



Faszinierende Begegnung im insektenfreundlichen Garten – ein Taubenschwänzchen (*Macroglossum stellatarum*). Kolibriartig schwirrt der tagaktive, zu den Schwärmern gehörende Nachtfalter vor Blüten und trinkt Nektar.

Ulrich Schmid,
Johannes Steidle

Insektensterben

Das Sterben der Insekten ist kein neues Thema. Wer – wie die beiden Autoren – seit Jahrzehnten draußen unterwegs ist, hat ihren drastischen Niedergang hautnah erlebt, und die Klage über das Schwinden der Schmetterlinge begleitet uns seit Jahrzehnten. Die eigentlich interessante Frage ist also: Wie wurde das Insektensterben zum «Thema», das den gigantischen Sprung aus den Fachartikeln und der «Blase» der Mitgliederzeitschriften der Naturschutzverbände auf die Titelseiten der Weltpresse schaffte? Am 26. Oktober 2017 illustrierte die Wochenzeitung «Die Zeit» ihr Titelblatt mit dem Bild einer Bundeskanzlerin mit einem ihren Mund verschließenden Totenkopfschwärmer und der anklagenden Schlagzeile: *Das Schweigen der Politik: Das große Insektensterben und warum die Regierung nichts tut*, während die New York Times am 27. November 2018 schlicht feststellte: *The insect apocalypse is here*.

Begonnen hat alles mit einem kurzen und eher trockenen Artikel, den vier Mitglieder des Entomologischen Vereins Krefeld um den Entomologen Martin Sorg im Jahr 2013 in ihrer Vereinszeitschrift publizierten: *Ermittlung der Biomassen flugaktiver Insekten im Naturschutzgebiet Orbroicher Bruch mit*

Malaise Fallen in den Jahren 1989 und 2013, und den sie lapidar so zusammenfassten: Die Ergebnisse zeigen an zwei Standorten einen hohen Verlust in der vergleichenden Betrachtung der Masse flugaktiver Insekten zwischen den Untersuchungsjahren 1989 und 2013. Über die gleiche Fallentechnik an denselben Standorten wurden jeweils gravierende Rückgänge von > 75 % belegt. Diese Daten deuten darauf hin, dass im Gebiet an den untersuchten Teilflächen nur noch weniger als ein Viertel der Masse flugaktiver Insekten in der lokalen Zönose verfügbar ist (Sorg et al. 2013).

Dass dieser Studie das Schicksal mancher ähnlicher erspart blieb – kaum wahrgenommen, schnell vergessen –, lag sicher daran, dass eine der weltweit führenden Wissenschaftszeitschriften das Thema aufgriff. Am 12. Mai 2017 erschien in «Science» ein Aufsehen erregender Artikel mit dem Titel «Where have all the insects gone?», der die Krefelder Daten einer weltweiten Gemeinschaft vorstellte (Vogel 2017). Wenig später wurde die Krefeld-Studie in erweiterter Form in einer internationalen Fachzeitschrift publiziert (Hallmann et al. 2017).

Schnell zeigte sich, dass «Krefeld» keine regionale Singularität ist, sondern für einen weltweiten



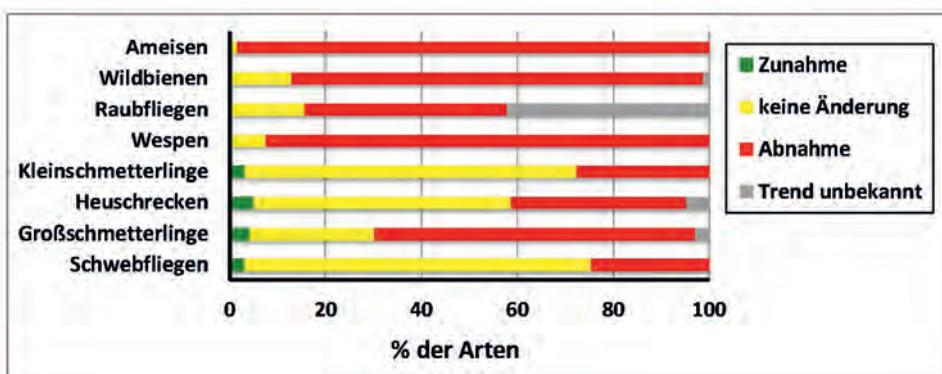
Malaisefallen dienen zur standardisierten Erfassung von Fluginsekten. Das schwarze Netzgewebe stoppt den Flug der Insekten, die dann nach oben ausweichen und schließlich in einen an der Spitze des Zeltdachs montierten Sammelbehälter gelangen.

