der Bestäuber. Seit einigen Jahren jedoch nehmen bewirtschaftete Honigbienenvölker zunehmend Schaden. Gleichzeitig gibt es einen weltweiten Trend zum vermehrten Anbau von Nutzpflanzen, die auf Bienenbestäubung angewiesen sind. Infolgedessen hat der Beitrag wilder Bestäuber, zu denen viele weitere Bienenarten und andere Insekten zählen, weltweit an Bedeutung zugenommen und rückt zunehmend ins Interesse der Forschung. Zudem sind auch Wildbienen durch zahlreiche Umweltfaktoren gefährdet, beispielsweise den Mangel an natürlichen und naturnahen[1] Lebensräumen und die steigende Belastung durch menschengemachte Chemikalien.

Um es auf den Punkt zu bringen: **Der Bestand an Bienen und anderen Bestäubern scheint weltweit zurückzugehen.** Das betrifft sowohl wilde als auch von Imkern gehaltene Arten, insbesondere in Nordamerika und Europa. Das Fehlen zuverlässiger regionaler und internationaler Programme zur Überwachung des derzeitigen Zustands und der Entwicklung von Bestäubern hat zur Folge, dass hinsichtlich des Ausmaßes dieses Rückgangs große Unsicherheit herrscht. Die bereits erfassten Verluste sind jedoch besorgniserregend. In den vergangenen Wintern lag die Sterberate bei Honigbienenvölkern in Europa im Durchschnitt bei etwa 20 Prozent (wobei die Zahlen der einzelnen europäischen Länder zwischen 1,8 Prozent und 53 Prozent stark variieren).

1 Unter „naturnahen“ Ökosystemen sind solche zu verstehen die durch Nutzung verändert aber weitgehend ungestört sind; in Agrarökosystemen handelt es sich dabei um extensiv bewirtschaftete Flächen, auf denen auf den Einsatz von Düngemitteln und Agrochemikalien verzichtet wird

Drei wichtige Punkte geben hinsichtlich der globalen Bestäubergesundheit Anlass zur Sorge:

1. Derzeit liegen keine exakten Daten vor, um verlässliche Schlussfolgerungen zum globalen Zustand von Bestäubern hinsichtlich ihres Vorkommens und ihrer Vielfalt ableiten zu können.

2. Da der Bedarf an Bestäubern sowohl auf lokaler als auch auf regionaler Ebene schneller steigt als ihr Bestand, könnten wir aktuell und in naher Zukunft an die Grenzen der Bestäubung stoßen. Das ist darauf zurückzuführen, dass der Anbau hochwertiger bestäubungsabhängiger Kulturpflanzen schneller zunimmt als der globale Bestand kommerziell gehaltener Honigbienen, und gleichzeitig auch Wildbestäuber in ihrem Vorkommen und ihrer Vielfalt eingeschränkt werden.

3. Das Vorkommen von Honigbienenpopulationen ist in den einzelnen Agrargebieten äußerst unterschiedlich: In einigen Honig produzierenden Ländern wird ein Wachstum verzeichnet, andernorts jedoch werden Rückgänge dokumentiert, und das selbst in Gebieten mit hoher landwirtschaftlicher Produktion in den USA sowie in Großbritannien und vielen anderen westeuropäischen Ländern.

In bestimmten Gebieten Nordamerikas, Ostasiens und Europas kann der Bestäubungswert bei bis zu 1.500 US-Dollar pro Hektar liegen. Dieses Geld geht Landwirten – und der Gesellschaft im Allgemeinen – verloren, wenn die Bestäuber in diesen Regionen schwinden. Große Teile Italiens und Griechenlands weisen außergewöhnlich hohe Werte hinsichtlich des Bestäubungsnutzens auf. Auch große Gebiete in Spanien, Frankreich, Großbritannien, Deutschland, den Niederlanden, der Schweiz und Österreich verfügen über „Hotspots" mit hohem Bestäubungswert.

Der zwischen 1993 und 2009 beobachtete Anstieg der Produzentenpreise für bestäubungsabhängige Kulturpflanzen kann als jüngstes „Warnsignal" für das Spannungsfeld zwischen Ernteerträgen und dem Rückgang der Bestäuberpopulation gedeutet werden. Wenn wir zusätzliche Einschränkungen der Nahrungsmittelproduktion und weitere Abholzungen zur Erhöhung der landwirtschaftlichen Nutzfläche vermeiden wollen, müssen wir daran arbeiten, die zugrunde liegenden Stressfaktoren auszuschalten, die sich negativ auf die Bestäubungsleistungen von Honigbienen und Wildbestäubern auswirken.

Der weltweite Rückgang von Bienenpopulationen bzw. die Verschlechterung ihrer allgemeinen Gesundheit sind nicht auf einen einzigen Faktor allein zurückzuführen. Vielmehr liegen dieser Entwicklung zweifelsohne vielfältige Faktoren zugrunde, die bereits bekannt oder noch unbekannt sind und einzeln oder in Kombination wirken können.

Die wichtigsten Faktoren, die nachteilig auf die Bestäubergesundheit wirken, stehen im Zusammenhang mit Krankheiten und Parasiten und sind zudem auf weitverbreitete industrielle Agrarpraktiken zurückzuführen, die viele Aspekte im Lebenszyklus der Biene negativ beeinflussen. Sämtlichen anderen Faktoren liegt der Klimawandel zugrunde, der die Bestäubergesundheit ebenfalls zunehmend belastet. Einige Pestizide führen zu einer direkten Gefährdung von Bestäubern. Die Verbannung bienenschädlicher Chemikalien aus der Landwirtschaft ist ein wesentlicher und vor allem wirksamer erster Schritt zum Schutz der Gesundheit von Bienenvölkern.

Krankheiten und Parasiten

Viele Imker sind sich darüber einig, dass die *Varroamilbe (Varroa destructor)*, ein Ektoparasit, die Bienenhaltung auf der ganzen Welt ernsthaft gefährdet. In einigen südeuropäischen Ländern haben sich auch andere Parasiten wie *Nosema ceranae* als extrem schädlich für Honigbienenvölker erwiesen. Zusätzlich üben neue Viren und Krankheitserreger wahrscheinlich weiteren Druck auf Bienenvölker aus.

Wie anfällig Bienen für Krankheiten und Parasiten sind, scheint durch vielfältige Faktoren beeinflusst zu werden, insbesondere durch ihre Ernährung und die Belastung mit giftigen Chemikalien. So scheinen einige Pestizide Honigbienen zu schwächen, die infolgedessen anfälliger für Infektionen und Parasitenbefall werden.

Industrielle Landwirtschaft

Weder Honigbienen noch Wildbestäuber bleiben von den vielfältigen und extremen Auswirkungen der industriellen Landwirtschaft verschont: Sie leiden nicht nur aufgrund der Zerstörung natürlicher Lebensräume, sondern auch unter den schädlichen Folgen intensiver landwirtschaftlicher Praktiken, da sich ihre natürliche Ausbreitung unweigerlich mit industriellen Agrarlandschaften überschneidet.

Dabei spielen sowohl die Zerschneidung natürlicher und naturnaher Lebensräume als auch die Ausbreitung von Monokulturen und die fehlende Vielfalt eine Rolle. Aufgrund destruktiver Praktiken, die Nistmöglichkeiten für Bienen einschränken, und des Spritzens von Herbiziden und Pestiziden stellt die industrielle Landwirtschaft weltweit eine der größten Bedrohungen für Bestäubergemeinschaften dar.

Landwirtschaftssysteme wie ökologische Anbausysteme, die sich die biologische Vielfalt zunutze machen und ohne den Einsatz von Chemikalien auskommen, können sich jedoch günstig auf kommerziell gehaltene und wilde Bestäubergemeinschaften auswirken. Ökologische Mischkultursysteme können zusätzliche Blütenressourcen für Bestäuber zur Verfügung stellen, indem sie beispielsweise die Habitat-Heterogenität für Bienen steigern. Das spricht für die potenziell günstige Rolle ökologischer/biologischer landwirtschaftlicher Methoden.

Klimawandel

Viele der vorausgesagten Folgen des Klimawandels wie steigende Temperaturen, veränderte Niederschlagsmuster und unregelmäßigere oder extremere Wetterereignisse werden sich auf Bestäuberpopulationen auswirken. Solche Veränderungen können die Bestäuber im Einzelnen und schließlich auch ihre Völker betreffen und sich in höheren Aussterberaten von Bestäuberarten niederschlagen.

Insektizide

Insbesondere **Insektizide** stellen die größte direkte Gefahr für Bestäuber dar. Wie ihr Name verrät, handelt es sich um Chemikalien zur Abtötung von Insekten. In der Umwelt werden sie in großem Maßstab eingesetzt, hauptsächlich im Umfeld von Kulturflächen.

Obwohl bisher nur wenige Daten darüber vorliegen, in welchem Umfang Insektizide zum weltweiten Bestäuberrückgang beitragen, zeigt sich inzwischen immer häufiger, dass sich einige Insektizide in den Konzentrationen, in denen sie im derzeitigen chemieintensiven Agrarsystem regelmäßig zum Einsatz kommen, deutlich negativ auf die Gesundheit des einzelnen Bestäubers sowie ganzer Bestäubervölker auswirken.

Die beobachteten subletalen Wirkungen geringer Insektiziddosen auf Bienen sind vielfältig und unterschiedlich. Diese allgemeinen Auswirkungen lassen sich in die folgenden Kategorien unterteilen:

1. Physiologische Wirkungen, die auf verschiedenen Ebenen auftreten und beispielsweise als Entwicklungsrate (d. h. die bis zur vollen Entwicklung benötigte Zeit) oder als Missbildungsrate (d. h. in den Zellen innerhalb des Bienenstocks) gemessen wurden.

2. Störungen des Sammelmusters von Honigbienen, beispielsweise durch Auswirkungen auf Navigation und Lernverhalten.

3.Beeinträchtigung des Sammelverhaltens durch Bienen abschreckende und zurückweisende Wirkungen so wie Einschränkung der olfaktorischen Fähigkeiten.

4. Auswirkungen neurotoxischer Pestizide auf die für Insekten äußerst wichtigen Lernprozesse (d. h. Wiedererkennen von Blüten und Nistplätzen, räumliche Orientierung), die für Bienenarten umfassend identifiziert und untersucht wurden.

Diese negativen Auswirkungen sind eine Warnung vor unerwarteten Folgen bienenschädlicher Pestizide für andere Bestäuber. Sie vergegenwärtigen die Notwendigkeit, das Vorsorgeprinzip anzuwenden und die Bestäuber als Gesamtheit zu schützen, unabhängig davon, ob sie in Kultur gehalten werden oder in freier Wildbahn leben. Wenn Einschränkungen bienenschädlicher Pestizide nur für Kulturpflanzen angewandt werden, die für Honigbienen attraktiv sind, bleibt das Risiko für andere Bestäuber möglicherweise bestehen.

Einige Insektizide, darunter die als *Neonicotinoide* bekannte Gruppe, wirken systemisch, das heißt, sie bleiben nicht an der Oberfläche einer Pflanze, sondern dringen in ihr Gefäßsystem ein und gelangen so überallhin. Einige *Neonicotinoid-Insektizide* werden zur Umhüllung von Samen eingesetzt, damit diese bei der Aussaat geschützt sind (Beizung). Wenn der gebeizte Samen zu keimen und zu wachsen beginnt, verteilen sich die *Neonicotinoide* in den Stängeln und Blättern der Pflanze und können so schließlich ins Guttationswasser (wässrige Absonderung des Sämlings an der Spitze der jungen Blätter) und später auf Pollen und Nektar gelangen. Da systemisch wirkende Insektizide im Lebenszyklus einer Pflanze an verschiedenen Stellen nachweisbar sind, erhöht der steigende Einsatz von *Neonicotinoiden* das mögliche Risiko für Bestäuber, diesen Chemikalien über längere Zeiträume hinweg ausgesetzt zu sein.

Von Bienen gesammelter Pollen kann hohe Mengen verschiedenster Pestizidrückstände aufweisen. Pollen ist die Haupteiweißquelle der Honigbienen und spielt für die Ernährung der Biene und die Gesundheit des Volkes eine entscheidende Rolle. Angesichts der vielen verschiedenen Pestizidrückstände, die in der Umgebung von Bienen gleichzeitig vorkommen, scheinen Interaktionen zwischen verschiedenen Pestiziden durchaus möglich. Eine Studie kam zu folgendem Schluss: „Die Ernährung mit Pollen, der durchschnittlich sieben verschiedene Pestizide enthält, hat mit hoher Wahrscheinlichkeit Auswirkung auf die Gesundheit der Bienen.“ (Mullin et al., 2010)

Bienenschädliche Pestizide können in einer Liste zusammengefasst werden, damit angesichts ihrer potenziellen unmittelbaren Risiken für die Bestäubergesundheit gezieltes Handeln möglich ist. Auf der Grundlage der verfügbaren wissenschaftlichen Daten hat Greenpeace sieben wichtige Insektizide identifiziert, deren Einsatz eingeschränkt werden muss und die aus der Umwelt zu verbannen sind, damit Bienen und andere Bestäuber nicht mehr damit belastet werden. Diese Liste umfasst **Imidacloprid, Thiamethoxam, Clothianidin, Fipronil, Chlorpyrifos, Cypermethrin und Deltamethrin.**

Diese sieben Chemikalien werden allesamt in Europa großflächig eingesetzt. In hohen Konzentrationen sind sie nachweislich akut schädlich für Bienen – in erster Linie für Honigbienen als Modellzielgruppe, aber auch für andere Bestäuber. Ein weiterer Grund zur Besorgnis ist die Tatsache, dass bestimmte Folgen auch das Ergebnis chronischer Belastungen mit geringen, subletalen Dosen sein können. Zu den in diesem Zusammenhang beobachteten Auswirkungen zählen die Beeinträchtigung der Sammelfähigkeit (die Bienen finden nach dem Sammelflug nicht mehr zum Bienenstock zurück und können nicht mehr effizient navigieren), die Beeinträchtigung der Lernfähigkeit (das olfaktorische bzw. Geruchsgedächtnis ist für das Verhalten einer Biene essenziell), eine erhöhte Sterblichkeit und Entwicklungsstörungen, auch bei Larven und Königinnen (siehe Tabelle 1, in der die möglichen Schädigungen durch die sieben wichtigsten Chemikalien zusammengefasst sind).

Die wissenschaftl. Erkenntnisse sprechen eine klare Sprache. Sie zeigen deutlich, dass der potenzielle Schaden dieser Pestizide jeglichen angenommenen Nutzen einer gesteigerten landwirtschaftlichen Produktivität durch Schädlingsregulierung weit übersteigt. Tatsächlich werden sich vermeintlich vorteilhafte Trade-offs mit hoher Wahrscheinlichkeit als völlig illusorisch erweisen. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat die Risiken einiger dieser Pestizide – insbesondere der drei *Neonicotinoide* – bestätigt; gleichzeitig herrscht weitgehend Übereinstimmung darüber, dass der wirtschaftliche Nutzen von Bestäubern von zentraler Bedeutung ist.

Tabelle 1. Sieben Pestizide, die aufgrund ihrer bienenschädlichen Wirkung vollständig aus der Umwelt verbannt werden müssen.

		LD_{50} ORAL (µg pro Biene)	LD_{50} KONTAKT (µg pro Biene)	EU-Länder, in denen die Substanz eingesetzt wird	Substanz zum Beizen von Saatgut	Wirkt die Substanz systemisch?	Nutzpflanzen, bei denen die Substanz in Europa hauptsächlich zum Einsatz kommt
	IMIDACLOPRID	0.0037	0.081	AT, BE, BG, CY, CZ, DE, DK, EE, EL, ES, FI, FR, HU, IE, IT, LT, LU, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SK, UK	ja	ja	Reis, Getreide, Mais, Kartoffeln, Gemüse, Zuckerrüben, Obst, Baumwolle, Sonnenblumen. Auch in Gärten eingesetzt. Systemische Wirkung bei Verwendung als Saatgut- oder Bodenbehandlungsmittel.
Substanzklasse	Neonicotinoid						
Hersteller	Bayer						
Handelsnamen	Gaucho, Confidor, Imprimo u. v. a.						
	THIAMETHOXAM	0.005	0.024	AT, BE, BG, CY, CZ, DE, DK, EE, EL, ES, FI, FR, HU, IT, LT, LU, LV, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, UK	ja	ja	Mais, Reis, Kartoffeln, Sonnenblumen, Zuckerrüben, Blatt- und Fruchtgemüse, Baumwolle, Zitrusfrüchte, Tabak, Soja.
Substanzklasse	Neonicotinoid						
Hersteller	Syngenta						
Handelsnamen	Cruiser, Actara						
	CLOTHIANIDIN	0.00379	0.04426	AT, BE, BG, CZ, DE, DK, EE, EL, ES, FI, FR, HU, IE, IT, LT, NL, PL, PT, RO, SI, SK, UK	ja	ja	Mais, Raps, Zuckerrüben, Sonnenblumen, Gerste, Baumwolle, Soja.
Substanzklasse	Neonicotinoid						
Hersteller	Bayer, Sumitomo Chemical Takeda						
Handelsnamen	Poncho, Cheyenne, Dantop, Santana						
	FIPRONIL	0.00417		BE, BG, CY, CZ, ES, FR, HU, NL, RO, SK	ja	mäßig	Beizung von Mais-Saatgut, Baumwolle, Trockenbohnen, Reis, Soja, Hirse, Sonnenblumen, Raps, Weizen. Auch zur Bekämpfung von Flöhen, Termiten und Kakerlaken sowie als Fruchtfliegen-Lockmittel eingesetzt.
Substanzklasse	Phenylpyrazol						
Hersteller	BASF						
Handelsnamen	Regent						
	CHLORPYRIFOS	0.25	0.059	AT, BE, BG, CY, CZ, DE, EE, EL, ES, FR, HU, IE, IT, LU, MT, NL, PL, PT, RO, SI, SK, UK	ja	nein	Mais, Baumwolle, Mandeln, Obstbäume einschließlich Orangen und Äpfeln. Auch zur Bekämpfung von Flöhen, Ameisen, Termiten, Moskitos usw. eingesetzt.
Substanzklasse	Organophosphat						
Hersteller	Bayer, Dow Agroscience, u. a.						
Handelsnamen	Cresus, Exaq, Reldan u. v. a.						
	CYPERMETHRIN	0.035	0.02	AT, BE, BG, CY, CZ, DE, DK, EE, EL, ES, FI, FR, HU, IE, IT, LT, LU, LV, MT, NL, PT, RO, SE, SK, UK	ja	nein	Obst- und Gemüsekulturen, Baumwolle. Biozid für den häuslichen und gewerblichen Gebrauch (z. B. Schulen, Krankenhäuser, Restaurants,Lebensmittelverarbeitungsbetriebe, Viehhaltung).
Substanzklasse	Pyrethroid						
Hersteller	viele, darunter der französische Hersteller SBM Développement und CPMA						
Handelsnamen	Demon WP, Raid, Cyper, Cynoff, Armour C, Signal						
	DELTAMETHRIN	0.079	0.0015	AT, BE, BG, CY, CZ, DE, EE, EL, ES, FI, FR, HU, IE, IT, LT, LU, LV, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, UK	ja	nein	Obstbäume (Äpfel, Birnen, Pflaumen), Kohlgemüse, Erbsen. Gewächshauskulturen wie Gurken, Tomaten, Paprika und Zierpflanzen.
Substanzklasse	Pyrethroid						
Hersteller	viele						
Handelsnamen	Cresus, Decis, Deltagrain, Ecail, Keshet, Pearl expert u. v. a.						

Argumente für ein Verbot dieser Substanz, um die Gesundheit von Bienen zu schützen

Es handelt sich um ein *Neonicotinoid*, das häufig zur Behandlung von Saatgut eingesetzt wird und das auch in geringen Dosen giftig auf Bienen wirkt und subletale Wirkungen hat:

- Die Substanz wurde im Guttationswasser von Pflanzen gefunden, die aus behandelten Samen gezogen worden waren. Sie wurde dort in Konzentrationen nachgewiesen, die für Bienen giftig sind (Girolami et al., 2009).
- Mögliche Synergieeffekte, wenn die Bienen gleichzeitig mit dem Parasiten *Nosema* befallen sind (Pettis et al., 2012; Alaux et al., 2010).
- Wehrt bestäubende Fliegen und Käfer von potenziellen Nahrungsquellen ab (Easton und Goulson, 2013).

Bei subletalen Konzentrationen:

- Beeinträchtigt das mittelfristige Gedächtnis sowie die metabolische Aktivität des Gehirns von Honigbienen (Decourtye et al., 2004).
- Führt bei Honigbienen zu abnormem Sammelverhalten (Schneider et al., 2012; Yang et al., 2008).
- Wirkt sich selbst in sehr geringen Mengen negativ auf die Entwicklung von Hummelvölkern aus. Besondere Auswirkungen auf Bienenköniginnen (Whitehorn et al., 2012).
- Beeinflusst bei einer Wildbienenart die neurale Entwicklung und beeinträchtigt das Laufvermögen von frisch geschlüpften (erwachsenen) Arbeiterinnen (Tomé et al., 2012).
- In geringen Mengen, die mit den Konzentrationen vergleichbar sind, wie sie auf landwirtschaftlich genutzten Flächen vorliegen, sowie in Kombination mit dem Pyrethroid l-Cyhalothrin erhöht diese Substanz bei Hummeln die Sterblichkeit von Arbeiterinnen und führt zu einem geringeren Sammelerfolg, was sich negativ auf die Gesundheit des Volkes auswirkt (Gill et al., 2012).