Trend steht. Das belegten einerseits andere aktuelle Studien. Andererseits konnte man zurückgreifen auf viele Forschungsergebnisse der letzten Jahrzehnte, die seinerzeit kein über Insiderkreise hinausgehendes Aufsehen erregt hatten, sich nun aber in ein globales Muster einordnen ließen. Ohne diese lange Zeit kaum wahrgenommene Forschung und die in naturkundlichen Museen archivierten Belegstücke hätten wir heute schlicht keine Daten und damit keine Möglichkeit, historische Biodiversität zu rekonstruieren und einen Vergleich zu heute anzustellen – eine absolute Notwendigkeit, um langfristige Veränderungen fundiert zu rekonstruieren. Es ist ein Versäumnis der (professionellen) Wissenschaft, dass sie keine Metastudien anfertigte, die diese Trends statistisch gesichert zusammenfassten. Sicher spielt dabei auch eine Rolle, dass viele lokale und regionale Bestandserfassungen von engagierten Amateuren wie den Krefelder Entomologen durchgeführt wurden, die, obwohl oft mit enormem Sachverstand absolut professionell durchgeführt, weitgehend unter dem Radar der universitären Wissenschaft blieben. Erst 2020 kommen van Klink et al. nach der Auswertung von 166 solcher weltwei-

ten historischen Studien zu dem Ergebnis, dass das Insektensterben Realität ist und dass der Rückgang bei terrestrischen Insekten weltweit im Mittel 9 % pro Jahrzehnt beträgt, in Europa dagegen deutlich schneller verläuft (van Klink et al. 2020).

Wie viel sind 9 %? Es gehört zu den großen Ironien der Geschichte, dass die Menschheit Roboter über den Mars fahren lassen kann, aber nach wie vor nicht annähernd sicher beziffern kann, wie viele Arten auf der Erde leben. Die Schätzungen reichen von 2 bis 8 Millionen (Costello et al. 2013), wovon etwa 1,6 Millionen wissenschaftlich beschrieben sind (Zhang 2013). Sicher ist allerdings, dass die Insekten die bei weitem artenreichste Organismengruppe sind (2,6–7,8 Millionen) und dass ihre Rolle in terrestrischen Ökosystemen – das Meer ist praktisch insektenfrei – kaum zu überschätzen ist. Auch im – verglichen mit den Tropen – artenarmen Deutschland dominieren die Insekten. Unter den über 48.000 hier nachgewiesenen Tierarten (www.bfn.de) sind über 33.800 Insekten (Schmitt 2019).

Die Feststellung des weltweiten Niedergangs der Insekten zieht die Frage nach den Ursachen zwingend nach sich. Und spätestens hier wird das Thema



Bestandstrends ausgewählter Insektengruppen in Deutschland nach Daten aus dem Artenschutzreport des Bundesamts für Naturschutz (2015) und einer Auswertung der Roten Listen durch Ries et al. (2019): Der Rückgang der Insekten betrifft alle Gruppen, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß.

politisch. Bereits im Jahr 2018 initiierten führende deutsche Entomologen nach einer Internationalen Insektenschutztagung im Naturkundemuseum Stuttgart einen «Neun-Punkte-Plan gegen das Insektensterben» mit weitreichenden Forderungen vor allem in Hinblick auf die Landwirtschaft (Krogmann et al. 2018). 2020 verliehen Wissenschaftler ihrer großen Sorge in einem internationalen Manifest unter dem Titel «Scientists' warning to humanity on insect extinctions» Ausdruck (Cardoso et al. 2020).

Wo es politisch wird, werden (wirtschaftliche) Interessen tangiert und verteidigt. Nicht immer geht es dabei sachlich zu. Umso wichtiger ist es, sich einiger grundlegender Zusammenhänge bewusst zu werden. Was hatten die Krefelder Entomologen getan, womit erzielten sie eine so enorme Wirkung?

Sie hatten in 63 Schutzgebieten zwischen 1989 und 2016 die Fluginsekten erfasst, d.h. über einen Zeitraum von 27 Jahren. Zum Einsatz kamen Malaisfallen, ein von dem schwedischen Entomologen René Malaise in den 1930er-Jahren entwickelter und inzwischen weltweit zum Standard gewordener Fallentyp. Im Gegensatz zur klassischen Käschermethode fangen Malaisfallen wenig selektiv und damit potenziell weit vollständiger. Flugunfähige

und bodenlebende Arten finden sich in den Fängen allerdings naturgemäß kaum; dafür wurden andere Methoden entwickelt. Ein Problem der Malaisfallen ist die Menge von Material bzw. das Fehlen von Spezialisten, die in der Lage sind, alle Individuen auszulesen und zu bestimmen. Meist werden nur bestimmte Gruppen ausgelesen und ausgewertet; der große Rest wandert in die Magazine von Forschungseinrichtungen und bleibt damit erhalten und auswertbar. Wie andere Forscher durchsuchten auch die Krefelder die Fänge ihrer Malaisfallen nach ihren speziellen Forschungsobjekten. Vorher taten sie aber etwas scheinbar Banales: Sie wogen die Proben als gesamtes. Und genau das lieferte das brisante Ergebnis, das die Welt erschütterte. Betrug die mittlere Biomasse der Insekten, die in die Falle gegangen waren, am Anfang der Studie im Jahr 1989 noch 10 g pro Tag, so waren es am Ende im Jahr 2016 nur noch 2,5 g, ein Rückgang von 75 Prozent! Erschreckend ist dabei nicht nur der enorme Rückgang, sondern auch, dass die Untersuchung in Schutzgebieten stattgefunden hat, also genau dort, wo wir versuchen, möglichst unbeeinflusst von negativen äußeren Einwirkungen eine maximale Artenvielfalt zu erhalten. Die Frage drängt sich auf:



Nur wenige Spezialisten sind in der Lage, Proben aus Malaisfallen auszuwerten und alle Insekten richtig zuzuordnen. Hier hat eine Expertin die in einer Probe aus Israel enthaltenen Erzwespen ausgelesen. Die exakte Bestimmung einzelner Arten ist eine Herausforderung und führt auch heute noch selbst in Baden-Württemberg regelmäßig zur Beschreibung bisher unbekannter Arten.



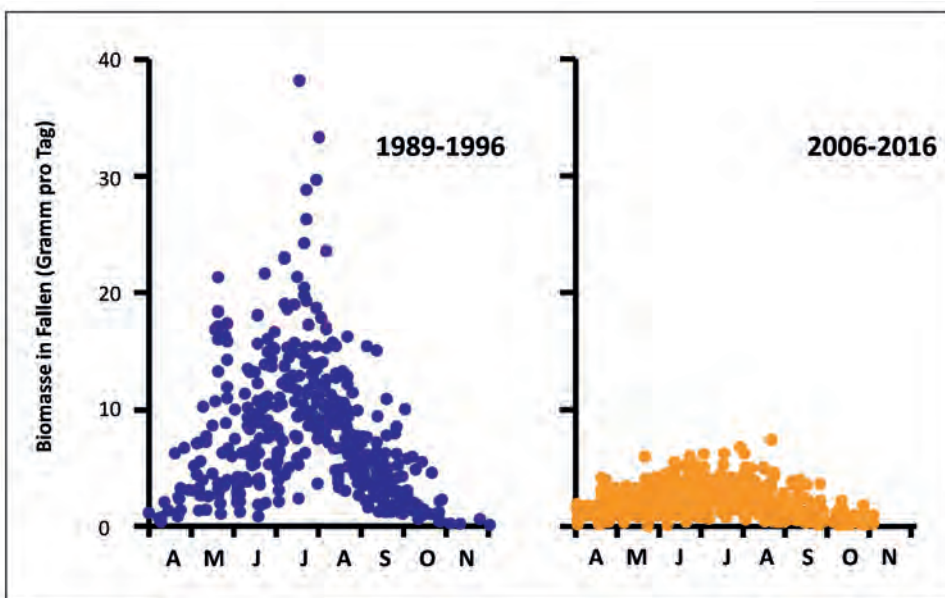
Ohne Insekten auch keine Insektenfresser: Die Bachstelze gehört zu den zahlreichen Vogelarten, die auf die Erbeutung von Insekten spezialisiert sind – in diesem Fall wurde eine Schwebfliegenart mit wasserlebenden Larven erbeutet.

Wenn es schon in Schutzgebieten so aussieht – mit welchen Werten müssen wir in der offenen Landschaft rechnen?

Mit der Krefelder Untersuchung lagen endlich erstmals Zahlen vor, die das subjektive Gefühl vieler Naturbeobachter mit Daten untermauerten. Und Daten sind notwendig, um politisch wirksam zu werden, obwohl das «Windschutzscheiben-Argument» – die Beobachtung, dass man früher im Sommer permanent am Putzen war, um sein Auto von