Es handelt sich um ein Neonicotinoid, das häufig zur Behandlung von Saatgut eingesetzt wird und das auch in geringen Dosen giftig auf Bienen wirkt und subletale Wirkungen hat:

- Die Substanz wurde im Guttationswasser von Pflanzen gefunden, die aus behandelten Samen gezogen worden waren. Sie wurde dort in Konzentrationen nachgewiesen, die für Bienen giftig sind (Girolami et al., 2009).

Bei subletalen Konzentrationen:

- Honigbienen-Arbeiterinnen konnten nach der Futtersuche den Rückweg zum Bienenstock nicht mehr finden. Dies führte zu einer Schwächung des Volkes und erhöhte das Risiko seines Kollabierens (Henry et al., 2012).
- Beeinträchtigt das mittelfristige olfaktorische Gedächtnis von Bienen (Aliouane et al., 2009).
- Beeinträchtigt die Gehirn- und Mitteldarmfunktion und verkürzt die Lebensdauer der Afrikanisierten Honigbiene (Oliveira et al., 2013).

Es handelt sich um ein Neonicotinoid, das häufig zur Behandlung von Saatgut eingesetzt wird und das auch in geringen Dosen giftig auf Bienen wirkt und subletale Wirkungen hat:

- Die Substanz wurde im Guttationswasser von Pflanzen gefunden, die aus behandelten Samen gezogen worden waren. Sie wurde dort in Konzentrationen nachgewiesen, die für Bienen giftig sind (Girolami et al., 2009).

Bei subletalen Konzentrationen:

- Senkt die Sammelaktivität und erhöht die für Sammelflüge benötigte Zeit (Schneider et al., 2012).

Es handelt sich um ein Pestizid, das häufig zur Behandlung von Saatgut eingesetzt wird und das auch in geringen Dosen giftig auf Bienen wirkt und subletale Wirkungen hat:

- Beobachtung negativer Synergieeffekte bei Honigbienen, wenn gleichzeitig andere Pestizide (Thiacloprid) eingesetzt werden und die Bienen gleichzeitig mit dem Parasiten Nosema befallen sind (Vidau et al., 2011).

Bei subletalen Konzentrationen:

- Beeinträchtigt die Mobilität von Honigbienen, erhöht ihren Wasserverbrauch und beeinträchtigt ihre Fähigkeit, Gerüche zu erkennen (Aliouane et al., 2009).
- Verringert die Lernfähigkeit von Honigbienen. Zählt zu den Pestiziden, die das Lernverhalten am stärksten beeinträchtigen.

Zählt zu den weltweit am häufigsten eingesetzten Pestiziden.

Wirkt stark giftig auf Bienen.

- Eine uruguayische Honigbienenart erwies sich als 10-mal empfindlicher als in Europa getestete Bienen (Carrasco-Letelier et al., 2012). Dies deutet darauf hin, dass die Stärke der Reaktion von der Bestäuberart abhängig ist.

- Wirkt sich in geringen Konzentrationen negativ auf die Physiologie von Honigbienen aus und senkt ihre motorische Aktivität (Williamson et al., 2013)

(Anmerkung: LD50 (letale Dosis, 50 Prozent) ist die Dosis, die erforderlich ist, um innerhalb einer festgelegten Testdauer die Hälfte der Bienen aus einem Testvolk zu töten.)

Es handelt sich um ein weltweit sehr häufig eingesetztes Pestizid.

Bei subletalen Konzentrationen:

- Eine Langzeit-Exposition in geringen Konzentrationen wirkt sich negativ auf die Gesundheit von Bienenvölkern, einschließlich der Gesundheit der Larven, aus (Bendahou et al., 1999).

Es handelt sich um ein weltweit häufig eingesetztes Insektizid.

- In Feldaufwand- und Rückstandsmengen reduziert die Substanz die Anzahl der Sammelflüge von Honigbienen und wirkt sich negativ auf ihre Lernfähigkeit aus (Ramirez-Romero et al., 2005).
- Beeinträchtigt die Fruchtbarkeit, das Wachstum und die Entwicklung einzelner Honigbienen (Dai et al., 2010).

Quellen der LD_{50}-Werte:

LD Imidacloprid: http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/3068.pdf

LD Thiomethoxam: http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=activesubstance.ViewReview&id=399

LD Clothianidin http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=activesubstance.ViewReview&id=368

LD Fipronil: http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/316.htm
Acute 48 hour LD_{50} (Akut 48 Stunden LD_{50})

LD Chlorpyriphos: http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=activesubstance.ViewReview&id=138

LD Cypermithrin: http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=activesubstance.ViewReview&id=143

LD Deltamethrin: http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=activesubstance.ViewReview&id=60
Acute 48 hour LD_{50} (Akut 48 Stunden LD_{50})

Was können wir tun?

Jeder Fortschritt, der bei der Umwandlung des derzeitigen destruktiven, chemieintensiven Landwirtschaftssystems in ein ökologisches Agrarsystem erzielt wird, kommt nicht nur der globalen Bestäubergesundheit zugute, sondern wirkt sich in vielerlei Hinsicht positiv auf andere Umweltdimensionen und die Ernährungssicherheit des Menschen aus.

Kurz- und mittelfristig liegen spezielle Probleme vor, die die Gesellschaft sofort in Angriff nehmen kann, um die globale Bestäubergesundheit zu stabilisieren. Der Nutzen eines solchen Handelns könnte unmittelbar sichtbar werden. Nach einer Analyse des derzeitigen Forschungsstandes über die globale Bestäubergesundheit ist Greenpeace der Überzeugung, dass ein entscheidender Schritt zum Schutz von Honig- und Wildbienen darin besteht, ihre Belastung mit potenziell für sie schädlichen Pestiziden zu verhindern. So kann auch der hohe ökologische und finanzielle Wert der natürlichen Bestäubung gesichert werden.

Beispiele für wissenschaftlich belegte kurz- bis mittelfristige Maßnahmen, die zur Bekämpfung des globalen Bestäuberrückgangs beitragen können, lassen sich in zwei Hauptgruppen zusammenfassen:

1) **Verhinderung der Schädigung von Bestäubern** (indem z. B. dafür gesorgt wird, dass diese keinen potenziell schädlichen Substanzen mehr ausgesetzt sind);

2) **Verbesserung der Bestäubergesundheit** (indem z. B. nichtnachhaltige Anbaupraktiken innerhalb bestehender Agrarökosysteme verändert werden).

Viele Maßnahmen zur Steigerung der Pflanzenvielfalt auf unterschiedlichen Ebenen können die räumliche und zeitliche Verfügbarkeit von Blütenressourcen für Bestäuber verbessern.

Die in letzter Zeit zu verzeichnende Ausweitung der biologischen Landwirtschaft sowie die zunehmende Anwendung landwirtschaftlicher Techniken, die mit weniger chemischen Pflanzenschutzmitteln auskommen oder ganz auf diese verzichten (integrierter Pflanzenschutz) zeigen, dass eine Landwirtschaft ohne Pestizide durchaus möglich, wirtschaftlich rentabel und sicher für die Umwelt ist.

Ökologische Landwirtschaft

Ökologische und biologische Anbaumethoden, die eine hohe Artenvielfalt erhalten und ohne den Einsatz chemischer Pestizide und Düngemittel auskommen, haben sich wiederholt als vorteilhaft für die Verbreitung und die Vielfalt von Bestäubern erwiesen. Dies wiederum begünstigt die Bestäubung von Kulturpflanzen und damit potenzielle Erträge. Biologische und ökologische Produktionsmethoden unterstützen nicht nur Bestäuber, sondern sind auch anderweitig auf vielfältige Weise nützlich. So können beispielsweise Unkraut, Krankheiten und Schädlinge besser abgewehrt werden. Insgesamt wird so die Widerstandsfähigkeit von Ökosystemen gestärkt.

Trotzdem sind diesen Ansätzen bisher deutlich weniger öffentliche Forschungsgelder für die Verbesserung der landwirtschaftlichen Verfahren und des Managements bereitgestellt worden als konventionellen, chemieintensiven Methoden. Dieser Mangel an Unterstützung überrascht, wenn man bedenkt, dass ökologische und biologische Anbausysteme etwa die gleiche Menge an Nahrungsmitteln – und Profiten – erwirtschaften können wie konventionelle Systeme, dabei aber Umwelt und Gesellschaft weit weniger schädigen. Folglich sind zusätzliche öffentliche und private Mittel für die Untersuchung und Entwicklung verbesserter ökologischer Anbaupraktiken notwendig. Letztendlich sind solche Methoden der beste Weg, um ökologische Dienstleistungen, Nahrungsmittelproduktion und Umweltschutz zu maximieren und gleichzeitig zur Förderung einer nachhaltigen sozialen und wirtschaftlichen Entwicklung beizutragen.

Die europäische Agrarpolitik

Die europäische Agrarpolitik, insbesondere die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP), sollte die aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse über den Nutzen wilder und in Kultur gehaltener Bestäuberpopulationen und ihre Bedrohung berücksichtigen und dementsprechend handeln. Damit der Schutz der grundlegenden Ökosystemdienstleistung der Bestäubung gewährleistet ist, müssen dringend Maßnahmen ergriffen werden. Die in diesem Bericht aufgeführten Instrumente, die bereits zum Schutz von Bestäubern bestehen, sollten als Mittel zur Förderung bienenfreundlicher Anbaupraktiken in die Agrarpolitik integriert werden.

Außerdem sollten strenge EU-Verordnungen über den Einsatz potenziell bienenschädlicher Substanzen erlassen werden, die auf den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen zur Schädigung und Anfälligkeit von Honigbienen basieren und sich am Vorsorgeprinzip orientieren. Die eingeführten Schutzmaßnahmen sollten auch auf Wildbestäuber ausgeweitet werden, da diese jetzt und auf unabsehbare Zeit eine entscheidende Rolle für die Sicherung von Bestäubungsleistungen spielen.

Greenpeace fordert

Honigbienen und Wildbestäuber spielen für die Landwirtschaft und Nahrungsmittelproduktion eine entscheidende Rolle. Beide Wirtschaftsbereiche sind durch das derzeitige industrielle, chemieintensive Landwirtschaftsmodell bedroht. Dadurch ist auch die Nahrungsmittelversorgung in Europa gefährdet.

Wie dieser Bericht zeigt, gibt es deutliche wissenschaftliche Belege dafür, dass Neonicotinoide und andere Pestizide eine wichtige Ursache für den derzeitigen Bienenrückgang sind. Folglich sollten politische Entscheidungsträger:

1. **Den Einsatz bienenschädlicher Pestizide verbieten,** angefangen bei den gefährlichsten und populärsten derzeit in der EU zugelassenen Pestiziden; es sind *Imidacloprid, Thiamethoxam, Clothianidin, Fipronil, Chlorpyrifos, Cypermethrin und Deltamethrin* (siehe Tabelle 1).
2. **Durch die Verabschiedung nationaler Aktionspläne für Bestäuber landwirtschaftliche Praktiken unterstützen und fördern,** die sich positiv auf Bestäubungsleistungen in Agrarsystemen auswirken, so z. B. Fruchtfolgen, ökologische Schwerpunktbereiche in landwirtschaftlichen Betrieben und biologische Landwirtschaftsmethoden.
3. **Den Schutz natürlicher und naturnaher Lebensräume innerhalb und in der Umgebung von Agrarlandschaften verbessern und die Biodiversität auf Agrarflächen erhöhen.**
4. **Mehr Mittel für die Erforschung, Entwicklung und Anwendung ökologischer Anbaupraktiken zur Verfügung stellen,** die Abstand von chemischen Schädlingsregulierungsmitteln nehmen und auf biodiversitätsbasierte Instrumente zurückgreifen, um Schädlinge abzuwehren und die Ökosystemqualität zu verbessern. Entscheidungsträger der EU sollten im Rahmen der GAP (Direktzahlungen) und im Rahmen von Horizont 2020 (EU-Forschungsrahmenprogramm) **die wissenschaftliche Erforschung ökologischer Landwirtschaftslösungen stärker finanzieren.**

1

Einführung: Die Bedeutung von Bienen und anderen Bestäubern für die Landwirtschaft und den Ökosystemschutz

„Bienen erreichen ihre kritische Schwelle, weil sie ihre Leistungen in einer zunehmend unwirtlichen Welt erbringen sollen.“

– Spivak et al, 2010

Das Wohlergehen der Menschen wird durch eine Reihe von Ökosystemdienstleistungen (durch die Natur bereitgestellte Funktionen) aufrechterhalten und verbessert. Auf ihnen beruht unser Leben auf der Erde. Diese Ökosystemdienstleistungen – wie Wasserreinigung, Schädlingsregulierung oder Bestäubung, um nur einige wenige zu nennen – werden häufig so aufgefasst, als seien sie ganz selbstverständlich zu unserem Nutzen da, auch wenn sie in unserem technikgesteuerten Alltag nicht immer offensichtlich sein mögen.

Wenn Sie das nächste Mal eine Biene sehen, dann denken Sie daran, dass ein Großteil der Nahrungsmittel, die wir zu uns nehmen, maßgeblich von Insektenbestäubung abhängig ist. Es handelt sich dabei um eine entscheidende Ökosystemdienstleistung, die von Bienen und anderen Bestäubern erbracht wird. Würden Insekten nicht die grundlegende Funktion übernehmen, Pollen effektiv von einer Blüte zur nächsten zu tragen, so müsste etwa ein Drittel der Nutzpflanzen, auf die wir zu Ernährungszwecken angewiesen sind, mit anderen Mitteln bestäubt werden – andernfalls würden sie deutlich weniger Nahrungsmittel produzieren (Kremen et al., 2007). Auch zahlreiche Wildpflanzen (schätzungsweise zwischen 60 und 90 Prozent) sind für ihre Fortpflanzung auf Tierbestäubung angewiesen. Dementsprechend sind auch andere Ökosystemdienstleistungen und die natürlichen Lebensräume, von denen sie zur Verfügung gestellt werden, direkt oder indirekt von Insektenbestäubung abhängig.

Getreidesorten wie Weizen, Reis und Mais, die einen Großteil der menschlichen Nahrung auf der ganzen Welt ausmachen, werden hauptsächlich windbestäubt und sind deshalb weniger von Insektenbestäubern abhängig. Die nahrhaftesten und beliebtesten Nutzpflanzen auf unserem Speiseplan jedoch – wie Obst und Gemüse – sowie einige Futterpflanzen für die Fleisch- und Milchproduktion würden ohne jeden Zweifel durch einen Rückgang der Insektenbestäuber arg in Mitleidenschaft gezogen (Spivak et al., 2011).

Zu den bestäubenden Wildorganismen gehören Bienen, viele Schmetterlingsarten, Nachtfalter, Fliegen, Käfer und Wespen, außerdem auch einige Vögel und Säugetiere. Auch für kommerzielle Zwecke gehaltene Bienenarten (in erster Linie die Honigbiene, Apis mellifera) sind wichtige Bestäuber. Tatsächlich sind die Bienen in den meisten geografischen Regionen die überwiegende und ökonomisch bedeutsamste Gruppe der Bestäuber. Seit einigen Jahren jedoch leiden bewirtschaftete Honigbienenvölker zunehmend an verschiedenen Krankheiten, unter Pestiziden und aufgrund anderer Umweltbelastungen. Dementsprechend scheint der Beitrag wilder Bestäuber (zu denen viele weitere Bienenarten und andere Insekten gehören) zur Nutzpflanzenbestäubung an Bedeutung zugenommen zu haben (Kremen und Miles, 2012; Garibaldi et al., 2013).

Im vorliegenden Bericht liegt der Schwerpunkt hauptsächlich auf den Bienen. Wissenschaftliche Informationen über die Bestäubung liegen insbesondere für vom Menschen gehaltene Honigbienen vor, in geringerem Umfang jedoch auch für Hummeln. Bienen werden häufig als Inbegriff der Bestäuber betrachtet; gleichwohl erkennen wir die wichtige Rolle an, die andere Insekten und Tiere dabei spielen. Einflussfaktoren auf Bienenpopulationen können häufig ebenfalls auf andere Insektenbestäuber (wie Schmetterlinge, Fliegen usw.) wirken, wobei allgemeine Annahmen aufgrund des Zusammenspiels vieler spezifischer und komplexer Faktoren äußerst riskant sind. Um den Zustand und die Gesundheit von Insektenbestäuber-Gemeinschaften

umfassend beurteilen zu können, sind viele zusätzliche wissenschaftliche Informationen notwendig.

Die große Mehrheit der Pflanzen auf der Erde ist auf Tierbestäubung angewiesen, um Samen und Früchte zu produzieren; es gibt nur eine Handvoll von Pflanzenarten, die sich auch ohne den Pollen anderer Pflanzen fortpflanzen können und dementsprechend durch Veränderungen der Gesundheit von Bienenpopulationen nicht beeinträchtigt werden dürften. Für viele der Pflanzenarten, die für die Entwicklung von Samen und Früchten auf den Pollen benachbarter Pflanzen angewiesen sind, haben Veränderungen von Bienenpopulationen jedoch dramatische Folgen; selbst wenn die Fortpflanzung auch unabhängig davon möglich ist, so produzieren doch zahlreiche Pflanzen tendenziell mehr Samen und größere Früchte, wenn Bienen den Pollen zwischen ihnen übertragen.

„Einige Kulturpflanzen wie Mandeln oder Blaubeeren produzieren ohne Bestäuber keinerlei Früchte. Für viele Pflanzen gilt, dass eine gut bestäubte Blüte mehr keimfähige Samen entwickelt, die größere, wohlgeformtere Früchte zum Ergebnis haben. Durch verbesserte Bestäubung kann auch der Zeitraum zwischen Blüte und Fruchtansatz verringert werden. Damit besteht ein geringeres Risiko, dass die Früchte Schädlingen, Krankheiten, schlechtem Wetter und Agrarchemikalien ausgesetzt werden, und es wird Wasser eingespart.“

(UNEP, 2010)

Neueren Schätzungen zufolge werden 87,5 Prozent der Blütenpflanzen durch Tiere bestäubt (Ollerton et al., 2011). Dieser Prozentsatz umfasst sowohl Kultur- als auch Wildpflanzen und unterstreicht die herausragende Bedeutung von Bienen – als einem der wichtigsten Bestäuber weltweit – für die Aufrechterhaltung der Nahrungsmittelproduktion und der Ökosysteme von Wildpflanzen. Bei 75 Prozent der wichtigsten Nahrungspflanzen weltweit führt Tierbestäubung zu verbesserten Früchten bzw. Samen (Klein et al., 2007), und der jüngsten Schätzung des globalen ökonomischen Nutzens der Bestäubung zufolge beläuft sich der Wert der Bestäubung hinsichtlich der bestäubungsabhängigen Produktivität auf 265 Milliarden Euro (Lautenbach et al., 2012). Wie bei jeder Ökosystembewertung tendiert der Wert einer lebenswichtigen Ökosystemdienstleistung freilich zum Unendlichen, wenn diese gefährdet ist und nicht ersetzt werden kann.

„Die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) schätzt, dass von etwa 100 Nutzpflanzenarten, die weltweit 90 Prozent der Nahrung bereitstellen, 71 durch Bienen bestäubt werden. Allein in Europa werden 84 Prozent von 264 Nutzpflanzenarten durch Tiere bestäubt, und dank der Bienenbestäubung gibt es 4.000 Gemüsesorten.“

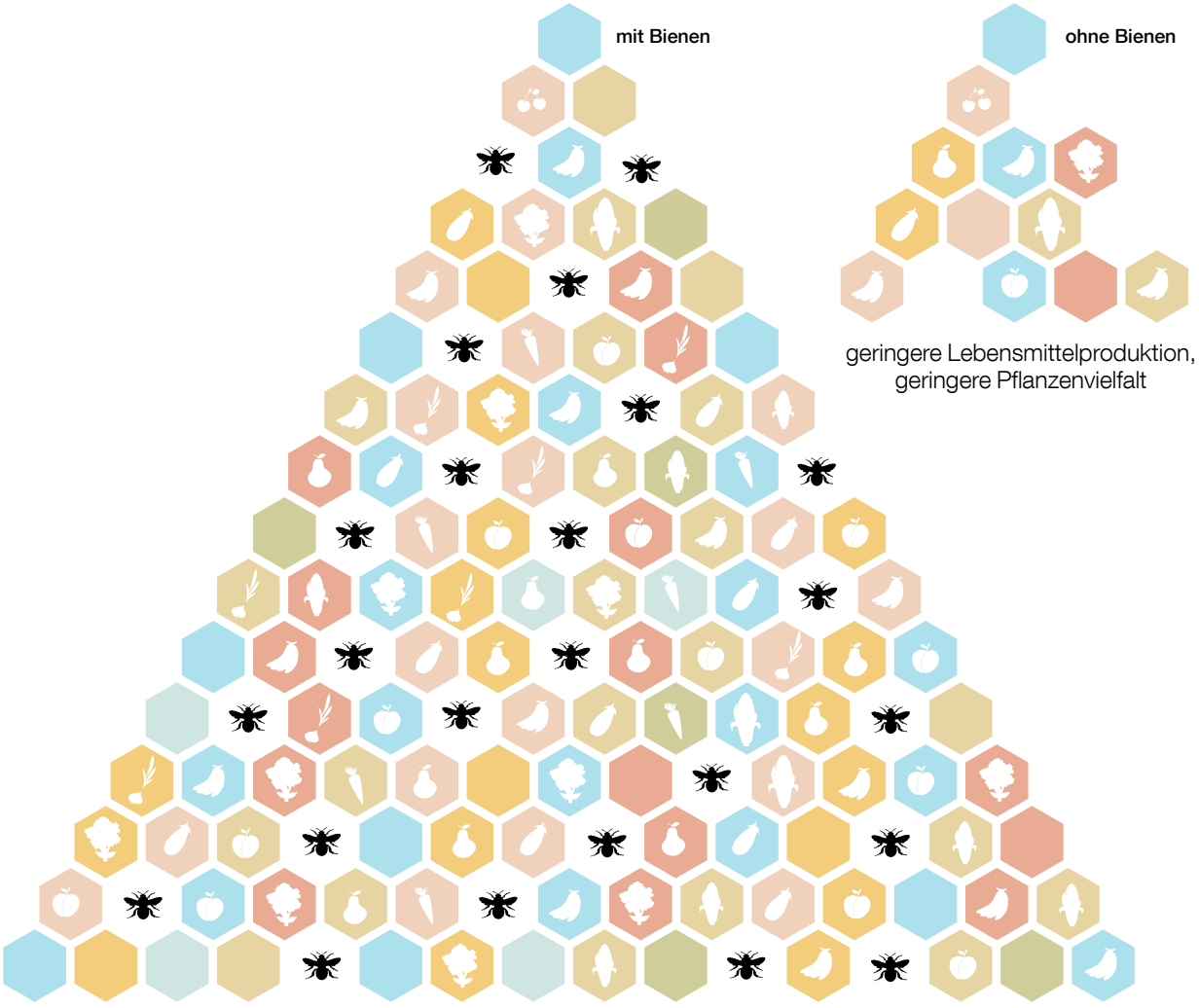
(UNEP, 2010)

„Der Produktionswert einer Tonne bestäubungsabhängiger Nutzpflanzen ist ungefähr fünfmal höher als der jener Kategorien von Nutzpflanzen, die nicht von Insekten abhängen.“

(UNEP, 2010)

In einigen Gebieten Europas gibt es keine überlebensfähigen Populationen wilder Honigbienen, da sie sich ohne menschliche Bewirtschaftung nicht gegen die Belastung durch industrielle Agrarpraktiken (Monokulturen, Herbizide, Pestizide) und den Druck, der aus einer Reihe von natürlichen Krankheiten und Parasiten entsteht, behaupten können. In Spanien beispielsweise überleben lediglich gezüchtete Honigbienen in stark bewirtschafteten Kolonien, die extern mit Nahrung und Medikamenten versorgt werden (Mariano Higes, persönliche Kommunikation).

Die Menschheit nutzt bereits große Teile des potenziell kultivierbaren Bodens auf der Erde für die landwirtschaftliche Produktion; in den vergangenen Jahrzehnten scheint sowohl in den wirtschaftsstarken als auch in den sich entwickelnden Ländern anteilig noch mehr Fläche für den Anbau von bestäubungsabhängigen Kulturpflanzen genutzt zu werden. In wirtschaftsstarken Ländern wird nunmehr 16,7 Prozent mehr Fläche zum Anbau bestäubungsabhängiger Kulturpflanzen genutzt, während in Entwicklungsländern zwischen 1961 und 2006 ein Anstieg von 9,4 Prozent zu verzeichnen war (Aizen und Harder, 2009; Aizen et al., 2009). Der Umfang der Bestäubungsdienstleistungen hat jedoch mit dieser Zunahme bestäubungsabhängiger Kulturpflanzen nicht Schritt gehalten. Daher ist anzunehmen, dass dies unerwünschte Folgen in Form eines Rückgangs der globalen landwirtschaftlichen Produktion nach sich ziehen wird – was wiederum dazu führen könnte, dass aus Kompensationsgründen noch mehr Land in landwirtschaftliche Nutzflächen umgewandelt wird.


mit Bienen
ohne Bienen
geringere Lebensmittelproduktion,
geringere Pflanzenvielfalt
höhere Lebensmittelproduktion, höhere Pflanzenvielfalt

© GREENPEACE / PIETER BOER

2

Die Situation von Bienen und anderen Bestäubern in Europa und weltweit

„Sollte der Schwund an Wildbestäubern anhalten, riskieren wir den Verlust eines erheblichen Anteils der Flora der Welt.“

– Ollerton et al, 2011

Der Bestand an Honig- und Wildbienen sowie anderer Bestäuber scheint weltweit zurückzugehen, insbesondere in Nordamerika und Europa (Potts et al., 2010). Über diesen beobachteten Rückgang wird viel debattiert, was hauptsächlich auf das Fehlen zuverlässiger regionaler und internationaler Programme zur Überwachung des derzeitigen Zustands und der Entwicklung von Bestäubern zurückzuführen ist (Lebuhn et al., 2013). Wo die Verluste jedoch erfasst wurden, sind sie von erschreckendem Ausmaß.

In den USA wurde der Rückgang kommerzieller Honigbienenvölker, der seit 2006 auf 30 bis 40 Prozent beziffert wird, auf den sogenannten „Völkerkollaps“ (Colony Collapse Disorder, CCD) zurückgeführt, ein Syndrom, bei dem die Arbeitsbienen verschwinden (vgl. Hinweise bei Lebuhn et al., 2013). Die seit 2004 andauernden Verluste von Honigbienenvölkern in Nordamerika haben dazu geführt, dass dort inzwischen so wenige Bestäuber in Kultur gehalten werden wie in den letzten 50 Jahren nicht mehr (UNEP, 2010).

In China gibt es sechs Millionen Bienenvölker; etwa 200.000 Imker halten dort die Westliche Honigbiene (Apis mellifera) und die Östliche Honigbiene (Apis cerana). Bei beiden Apis-Arten sahen sich die chinesischen Imker in den vergangenen Jahren mit mysteriösen Völkerverlusten konfrontiert. Größtenteils ließen sich diese Verluste nicht erklären, und die damit im Zusammenhang stehenden Symptome waren hochkomplex. Auch ägyptische Imker entlang des Flusses Nil berichten über das Auftreten von CCD-Symptomen (UNEP, 2010).

Schätzungen zufolge belaufen sich die Verluste an Honigbienenvölkern in Mitteleuropa seit 1985 auf etwa 25 Prozent, in Großbritannien sind es 54 Prozent (Potts et al., 2010).

„Seit 1998 berichten einzelne Imker in Europa über eine ungewöhnliche Schwäche und hohe Sterblichkeit bei Völkern, insbesondere in Frankreich, Belgien, der Schweiz, Deutschland, Großbritannien, den Niederlanden, Italien und Spanien. Die Sterblichkeit ist besonders hoch, wenn die Aktivität zum Winterende und Frühlingsbeginn wieder aufgenommen wird.“

(UNEP, 2010)

In den vergangenen Wintern lag die durchschnittliche Sterblichkeit bei Bienenvölkern in Europa bei etwa 20 Prozent (wobei die Zahlen der einzelnen europäischen Länder zwischen 1,8 Prozent und 53 Prozent stark variieren)[2]. Im Verlauf des Winters 2008/09 lagen die Honigbienenverluste in Europa zwischen 7 und 22 Prozent, im Winter 2009/10 waren es zwischen 7 und 30 Prozent. Bei den Ländern, für die beide Winter erfasst wurden, schienen die Verluste 2009/10 gegenüber 2008/09 deutlich höher zu liegen.[3]

2 Aufzeichnungen der 4. COLOSS-Konferenz, Zagreb, Kroatien, 3.–4. März 2009, abrufbar unter www.coloss.org/publications wie zitiert in Williams et al., 2010.

3 http://www.ibra.org.uk/articles/Honey-bee-colony-losses-in-Canada-China-Europe-Israel-and-Turkey-in-2008-10

Der Schwund betrifft jedoch nicht nur kommerziell gehaltene Bienenvölker: Es liegen auch zahlreiche Berichte über einen Rückgang von einheimischen Wildbestäubern an bestimmten Orten der Erde vor (Cameron et al., 2011; Potts et al., 2010). Die bekanntesten Beispiele sind hier u. a. Großbritannien und die Niederlande (Biesmeijer et al., 2006).

Im Widerspruch zu diesen Beobachtungen steht die Tatsache, dass die weltweite Honigproduktion in den letzten Jahrzehnten zugenommen hat. Manche schließen daraus, dass der Rückgang der Honigbiene lokal begrenzt sei (insbesondere auf Nordamerika und Europa) und durch Steigerungen in den wichtigsten Honig produzierenden Ländern (China, Spanien und Argentinien) ausgeglichen werde (Aizen und Harder 2009). Die meisten Wissenschaftler, die zu diesem Thema arbeiten, sind sich jedoch darin einig, dass es hinsichtlich der globalen Bestäubergesundheit drei wichtige Punkte gibt, die Anlass zur Sorge geben:

1. **Derzeit liegen keine exakten Daten vor, um verlässliche Schlussfolgerungen zum globalen Zustand von Bestäubern hinsichtlich ihrer Abundanz und Vielfalt ableiten zu können (Lebuhn et al., 2013; Aizen und Harder, 2009). Tatsächlich liegt die mögliche Variabilität bei der versuchten Erfassung von Tierarten derart hoch, dass „Populationen bereits um fast 50 Prozent reduziert sein können, bevor Nachweise für einen Rückgang erkennbar sind“ (Lebuhn et al., 2013).**
2. **Da der Bedarf an Bestäubern sowohl auf lokaler als auch auf regionaler Ebene schneller steigt als ihr Bestand, könnten wir aktuell und in naher Zukunft an die Grenzen der Bestäubung stoßen. Das ist darauf zurückzuführen, dass der Anbau hochwertiger bestäubungsabhängiger Kulturpflanzen schneller zunimmt als der globale Bestand kommerziell gehaltener Honigbienen (Garibaldi et al., 2011; Lautenbach et al., 2012). Auch Wildbienen erbringen wichtige Bestäubungsleistungen, und zwar insbesondere dort, wo die Bestäubung durch Honigbienen eingeschränkt ist (wie beispielsweise in Großbritannien). Die zunehmende Intensivierung der Landwirtschaft übt jedoch durch die damit zusammenhängende Zerstörung von Lebensräumen und den Rückgang der Habitatvielfalt zusätzlichen Druck auf Wildbestäuber aus (Kremen et al., 2007, Lautenbach et al., 2012). Außerdem wird es durch eine potenzielle Zunahme von Honigbienenstöcken wahrscheinlich nicht gelingen, den erhöhten Bestäubungsbedarf der Landwirtschaft zu decken oder Verluste einheimischer Bestäuber auszugleichen (Aizen und Harder, 2009).**
3. **Trotz des weltweit verzeichneten Anstiegs ist die Abundanz von Honigbienenpopulationen in den einzelnen Agrargebieten äußerst unterschiedlich: In den Honig produzierenden Ländern (Spanien, China und Argentinien) wird ein Wachstum verzeichnet, andernorts jedoch werden Rückgänge dokumentiert, und das selbst in Gebieten mit hoher landwirtschaftlicher Produktion in den USA sowie in Großbritannien und vielen anderen westeuropäischen Ländern (Aizen und Harder, 2009; Garibaldi et al., 2011; Lautenbach et al., 2012).**

Es gibt jedoch keine regionalen, nationalen oder internationalen Überwachungsprogramme zur Dokumentation, ob der Rückgang von Insektenbestäubern tatsächlich stattfindet. Daher ist es schwierig, den Zustand von Bienengemeinschaften in Zahlen zu fassen oder das Ausmaß eines Schwundes abzuschätzen (Lebuhn et al., 2013). Derartige Programme sind dringend zu etablieren, damit die globale Situation und Entwicklung von Bestäuberpopulationen erfasst werden kann und im Falle eines Bestäuberrückgangs ein Frühwarnsystem zur Verfügung steht. Die Kosten für ein solches System (geschätzte 2 Millionen US-Dollar) sind im Vergleich zu den möglichen ökonomischen Kosten eines gravierenden Bestäuberrückgangs eine geringe Investition. Mithilfe solcher Programme könnten „Bestäuberverluste gemindert werden. So wäre der Finanz- und Nahrungsmittelkrise, die infolge eines unvorhergesehenen und raschen Kollabierens von Bestäubergemeinschaften auftreten würde, vorzubeugen.“ (Lebuhn et al., 2013).

Die Landwirtschaft – und damit die Nahrungsmittelproduktion – scheint mit der Zeit also bestäubungsabhängiger zu werden. Gleichzeitig gibt es deutliche Hinweise auf umfangreiche Verluste an wilden und domestizierten Bestäubern. Der zwischen 1993 und 2009 beobachtete Anstieg der Produzentenpreise für bestäubungsabhängige Kulturpflanzen kann als jüngstes „Warnsignal“ für das Spannungsfeld zwischen Ernteerträgen und dem Rückgang der Bestäuberpopulation gedeutet werden (Lautenbach et al., 2012). Wenn wir zusätzliche Einschränkungen der Nahrungsmittelproduktion und weitere Abholzungen zur Erhöhung der landwirtschaftlichen Nutzfläche vermeiden wollen, müssen wir daran arbeiten, die zugrunde liegenden Stressfaktoren auszuschalten, die sich negativ auf die Bestäubungsleistungen von Honigbienen und Wildbestäubern auswirken.

Außerdem können die Nachfrage nach Agrarprodukten und der entsprechende Bedarf an Bestäubung freilich nicht bis ins Unendliche steigen. Ein ausgewogenes, nachhaltiges Agrarsystem sollte seiner absoluten Produktion – und der damit einhergehenden Belastung für unseren Planeten – Grenzen setzen, indem die Ernährungsweise weltweit derart angepasst wird, dass Kulturpflanzen hauptsächlich für die menschliche Ernährung statt als Tierfutter angebaut und weniger tierische Eiweiße konsumiert werden. Das ermöglicht gleichzeitig die Erhaltung einer größeren Anzahl natürlicher und naturnaher Flächen, wodurch einige der Einschränkungen, unter denen Wildbestäuber leiden, wegfallen dürften.

Der ökonomische Wert der Bestäubung

Eine erste globale Schätzung schrieb der Bestäubung als globaler Ökosystemdienstleistung einen ökonomischen Wert von 117 Milliarden US-Dollar (88 Milliarden Euro) zu (Costanza et al., 1997). Später überprüften Gallai et al. (2009) diese Schätzung mithilfe einer verbesserten Methodik und kamen auf einen Wert von 153 Milliarden US-Dollar (115 Milliarden Euro) (Gallai et al., 2009).
In der derzeit jüngsten Schätzung wird der Wert der Bestäubung bei 265 Milliarden Euro veranschlagt, wobei hier der Anstieg des Anteils bestäubungsabhängiger Anbaufrüchte in der weltweiten Nahrungsmittelversorgung berücksichtigt wurde (Lautenbach et al., 2012). Dieser steigende Trend unterstreicht die zunehmende Abhängigkeit unseres globalen Ernährungssystems von Bestäubern und zeigt, dass mit dieser Art der finanzwirtschaftlichen Bewertung von Natur und natürlichen Systemen erhebliche Unsicherheiten verbunden sind.

Wie bei vielen kontingenten Bewertungsverfahren hängt der ökonomische Wert der Bestäubung auch hier von der jeweiligen Perspektive ab. Für einen einzelnen Landwirt mag er einfach die Kosten darstellen, die entstehen, wenn aufgrund des Fehlens anderer Bestäuber kommerziell gehaltene Bienen in den Agrarbetrieb eingebracht werden müssen. Für andere mag es der Wert verlorener Erträge in Agrarbetrieben sein, in denen keine natürlichen Bestäubungsleistungen erbracht werden. In Nordkanada beispielsweise zeigte sich, dass Raps, der in der Nähe von Brachflächen angebaut wurde, den Vorteil eines größeren und vielfältigeren Wildbienenbestandes bot, der zu besserer Bestäubung und größeren Samenerträgen führte (Morandin und Winston, 2006). Die Kosten-Nutzen-Analyse kann sich als durchaus kompliziert erweisen.

Die Autoren schlagen eine Hochrechnung vor, der zufolge Landwirte ihre Profite maximieren könnten, indem sie 30 Prozent ihrer Anbaufläche unbewirtschaftet lassen, dadurch auf den verbleibenden 70 Prozent höhere Erträge erzielen und gleichzeitig die Kosten für den Anbau auf den brachliegenden 30 Prozent einsparen (Morandin und Winston, 2006).

Kremer et al. (2007) fassen zwei Beispiele für Ernteertragsverluste infolge fehlender Bestäubung und die damit verbundenen institutionellen Reaktionen zusammen:

- „Der massive Einsatz des Pestizids Fenitrothion (als Wirkstoff gegen den Schwammspinner in nahegelegenen Wäldern) in Kanada führte zum Rückgang sowohl von Bestäubergemeinschaften als auch der Blaubeerproduktion (Kevan & Plowright 1989). Die ökonomischen Verluste der Blaubeerproduzenten beeinflussten die Regierungspolitik und führten praktisch zum Verbot des Einsatzes von Fenitrothion gegen den Schwammspinner; daraufhin erholten sich sowohl die Blaubeerbestäuber als auch die Früchteproduktion wieder.“ (Tang et al. 2006)
- „Weil es im Jahr 2004 zu wenige Honigbienenvölker für die Bestäubung von Mandelblüten gab, sah sich das US-amerikanische Landwirtschaftsministerium veranlasst, die Richtlinien für den Honigbienenimport dahingehend zu verändern, dass die Einfuhr von Honigbienenvölkern aus Australien in die USA zugelassen wurde.” (National Research Council der National Academies 2006)

Die Schwierigkeit, Tierbestäubung exakt zu bewerten, ergibt sich aus der Tatsache, dass ihr Beitrag nicht einfach nur in der Bestäubung von Kultur- und Wildpflanzen besteht. Durch eine verbesserte Fruchterzeugung bei Wildpflanzen steigt das Nahrungsangebot für viele Insekten, Vögel, Säugetiere und Fische. Dadurch wird ein direkter Beitrag zur Erhaltung der Biodiversität geleistet. Durch den gleichzeitigen Beitrag zur Erhaltung der Pflanzenproduktivität und Vegetation werden außerdem verschiedenste Ökosystemdienstleistungen unterstützt, darunter Hochwasser- und Erosionsschutz, Klimaregulierung, Wasserreinigung, Stickstofffixierung und Kohlenstoffbindung (Kremer et al., 2007). Bestäubung ist demzufolge eine entscheidende Ökosystemdienstleistung. Indem Bienen die Pflanzenproduktion im Allgemeinen fördern, sind sie gleichzeitig der Schlüssel zu zahlreichen weiteren Ökosystemdienstleistungen jenseits der Nahrungsmittelproduktion, die zum Wohlbefinden der Menschen beitragen.

Vor kurzem zeigten Lautenbach et al. (2012) in einer umfassenden Studie die Verteilung des Nutzens und der Schwachstellen der Bestäubung anhand einer Reihe von Weltkarten, die auf der landwirtschaftlichen Bedeutung der Bestäubung in verschiedenen Regionen basieren. Die Analyse stützte sich auf den geschätzten finanziellen Wert des Teils der landwirtschaftlichen Produktion, der von Tierbestäubung abhängt; dieser Teil wurde wiederum zu den Kulturpflanzen ins Verhältnis gesetzt, die in angenommenen „Zellen" innerhalb eines Längengrad-Breitengrad-Rasters von 5% mal 5% (etwa 10 km mal 10 km am Äquator) angebaut werden. Diese Weltkarten zeigen sowohl die Orte, an denen der Nutzen durch bestäubungsabhängige Produkte besonders hoch ist, als auch Regionen, die bei einem Rückgang der Bestäubungs-Ökosystemdienstleistungen stark anfällig wären (Lautenbach et al., 2012).

Die Weltkarte der Bestäubungsleistungen in Abbildung 1 zeigt in den dunkleren Farben die Regionen, in denen diese Leistungen (in US-Dollar pro Hektar) am höchsten sind: In Teilen Nordamerikas, Ostasiens und Europas gibt es Gebiete, in denen der Bestäubungswert bei bis zu 1.500 US-Dollar pro Hektar liegen kann (Lautenbach et al., 2009). Dieses Geld geht Landwirten – und der Gesellschaft im Allgemeinen – verloren, wenn die Bestäuber in diesen Regionen zurückgehen.

Europa ist dicht mit Flächen ausgestattet, die in Bezug auf den Bestäubungsnutzen pro Hektar einen hohen finanziellen Wert aufweisen (siehe Abbildung 1). Große Teile Italiens und Griechenlands weisen hinsichtlich des Bestäubungsnutzens außergewöhnlich hohe Werte auf. Auch große Gebiete in Spanien, Frankreich, Großbritannien, Deutschland, den Niederlanden, der Schweiz und Österreich verfügen über „Hotspots" mit hohem Bestäubungswert. In Polen, Ungarn und Rumänien gibt es ebenfalls Regionen mit signifikanten Bestäubungswerten. Weiterhin sind die Agrarsysteme in Italien und Spanien insgesamt relativ stark von natürlichen Bestäubungsleistungen abhängig (Lautenbach et al., 2009).

Auf globaler Ebene ziehen Länder wie Brasilien, China, Indien, Japan und die USA ebenfalls großen wirtschaftlichen Nutzen aus Bestäubungsleistungen. In Afrika ist der Nutzen in Ägypten entlang des Nils am höchsten.

In China stieg der angenommene Nutzen aus Bestäubung zwischen 1993 und 2009 um 350 Prozent; dies ist auf einen starken Anstieg der Fruchtproduktion zurückzuführen, damit die Nachfrage der Exportmärke und der wachsenden Mittelschicht in den Städten gedeckt werden kann. Allein der Nutzen für China liegt bei 30 bis 50 Prozent des wirtschaftlichen Gesamtnutzens, der weltweit aus Bestäubung resultiert (Lautenbach et al., 2009).