den Resten zerplatzter Insekten zu befreien, während man heute sauber durch die Welt fährt – das Verschwinden der Insekten für jeden bereits lange vorher offensichtlich hätte machen können. So überzeugend die Zahlen auf den ersten Blick sind – die Einfachheit der Methode hat auch zahlreiche Kritiker auf den Plan gerufen: Wir wissen zum Beispiel, dass die Wahl des Standorts und die unmittelbare Umgebung einer Falle eine große Wirkung auf den Fang haben. Solche Kritik stimuliert weitere Forschung – ein Heer von Wissenschaftlern setzte sich an die Überprüfung von Daten, initiierte eigene Forschungsprojekte, fasste Einzelstudien zu Meta-studien zusammen. Die Ergebnisse sind ebenso eindeutig wie deprimierend: Egal, ob in Europa, Nord- oder Südamerika oder Australien und egal, ob Schmetterlinge, Heuschrecken oder Wildbienen, ob Fluginsekten oder Laufkäfer untersucht wurden – die Ergebnisse weisen immer in dieselbe Richtung.

Insekten genießen bei vielen Menschen wenig Sympathie und erfreuen sich – von manchen Tagfaltern wegen ihrer Schönheit und der Honigbiene wegen des Honigs einmal abgesehen – keiner größeren gesellschaftlichen Anerkennung. Ihr Image wird geprägt von den (verschwindend wenigen) Arten, die lästig oder gesundheitlich problematisch sind, weil sie Krankheiten übertragen. In der Landwirtschaft werden große Anstrengungen unternommen, um unerwünschte Insekten zu bekämpfen. Eine Welt ohne Insekten: Das klingt für manche durchaus attraktiv. Das aber ist ein Trugschluss. Insekten lösen zum Beispiel das Fortpflanzungsproblem eines Großteils der Blütenpflanzen. Selbst unbeweglich verwurzelt, müssen diese, um Samen bilden zu können, männliche Keimzellen irgendwie



Die Studie von Krefeld belegt eine massive Abnahme der Biomasse von Fluginsekten in Malaisefallenfängen. Hallmann et al. (2017) wiesen nach, dass das Gewicht der in den Fallen erfassten Insekten vom Zeitraum 1989–1996 (linkes Diagramm) bis zum Zeitraum 2006–2016 (rechtes Diagramm) um 70–80% zurückging.

zu weiblichen bringen. Die ursprüngliche Methode der Landpflanzen, den Pollentransport dem Wind zu überlassen, ist extrem verschwenderisch. Die meisten Pollen erreichen die Adressaten nicht. Die enge Kooperation mit Insekten war der Ausweg aus diesem Dilemma und löste einen evolutionären Boom der Blütenpflanzen aus. Die unglaubliche Vielfalt und Farbenpracht der Blumen: nichts anderes als Signale an ihre Bestäuber. Versucht man, die «Ökosystemdienstleistungen» der Insekten zu monetarisieren – also in die internationale Sprache des kapitalistischen Wirtschaftens zu übersetzen –, kommt man auf enorme Werte: Allein weit über 500 Milliarden Dollar pro Jahr (Fritsche 2008) ist zum Bei-

spiel die Bestäubung der Nutzpflanzen und die biologische Schädlingsbekämpfung durch ein Heer von räuberisch lebenden Insekten, Parasiten und Parasitoiden wert! Der Beitrag der Insekten und Insektenlarven beim Abbau von Material in der Bodenschicht, dem Recycling, das die Stoffkreisläufe der Erde in Gang hält, die «Leistung» der Insekten als Nahrung für Insektenfresser, darunter sehr viele Vogelarten – all das belegt: Unsere Ökosysteme würden ohne Insekten nicht funktionieren.

In diesem Zusammenhang ein Wort zur Honigbiene: In der öffentlichen Diskussion zum Thema Insektensterben neigen manche Protagonisten zu einer gewissen Horizontverengung. Aus «Stoppt das Insektensterben» wird «Rettet die Bienen» – mit diesem Slogan gingen die von Imkern tatkräftig unterstützten bzw. sogar initiierten Volksbegehren in Bayern und Baden-Württemberg an den Start. Fokussiert wurde insbesondere auf eine einzige Art: die Honigbiene. Es mag aus Gründen des Marketings opportun sein, auf ein Insekt zu setzen, das von der Biene Maja bis zum Honigbrot als Sympathieträger gilt. Den Kern der Sache trifft es aber nicht. Denn im Gegensatz zu fast allen anderen 33.800 Insektenarten in Deutschland ist die Honigbiene kein Wild-, sondern ein Haustier, sozusagen eine «fliegende



Die Schwebfliege Episyrphus balteatus ist eine unserer häufigsten Schwebfliegenarten. Sie ist hoch mobil und spielt eine große Rolle sowohl als Bestäuber als auch bei der biologischen Schädlingsbekämpfung: Jede Larve vertilgt innerhalb weniger Tage bis zu 1000 Blattläuse.