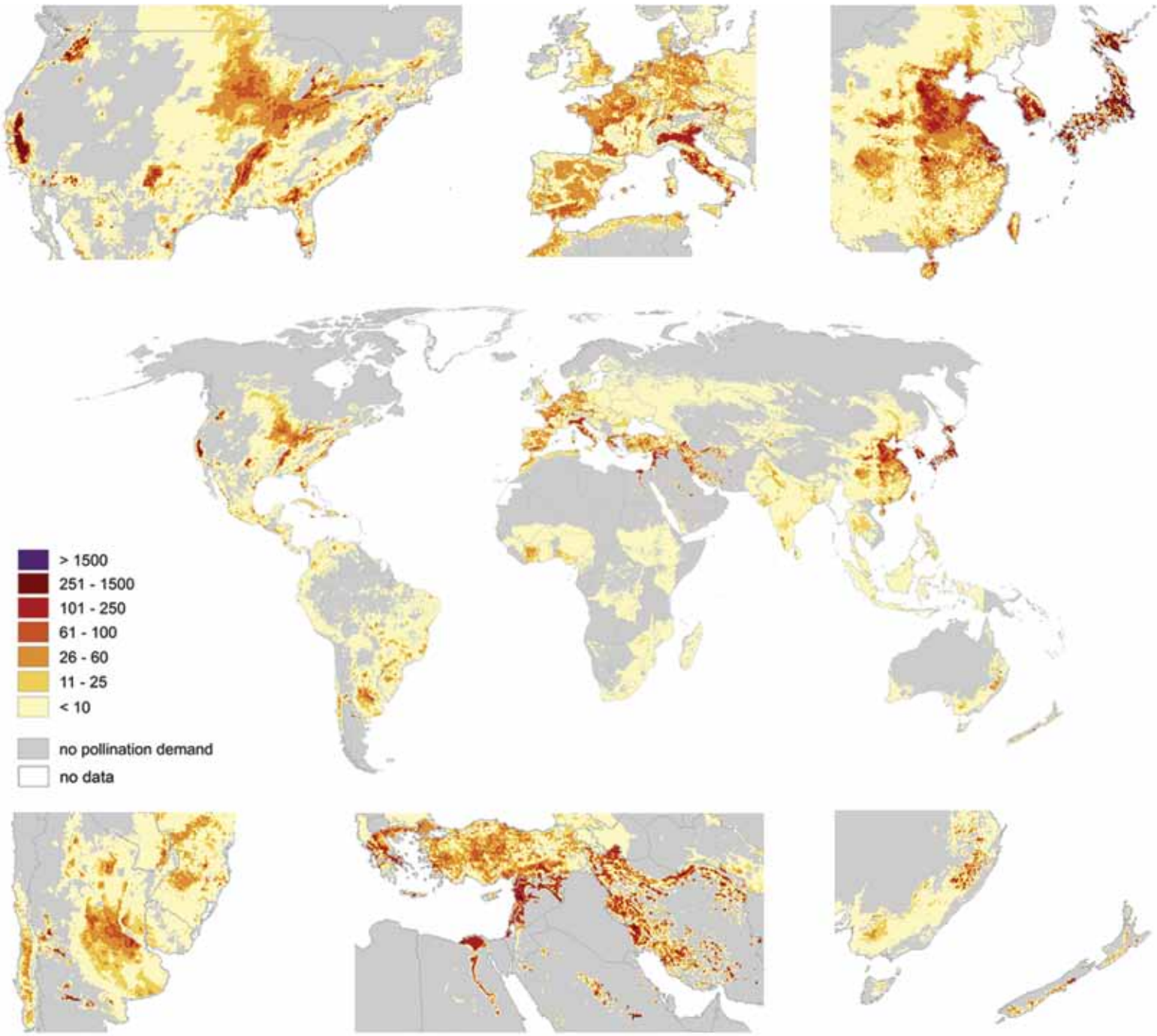
Insgesamt wurde durch die wissenschaftliche Forschung deutlich, dass es dringend notwendig ist, unsere Insekten und ihre unentbehrlichen Bestäubungsleistungen zu schützen: „In Anbetracht des finanziellen Werts des Bestäubungsnutzens sollten Entscheidungsträger in der Lage sein, Kosten und Nutzen für agrarpolitische Maßnahmen abzuwägen, die auf strukturelle Vielfalt ausgerichtet sind. Daher sollten die in der Landkarte bereitgestellten Informationen Anwendung finden, wenn über Veränderungen in der Agrarpolitik, beispielsweise der gemeinsamen Agrarpolitik in der EU, nachgedacht wird." (Lautenbach et al., 2009)

> „Der aus Bestäubung entstehende Nutzen ist in vielen Teilen der Welt derart hoch, dass Schutzstrategien und Landnutzungsentscheidungen völlig anders aussehen würden, wenn diese Werte Berücksichtigung fänden."
>
> (Lautenbach et al., 2012)

> „Seit 2001 kann zudem eine starke Zunahme der Produzentenpreise bestäubungsabhängiger Anbaufrüchte beobachtet werden, die deutlich stärker in die Höhe schnellten als Preise nicht bestäubungsabhängiger Ackerfrüchte wie etwa Reis, Getreide oder Mais. Für die Forschergruppe ist dies ein Hinweis, dass sich die Intensivierung der Landwirtschaft in einem weltweiten Preisanstieg von bestäubungsabhängigen Kulturen niederschlägt. Werden auf Äckern mehr Pestizide gespritzt, mehr Dünger ausgebracht und wertvolle Landschaftsstrukturelemente wie Hecken und Baumreihen in Ackerland umgewandelt, verschwinden die Insekten."
>
> Helmholtz – Zentrum für Umweltforschung (UFZ), 2012[4]

4 Presseerklärung vom 27. April 2012 zur Studie von Lautenbach et al., 2012. http://www.ufz.de/index.php?de=30403

Abbildung 1. Der globale Nutzen durch Bestäubung in subnationalen Messeinheiten. „Die Werte werden in US-Dollar pro Hektar für das Jahr 2000 angegeben. Sie wurden um die Inflation (für das Jahr 2009) sowie um die Kaufkraftparitäten bereinigt. Die Fläche, auf die sich Erträge beziehen, entspricht der Gesamtfläche der Rasterzelle.“ Abgebildet nach Lautenbach et al. (2012). „Spatial and Temporal Trends of Global Pollination Benefit.“ PLoS ONE 7(4): e35954, unter der Namensnennung-Lizenz (Attribution License) von Creative Commons.



Quelle: Lautenbach, S., R. Seppelt, et al. (2012). “Spatial and Temporal Trends of Global Pollination Benefit.” PLoS ONE 7(4): e35954. (Namensnennung-Lizenz [Attribution License] von Creative Commons) http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0035954

Die Werte werden in US-Dollar pro Hektar für das Jahr 2000 angegeben. Sie wurden um die Inflation (für das Jahr 2009) sowie um die Kaufkraftparitäten bereinigt. Die Fläche, auf die sich Erträge beziehen, entspricht der Gesamtfläche der Rasterzelle.

3

Haupteinflussfaktoren auf die Gesundheit von Bienenpopulationen

Es scheint Einigkeit darüber zu bestehen, dass der Rückgang von Bienenpopulationen und die Verschlechterung ihrer allgemeinen Gesundheit („Völkerkollaps“ und weitere Phänomene) Folgen vielfältiger – bekannter wie unbekannter – Faktoren sind, die einzeln oder in Kombination wirken können (Williams et al., 2010)

Bienenschwund kann grundsätzlich auf drei allgemeine Stressfaktoren zurückgeführt werden:

1. Kranke Bienen
Bienen leiden unter für sie typischen Krankheiten und Parasiten, durch die sie geschwächt werden und häufig auch sterben. Die meisten dieser Krankheiten und Parasiten sind invasiv und können durch die natürliche Anpassung einheimischer Bienen oder die Ausbildung von Resistenzen nicht abgewehrt werden. Kranke oder von Parasiten befallene Bienen können anfälliger für andere Faktoren wie mangelhafte Ernährung oder den Einfluss giftiger Chemikalien sein.

2. Hungrige Bienen
Bienen finden ihre Nahrung in Blüten, benötigen also sowohl in räumlicher als auch in zeitlicher Hinsicht ein stabiles Blütenangebot. In Kultur gehaltene Bienen bekommen von den Imkern ergänzend Zusatznahrung, sind aber dennoch auf Blüten in der Nähe ihrer Bienenstöcke angewiesen, um Pollen zu sammeln, der ihre wichtigste Nahrungs- und Proteinquelle darstellt. Wenn beispielsweise in Monokulturen, die lediglich eine einzige Blütenart über einen begrenzten Zeitraum bieten, während der Bienensaison nicht ausreichend geöffnete Blüten zur Verfügung stehen, können die Bienen nicht genug Nahrung für sich und ihre Nachkommen finden. Bienen können aufgrund vielfältiger Faktoren hungern, die meist im Zusammenhang mit industriellen landwirtschaftlichen Methoden stehen: Herbizide verringern die Vielfalt von Wildpflanzen in landwirtschaftlichen Betrieben und ihrer Umgebung; und aufgrund der Ausbreitung der Landwirtschaft werden im Umfeld landwirtschaftlicher Betriebe Ackerrandstreifen, Feldränder, Hecken usw. entfernt, die eine Vielfalt an Pflanzen beheimaten. Infolge des Klimawandels ist es außerdem möglich, dass sich das Blühverhalten von Pflanzen verändert, wichtige Nahrungspflanzen für Bienen aus einem bestimmten Gebiet verschwinden oder durch eine Verschiebung der Jahreszeiten die Blütezeit nicht mit dem Erwachen der Bienen im Frühling zusammenfällt (Kremen et al., 2007, Cameron et al., 2011).

3. Vergiftete Bienen
Häufig sind viele Blüten, Nistplätze sowie die allgemeine Umgebung von Bienen – und auch der während landwirtschaftlicher Tätigkeiten aufgewirbelte Staub – mit Chemikalien, hauptsächlich Pestiziden, kontaminiert. Diese Insektizide, Herbizide und Fungizide werden auf Äckern ausgebracht, erreichen jedoch die Bienen durch Pollen und Nektar, über Luft, Wasser und Boden. Diese Pestizide können entweder einzeln oder in Kombination für Bienen auf kurze Sicht extrem giftig sein oder in geringen Dosen chronische Wirkungen zeigen, die Bienen schwächen und letztendlich zu ihrem Tod führen (siehe unten).

Einige spezifische Faktoren, die mit ungesunden Bienenpopulationen in Zusammenhang gebracht wurden

Krankheiten und Parasiten: invasive Arten

Viele Imker sind sich darüber einig, dass die Varroamilbe (Varroa destructor) – ein Ektoparasit – die Bienenhaltung weltweit ernsthaft gefährdet. Wahrscheinlich ausgehend von Asien hat sich die Milbe weltweit ausgebreitet. Sie ist klein wie ein Stecknadelkopf, breitet sich von Bienenstock zu Bienenstock aus und ernährt sich von Bienenblut. Doch nicht nur so werden die Bienen geschwächt: Die Varroamilbe kann außerdem Viruserkrankungen und Bakterien übertragen. Ihr Auftreten hat schwere Folgen und führt, wenn keine Maßnahmen ergriffen werden, in der Regel zum frühen Sterben von Bienenvölkern innerhalb von drei Jahren (UNEP, 2010).

Die vermehrten Verluste bei Honigbienenvölkern in den Wintermonaten sind u. a. mit der Varroamilbe und anderen Schadorganismen in Verbindung gebracht worden, wobei jedoch im Allgemeinen stets vielfältige Faktoren eine Rolle spielen. In Deutschland beispielsweise fand man heraus, dass ein starker Varroa-Befall, die Infektion mit bestimmten Viren und zudem das Alter der Königin sowie die Schwächung der Völker im Herbst allesamt im Zusammenhang mit beobachteten Winterverlusten bei Honigbienenvölkern standen (Genersch et al., 2010).

Ein weiterer Honigbienenschädling ist der Einzeller Nosema ceranae. Es gibt ihn fast überall auf der Welt, besonders verbreitet ist er jedoch in den Ländern des Mittelmeerraums, wo er auch den meisten Schaden anrichtet (aktuelle Studie: vgl. Higes et al., 2013). Während er in Spanien und anderen südeuropäischen Ländern nachweislich massive Völkerverluste verursacht hat, scheint er in nordeuropäischen Regionen weniger schwere Auswirkungen zu zeigen. Nosema führt zu einer hohen Sterberate bei Arbeiterinnen, was sich wiederum auf die Entwicklung des ganzen Volkes auswirkt und zur Entvölkerung von Bienenstöcken sowie zum Kollabieren von Bienenvölkern führen kann. Zwar gab es in den letzten Jahren zahlreiche neue Erkenntnisse zu Nosema, seine Rolle bei Völkerverlusten ist jedoch nach wie vor umstritten, was offenbar der hohen Varianz zwischen den verschiedenen geografischen Regionen geschuldet ist (Higes et al., 2013).

Wie anfällig Bienen für Krankheiten und Parasiten sind, scheint von zahlreichen Faktoren abhängig zu sein, insbesondere von ihrer Ernährung und ihrer Exposition gegenüber giftigen Chemikalien.

Waren Honigbienen beispielsweise dem Neonicotinoid-Pestizid Imidacloprid ausgesetzt und gleichzeitig vom Parasiten Nosema befallen, wurden sie nachweislich extrem geschwächt (Alaux et al., 2010). Die kombinierten Wirkungen beider Faktoren führten zu einer hohen Sterblichkeit der betroffenen Einzelbienen und zu Stress. Dadurch konnten die Bienen ihr Volk und dessen Nahrung nicht mehr keimfrei halten, was wiederum die Schwächung des ganzen Volkes nach sich zog.

Eine weitere kürzlich durchgeführte Studie zeigte, dass Bienen, die in Brutwaben mit hohen Pestizidrückständen aufwuchsen, bei der Infektion mit Nosema ceranae anteilig jünger waren als Bienen, die in Brutwaben mit geringen Rückständen aufwuchsen (Wu et al., 2012).

„Diese Daten legen nahe, dass die Pestizidexposition während der Entwicklung in der Brutwabe die Anfälligkeit von Bienen für eine Infektion mit Nosema ceranae erhöht."

Wu et al., 2012

Die Autoren schlussfolgerten: „Diese Studie deutet darauf hin, dass behandelte Bienen anfälliger für Infektionen mit N. ceranae sind, was möglicherweise auf den zusätzlichen Stress durch die Entwicklung in einer pestizidbelasteten Wabe und die mögliche Nutzung kritischer Energieressourcen und entgiftender Enzyme zurückzuführen ist. Obgleich Menge und Ursprung der gemischten Pestizidrückstände in Wabe Y und G bekannt sind, können wir die ursächlichen Wirkstoffe nicht eindeutig bestimmen. Ungeachtet dessen müssen die Wirkungszusammenhänge zwischen einer Pestizidexposition und der Infektion mit N. ceranae weiter erforscht werden, insbesondere unter Berücksichtigung des Anteils der in Brutwaben nachweisbaren Pestizidrückstände."

Eine weitere Studie zeigte kürzlich, dass die Exposition gegenüber subletalen Dosen der Pestizide Fipronil und Thiacloprid bei bereits mit Nosema ceranae infizierten Honigbienen zu einer deutlich höheren Sterblichkeit führte als bei nichtinfizierten Honigbienen (Vidau et al., 2011).

Diese und weitere Interaktionen verdeutlichen die Notwendigkeit weiterer wissenschaftlicher Untersuchungen, um die vielfältigen Faktoren, die sich schädlich auf die Bestäubergesundheit auswirken, zu entschlüsseln. Dazu kommt, dass sich diese Untersuchungen allein auf Honig-

© ELAINE HILL

bienen konzentrierten. Andere Bestäuber wie Hummeln reagieren gleichermaßen empfindlich auf Pestizide, weisen ähnliche Parasiten wie Nosema auf, und auch ihre Populationen gehen zurück (Williams und Osborne, 2009; Alaux et al., 2010; Winfree et al., 2009; Cameron et al., 2011). Weitere Untersuchungen und effektivere Maßnahmen auf der Grundlage des Vorsorgeprinzips sind notwendig, um potenziell interaktive Faktoren wie die Möglichkeit einer erhöhten Krankheitsanfälligkeit bei Pestizidexposition zu begrenzen und so die allgemeine Bestäubergesundheit weltweit zu schützen.

Industrielle Landwirtschaft

Etwa 35 Prozent der eisfreien Landoberfläche der Erde werden für Ackerbau und Weidewirtschaft genutzt. Die Landwirtschaft ist eines der größten Ökosysteme auf unserem Planeten und konkurriert in ihrer Ausdehnung mit den Wäldern (Foley et al., 2007). Dazu kommt, dass die Landwirtschaft im Verlauf des vergangenen Jahrhunderts zunehmend und rasch industrialisiert wurde: Mehr Düngemittel und giftige Chemikalien kommen zum Einsatz, es werden immer mehr Monokulturen angebaut, und die Landwirtschaft hat sich auf zusätzliche Flächen ausgebreitet. All das hat zur Folge, dass die Landwirtschaft in ihrer derzeitigen Form außerordentlich schädlich auf die Umwelt wirkt (Tilman et al., 2001; Foley et al., 2011; Rockstrom et al., 2009).

Weder Honigbienen noch Wildbestäuber bleiben von den vielfältigen und extremen Auswirkungen der industriellen Landwirtschaft verschont. Sie leiden nicht nur aufgrund der Zerstörung ihrer natürlichen Lebensräume durch die Landwirtschaft, sondern auch unter den schädlichen Folgen intensiver landwirtschaftlicher Praktiken, da sich ihre natürliche Ausbreitung (unweigerlich) mit industriellen Agrarlandschaften überschneidet.

Die industrielle Landwirtschaft beeinträchtigt Bienen und andere Bestäuber auf verschiedene Weise, insbesondere jedoch durch folgende Faktoren:

1. Die Intensivierung der Landwirtschaft führt zum Verlust und zur Zerschneidung wertvoller natürlicher und naturnaher perennierender Lebensräume von Bestäubern, beispielsweise von Agroforstsystemen, Grünland, brachliegenden Feldern, Strauchland, Wäldern und Hecken. Es wird angenommen, dass dies die wichtigste Ursache für den Rückgang von Wildbestäubern ist und sich in geringerem Maße ebenfalls auf kommerziell gehaltene Honigbienen auswirkt (Brown und Paxton, 2009; Winfree et al., 2009).

2. Industrielle Monokulturen und der generell auf Äckern und in ihrer Umgebung herrschende Mangel an Pflanzenvielfalt begrenzen die Bestäubern zugängliche Nahrungsmenge in räumlicher und zeitlicher Hinsicht. Sowohl in Großbritannien als auch in den Niederlanden wurde ein gleichzeitiger Rückgang der Pflanzenvielfalt auf lokaler Ebene und der Bienen und anderer Bestäubern aufgezeigt (Biesmeijer et al., 2006), wobei dieses Phänomen wahrscheinlich noch viel weiter verbreitet ist.

3. Durch Methoden wie Pflügen, Bewässerung und die Entfernung von Holzgewächsen werden Nistplätze von Bestäubern zerstört (Kremen et al., 2007).

4. Durch den großangelegten Einsatz von Herbiziden werden die Vielfalt und Abundanz von Wildpflanzen drastisch reduziert, was wiederum die Verfügbarkeit von Nahrung für Bienen zu einem beliebigen Zeitpunkt einschränkt. Die chemische Zerstörung von Lebensräumen durch massiven Herbizideinsatz kann insbesondere für die Ausbreitung von Bestäubern in landwirtschaftlichen Umgebungen langfristige Folgen haben (UNEP, 2010).

5. Der großflächige und allgegenwärtige Einsatz von Pestiziden, der in den derzeitigen chemieintensiven Agrarsystemen allgemein üblich ist, kann zu einer erhöhten Sterblichkeit und/oder einer veränderten Sammelfähigkeit bei Wild- und Honigbienen führen (dieser Punkt wird im folgenden Kapitel ausführlicher behandelt). Eine zusätzliche Schwierigkeit bei der Bestimmung des Einflusses von Pestiziden auf die Bestäubergesundheit besteht darin, dass an Orten, wo Pestizide intensiv eingesetzt werden, oft gleichzeitig wenige Blütenressourcen und Nistplätze zur Verfügung stehen (die für viele Wildbestäuber wichtig sind) (Kremen et al., 2007). Die Differenzierung der anteiligen Bedeutung der verschiedenen Einflüsse bleibt weiterhin eine große Herausforderung.

Die Intensivierung der Landwirtschaft auf lokaler oder landschaftlicher Ebene steht gemeinhin im Zusammenhang mit einem Rückgang der Abundanz und des Reichtums an Wildbestäubern und damit auch der Ökosystemdienstleistungen, die sie Kulturpflanzen bieten (Kremer et al., 2007). Außerdem wirkt sich diese Intensivierung mit hoher Wahrscheinlichkeit negativ auf die Gesundheit und Stabilität von Honigbienenpopulationen aus.

Im Gegensatz zu diesen allgemeinen negativen Auswirkungen werden in einigen Studien auch bestimmte positive Folgen der Landwirtschaft für Bestäubervölker aufgezeigt, beispielsweise durch erhöhte Blütenressourcen in Teilen natürlicher Lebensräume (Winfree et al., 2006, in Kremer et al., 2007). Es fällt jedoch auf, dass diese positiven Auswirkungen in Gebieten aufzutreten scheinen, wo die jeweilige Art der Landwirtschaft die Habitatheterogenität für Bienen erhöht und nicht verringert (z. B. kleine Agrarbetriebe, Mischkulturen, Hecken usw.) (Tscharntke et al., 2005, in Kremer et al., 2007), was für die potenziell günstige Rolle ökologischer/biologischer landwirtschaftlicher Methoden spricht.

Auch die Landwirtschaft selbst kann unter eingeschränkter Bestäubung leiden. Darin zeigt sich die oftmals schwierige Koexistenz der industriellen Landwirtschaft und den Bestäubern, von denen sie teilweise abhängig ist.