Milchkuh». Imkern ist ein schönes Hobby, aber mit Naturschutz hat die Förderung der Honigbienen nichts zu tun. Ressourcen und Engagement, die für den Naturschutz gedacht sind, sollten also nicht, wie oft geschehen, zur Förderung von Honigbienen missbraucht werden. Und noch bedenklicher wird die Sache, wenn man weiß, dass Honigbienen Wildbienen durch Konkurrenz und die Übertragung von Pathogenen schädigen (Mallinger et al. 2017).

Unbestritten spielen Honigbienen bei der Bestäubung von Wild- und Kulturpflanzen eine große Rolle, die Bedeutung anderer Insekten für die Ökosysteme wird dagegen stark unterschätzt. Die (noch) sehr häufige Schwebfliege *Episyrphus balteatus* ist ein Beispiel eines wichtigen Bestäubers, der überdies als Larve von Blattläusen lebt und dadurch auch eine herausragende Rolle im biologischen Pflanzenschutz spielt. Als hoch mobile Wanderart (Gatter & Schmid 1990) transportiert *E. balteatus* Pollen nicht nur, wie die Honigbiene, in einem kleinen Radius um den Stock, sondern über weite Strecken, zum Teil sogar Hunderte von Kilometern. Damit verbindet die Schwebfliege auch isolierte Pflanzenbestände in einer fragmentierten Landschaft und wirkt so Inzuchteffekten entgegen (Doyle et al. 2020). Um eine Größenordnung zu nennen: Für das südliche



Die meisten Insektenarten sind hoch spezialisiert: Die Braunschuppige Sandbiene *Andrena curvungula* besucht ausschließlich Glockenblumengewächse, um Pollen und Nektar zu sammeln. In Baden-Württemberg steht sie als «gefährdet» auf der Roten Liste.

Großbritannien wurde geschätzt, dass jedes Jahr 1 bis 4 Milliarden dieser migrierenden Schwebfliegenarten ein- und auswandern, deren Larven 3 bis 10 Billionen Blattläuse vernichten (Wotton et al. 2019).

Die Diagnose ist also klar: Insektensterben ist Realität. Was aber sind die Gründe? Diskutiert werden viele Faktoren. Manche sind wenig plausibel. Wer Windkraftnutzung oder Mobilfunkstrahlung als Ursachen des Insektensterbens benennt, verfolgt wohl eher abweichende politische Zwecke. Für andere negative Einflüsse gibt es datenbasierte Belege. Zum Beispiel wissen wir, dass Licht viele Insekten magisch anzieht. Die negative Wirkung der «Lichtverschmutzung» ist vor allem für nachtaktive Arten gut belegt (Langevelde et al. 2018). Besonders betroffen ist die Gruppe der Nachtfalter – in Deutschland weit über 3000 Arten (Marktanner 1992).

Auch wenn Lichtverschmutzung, Klimawandel oder die Ausbreitung vorher gebietsfremder Arten (Neobiota) jeweils eine wichtige Rolle spielen: Hauptfaktor ist ohne Zweifel die Landwirtschaft, die 50,8 % der Fläche Deutschlands prägt. In den Worten des zuständigen Ministeriums und des Bundesamtes für Naturschutz im neuesten Bericht zur Lage der Natur in Deutschland (2020): *Betrachtet*

man die Gründe für die [...] negativen Entwicklungen der Biodiversität in Deutschland, [...] wird deutlich, dass viele Treiber auf die Art und Intensität der Landnutzung, insbesondere auf eine intensive Landwirtschaft, zurück zu führen sind (BMU & BfN 2020).

Dabei ist die Bestellung des Bodens nicht per se biodiversitätsmindernd, ganz im Gegenteil. Im Gefolge der neolithischen Revolution, dem allmählichen, hierzulande vor etwa 8500 Jahren einsetzenden Übergang der Menschen von nomadischen Jägern und Sammlern zu sesshaften Ackerbauern, wurde die Landschaft deutlich vielfältiger. Insbesondere entstanden offene Bereiche. Mit der Landwirtschaft etablierten sich in einer zunehmend diversen Kulturlandschaft zahlreiche vorher nicht heimische Pflanzen- und Tierarten, von der Kornblume bis zum Haussperling. In vielen unserer Naturschutzgebiete versuchen wir, genau solche agrarischen Kulturlandschaften langfristig zu schützen, seien es Wacholderheiden oder Streuobstwiesen.