Klimawandel

Viele der vorausgesagten Folgen des Klimawandels wie steigende Temperaturen, veränderte Niederschlagsmuster und unregelmäßigere oder extremere Wetterereignisse werden sich auf Bestäuberpopulationen auswirken. Solche Veränderungen können die Bestäuber im Einzelnen und schließlich auch ihre Völker betreffen und sich in höheren Aussterberaten von Bestäuberarten niederschlagen (UNEP, 2010).

So wurde beispielsweise dokumentiert, wie Honigbienen in Polen auf klimatische Veränderungen reagieren, indem sie ihren ersten Reinigungsflug nach der Winterruhe aufgrund der klimawandelbedingten Verschiebung der Jahreszeiten früher als sonst unternehmen. Der Zeitpunkt dieses ersten Reinigungsflugs hat sich in den 25 dokumentierten Jahren um mehr als einen Monat nach vorn verlagert, was den steigenden Temperaturen zugeschrieben wird (Sparks et al., 2010).

Doch nicht nur einzelne Arten sind durch den Klimawandel betroffen und gefährdet. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird er ebenfalls negative Folgen für die Interaktion zwischen Bestäubern und ihren Nahrungsquellen, sprich den Blütenpflanzen, haben, indem sich u. a. ihr Blühzeitpunkt und -verhalten verändern. Eine kürzlich durchgeführte Untersuchung deutet darauf hin, dass unter realistischen Szenarien des vorausgesagten Klimawandels und einem dementsprechend veränderten Blühverhalten von Pflanzen zwischen 17 und 50 Prozent der Bestäuberarten unter Nahrungsmangel leiden werden (Memmott et al., 2007). Die Autoren folgerten daraus, das zu erwartende Ergebnis dieser Auswirkungen sei das potenzielle Aussterben sowohl einiger Bestäuber als auch einiger Pflanzen und damit die Unterbrechung ihrer entscheidenden Interaktionen (Memmott et al., 2007).

Folglich kann der Klimawandel – neben seinen vorausgesagten Folgen in Form des Aussterbens von Arten – auch zu einer „weitgreifenden Aufhebung der Interaktionen [führen], die für eine entscheidende Ökosystemdienstleistung verantwortlich sind: die Bestäubung von Pflanzen“ (Memmott et al., 2007).

Bild Februar 2013: Greenpeace-Aktivisten und lokale Imker überreichen der Schweizer Regierung eine Petition zum Schutz der Bienen. Mehr als 80.000 Personen haben die Petition unterzeichnet. Sie fordert den sofortigen Stopp der bienenschädlichsten Pestizide in der Landwirtschaft.

© GREENPEACE / MATTHIAS GUNSCH

4

Insektizide

Bei Insektiziden handelt es sich um eine spezielle Klasse von Pestiziden, die zur Abtötung von Schadinsekten auf Nutzpflanzen und -tieren (auch im häuslichen Bereich) entwickelt wurde. Bei ausreichend hoher Dosierung (letale Dosis) werden Schädlinge und Nützlinge gleichermaßen getötet oder vertrieben. Niedrige Dosen können ungewollte (subletale) Wirkungen auf Nichtzielinsekten haben; dazu gehören auch Nützlinge wie die natürlichen Feinde von Schadinsekten und Bestäuber (Desneux et al., 2007). Aufgrund ihrer intrinsischen Natur und Funktion sind Insektizide die Pestizidgruppe, die für Bestäuber das größte direkte Risiko darstellt.

Obwohl bisher nur wenige Daten darüber vorliegen, in welchem Umfang Insektizide zum weltweiten Bestäuberrückgang beitragen, zeigt sich inzwischen immer häufiger, dass sich einige Insektizide deutlich negativ auf die Gesundheit des einzelnen Bestäubers sowie ganzer Bestäubervölker auswirken (Henry et al., 2012; Whitehorn et al., 2012; Easton und Goulson, 2013; Mullin et al., 2010). Das ist nicht von der Hand zu weisen, auch wenn die meisten Studien, die sich mit den Auswirkungen von Insektiziden befassen, in erster Linie die akuten Effekte untersuchen, die bei relativ hohen Expositionsdosen auftreten. Subtilere und langfristigere Wirkungen geringer Expositionsdosen wurden in Toxizitätsstudien bisher noch nicht konsistent analysiert und untersucht. Außerdem widmen sich die meisten Studien bisher der Honigbiene (und in geringerem Umfang der Hummel) und vernachlässigen die möglichen Auswirkungen auf die zahlreichen Wildbestäuberarten, die für die Nutzpflanzenbestäubung und die Erhaltung der Biodiversität eine unbestreitbar wichtige Rolle spielen (Potts et al., 2010; Brittain et al., 2013a; Easton und Goulson, 2013).

Auch wenn Auswirkungen auf Bestäuber nicht beabsichtigt sind, können Insektizide sowohl in hohen als auch geringen Dosen potenzielle Folgen für sie haben. Ihr Kontakt mit chemischen Substanzen scheint aus verschiedenen Gründen mehr oder weniger unvermeidlich:

1. In der Landwirtschaft werden heutzutage weltweit so viele Pestizide eingesetzt wie nie zuvor (Tilman et al., 2001).

2. Viele Orte in der Umgebung von Äckern, auf denen Insektizide zum Einsatz kommen, sind Lebensräume zahlreicher Bestäuberarten. Insektizidrückstände können diese Orte erreichen und dort fortbestehen. Beispielsweise können sie sich in landwirtschaftlich genutzten Böden ablagern, nach der Aussaat oder dem Spritzen in den Staub und die Luft gelangen, Wasserläufe in der Umgebung landwirtschaftlicher Betriebe erreichen oder sich auf Pollen und Nektar von Anbaupflanzen und Unkraut ansammeln. Und schließlich sind sie auch im Wachs von Bienenstöcken zu finden (Mullin et al., 2010).

3. Einige Insektizide wirken systemisch, das heißt, sie bleiben nicht an der Oberfläche einer Pflanze, sondern dringen in das Pflanzensystem ein und gelangen so überallhin. Einige systemisch wirkende *Neonicotinoid*-Insektizide werden beispielsweise zur Umhüllung von Samen eingesetzt, damit diese bei der Aussaat geschützt sind (Beizung). Wenn der gebeizte Samen zu keimen und zu wachsen beginnt, verteilen sich die *Neonicotinoide* in den Stängeln und Blättern der Pflanze und können so schließlich ins Guttationswasser (wässrige Absonderung des Sämlings an der Spitze der jungen Blätter) gelangen. Bienen trinken häufig vom Guttationswasser der aus gebeiztem Saatgut

gewachsenen Pflanzen und sind so dieser Chemikalie ausgesetzt (Girolami et al., 2009). Auch die Blüten der Pflanzen, die aus *Neonicotinoid*-gebeiztem Saatgut entstehen, weisen Rückstände der Chemikalie in Pollen und Nektar auf. Folglich sind Bienen, die auf diesen Blüten Nahrung sammeln, den Chemikalien auch auf diese Weise ausgesetzt. Der steigende Einsatz von *Neonicotinoid*en erhöht das mögliche Risiko für Bestäuber, diesen Chemikalien über längere Zeiträume hinweg ausgesetzt zu sein, da systemisch wirkende Insektizide im Lebenszyklus einer Pflanze an verschiedenen Stellen nachweisbar sind: angefangen beim gebeizten Samen über das Guttationswasser bis hin zum Pollen und Nektar von Pflanzen während ihrer Blütezeit (Ellis, 2010).

Die Wirkung von Insektiziden auf Bestäuber kann als akut bzw. letal beschrieben werden, wenn sie rasch eintritt, heftig ist und umgehend zum Tod führt. Subakute bzw. subletale Effekte hingegen führen in der Versuchspopulation nicht zum Tod, können jedoch langfristig subtilere Auswirkungen auf die Physiologie und das Verhalten der betroffenen Tiere haben, indem sie beispielsweise das Lernverhalten oder andere neurophysiologische Aspekte beeinflussen (Desneux et al., 2007).

Bisher wurde die meiste Aufmerksamkeit den akuten Wirkungen von Chemikalien auf Honigbienen zuteil, während die Problematik der subletalen Effekte weniger untersucht und viel schlechter dokumentiert wurde. Auch Letztere können sich jedoch negativ auf die Bestäubergesundheit auswirken und die landwirtschaftliche Produktion einschränken. Trotz mangelnder Dokumentation gibt es genug Beispiele für nachgewiesene subletale Wirkungen (Desneux et al., 2007). Sie können anhand der Art der beobachteten Wirkungen grob in vier Gruppen eingeteilt werden:

1. **Physiologische Wirkungen,** die auf verschiedenen Ebenen auftreten und beispielsweise als Entwicklungsrate (d. h. die bis zur vollen Entwicklung benötigte Zeit) oder als Missbildungsrate (d. h. in den Zellen innerhalb des Bienenstocks) gemessen wurden.
2. **Störungen des Sammelmusters** von Honigbienen, beispielsweise durch Auswirkungen auf Navigation und Verhalten.
3. **Beeinträchtigung des Sammelverhaltens** durch abwehrende, ernährungsblockierende oder die olfaktorischen Fähigkeiten einschränkende Effekte.
4. **Auswirkungen neurotoxischer Pestizide** auf die für Insekten äußerst wichtigen Lernprozesse (d. h. Wiedererkennen von Blüten und Nistplätzen, räumliche Orientierung), die für die Honigbiene umfassend identifiziert und untersucht wurden.

Beispiele für subletale Effekte

Auswirkungen auf Physiologie und Entwicklung

Das Pyrethroid Deltamethrin beeinträchtigte in Laborversuchen eine Vielzahl von Zellfunktionen bei Honigbienen, beispielsweise indem es deutliche Fehlfunktionen in den Herzzellen verursachte, wobei sich Frequenz und Stärke der Herzkontraktionen veränderten. In Verbindung mit der Chemikalie Prochloraz stört es bei Honigbienen außerdem die Wärmeregulierung und führt zu Hypothermie. Bei alleinigem Einsatz von Deltamethrin ist dieser Effekt jedoch nicht zu beobachten (Desneux et al., 2007).

Wird die Afrikanisierte Honigbiene subletalen Konzentrationen des *Neonicotinoids* Thiamethoxam ausgesetzt, kann es zu Beeinträchtigungen der Gehirn- und Mitteldarmfunktion und zu einer verkürzten Lebensdauer kommen (Oliveira et al., 2013).

Das *Neonicotinoid* Imidacloprid wirkt selbst in sehr geringen Dosen schädlich auf die Entwicklung von Hummelvölkern, insbesondere auf Königinnen (Whitehorn et al., 2012). Hummeln, die mit winzigen Mengen Imidacloprid kontaminierte Nahrung aufnehmen, wachsen schlechter, weshalb ihre Völker zwischen 8 und 12 Prozent kleiner sind. Vor allem jedoch kommt es zu einem unverhältnismäßig hohen Rückgang der Anzahl von Königinnen: Während bei pestizidfreien Völkern 14 Königinnen gefunden wurden, waren es nun nur noch eine oder zwei Königinnen. Für das Überleben des Hummelvolkes sind Königinnen unabdingbar, da sie die einzigen sind, die den Winter überleben und im nächsten Frühjahr neue Völker gründen (Whitehorn et al., 2012).

Eine kürzlich veröffentlichte Laborstudie (Hatjina et al. 2013) hat gezeigt, dass die Exposition mit subletalen Dosen des *Neonicotinoids* Imidacloprid bei Bienen zu deutlichen Veränderungen des Atemmusters geführt hat. Außerdem waren bei ihnen die Schlunddrüsen kleiner ausgebildet als bei nichtexponierten Bienen. Die Wissenschaftler schlossen daraus, dass neben anderen Wirkungsanalysen auch die physiologischen Folgen einer Imidacloprid-Exposition Berücksichtigung finden sollten, da auch diese sowohl auf Einzelbienen als auch auf das gesamte Bienenvolk wirken.

Mobilität

Unter Laborbeobachtung beeinträchtigte das *Neonicotinoid* Imidacloprid in geringen Dosen die Mobilität von Honigbienen. Dieser Effekt hing von der Dosis ab und veränderte sich zeitbedingt (Suchail et al., 2001; Lambin et al., 2001). Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Beobachtungszeit bei der Feststellung einiger der subtileren Effekte von Insektiziden eine entscheidende Rolle spielen könnte.

Bei einem weiteren Laborexperiment führten subletale Dosen von Imidacloprid zu signifikanten Einschränkungen der Mobilität. Die Bienen zeigten sich weniger aktiv als unbehandelte Bienen, wobei dieser Effekt jedoch vorübergehend war. Außerdem wiesen die Bienen eine geringere Kommunikationsfähigkeit auf, was ihr soziales Verhalten grundlegend beeinflussen könnte (Medrzycki et al., 2003).

Navigation und Orientierung

Für einige Bestäuber ist das visuelle Erlernen von Orientierungspunkten für die räumliche Orientierung wichtig. Honigbienen beispielsweise nutzen visuelle Orientierungspunkte, um zu einer Futterquelle zu navigieren und dem Rest des Volkes deren Entfernung und Richtung exakt zu übermitteln. Pestizide können sowohl das Erlernen visueller Muster bei Sammelflügen als auch die Übermittlung dieser Information im Bienenstock beeinträchtigen.

Das Pyrethroid Deltamethrin verändert nachweislich die Heimflüge von äußerlich mit subletalen Dosen behandelten Arbeiterinnen nach der Futtersuche, wobei die Anzahl ihrer Flüge zurück zum Bienenstock abnimmt (Vandame et al., 1995).

Kürzlich konnte in Feldversuchen gezeigt werden, dass Honigbienen die mit dem *Neonicotinoid Thiamethoxam* kontaminierten Pollen oder Nektar aufnahmen, selbst bei geringen Dosen den Rückweg zum Bienenstock nicht immer finden konnten. Infolgedessen steigt die Wahrscheinlichkeit, dass sie innerhalb eines Tages sterben, auf das Doppelte, was zu einer Schwächung des Volkes führt und das Risiko seines Kollabierens erhöht (Henry et al., 2012).

Das *Neonicotinoid Imidacloprid* beeinflusst ebenfalls bereits in geringen Konzentrationen nachweislich die Sammelflüge von Honigbienen: Bei Bienen, die mit subletalen Dosen des Pestizids gefüttert wurden, kam es zu Verzögerungen bei den Sammelflügen und zu erhöhten Verlusten (Yang et al., 2008).

Die Sammelflüge von Honigbienen gingen um 20 bis 60 Prozent zurück, wenn sie entweder dem *Neonicotinoid* Imidacloprid oder dem Pyrethroid Deltamethrin ausgesetzt wurden. Außerdem beeinflusste Deltamethrin auch die Lernfähigkeit (Ramirez-Romero et al., 2005).

Sammelverhalten

„Bei Honigbienen kann ein gestörtes Sammelverhalten einen drastischen Rückgang der Bienenpopulation im Stock zur Folge haben. In den meisten großflächigen Landwirtschaftsgebieten, in denen die Nahrungsquellen auf Kulturpflanzen beschränkt sind, kann die abwehrende Wirkung von Pestiziden die Aufnahme von Pollen und Nektar verringern, was zu einem demografischen Rückgang des Volkes führen kann."

– Desneux et al, 2007

Pyrethroide sind wohl die bekanntesten Vertreter bestäuberabwehrender Insektizide. In der Vergangenheit wurde dieses Vermeidungsverhalten häufig als Anpassung interpretiert, die das Expositionsrisiko verringern soll (Desneux et al., 2007). Später wurde jedoch nachgewiesen, dass der Pyrethroideinsatz zur Hauptsammelzeit (bei hellem Tageslicht) ein hohes Expositionsniveau zur Folge hat (vgl. Diskussion in Desneux et al., 2007). "Therefore, a repellent effect must not be misconstrued as providing any protection against exposure to pesticides."

„Daher darf ein abwehrender Effekt nicht als Schutz vor Pestizidexposition fehlinterpretiert werden."

(Desneux et al., 2007)

Auch die Fähigkeit von Bienen, Futterquellen ausfindig zu machen, kann durch Pestizidexposition eingeschränkt werden. Die äußerliche Anwendung von Fipronil in geringen Konzentrationen reduzierte beispielsweise die Fähigkeit von Honigbienen, schwache Saccharosekonzentrationen wahrzunehmen, im Vergleich zu unbehandelten Bienen um etwa 40 Prozent (El Hassani et al., 2005).

Imidacloprid wirkt auf einige Bestäuber (bestäubende Fliegen und Käfer) abwehrend, sodass ihre Exposition möglicherweise geringer ist. Infolgedessen können jedoch Bestäuber in landwirtschaftlichen Gebieten verhungern, wenn ihre einzige Nahrungsquelle aus Kulturpflanzen besteht, die mit Imidacloprid behandelt wurden. Wenn Insekten die Blüten behandelter Pflanzen meiden, kann sich dies außerdem negativ auf Ernteerträge auswirken, je nachdem, wie stark die Reaktion ausfällt und wie groß die Abundanz an Bestäubern ist (Easton und Goulson, 2013).

Lernverhalten

Die Auswirkungen von Pestiziden auf Lernprozesse sind Gegenstand verschiedener Studien an Honigbienen, da das Lernen für deren Sammeleffizienz eine wichtige Rolle spielt und ihr System relativ gut untersucht ist (Desneux et al., 2007). Das olfaktorische Lernen und das Gedächtnis von Honigbienen sind entscheidend für ihre Ernährungsstrategie und die Effizienz ihrer Futterflüge. Das gilt sowohl für die Einzelbiene als auch für das gesamte Volk. Negative Auswirkungen einer langfristigen Exposition gegenüber schwachen Pestizidkonzentrationen können folglich ein kritischer Faktor für die Gesundheit von Bienenvölkern sein.

Sowohl Fipronil als auch das Neonicotinoid Thiamethoxam führten unter Laborbedingungen in geringen Dosen zu einer Verschlechterung des olfaktorischen Gedächtnisses von Bienen. Honigbienen konnten nicht mehr zwischen bekannten und unbekannten Geruchsstoffen unterscheiden. Außerdem blieben mit Fipronil behandelte Bienen über einen längeren Zeitraum unbeweglich (Aliouane et al., 2009).

Die Auswirkungen subletaler Effekte von Pestiziden auf andere Bestäubergemeinschaften

Subletale Effekte von Pestiziden scheinen zur Beeinträchtigung vielfältiger Funktionen zu führen, die im Zusammenhang mit der Gesundheit von Honigbienen- und Hummelvölkern stehen (z. B. Nahrungssuche, Fruchtbarkeit, Mobilität). Es ist möglich, dass sie auch andere Bestäubergemeinschaften beeinflussen. Die subletalen Effekte für die Biozönose vieler Bestäuber sind noch immer weitgehend unerforscht (Desneux et al., 2007). Die meisten Beispiele für Beeinträchtigungen von Bestäubern durch Insektizide bleiben zudem auf einzelne Arten beschränkt, und über die Auswirkungen auf Wildbestäuber-Gemeinschaften ist nur wenig bekannt.

Honigbienen werden häufig als Modellorganismus herangezogen, um subletale Effekte von Pestiziden auf Bestäubergemeinschaften zu untersuchen. Sie werden jedoch als ungeeignet erachtet, die Auswirkungen auf andere Bestäuber, auch auf andere Bienen, stellvertretend zeigen zu können. Tatsächlich handelt es sich bei den Bienen um eine äußerst diverse Gruppe, die auf Pestizidexposition mit stark unterschiedlicher Empfindlichkeit reagiert.

„Bei Honigbienen können Pestizide zwar die soziale Organisation beeinträchtigen (reduzierte Nahrungsaufnahme oder reduzierte Arbeiterinnen-/Brutpopulation), diese Effekte können jedoch möglicherweise ausgeglichen werden, weil die Königin nicht am Sammeln beteiligt und daher wahrscheinlich weniger exponiert ist als die Arbeiterinnen. Im Gegensatz dazu muss bei anderen in Gemeinschaft lebenden Bestäubern wie Hummeln die Königin im Frühjahr ihre Nahrung selbst suchen, um das neue Volk gründen zu können. In diesem Fall können die potenziell negativen Auswirkungen von Pestiziden die Entwicklung des Volkes erheblich beeinträchtigen. Zusammengefasst heißt das, dass in Gemeinschaft lebende Bestäuber, die kein mehrjähriges Volk bilden, und nicht in Gemeinschaft lebende Bestäuber mit höherer Wahrscheinlichkeit unter Insektizidexposition leiden.“

(Desneux et al., 2007)

Darüber hinaus können Bestäuber mit bestimmten Eigenschaften Insektiziden gegenüber empfindlicher sein. So legen aphidophage (sich von Läusen ernährende) Schwebfliegen ihre Eier auf Feldern ab und setzen damit ihre Nachkommen unter Umständen Insektiziden aus (Brittany und Potts, 2011). Unterschiedliche Risiken im Zusammenhang mit spezifischen Eigenschaften oder Lebensgewohnheiten von Bestäubern können eine Störung durch Insektizide zur Folge haben. Diese Exposition kann die Zusammensetzung der Bestäubergemeinschaft verändern und daher auch die Pflanzengemeinschaft auf nicht zufällige Weise beeinflussen (Brittany und Potts, 2011). Solche möglichen Auswirkungen sind eine Warnung vor unerwarteten Folgen bienenschädlicher Pestizide für andere Bestäuber. Sie vergegenwärtigen die Notwendigkeit, das Vorsorgeprinzip anzuwenden und die Bestäuber als Ganzes zu schützen, unabhängig davon, ob sie in Kultur gehalten werden oder in freier Wildbahn leben. Wenn die vorgeschlagenen Einschränkungen bienenschädlicher Pestizide nur für Kulturpflanzen angewandt werden, die für Honigbienen attraktiv sind, bleibt das Risiko für andere Bestäuber möglicherweise bestehen.

Exposition gegenüber verschiedenen Pestizidrückständen und Synergieeffekte

In Gebieten, in denen industrielle Landwirtschaft betrieben wird, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass Bestäuber einer Mischung aus Agrochemikalien (Insektiziden, Herbiziden, Fungiziden u. a.) ausgesetzt sind.

Herbizide können negative Auswirkungen auf Bienen haben, weil sie die verfügbaren Nahrungsressourcen begrenzen, insbesondere wenn gleichzeitig für die industrielle Landwirtschaft typische Monokulturen großflächig angebaut werden (Brittany und Potts, 2011). Wie stark die Auswirkung insgesamt ist, kann von der Körpergröße des Bestäubers abhängig sein, wobei kleinere Arten stärker betroffen sind. Größere Bienen können in der Lage sein, auf der Nahrungssuche weitere Strecken zurückzulegen, während kleinere möglicherweise verhungern (Brittany und Potts, 2011).

„Außerdem wurde nachgewiesen, dass Herbizide die Toxizität einer Reihe von Insektiziden für Fliegen und Mäuse erhöhen, was allerdings für Bienen nicht dokumentiert wurde. Eine subletale Wirkung eines Insektizids, das die Sammeleffizienz der Biene verschlechtert, kann sich schädlicher auf deren Gesundheit auswirken, wenn die Exposition zeitgleich mit einer Einschränkung der Nahrungsressourcen aufgrund des Einsatzes von Herbiziden stattfindet.“

(Brittany und Potts 2011)

Landwirte setzen während der Blütezeit vieler bienenbestäubter Kulturpflanzen, zur Sammelzeit der Bienen also, regelmäßig Fungizide ein, da diese als weniger giftig für Bienen eingestuft werden. Derzeit gibt es nur wenige Einschränkungen für diese Praxis. Einige Fungizide erwiesen sich jedoch bereits bei Feldaufwandmengen als direkt giftig für Honig- und Einzelbienen (Mullin et al., 2010). Ebenso beunruhigend ist die Erkenntnis, dass einige Fungizide die Toxizität von Pyrethroid-Insektiziden für Bienen erhöhen (Brittany und Potts, 2011).

Mehrere Studien legen die Möglichkeit synergetischer Interaktionen zwischen Pestiziden und Fungiziden nahe. Ergosterol-Biosynthese-Inhibitoren (EBI) interagieren synergetisch mit Pyrethroiden (Nørgaard und Cedergreen, 2010). Sind Honigbienen Deltamethrin in Kombination mit den Fungiziden Prochloraz oder Difenoconazol ausgesetzt, führt dies bereits bei Dosen, die bei alleiniger Anwendung keine signifikante Wirkung auf die Wärmeregulierung zeigen, zu Hypothermie (Vandame et al., 1998). In einer weiteren Studie wurde nachgewiesen, dass Thiacloprid, ein verbreitetes *Neonicotinoid*, etwa um zwei Größenordnungen giftiger auf Honigbienen wirkt, wenn es in Kombination mit dem Fungizid Propiconazol auftritt, und in Kombination mit Triflumizol etwa um drei Größenordnungen giftiger wirkt (Iwasa et al., 2004).

In einem Bericht der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) von Ende 2012 heißt es: „Es wurde über signifikante Synergien zwischen EBI-Fungiziden und *Neonicotinoid*- sowie Pyrethroid-Insektiziden berichtet; in einigen Fällen jedoch, in denen hohe Synergieeffekte beobachtet wurden, liegen die Dosen der Fungizide deutlich über denen, die im Expositionsteil dieses Berichts identifiziert wurden. […] Größere Synergieeffekte sind im Labor zwischen EBI-Fungiziden bei Feldaufwandmengen und zur Varroabekämpfung eingesetzten Pyrethroiden (Flumethrin und Fluvalinat) sowie zwischen Coumaphos und Fluvalinat zur Varroabekämpfung zu beobachten.“ (Thompson, 2012)

Die Konsequenzen dieser Ergebnisse und der möglichen Interaktionen zwischen Fungiziden und anderen Insektiziden werden jedoch trotz der potenziellen Bedeutung derartiger Erkenntnisse nur äußerst unzureichend beschrieben (Mullin et al., 2010).

Neben den Wechselbeziehungen zwischen verschiedenen Pestiziden wurde weiterhin nachgewiesen, dass Insektizide mit anderen stressverursachenden Faktoren wie Parasitenbefall interagieren (Alaux et al., 2010, Wu et al., 2012). So war „die Sterblichkeit von Honigbienen aufgrund des Insektizids Imidacloprid (*Neonicotinoid*) […] bei Bienen, die mit dem Parasiten Nosema infiziert waren, höher, und es zeigte sich, dass eine synergetische Interaktion zwischen beiden Faktoren die Enzymaktivität reduzierte, die mit der Sterilisierung der Nahrung für das Volk im Zusammenhang steht.“ (Alaux et al., 2010; Brittany und Potts, 2011)

„Bestäuber sind zunehmend einem Cocktail aus Pestiziden ausgesetzt. In nur einer Pollenprobe eines Honigbienenvolks wurden beispielsweise bis zu 17 verschiedene Pestizide nachgewiesen (Frazier et al., 2008). Welche Auswirkungen das auf die Bienengesundheit und Bestäubungsleistungen hat, ist nicht bekannt. Angesichts der prognostizierten Steigerung der globalen Pestizidproduktion (Tilman et al., 2001) und des Anbaus bestäubungsabhängiger Kulturpflanzen (Aizen et al., 2008) wird diese Problematik in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen. Es ist nicht einfach, die Auswirkungen von Insektiziden isoliert von anderen Aspekten landwirtschaftlicher Intensivierung zu betrachten – dies wird durch die kumulative und synergetische Wirkung des gleichzeitigen Einsatzes mehrerer Insektizide weiter erschwert.“

(Brittany und Potts 2011)

Pestizidrückstände in Honigbienenstöcken

In Nordamerika fand vor Kurzem die bisher umfangreichste Stichprobenuntersuchung in Honigbienenstöcken statt, in deren Rahmen Pollen, Wachs und die Bienen selbst auf Pestizidrückstände untersucht wurden. Dem Ergebnis zufolge sind Honigbienen regelmäßig einer Vielzahl von Pestiziden ausgesetzt (Mullin et al., 2010). Die Autoren fanden „in Honigbienenvölkern in den gesamten Vereinigten Staaten von Amerika und in einer kanadischen Provinz nie dagewesene Mengen an Milbenbekämpfungsmitteln und in der Landwirtschaft eingesetzten Pestiziden.“

Diese Studie zeigte deutlich, dass von Bienen gesammelter Pollen hohe Anteile verschiedenster Pestizidrückstände

aufweisen kann, darunter bedeutende Mengen der Insektizide Aldicarb, Carbaryl, Chlorpyrifos und Imidacloprid, der Fungizide Boscalid, Captan und Myclobutanil sowie des Herbizids Pendimethalin. Weiterhin wurden hohe Mengen an Fluvalinat und Coumaphos nachgewiesen; dabei handelt es sich um zwei Milbenbekämpfungsmittel, die von Imkern in Bienenstöcken häufig gegen Varroabefall eingesetzt werden.

Pollen ist die Haupteiweißquelle der Honigbienen und spielt für die Ernährung der Biene und die Gesundheit ihrer Völker eine entscheidende Rolle. Angesichts der vielen verschiedenen Pestizidrückstände, die in der Umgebung von Bienen gleichzeitig vorkommen, scheinen Interaktionen zwischen verschiedenen Pestiziden durchaus möglich. Bei zehn in Pollen nachgewiesenen Pestiziden betrug der Anteil mehr als ein Zehntel der akuten Toxizität (LD50) für Bienen, was darauf hindeutet, dass allein durch diese Giftstoffe subletale Wirkungen möglich sind (Mullin et al., 2010). Insgesamt gesehen wird „Die Ernährung mit Pollen, der durchschnittlich sieben verschiedene Pestizide enthält, hat mit hoher Wahrscheinlichkeit Auswirkung auf die Gesundheit der Bienen."

Neben Insektiziden wurden vor allem auch Fungizide als signifikante Pestizidrückstände in Pollen nachgewiesen. Die Autoren bemerkten einen Zusammenhang zwischen einigen Fungiziden und einem schlechten Gesundheitszustand in den Stöcken (Mullin et al., 2010). Wie bereits an anderer Stelle erklärt wurde, verstärken Fungizide möglicherweise die schädlichen Auswirkungen einiger Insektizide auf Honigbienen.

Der nordamerikanischen Studie zufolge sind hochgiftige Pyrethroide, darunter Deltamethrin und Bifenthrin, die am häufigsten verwendete Insektizidklasse. Sie wurden in Mengen nachgewiesen, die für Honigbienen unter bestimmten Bedingungen tödlich sein können. Außerdem werden Pyrethroide von Landwirten häufig zusammen mit bestimmten Fungiziden eingesetzt, von denen wiederum einige nachweislich die Toxizität einiger Pyrethroide für Bienen erhöhen.

„Die mögliche Interaktion zwischen unterschiedlichen Pyrethroiden und Fungiziden beeinträchtigt mit hoher Wahrscheinlichkeit die Bienengesundheit, wobei die Art und Weise der Beeinträchtigung noch zu bestimmen ist."

(Mullin et al., 2010)

*Neonicotinoid*rückstände wurden häufig in Pollen und Wachs nachgewiesen, wobei sie im Allgemeinen in geringeren Konzentrationen beobachtet wurden als Pyrethroide. Eine Pollenprobe jedoch enthielt einen außerordentlich hohen Anteil an Imidacloprid. Das Interaktionspotenzial v*on Neonicotinoide*n in Bezug auf andere Pestizide ist noch immer kaum untersucht (Mullin et al., 2010).

Die Autoren schlussfolgern: „Das weitverbreitete gleichzeitige Vorkommen verschiedener Rückstände, von denen einzelne Verbindungen in giftigen Mengen auftreten, und das Fehlen wissenschaftlicher Studien zu den biologischen Folgen von Pestizidkombinationen sprechen stark für die dringende Notwendigkeit neuer Regulierungsmaßnahmen in Bezug auf Zulassungs- und Überwachungsverfahren für Pestizide, da die Sicherheit von Bestäubern davon abhängt. Darüber hinaus sind dringend Gelder zur Verfügung zu stellen, damit die unzähligen Datenlücken bezüglich der Auswirkungen von Pestiziden auf Bestäuber geschlossen werden können. Die Tatsache, dass die Bienentoxizität zugelassener Wirkstoffe lediglich Warnhinweise auf Etiketten zur Folge hat, sowie die Unterschätzung der systematischen Gefährdung der Bienen durch Pestizide in Zulassungsverfahren können durchaus zu der weitverbreiteten Pestizidkontamination von Pollen, der Hauptnahrungsquelle unseres wichtigsten Bestäubers, beigetragen haben. Können wir angesichts des Beitrages der Bestäuber zu unserem Ernährungssystem, der bei 14 Milliarden Dollar liegt, wirklich untätig bleiben?" (Mullin et al., 2010)

Auch in Materialstichproben europäischer Bienenstöcke wurden Pestizidrückstände nachgewiesen. In Bienenstöcken in ganz Spanien wurden beispielsweise sowohl Akarizide (zur Milbenbekämpfung) als auch in der Landwirtschaft eingesetzte Pestizide im Bienenbrot nachgewiesen, darunter die Insektizide Cypermethrin, Deltamethrin und Chlorpyrifos, die eine hohe subletale Bienentoxizität aufweisen. Akarizide wurden in deutlich höheren Mengen als Pestizide aus der Landwirtschaft nachgewiesen (Orantes-Bermejo et al., 2010). In Slowenien wiesen Honigbienenvölker in mit Insektiziden behandelten Apfelplantagen noch bis zu 16 Tage nach der Behandlung Diazinon-Rückstände im Bienenbrot auf, und in Pollen wurden nach der Applikation von Thiacloprid bis zu 6 Tage lang und nach der Applikation von Diazinon bis zu 10 Tage lang Rückstände nachgewiesen (Škerl et al., 2009).

© GREENPEACE / PIETER BOER

© GREENPEACE / PIETER BOER

Liste bienenschädlicher Pestizide: die sieben wichtigsten bienenschädlichen Chemikalien

Auf der Grundlage der verfügbaren Daten über den Pestizideinsatz in Europa und die entsprechenden Auswirkungen auf Bienen und andere Bestäuber haben wir eine Liste bienenschädlicher Pestizide erarbeitet, die aus der Umwelt verbannt werden müssen, damit akute Vergiftungen mit Todesfolge und mögliche subletale Schäden bei Bestäubern nicht mehr auftreten können. Auf der Grundlage des aktuellen Forschungsstandes hat Greenpeace die sieben wichtigsten Insektizide identifiziert, deren Einsatz eingeschränkt werden muss und die aus der Umwelt zu verbannen sind, damit Bienen und andere Bestäuber nicht mehr damit belastet werden. Bei diesen sieben Chemikalien handelt es sich um **Imidacloprid, Thiamethoxam, Clothianidin, Fipronil, Chlorpyrifos, Cypermethrin und Deltamethrin**.

Tabelle 1 zeigt eine kurze Zusammenfassung der Eigenschaften jedes dieser Pestizide und einige Referenzen, aus denen potenzielle Schädigungen und die Notwendigkeit der Anwendung des Vorsorgeprinzips hervorgehen, damit diese Chemikalien aus der Umwelt verschwinden.

Neonicotinoid-Pestizide

In den vergangenen Jahrzehnten haben sich Neonicotinoide zu den am häufigsten eingesetzten Insektiziden entwickelt.

Es gibt zwei Unterklassen von Neonicotinoiden: Nitroguanidine und Cyanoamidine. Zu den Nitroguanidinen zählen Imidacloprid, Clothianidin, Thiamethoxam und Dinotefuran, die allesamt akut giftig für Honigbienen sind und deren orale Toxizität mit 4–5 ng/Einzelbiene extrem hoch ist.

Nach Angaben der Hersteller dieser Insektizide handelt es sich bei den Neonicotinoiden um die „am schnellsten wachsende Klasse von Insektiziden mit weitverbreitetem Einsatz gegen ein breites Spektrum von Saugschädlingen und bestimmten beißend-kauenden Schädlingen.“ (Jeschke et al., 2010)

Parallel zum steigenden Einsatz dieser Chemikalien ist auch die Sorge über ihre möglichen Auswirkungen auf Bestäuber, insbesondere Honigbienen und Hummeln, gewachsen. (Es entstanden zahlreiche Forschungsarbeiten sowie Berichte der UNEP und – erst kürzlich – der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit [EFSA].) Politische Entscheidungsträger haben jedoch bisher nur zögerlich auf diese Befürchtungen reagiert, mit Ausnahme einiger Länder wie Frankreich oder Italien, wo vorsichtige Schritte in Richtung einer verstärkten Regulierung unternommen wurden. Dennoch stellt auch diese verstärkte Regulierung keinen umfassenden Schutz für Bestäuber dar (EEA, 2013).

Die EFSA äußerte erst vor kurzem ihre Besorgnis über die Risiken in Verbindung mit bestimmten Verwendungsarten von drei Neonicotinoiden (Clothianidin, Imidacloprid und Thiamethoxam[5] und forderte in diesem Zusammenhang die Europäische Kommission auf, Änderungen der Regulierung dieser Substanzen in Betracht zu ziehen. Die Opposition einiger Mitgliedsstaaten und eine starke Lobbyarbeit seitens der Industrie scheinen jedoch jegliche Versuche auszubremsen, im Hinblick auf die identifizierten Risiken aktuelle Zulassungen zu ändern. Die drei genannten Neonicotinoide gehören mit einem Anteil von 85 Prozent am Neonicotinoid-Insektizid-Markt (mit einem Wert von 2.236 Millionen US-Dollar im Jahr 2009) zu den weltweit am meisten verkauften Insektiziden (Jeschke et al., 2010). Mit einem Umsatz von 1.091 Millionen US-Dollar im Jahr 2009 ist Imidacloprid das am meisten verkaufte Insektizid der Welt (Jeschke et al., 2010).

Nach Ansicht von Greenpeace sprechen die ermittelten Fakten dafür, den Einsatz einer Reihe bienenschädlicher Pestizide, darunter der Neonicotinoide, vernünftigerweise vollständig einzustellen. Wird die Anwendung lediglich auf spezifische Bereiche beschränkt, stellt das allein keine Garantie für die Sicherheit sämtlicher Bestäuberarten dar. So beobachteten die Autoren einer kürzlich durchgeführten Studie über die Auswirkungen von Imidacloprid auf andere Bestäuber wie Bienen und Käfer: „Tatsächlich ist fast nichts über die Auswirkungen von Neonicotinoid-Pestiziden auf das Verhalten von Nichtzielinsekten, die keine Bienen sind, bekannt […] Überhaupt ist es auffällig, wie wenig wir über die Umwelttoxikologie dieser im großen Maßstab eingesetzten Insektizidklasse wissen.“ (Easton und Goulson, 2013)

5 http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/130116.htm

© GREENPEACE / PIETER BOER

5

Was wir tun können, um Bienen und andere Bestäuber zu schützen

Die Bedrohungen, denen Honigbienen und wild lebende Bestäuber ausgesetzt sind, sind real, signifikant und komplex. Es ist eine umfangreiche, aber unbedingt notwendige Aufgabe, ihnen in ihrer Gesamtheit mit einem integrierten Ansatz zu begegnen. Die stärkste Bedrohung geht derzeit jedoch von der chemieintensiven Landwirtschaft aus; die schädlichen Auswirkungen einer solchen Landwirtschaft einzudämmen, ist zweifellos ein entscheidender Schritt in die richtige Richtung. Jeder Fortschritt, der bei der Umwandlung des derzeitigen destruktiven, chemieintensiven Landwirtschaftssystems in ein ökologisches Agrarsystem erzielt wird, kommt nicht nur der globalen Bestäubergesundheit zugute, sondern wirkt sich in vielerlei Hinsicht positiv auf andere Umweltdimensionen und die Ernährungssicherheit des Menschen aus.

Die Umwandlung des derzeitigen Systems in eines, das sowohl Umweltschutzambitionen erfüllt als auch den weltweiten Nahrungsmittelbedarf deckt, ist eine umfangreiche Aufgabe. Entschlossene Maßnahmen sind notwendig, um auf lange Sicht einer stabilen Lösung näherzukommen. Ein wichtiger Schritt ist dabei die Verhinderung der Schädigung von Bestäubern, indem dafür gesorgt wird, dass diese keinen potenziell schädlichen Pestiziden mehr ausgesetzt sind. Auf diese Weise werden Schlüsselkomponenten natürlicher und bewirtschafteter Ökosysteme direkt und indirekt geschützt.

Kurz- und mittelfristig liegen spezielle Probleme vor, die die moderne Gesellschaft sofort in Angriff nehmen kann, um die globale Bestäubergesundheit zu stabilisieren. Der Nutzen eines solchen Handelns könnte unmittelbar sichtbar werden. Nach einer Analyse des derzeitigen Forschungsstandes über die globale Bestäubergesundheit ist Greenpeace der Überzeugung, dass ein entscheidender Schritt zum Schutz von Honig- und Wildbienen darin besteht, ihre Belastung mit potenziell für sie schädlichen Pestiziden zu verhindern. So kann auch der hohe ökologische und finanzielle Wert der natürlichen Bestäubung gesichert werden.

Beispiele für wissenschaftlich belegte kurz- bis mittelfristige Maßnahmen, die zur Bekämpfung des globalen Bestäuberrückgangs beitragen können, lassen sich in zwei Hauptgruppen zusammenfassen:

1) Verhinderung der Schädigung von Bestäubern (indem z. B. dafür gesorgt wird, dass diese keinen potenziell schädlichen Substanzen mehr ausgesetzt sind);

2) Verbesserung der Bestäubergesundheit (indem z. B. nichtnachhaltige Anbaupraktiken innerhalb bestehender Agrarökosysteme verändert werden).

Verhinderung der Schädigung von Bestäubern durch den Verzicht auf potenziell bienenschädliche Pestizide

In den vorangegangenen Kapiteln dieses Berichts haben wir den derzeitigen Forschungsstand zusammengefasst, der deutlich macht, dass der Einsatz bestimmter bienenschädlicher Pestizide mit signifikanten Risiken verbunden ist. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse zeigen deutlich und eindeutig, dass der potenzielle Schaden dieser Pestizide jeglichen angenommenen Nutzen einer gesteigerten landwirtschaftlichen Produktivität weit übersteigt. Tatsächlich werden sich vermeintlich vorteilhafte Trade-offs mit hoher Wahrscheinlichkeit als völlig illusorisch erweisen. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat die potenziellen Risiken einiger dieser Pestizide (namentlich von drei Neonicotinoiden) bestätigt[6]; gleichzeitig herrscht weitgehend Übereinstimmung darüber, dass der wirtschaftliche Nutzen von Bestäubern von zentraler Bedeutung ist.

Außerdem zeigt die insbesondere in Europa stattfindende Verbreitung einer den Chemieeinsatz reduzierenden und dem Prinzipien des Integrierten Pflanzenschutzmanagements (IPM) folgende Landwirtschaft[7] und vor allem die Ausweitung des biologischen Anbaus, dass eine Landwirtschaft ohne Pestizide durchaus möglich, wirtschaftlich rentabel und sicher für die Umwelt ist. Selbst in Italien, wo der Einsatz einiger bienenschädlicher Pestizide für die Saatgutbeizung vor einigen Jahren verboten wurde, berichteten Landwirte nicht über vermehrte Schädlingsprobleme, nachdem sie die Nutzung dieser Biozide eingestellt hatten. Im Gegenteil: Die Landwirte meldeten keine statistisch signifikanten Ertragsrückgänge infolge der raschen Einführung und Einhaltung einer vernünftigeren Regulierung bienenschädlicher Pestizide (APENET, 2011).