Die vorindustrielle Insektenfauna zu rekonstruieren gelingt nur in Ausnahmefällen. Für die Tagfalter und Widderchen eines Trockenrasengebiets an der Donau bei Regensburg ließ sich so der Rückgang von 117 Arten im Jahr 1840 auf 71 Arten im Jahr 2013 belegen, wobei vor allem spezialisierte Arten abnahm-

men. Die höchsten Artenzahlen wurden zwischen 1840 und 1880 registriert (Habel et al. 2016) – ein Indiz dafür, dass der Rückgang der Insekten bereits im ausgehenden 19. Jahrhundert einsetzte.

Einen flächendeckenden massiven negativen Einfluss auf die Biodiversität entfaltete die Landwirtschaft aber erst mit dem Übergang von der traditionellen zur industriellen Wirtschaftsweise nach dem Zweiten Weltkrieg. Als wichtige Indikatoren galten (und gelten bis heute) die Vögel, die auffällig und leicht erfassbar sind. Bereits im Jahr 1962 warnte die amerikanische Biologin Rachel Carson in ihrem berühmt gewordenen Buch «Silent spring» (Der stumme Frühling) vor der katastrophalen Wirkung massenhaft eingesetzter Pestizide. Der Umgang mit «Pflanzenschutzmitteln» – was auf jeden Fall positiver klingt als «Insekten- und Pilzvernichtungsmittel», aber dasselbe bedeutet – ist seither auf jeden Fall sehr viel differenzierter geworden, aber noch immer landen nach Daten des Umweltbundesamts in Deutschland jedes Jahr 8,8 kg mit 2,8 kg Wirkstoff auf jedem Hektar Acker. Mit der Entwicklung neuer Ausbringungsmethoden und möglichst spezifischer Mittel wird heute versucht, Kollateralschäden zu minimieren, aber das stößt natürlich an Grenzen.

Zwar wirken systemische Gifte, die nicht flächendeckend ausgebracht, sondern über gebeiztes Saatgut von der Pflanze aufgenommen werden und dann direkt an daran saugende oder fressende Insekten weitergegeben werden, scheinbar sehr viel selektiver. Tatsächlich verbleiben bei den so ausgebrachten Neonikotinoiden aber mindestens 80 % im Boden und gelangen letztlich ins Grundwasser und auch die aufgenommenen Anteile treffen häufig Unbeteiligte, z.B. harmlose Blütenbesucher (Goulson 2013). Physiologisch unterscheiden auch moderne Insektizide wie die seit einigen Jahren verstärkt eingesetzten Neonikotinoide nicht zwischen Blattlaus und Honigbiene. Sie sind hochwirksam – etwa 7000-mal so wirksam wie das klassische, in Deutschland seit 1972 weitgehend verbotene DDT – und stören die Nervenreizleitung v.a. bei Insekten (Goulson 2013). Selbst wenn sie nicht unmittelbar tödlich wirken, kommt es zu Veränderungen im Verhalten: Bienen sind desorientiert und finden nicht mehr nach Hause in den Stock, parasitoide Erzwespen – wichtige Gegenspieler anderer Insekten – finden weder ihre Geschlechtspartner noch ihre Wirte, beides unabdingbar für eine erfolgreiche Fortpflanzung (Tappert et al. 2017).



Ohne Pflanzenvielfalt keine Insektenvielfalt. Viele Insektenarten sind an bestimmte Pflanzenarten gebunden. Artenreiche Blumenwiesen wie diese bei Öschingen am Fuß der Schwäbischen Alb sieht man nur noch selten. Düngung und häufige Mahd machen aus bunten Wiesen artenarme Grasproduktionsstätten.



Maisfeld statt Wiese: In vielen Naturschutzgebieten bleibt, so wie hier in einem oberchwäbischen Feuchtgebiet, intensive landwirtschaftliche Nutzung inklusive Dünger- und Biozideinsatz erlaubt und konterkariert den Schutzzweck.

Für Wirbeltiere (und damit auch für uns Menschen) sind Neonikotinoide selbst zwar weit weniger giftig, aber sie wirken indirekt. Eine Studie aus den Niederlanden belegt zum Beispiel einen Zusammenhang zwischen der Konzentration von Neonikotinoiden im Oberflächenwasser, dem dadurch direkt ausgelösten Rückgang der wasserlebenden Insektenlarven und der entsprechenden Auswirkung auf insektenfressende Vögel wie Rauchschnalbe, Schafstelze oder Feldlerche (Hallmann et al. 2014).