Dennoch müssen Landwirte bei der Suche nach neuen ungiftigen und umweltverträglichen Maßnahmen zum Schutz ihrer Anbauprodukte vor Schädlingsbefall unterstützt werden. Weitere wissenschaftliche Untersuchungen sind notwendig, damit diese Alternativen ausgebaut werden können. Darüber hinaus muss die Verbreitung bereits bestehender alternativer Lösungen gefördert werden, indem diese beispielsweise nach der Prüfung und Anerkennung ihrer Effizienz marktverfügbar gemacht werden.

Verbesserung der Bestäubergesundheit in Agrarökosystemen und naturnahen Lebensräumen

Erhöhung der Vielfalt und Abundanz von Blütenressourcen in landwirtschaftlich genutzten Gebieten

Industrielle Agrarlandschaften sind für Bienen meist wie Wüsten. Dominieren großflächige Monokulturen – mit wenigen Blütenpflanzen, einer geringen Pflanzenvielfalt und einem großangelegten Einsatz von Herbiziden –, kann es für die Bienen schwierig sein, geeignete Nahrung zu finden.

Viele Maßnahmen zur Steigerung der Pflanzenvielfalt auf unterschiedlichen Ebenen können die räumliche und zeitliche Verfügbarkeit von Blütenressourcen für Bestäuber verbessern. An einzelnen Orten beispielsweise kann die Einbeziehung von Kulturpflanzen, die große Mengen an Pollen und Nektar bieten – wie Rotklee, Sonnenblume, Melone, Raps oder Mandel – die Bedingungen für Bestäuber auf kurze Sicht verbessern (Kremer et al., 2007).

In landwirtschaftlichen Betrieben wirkt sich der Anbau oder Erhalt alternativer Nahrungsquellen vor und nach der Blütezeit des Hauptanbauprodukts positiv auf Bestäuber aus. Die Erhaltung blumenreicher Ackerrandstreifen, stillgelegter Flächen, grasreicher Begrenzungen oder mehrjähriger Hecken (Kremer et al., 2007; Carvell et al., 2004) sind diesbezüglich effektive Maßnahmen. Auch Zwischenkulturen aus verschiedenen Kulturpflanzen, die nützliche Insekten, beispielsweise Bestäuber, anziehen, dienen als Blüten-„Reservoir“ (Kremer et al., 2007). Einjährige Pflanzengemeinschaften, die gemeinhin als Unkraut betrachtet werden, können ebenfalls gesunde Bestäubergemeinschaften fördern (Morandin und Winston, 2006). Obstgärten und Olivenhaine können beispielsweise auch unter Bewahrung einer hohen Biodiversität effektiv bewirtschaftet werden und schaffen so Lebensräume für Wildbestäuber (Potts et al., 2006).

Auf einer weiter gefassten, lokalen Ebene können durch die Integration naturnaher Flächen in bewirtschaftete Agrarflächen die Abundanz von Wildbestäubern und deren Bestäubungsleistungen erhöht werden. Die Abundanz von Wildbestäubern in Agrarbetrieben steht häufig mit dem Vorhandensein nahegelegener natürlicher oder naturnaher Gebiete im Zusammenhang und kann eine deutliche Steigerung der Gemüseproduktion zur Folge haben, wie am Beispiel von Freilandtomaten in Kalifornien gezeigt wurde (Greenleaf und Kremen, 2006). Erst vor kurzem wurde

6 „EFSA identifiziert Risiken durch Neonicotinoide für Bienen”. Pressemitteilung vom 16. Januar 2013: http://www.efsa.europa.eu/de/press/news/130116.htm

7 „Die biologische Landwirtschaft ist ein Sektor der europäischen Landwirtschaft, der in den vergangenen Jahren konstant gewachsen ist.“ http://ec.europa.eu/agriculture/organic/home_de

nachgewiesen, dass eine Erhöhung der Bestäubervielfalt, um das Vorkommen von Wild- und Honigbienen zu steigern, den Bestäubungserfolg und die Fruchterzeugung auf Mandelplantagen verbessert (Brittain et al., 2013b). Auf Mangoplantagen, die von Wildblumen gesäumt wurden, war der Fruchtertrag pro Baum deutlich höher als auf Plantagen ohne Wildblumensaum. Außerdem konnte die Produktion durch die Nähe der Plantage zu natürlichen Gebieten und einen niedrigen Pestizideinsatz gesteigert werden (Carvalheiro et al., 2012). Die Kombination von Flächen mit einheimischen Blumen und Gebieten mit natürlichen Lebensräumen in Agrarregionen fördert das Vorkommen von Wildbienen auf produktiven Flächen. So können Bestäubung und Erträge angekurbelt werden, und natürliche Lebensräume gehen nicht durch schädliche Agrarpraktiken verloren.

Die Bedeutung wilder Bestäuberinsekten, vor allem zahlreicher Bienenarten, aber auch einiger Fliegen, Schmetterlinge und Käfer, als Bestäubungsdienstleister nimmt in Agrargebieten zu. Eine erst vor kurzem veröffentlichte umfassende Analyse zeigt, dass an Orten, wo Wildinsekten in geringerer Vielfalt und Abundanz vorkommen, Ernten weniger produktiv ausfallen – ganz unabhängig davon, wie groß die Abundanz von Honigbienen in der Umgebung dieses Anbauorts ist (Garibaldi et al., 2013). Das unterstreicht die Bedeutung des Schutzes von Wildbestäubern – nicht nur im Sinne des Biodiversitätsschutzes, sondern auch aufgrund der entscheidenden Rolle, die sie für die Nahrungsmittelproduktion spielen. Honigbienen sind wichtig, können aber die effiziente Bestäubungsfunktion vielfältiger Wildinsekten in der Umgebung von Kulturen nicht ersetzen (Garibaldi et al., 2013).

Kirschen werden nachweislich durch Wildbienen besser bestäubt als durch Honigbienen, was gesteigerte Erträge zur Folge hat (Holzschuh et al., 2012). Die Abundanz und Vielfalt von Wildbienen wurden wiederum mit dem Erhalt natürlicher Lebensräume in der unmittelbaren Umgebung der Kirschplantage in Verbindung gebracht. In welchem Maße sich natürliche Lebensräume und die Präsenz von Wildbienen auf den Fruchtertrag auswirken, ist wirklich erstaunlich: „Eine Erhöhung der Bienenhabitate mit großer Artenvielfalt in der Landschaft von 20 auf 50 Prozent führte zu einer Steigerung des Fruchtansatzes um 150 Prozent.“ Die Autoren schlussfolgerten: „Landwirte müssen naturnahe Lebensräume in ihren Landschaften schützen, um die Bestäubung und hohe Erträge sicherzustellen.“ (Holzschuh et al., 2012)

Natürliche Bestäuber wie Hummeln sind in der Lage, weitere Strecken zurückzulegen und Nahrung an Orten mit vielfältigerem Blütenangebot zu finden (Jha und Kremen, 2013). Auch diese Erkenntnis legt nahe, dass durch Maßnahmen zur Förderung artenreicher Blühflächen in natürlichen und bewirtschafteten Landschaften der Nutzen der Bestäubungsleistungen von Wildinsekten vervielfacht werden könnte. Hier bietet sich eine großartige Gelegenheit, Landwirte, Landmanager und selbst Stadtbewohner in Aktionen einzubeziehen, die sowohl den Biodiversitätsschutz als auch Bestäubungsleistungen fördern (Jha und Kremen, 2013).

„Durch die Integration nichtbewirtschafteten Landes in Agrarflächen können sowohl Schutzziele erreicht als auch Ökosystemdienstleistungen geschützt werden. Die ökonomischen Kosten dafür sind äußerst gering.“

(Lautenbach et al., 2012)

Biodiversitätsreiche Anbausysteme ohne Agrochemikalien: ökologische, biologische und nachhaltige Systeme

Experimente mit Raps haben gezeigt, dass die Bestäubung von Kulturpflanzen erfolgreicher ist und mehr Früchte und Samen ausgebildet werden, wenn eine größere Bestäubervielfalt und -abundanz vorliegen. Ein höherer Bestäubungserfolg äußerte sich in gesteigerten Erträgen und einem besseren Marktwert (Bommarco et al., 2012).

Landwirtschaftliche Praktiken, die eine hohe Artenvielfalt erhalten und ohne chemische Pestizide und Düngemittel auskommen, wie es bei biologischen und ökologischen Anbaumethoden der Fall ist, haben sich wiederholt als vorteilhaft für die Abundanz und den Reichtum an Bestäubern erwiesen. Solche Methoden begünstigen außerdem die Bestäubung von Kulturpflanzen und damit potenzielle Erträge (Morandin und Winston, 2005; Andersson et al., 2012). Die positiven Auswirkungen ökologischer und anderer nichtchemischer landwirtschaftlicher Methoden auf die Bestäubergesundheit wurden jedoch bisher noch nicht umfassend untersucht. Vor allem aber werden diese alternativen Methoden vielfach nicht als effektive Instrumente zum Schutz und zur Verbesserung von Bienenpopulationen in Betracht gezogen.

Eine kürzlich in Schweden durchgeführte Untersuchung zeigte deutlich, wie Erdbeeren von biologischen Anbauweisen profitieren. Bio-Erdbeeren wurden von einer größeren Anzahl von Bestäubern besucht und erzielten höhere Bestäubungserfolge als konventionell angebaute Erdbeeren. Dieser Unterschied zeigte sich schon sehr bald nach der Umstellung von der konventionellen auf die biologische Anbauweise. Die Autoren schlussfolgerten, dass sich die biologische Landwirtschaft positiv auf die Bestäubung von Kulturpflanzen auswirkt, was sich sowohl in der Quantität als auch der Qualität der Erträge niederschlägt (Andersson et al., 2012).

Ökologische Anbaumethoden können sowohl die Vielfalt als auch die Abundanz von Bestäubern fördern. Das gilt insbesondere bei intensiver genutzten Agrarflächen (Batáry et al., 2011; Holzschuh et al., 2008). Vorteile können sich darin äußern, dass die Ertragspotenziale von Kulturpflanzen voll ausgeschöpft werden (Kremen und Miles, 2012).

Ein Vergleich der Wildbienenabundanz auf biologischen, konventionellen und gentechnisch veränderten (herbizidresistenten) Rapsfeldern in Kanada zeigte, dass die Bienenabundanz auf den biologisch bewirtschafteten Rapsfeldern am höchsten lag und das Bestäubungsdefizit (definiert als Steigerung der Samenproduktion pro Frucht durch ergänzende Bestäubung) im Vergleich zu den konventionell angebauten und den gentechnisch veränderten Sorten am geringsten war (siehe Abbildung 2) (Morandin und Winston, 2005). Konventionelle Felder bewegten sich hinsichtlich der Bienenabundanz und der Einschränkung der Bestäubung im Mittelfeld, während im Falle des gentechnisch veränderten, herbizidtoleranten Rapses die geringste Bienenabundanz und das höchste Bestäubungsdefizit festgestellt wurden. Auch wenn die Ursachen für die größte Einschränkung der Bestäubung bei gentechnisch verändertem, herbizidtolerantem Raps nicht mit Sicherheit zu bestimmen sind, scheint plausibel, dass der starke Einsatz des Herbizids Glyphosat die Gesundheit der Bienenpopulation durch einen Rückgang der Blütenressourcen direkt oder indirekt beeinträchtigen kann. Es ist möglich, dass eine „gentechnisch veränderte Pflanzensorte, mit deren Hilfe Erträge durch Unkrautbekämpfung gesteigert werden sollen, die unerwünschte Folge haben könnte, die Bienenabundanz auf dem Feld zu verringern“ und damit den Ertrag einzuschränken (Morandin und Winston, 2005).

Der Nutzen der biologischen Landwirtschaft für die Vielfalt und Abundanz von Bestäubern kann sich auch auf umliegende konventionell bewirtschaftete Agrarbetriebe ausweiten. In Deutschland führte die biologische Bewirtschaftung von Weizenfeldern im Vergleich zu konventionellen Anbaupraktiken zu einem um 60 Prozent größeren Bestäuberreichtum und einer um 130 bis 160 Prozent höheren Bestäuberabundanz (Holzschuh et al., 2008). Außerdem erhöhte die Erweiterung ökologisch bewirtschafteter Flächen von fünf auf 20 Prozent auf landschaftlicher Ebene die Vielfalt und Abundanz von Bestäubern um mehr als 60 Prozent, und das sowohl auf biologisch als auch auf konventionell bewirtschafteten Feldern (Holzschuh et al., 2008; Kremen und Miles, 2012).

Diversifizierte Bewirtschaftungssysteme wie solche, die mit biologischen und ökologischen Produktionsmethoden arbeiten, tragen nicht nur zur Steigerung der Bestäubungsleistungen bei, sondern sind auch anderweitig auf vielfältige Weise nützlich. So werden Unkraut, Krankheiten und Schädlinge besser abgewehrt (Kremen und Miles, 2012). Trotzdem sind diesen Systemen bisher deutlich weniger öffentliche Forschungsgelder für die Verbesserung ihres Managements bereitgestellt worden als konventionellen Agrarsystemen. Dieser Mangel an Unterstützung überrascht, wenn man bedenkt, dass ökologische und biologische Anbausysteme etwa die gleiche Menge an Nahrungsmitteln und Profiten erwirtschaften können wie konventionelle Systeme, dabei aber Umwelt und Gesellschaft weit weniger schädigen. (Kremen und Miles, 2012; Davis et al., 2012). Die Schätzungen von Urs Niggli, dem Direktor des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) in der Schweiz, sind diesbezüglich sehr aufschlussreich. Er geht davon aus, dass von einem jährlichen Budget von 52 Milliarden Dollar, die der Agrarforschung zur Verfügung stehen, weniger als 0,4 Prozent für die Erforschung und Bewertung spezifischer biologischer Initiativen eingesetzt werden[8].

Demzufolge sind zusätzliche öffentliche und private Mittel für die Erforschung und Entwicklung ökologischer Anbaupraktiken notwendig, die ökologische Dienstleistungen maximieren, Nahrungsmittelproduktion und Umweltschutz fördern und gleichzeitig zur sozialen und wirtschaftlichen Entwicklung beitragen (IAASTD, 2009).

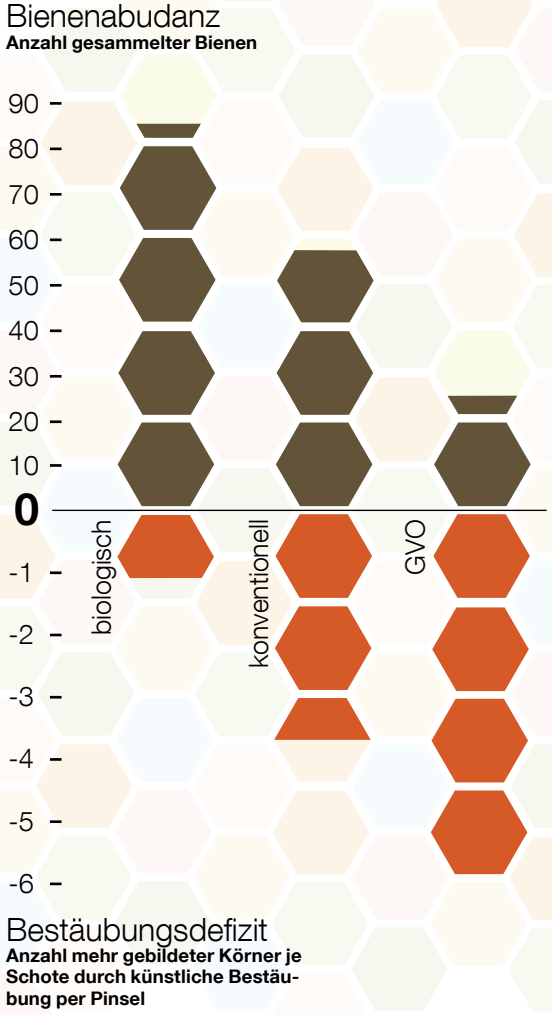


Abbildung 2. Bienenabundanz und Bestäubungsdefizite (Mittelwert ± Standardfehler) für drei verschiedene Raps-Anbausysteme (Anzahl der Felder pro Behandlung = 4). Die Anzahl der Bienen (obere Balken) und die Höhe des Bestäubungsdefizits (untere Balken) unterschieden sich signifikant zwischen den drei Feldtypen. Die Abbildung wird mit freundlicher Genehmigung von Morandin LA & Winston ML (2005) übernommen. „Wild Bee Abundance and Seed Production in Conventional, Organic, and Genetically Modified Canola." Ecological Applications 15(3): 871-881.

8 "Network to push scientific case for organic farming", SciDev Net, 22 February 2013. http://www.scidev.net/en/agriculture-and-environment/farming-practices/news/network-to-push-scientific-case-for-organic-farming.html

4

© GREENPEACE / PIETER BOER

6

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Notwendige Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit von Bienen und anderen Bestäubern

„Der aus Bestäubung entstehende Nutzen ist in vielen Teilen der Welt derart hoch, dass Schutzstrategien und Landnutzungsentscheidungen völlig anders aussehen würden, wenn diese Werte Berücksichtigung fänden. Viele Maßnahmen wären nötig, angefangen bei lokalen Projekten mit traditionellen Bauern, die darauf abzielen, eine nachhaltige Lebensgrundlage zu schaffen, bis hin zur weltweiten Förderung der Wiederherstellung und des Schutzes von Bestäubern."

(Lautenbach et al., 2012)

Die EU-Agrarpolitik, insbesondere die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP), sollte die aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse über den Nutzen wilder und in Kultur gehaltener Bestäuberpopulationen und ihre Bedrohung berücksichtigen und dementsprechend handeln. Damit der Schutz der grundlegenden Ökosystemdienstleistung der Bestäubung gewährleistet ist, müssen dringend Maßnahmen ergriffen werden. Die in diesem Bericht aufgeführten Instrumente, die bereits zum Schutz von Bestäubern bestehen, sollten als Mittel zur Förderung bienenfreundlicher Anbaupraktiken in die Agrarpolitik integriert werden.

Außerdem sollten strenge EU-Verordnungen über den Einsatz potenziell bienenschädlicher Substanzen erlassen werden, die auf den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen zur Schädigung und Anfälligkeit von Honigbienen basieren und sich am Vorsorgeprinzip orientieren. Die eingeführten Schutzmaßnahmen sollten auch auf Wildbestäuber ausgeweitet werden, da diese jetzt und auf unabsehbare Zeit eine entscheidende Rolle für die Sicherung von Bestäubungsleistungen spielen.

Empfehlungen

Honigbienen und Wildbestäuber spielen für die Landwirtschaft und Nahrungsmittelproduktion eine entscheidende Rolle. Beide Wirtschaftsbereiche sind durch das derzeitige industrielle, chemieintensive Landwirtschaftsmodell bedroht. Dadurch ist auch die Nahrungsmittelversorgung in Europa gefährdet. Wie dieser Bericht zeigt, gibt es deutliche wissenschaftliche Belege dafür, dass Neonicotinoide und andere Pestizide eine wichtige Ursache für den derzeitigen Bienenrückgang sind. Folglich sollten politische Entscheidungsträger:

1. Den Einsatz bienenschädlicher Pestizide verbieten, angefangen bei den gefährlichsten und populärsten derzeit in der EU zugelassenen Pestiziden; es sind *Imidacloprid, Thiamethoxam, Clothianidin, Fipronil, Chlorpyrifos, Cypermethrin und Deltamethrin* (siehe Tabelle 1).
2. Durch die Verabschiedung nationaler Aktionspläne für Bestäubungsinsekten landwirtschaftliche Praktiken unterstützen und fördern, die sich positiv auf Bestäubungsleistungen in Agrarsystemen auswirken, so z. B. Fruchtfolgen, ökologische Schwerpunktbereiche in landwirtschaftlichen Betrieben und biologische Landwirtschaftsmethoden.
3. Den Schutz natürlicher und naturnaher Lebensräume innerhalb und in der Umgebung von Agrarlandschaften verbessern und die Biodiversität auf Agrarflächen erhöhen.
4. Mehr Mittel für die Erforschung, Entwicklung und Anwendung ökologischer Anbaupraktiken zur Verfügung stellen, die Abstand von chemischen Schädlingsregulierungsmitteln nehmen und auf biodiversitätsbasierte Instrumente zurückgreifen, um Schädlinge abzuwehren und die Ökosystemqualität zu verbessern. Entscheidungsträger der EU sollten im Rahmen der GAP (Direktzahlungen) und im Rahmen von Horizont 2020 (EU-Forschungsrahmenprogramm) die wissenschaftliche Erforschung ökologischer Landwirtschaftslösungen stärker finanzieren.

Literaturverzeichnis

Aizen, M. A., Garibaldi, L. A., Cunningham, S. A. & Klein, A. M. 2009. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. Annals of Botany, 103: 1579-1588.

Aizen, M. A. & Harder, L. D. 2009. The Global Stock of Domesticated Honey Bees Is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination. Current Biology, 19: 915-918.

Alaux, C., Brunet, J.-L., Dussaubat, C., Mondet, F., Tchamitchan, S., Cousin, M., Brillard, J., Baldy, A., Belzunces, L. P. & Le Conte, Y. 2010. Interactions between Nosema microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (Apis mellifera). Environmental Microbiology, 12: 774-782.

Aliouane, Y., el Hassani, A. K., Gary, V., Armengaud, C., Lambin, M. & Gauthier, M. 2009. Subchronic exposure of honeybees to sublethal doses of pesticides: Effects on behavior. Environmental Toxicology and Chemistry, 28: 113-122.

Andersson, G. K. S., Rundlof, M. & Smith, H. G. 2012. Organic Farming Improves Pollination Success in Strawberries. PLoS ONE, 7: e31599.

APENET 2011. Effects of coated maize seed on honey bees. Report based on results obtained from the third year (2011) activity of the APENET project.

Batáry, P., Báldi, A., Kleijn, D. & Tscharntke, T. 2011. Landscape-moderated biodiversity effects of agri-environmental management: a meta-analysis. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 278: 1894-1902.

Bendahou, N., Fleche, C. & Bounias, M. 1999. Biological and Biochemical Effects of Chronic Exposure to Very Low Levels of Dietary Cypermethrin (Cymbush) on Honeybee Colonies (Hymenoptera: Apidae). Ecotoxicology and Environmental Safety, 44: 147-153.

Biesmeijer, J. C., Roberts, S. P. M., Reemer, M., Ohlem√ºller, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A. P., Potts, S. G., Kleukers, R., Thomas, C. D., Settele, J. & Kunin, W. E. 2006. Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain and the Netherlands. Science, 313: 351-354.

Bommarco, R., Marini, L. & Vaissi√®re, B. 2012. Insect pollination enhances seed yield, quality, and market value in oilseed rape. Oecologia, 169: 1025-1032.

Brittain, C., Kremen, C. & Klein, A.-M. 2013a. Biodiversity buffers pollination from changes in environmental conditions. Global Change Biology, 19: 540-547.

Brittain, C., Williams, N., Kremen, C. & Klein, A.-M. 2013b. Synergistic effects of non-Apis bees and honey bees for pollination services. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 280.

Brown, M. F. & Paxton, R. 2009. The conservation of bees: a global perspective. Apidologie, 40: 410-416.

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. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108: 662-667.

Carrasco-Letelier L, Mendoza-Spina Y & Branchiccela MB (2012). Acute contact toxicity test of insecticides (Cipermetrina 25, Lorsban 48E, Thionex 35) on honeybees in the southwestern zone of Uruguay. Chemosphere 88 (4): 439-444 doi: 10.1016/j. chemosphere.2012.02.062

Carvalheiro, L. G., Seymour, C. L., Nicolson, S. W. & Veldtman, R. 2012. Creating patches of native flowers facilitates crop pollination in large agricultural fields: mango as a case study. Journal of Applied Ecology, 49: 1373-1383.

Dai, P.-L., Wang, Q., Sun, J.-H., Liu, F., Wang, X., Wu, Y.-Y. & Zhou, T. 2010. Effects of sublethal concentrations of bifenthrin and deltamethrin on fecundity, growth, and development of the honeybee Apis mellifera ligustica. Environmental Toxicology and Chemistry, 29: 644-649.

Davis, A. S., Hill, J. D., Chase, C. A., Johanns, A. M. & Liebman, M. 2012. Increasing Cropping System Diversity Balances Productivity, Profitability and Environmental Health. PLoS ONE, 7: e47149.

Decourtye, A., Armengaud, C., Renou, M., Devillers, J., Cluzeau, S., Gauthier, M. & Pham-Delegue, M. H. 2004. Imidacloprid impairs memory and brain metabolism in the honeybee (Apis mellifera L.). Pesticide Biochemistry and Physiology, 78: 83-92.

Decourtye, A., Devillers, J., Genecque, E., Le Menach, K., Budzinski, H., Cluzeau, S. & Pham-Delegue, M. H. 2005. Comparative sublethal toxicity of nine pesticides on olfactory learning performances of the honeybee Apis mellifera. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 48: 242-250.

Decourtye, A., Lacassie, E. & Pham-Delegue, M. H. 2003. Learning performances of honeybees (Apis mellifera L) are differentially affected by imidacloprid according to the season. Pest Management Science, 59: 269-278.

Desneux, N., Decourtye, A. & Delpuech, J.-M. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annu. Rev. Entomol., 52: 81-106.

Easton, A. H. & Goulson, D. 2013. The Neonicotinoid Insecticide Imidacloprid Repels Pollinating Flies and Beetles at Field-Realistic Concentrations. PLoS ONE, 8: e54819.

EEA 2013. European Environment Agency. Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation. http://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2.

El Hassani, A. K., Dacher, M., Gauthier, M. & Armengaud, C. 2005. Effects of sublethal doses of fipronil on the behavior of the honeybee (Apis mellifera). Pharmacology Biochemistry and Behavior, 82: 30-39.

Ellis, M. D. 2010. Managed pollinator CAP coordinated agricultural project: Pesticides applied to crops and honey bee toxicity. American Bee Journal, 150: 485-486.

Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Mueller, N. D., O/'Connell, C., Ray, D. K., West, P. C., Balzer, C., Bennett, E. M., Carpenter, S. R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockstrom, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D. & Zaks, D. P. M. 2011. Solutions for a cultivated planet. Nature, 478: 337–342.

Gallai, N., Salles, J.-M., Settele, J. & Vaissiae, B. E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecological Economics, 68: 810-821.

Garibaldi, L. A., Aizen, M. A., Klein, A. M., Cunningham, S. A. & Harder, L. D. 2011. Global growth and stability of agricultural yield decrease with pollinator dependence. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108: 5909-5914.

Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A., Kremen, C., Carvalheiro, L. s. G., Harder, L. D., Afik, O., Bartomeus, I., Benjamin, F., Boreux, V., Cariveau, D., Chacoff, N. P., Dudenh√∂ffer, J. H., Freitas, B. M., Ghazoul, J., Greenleaf, S., Hipólito, J., Holzschuh, A., Howlett, B., Isaacs,

R., Javorek, S. K., Kennedy, C. M., Krewenka, K., Krishnan, S., Mandelik, Y., Mayfield, M. M., Motzke, I., Munyuli, T., Nault, B. A., Otieno, M., Petersen, J., Pisanty, G., Potts, S. G., Rader, R., Ricketts, T. H., Rundlof, M., Seymour, C. L., Schüepp, C., Szentgyörgyi, H., Taki, H., Tscharntke, T., Vergara, C. H., Viana, B. F., Wanger, T. C., Westphal, C., Williams, N. & Klein, A. M. 2013. Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. Science, Published Online February 28 2013.

Genersch, E., von der Ohe, W., Kaatz, H., Schroeder, A., Otten, C., Bachler, R., Berg, S., Ritter, W., Mohlen, W., Gisder, S., Meixner, M., Liebig, G. & Rosenkranz, P. 2010. The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies*. Apidologie, 41: 332-352.

Gill RJ, Ramos-Rodriguez O & Raine, NE (2012). Combined pesticide exposure severely affects individual –and colony-level traits in bees. Nature 491: 105-108 doi:10.1038/nature11585

Girolami, V., Mazzon, L., Squartini, A., Mori, N., Marzaro, M., Bernardo, A. D., Greatti, M., Giorio, C. & Tapparo, A. 2009. Translocation of Neonicotinoid Insecticides from Coated Seeds to Seedling Guttation Drops: A Novel Way of Intoxication for Bees. Journal of Economic Entomology, 102: 1808-1815.

Greenleaf, S. S. & Kremen, C. 2006. Wild bee species increase tomato production and respond differently to surrounding land use in Northern California. Biological Conservation, 133: 81-87.

Hatjina, F., Papaefthimiou, C., Charistos, L., Dogaroglu, T. Bouga, M., Emmanouil, C. & Arnold, G. (2013) Sublethal doses of imidacloprid decreased size of hypopharyngeal glands and respiratory rhythm of honeybees in vivo. Apidologie DOI: 10.1007/s13592-013-0199-4

Henry, M. l., Beguin, M., Requier, F., Rollin, O., Odoux, J.-F., Aupinel, P., Aptel, J., Tchamitchian, S. & Decourtye, A. 2012. A Common Pesticide Decreases Foraging Success and Survival in Honey Bees. Science 1215039 Published online 29 March 2012 [DOI:10.1126/science.1215039].

Higes, M., Meana, A., Bartolomé, C., Botías, C. & Martín-Hernández, R. 2013. Nosema ceranae (Microsporidia), a controversial 21st century honey bee pathogen. Environmental Microbiology Reports, 5: 17-29.

Holzschuh, A., Dudenhöffer, J.-H. & Tscharntke, T. 2012. Landscapes with wild bee habitats enhance pollination, fruit set and yield of sweet cherry. Biological Conservation, 153: 101-107.

Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I. & Tscharntke, T. 2008. Agricultural landscapes with organic crops support higher pollinator diversity. Oikos, 117: 354-361.

IAASTD 2009. International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development. Island Press. www.agassessment.org.

Jeschke, P., Nauen, R., Schindler, M. & Elbert, A. 2010. Overview of the Status and Global Strategy for Neonicotinoids. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59: 2897-2908.

Jha, S. & Kremen, C. 2013. Resource diversity and landscape-level homogeneity drive native bee foraging. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110: 555-558.

Kremen, C. & Miles, A. 2012. Ecosystem Services in Biologically Diversified versus Conventional Farming Systems: Benefits, Externalities, and Trade-Offs. Ecology and Society, 17.

Kremen, C., Williams, N. M., Aizen, M. A., Gemmill-Herren, B., LeBuhn, G., Minckley, R., Packer, L., Potts, S. G., Roulston, T. a., Steffan-Dewenter, I., Vazquez, D. P., Winfree, R., Adams, L., Crone, E. E., Greenleaf, S. S., Keitt, T. H., Klein, A.-M., Regetz, J. & Ricketts, T. H. 2007. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. Ecology Letters, 10: 299-314.

Lambin, M., Armengaud, C., Raymond, S. & Gauthier, M. 2001. Imidacloprid-induced facilitation of the proboscis extension reflex habituation in the honeybee. Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 48: 129-134.

Lautenbach, S., Seppelt, R., Liebscher, J. & Dormann, C. F. 2012. Spatial and Temporal Trends of Global Pollination Benefit. PLoS ONE, 7: e35954.

Lebuhn, G., Droege, S., Connor, E. F., Gemmill-Herren, B., Potts, S. G., Minckley, R. L., Griswold, T., Jean, R., Kula, E., Roubik, D. W., Cane, J., Wright, K. W., Frankie, G. & Parker, F. 2013. Detecting Insect Pollinator Declines on Regional and Global Scales. Conservation Biology, 27: 113-120.

Medrzycki, P., Montanari, R., Bortolotti, L., Sabatini, A. G., Maini, S. & Porrini, C. 2003. Effects of imidacloprid administered in sub-lethal doses on honey bee behaviour. Laboratory tests. Bulletin of Insectology, 56: 59-62.

Memmott, J., Craze, P. G., Waser, N. M. & Price, M. V. 2007. Global warming and the disruption of plant–pollinator interactions. Ecology Letters, 10: 710-717.

Morandin, L. A. & Winston, M. L. 2005. Wild Bee Abundance and Seed Production in Conventional, Organic, and Genetically Modified Canola. Ecological Applications, 15: 871-881.

Morandin, L. A. & Winston, M. L. 2006. Pollinators provide economic incentive to preserve natural land in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems & Environment, 116: 289-292.

Mullin, C. A., Frazier, M., Frazier, J. L., Ashcraft, S., Simonds, R. & Pettis, J. S. 2010. High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: implications for honey bee health. PLoS ONE, 5: e9754.

Nørgaard, K. B. & Cedergreen, N. 2010. Pesticide cocktails can interact synergistically on aquatic crustaceans. Environmental Science and Pollution Research, 17: 957-967.

Oliveira, R. A., Roat, T. C., Carvalho, S. M. & Malaspina, O. 2013. Side-effects of thiamethoxam on the brain and midgut of the africanized honeybee Apis mellifera (Hymenopptera: Apidae). Environmental Toxicology, in press: n/a-n/a.

Ollerton, J., Winfree, R. & Tarrant, S. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? Oikos, 120: 321-326.

Orantes-Bermejo, F. J., Gómez-Pajuelo, A., Megías-Megías, M. & Torres Fernández-Piñar, C. 2010. Pesticide residues in beeswax and beebread samples collected from honey bee colonies (Apis mellifera L.) in Spain. Possible implications for bee losses. Journal of Apicultural Research, 49: 243-250.

Pettis J, van 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.

Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. & Kunin, W. E. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends in Ecology & Evolution, 25: 345-353.

Potts, S. G., Petanidou, T., Roberts, S., O,ÄôToole, C., Hulbert, A. & Willmer, P. 2006. Plant-pollinator biodiversity and pollination services in a complex Mediterranean landscape. Biological Conservation, 129: 519-529.

Ramirez-Romero, R., Chaufaux, J. & Pham-Delègue, M.-H. 2005. Effects of Cry1Ab protoxin, deltamethrin and imidacloprid on the foraging activity and the learning performances of the honeybee Apis mellifera, a comparative approach. Apidologie, 36: 601-611.

Rockstrom, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sorlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R. W., Fabry, V. J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. & Foley, J. A. 2009. A safe operating space for humanity. Nature, 461: 472-475.

Schneider CW, Tautz J, Grünewald B & Fuchs S (2012). RFID tracking of sublethal effects of two neonicotinoid insecticides on the foraging behaviour of Apis mellifera. PLoS ONE 7(1): e30023. doi:10.1371/journal.pone.0030023.

Škerl, M. I. S., Bolta, Š. V., Česnik, H. B. & Gregorc, A. 2009. Residues of Pesticides in Honeybee (Apis mellifera carnica) Bee Bread and in Pollen Loads from Treated Apple Orchards. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 83: 374-377.

Sparks, T. H., Langowska, A., GŁAzaczow, A., Wilkaniec, Z., BieŃKowska, M. & Tryjanowski, P. 2010. Advances in the timing of spring cleaning by the honeybee Apis mellifera in Poland. Ecological Entomology, 35: 788-791.

Spivak, M., Mader, E., Vaughan, M. & Euliss, N. H. 2010. The Plight of the Bees. Environmental Science & Technology, 45: 34-38.

Suchail, S., Guez, D. & Belzunces, L. P. 2001. Discrepancy between acute and chronic toxicity induced by imidacloprid and its metabolites in Apis mellifera. Environmental Toxicology and Chemistry, 20: 2482-2486.

Thompson, H. M. 2012. Interaction between pesticides and other factors in effects on bees. EFSA Supporting Publications 2012:EN-340. [204 pp.]. Available online: www.efsa.europa.eu/publications.

Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., D'Antonio, C., Dobson, A., Howarth, R., Schindler, D., Schlesinger, W. H., Simberloff, D. & Swackhamer, D. 2001. Forecasting Agriculturally Driven Global Environmental Change. Science, 292: 281-284.

Tomé HVV, Martins GF, Lima MAP, Campos LAO, Guedes RNC (2012). Imidacloprid-Induced Impairment of Mushroom Bodies and Behavior of the Native Stingless Bee Melipona quadrifasciata anthidioides. PLoS ONE 7(6): e38406. doi:10.1371/journal.pone.0038406

UNEP 2010. UNEP Emerging Issues: Global Honey Bee Colony Disorder and Other Threats to Insect Pollinators. United Nations Environment Programme.

Vandame, R., Meled, M., Colin, M. E. & Belzunces, L. P. 1995. Alteration of the homing-flight in the honey-bee Apis mellifera L exposed to sublethal dose of Deltamethrin. Environmental Toxicology and Chemistry, 14: 855-860.

Vidau, C., Diogon, M., Aufauvre, J., Fontbonne, R. g., Vigues, B., Brunet, J.-L., Texier, C., Biron, D. G., Blot, N., El Alaoui, H., Belzunces, L. P. & Delbac, F. 2011. Exposure to Sublethal Doses of Fipronil and Thiacloprid Highly Increases Mortality of Honeybees Previously Infected by Nosema ceranae. PLoS ONE, 6: e21550.

Whitehorn, P. R., O'Connor, S., Wackers, F. L. & Goulson, D. 2012. Neonicotinoid Pesticide Reduces Bumble Bee Colony Growth and Queen Production. Science 1215025 Published online 29 March 2012 [DOI:10.1126/science.1215025].

Williams, G. R., Tarpy, D. R., vanEngelsdorp, D., Chauzat, M.-P., Cox-Foster, D. L., Delaplane, K. S., Neumann, P., Pettis, J. S., Rogers, R. E. L. & Shutler, D. 2010. Colony Collapse Disorder in context. BioEssays, 32: 845-846.

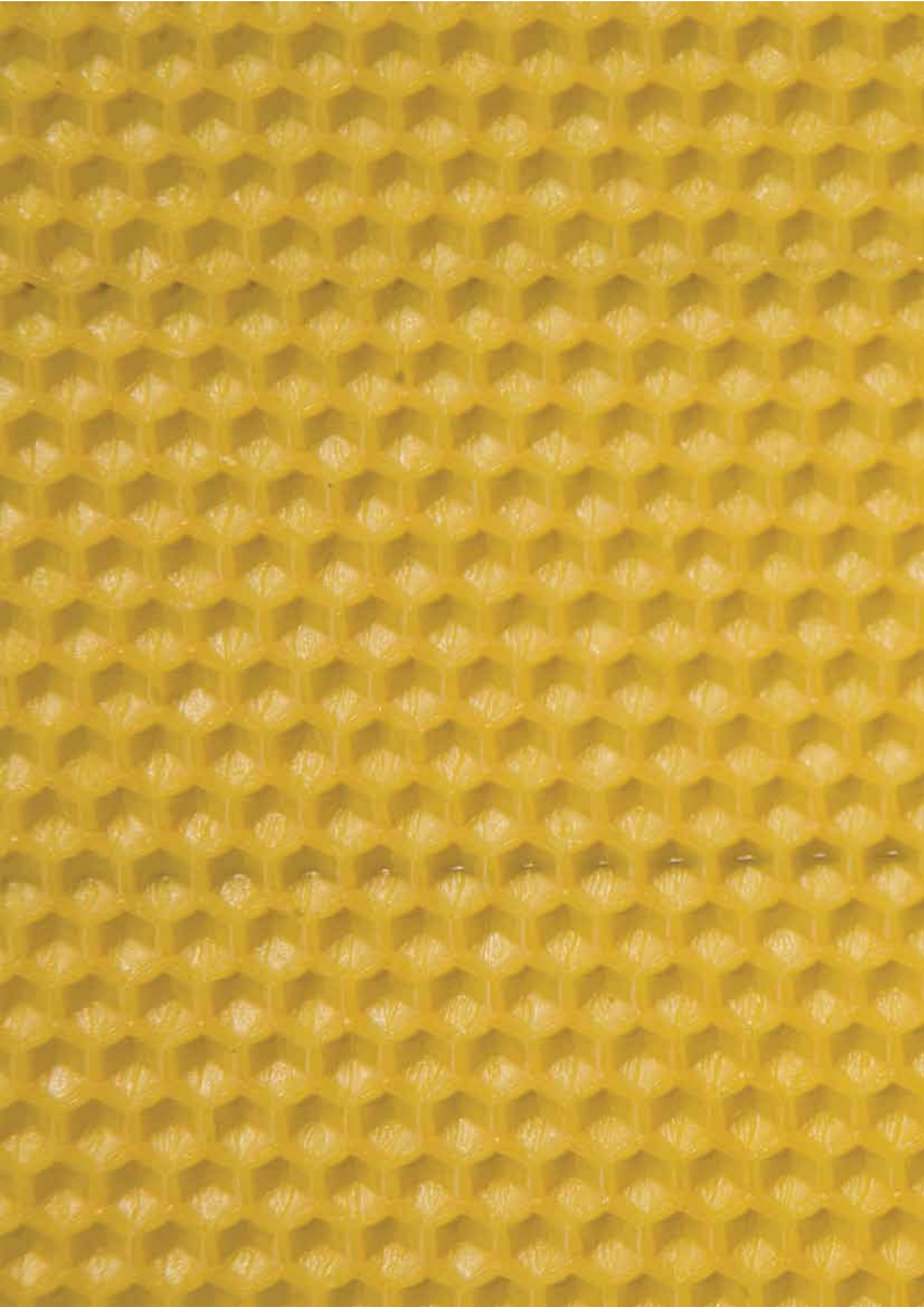
Williams, P. & Osborne, J. 2009. Bumblebee vulnerability and conservation world-wide. Apidologie, 40: 367-387.

Williamson SA & Wright GA (2013). Exposure to multiple cholinergic pesticides impairs olfactory learning and memory in honeybees. Journal of Experimental Biology doi:10.1242/jeb.083931

Winfree, R., Aguilar, R., V√°zquez, D. P., LeBuhn, G. & Aizen, M. A. 2009. A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. Ecology, 90: 2068-2076.

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) infection. Journal of Invertebrate Pathology, 109: 326-329.

Yang, E. C., Chuang, Y. C., Chen, Y. L. & Chang, L. H. 2008. Abnormal Foraging Behavior Induced by Sublethal Dosage of Imidacloprid in the Honey Bee (Hymenoptera: Apidae). Journal of Economic Entomology, 101: 1743-1748.



GREENPEACE

Greenpeace Deutschland
Greenpeace e.V.
Große Elbstr. 39
22767 Hamburg

Neue Adresse ab Sommer 2013
Greenpeace e.V.
Hongkongstraße 10
20457 Hamburg

Greenpeace ist eine internationale Umweltorganisation, die mit gewaltfreien Aktionen für den Schutz der Lebensgrundlagen kämpft. Unser Ziel ist es, Umweltzerstörung zu verhindern, Verhaltensweisen zu ändern und Lösungen durchzusetzen. Greenpeace ist überparteilich und völlig unabhängig von Politik, Parteien und Industrie. Mehr als eine halbe Million Menschen in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt.

greenpeace.de