Während Pestizide Insekten direkt dezimieren, wirkt die Düngung indirekt, aber nicht weniger effektiv. Ein ökologisches Paradoxon ist, dass Mangel Vielfalt schafft. Kaum ein heimischer Lebensraum ist artenreicher als eine nährstoffarme Magerwiese. Hier koexistieren zahlreiche spezialisierte Pflanzenarten in eng definierten ökologischen Nischen. Das korrespondiert direkt mit der Insektenvielfalt: Sehr viele Insektenarten sind in einigen oder allen Lebensstadien auf ganz bestimmte Nahrungspflanzen angewiesen. Fehlen diese, bedeutet dies das automatische «Aus» für die jeweiligen Insektenarten. Düngung steigert nicht nur die Wüchsigkeit, sondern verändert auch die Artenzusammensetzung. «Stickstoffresser» setzen sich

innerhalb kurzer Zeit durch und verdrängen andere Arten. Aus artenreichen bunten Blumenwiesen werden artenarme Grasproduktionsflächen, auf denen im Frühjahr gelb der Löwenzahn dominiert, während später kaum noch Pflanzen zur Blüte kommen. Doch nicht nur durch Düngung wird die Produktion gesteigert. Durch häufige Mahd wird sichergestellt, dass das gemähte Gras jung und proteinreich ist, eine Nahrung wie sie die heutigen Hochleistungskühe benötigen. So wird statt wie früher meist zweimal im Jahr sehr viel häufiger gemäht. Das lässt die Artenzahl der Pflanzen weiter zurückgehen (Niedrist et al. 2008) und wirkt auch ganz direkt auf die Zahl der Insekten: Zwischen (je nach untersuchter Art) 50 und 91 % der Heuschrecken werden direkt durch die Mahd getötet (Humbert et al. 2010). Für die Überlebenden bleibt eine abgemähte Wiese ohne genügend Nahrung und Deckung.

Schließlich – neben Pestizid- und Düngereinsatz – der vielleicht wichtigste Punkt, der Strukturverlust und die grundsätzliche Änderung der Wirtschaftsweise in einer industrialisierten Landwirtschaft. Systematische Flurbereinigungen haben viele Strukturen wie Feldgehölze, Ackerraine, Hecken oder Kleingewässer komplett eliminiert. Es entstanden

vierorts großflächig monotone Landschaften ohne Habitate für Pflanzen und Nahrungspflanzen für Tiere (und, nicht zu vergessen, ohne Erholungswert für Menschen). Die Grundlagen zur erfolgreichen Reproduktion und Überwinterung von Insekten fehlen. Großflächig bewirtschaftete Schläge lassen zudem Ressourcen ebenso großflächig schlagartig verschwinden, wenn gemäht oder umgebrochen wird. Tatsächlich weisen große Felder eine geringere Artenvielfalt auf als kleine, selbst wenn sie «ökologisch», d.h. ohne Pestizideinsatz, bewirtschaftet werden (Batáry et al. 2017). Das deutet darauf hin, dass der Strukturverlust die wichtigste Ursache für das Insektensterben sein könnte. Manche Insekten – das zeigen Untersuchungen an Blühstreifen – kommen damit besser klar als andere. Dazu gehören zum Beispiel einige hoch mobile Schwebfliegenarten, die im Jahresverlauf gleich Zugvögeln saisonale Wanderungen machen (Gatter & Schmid 1990) und auch isoliert liegende und erratisch auftretende Kleinstrukturen finden und nutzen können. Für andere, wie zum Beispiel viele flugunfähige Laufkäfer, sind kurze Wege und eine Vernetzung von Habitatstrukturen jedoch unabdingbar, um Verinselungen, Inzuchteffekte durch fehlenden Genaustausch und lokales Aussterben zu verhindern.

Wie schnell Strukturwandel voranschreiten kann, zeigt eindrücklich die «Vermaisung» der Landschaft. Innerhalb von sechs Jahren verdoppelte sich nahezu die Anbaufläche für Silomais in Deutschland von etwa 1,2 Millionen Hektar (2005) auf über 2 Millionen Hektar (2010) – eine direkte Konsequenz der politischen Vorgaben zur Erzeugung erneuerbarer Energie: Der «Energienmais» wandert in Biogasanlagen. Erfolgreicher Maisanbau setzt hohen Einsatz von Bioziden und Dünger voraus, und die Maisäcker selbst sind biologische Wüsten. Hier konkurrenziert ein gesellschaftliches Nachhaltigkeitsziel das andere: CO₂-neutrale Energieerzeugung steht gegen den Erhalt der Biodiversität. Angesichts des Ergebnisses drängt sich die Frage auf, ob das für den Naturschutz zuständige Ministerium überhaupt in die Regierungsentscheidung eingebunden war. Eine öffentliche Diskussion fand jedenfalls nicht statt. Der Verlust an Biodiversität durch massenhaftes Umbrechen von Grünland zugunsten von Maisäckern stellt sich eher als klassischer Kollateralschaden dar.

Grünland – vor allem extensiv genutzte Mähwiesen, Magerrasen und Nasswiesen – ist artenreicher als Ackerland. Aber auch dort verschwanden innerhalb von zehn Jahren im Durchschnitt zwei Drittel der Biomasse und ein Drittel der Insektenarten, wobei hauptsächlich seltene Arten betroffen waren (Seibold et al. 2019). Je mehr Ackerland die Unter-

suchungsflächen umgab, desto stärker fiel der Rückgang aus. Man muss also auch hier «über die Wiese hinaus denken».

Beunruhigender noch als der Grünlandbefund ist, dass auch Waldstandorte betroffen waren, die mit 29,8 % nach der Landwirtschaft den zweitgrößten Anteil an der Fläche Deutschlands einnehmen. Selbst hier gingen die Biomasse der Insekten um zwei Fünftel und die Artenzahl um ein gutes Drittel zurück. Das rückt neben der Landwirtschaft auch die Waldwirtschaft in den Fokus. Auch hier werden Nutzungsänderungen, Verlust von Kleinstrukturen und Pestizideinsatz für den Verlust von Biodiversität verantwortlich gemacht (BMU & BfN 2020).

Heile Welt wenigstens in den Naturschutzgebieten? Wohl kaum – auch das ist ein Ergebnis der Krefelder Studie, die ja in Naturschutzgebieten durchgeführt worden war. Im Umweltministerium und im Umweltbundesamt ist dies wohl bekannt: *Warum ist der Rückgang auch in Gebieten zu verzeichnen, die dem Schutz der Natur dienen? Viele Naturschutzgebiete sind sehr klein und somit zahlreichen äußeren Einflüssen wie z.B. Düngeeinträgen oder Abdrift von Pflanzenschutzmitteln aus umliegenden Flächen ausgesetzt. Daneben ist in vielen Schutzgebieten konventionelle Landwirtschaft zumindest auf Teilflächen weiterhin erlaubt, was häufig mit den Schutzziele nicht vereinbar ist, da auf diese Weise Pflanzenschutzmittel und Stickstoffdünger direkt und in hohen Dosen in Schutzgebiete eingetragen werden* (BMU & BfN 2020). Das zeigt: Die Erkenntnisse sind da, es fehlt aber anscheinend an Durchsetzungskraft gegenüber dem traditionell strukturschonenden Landwirtschaftsressort. Das von der Bundesregierung beschlossene «Aktionsprogramm Insektenschutz» (BMU 2019) wird mit den dort gelisteten Maßnahmen sein Ziel einer «Trendumkehr beim Rückgang der Insekten und ihrer Artenvielfalt» jedenfalls kaum erreichen.

Zwar ist die Landwirtschaft einer der wesentlichen Treiber des Biodiversitätsverlusts, die Verantwortung dafür aber den einzelnen Landwirten zuzuschreiben, wäre viel zu kurz gegriffen. Unter den gegebenen Rahmenbedingungen haben sie nur begrenzte Möglichkeiten umzusteuern, wenn sie wirtschaftlich überleben wollen. Nachhaltiger Schutz der Biodiversität – neben dem Klimawandel eine der Zukunftsfragen der Menschheit – ist ohne einen Strategiewechsel in der Landwirtschaftspolitik als Teil einer grundsätzlichen Neuorientierung der Gesellschaft nicht möglich. Wir brauchen einen Paradigmenwechsel. Wer sich dem Insektensterben wirklich entgegenstellen will, muss dies als Wähler und vor allem auch als Konsument tun. Und getreu dem berühmten Verdikt von Erich Kästner

Es gibt nichts Gutes. Außer man tut es kann jede und jeder Einzelne damit beginnen, buchstäblich vor der eigenen Haustür. Es gibt in Deutschland ungefähr 17 Millionen Hausgärten und ebenso viele Möglichkeiten, diese zu kleinen Oasen der Artenvielfalt zu entwickeln. Der Schlüssel ist auch hier: Habitatvielfalt, Vielfalt der Pflanzenarten und sehr oft auch «Lassen» statt «Machen», weniger Mähen zum Beispiel, und das abgefallene Laub als Winterversteck für Insekten und deren Larven einfach liegenlassen. Gelegentliche Rückschläge müssen verkräftet werden: Einer der Autoren dieses Artikels versucht schon seit Jahrzehnten, das Wiesenstück in seinem Hausgarten abzumagern, leider vergeblich. Der durch Luftschadstoffe stark erhöhte atmosphärische Stickstoffeintrag – in Deutschland bis zu 40 kg pro Jahr und Hektar – bringt die mit dem Mähgut abgeführten Nährstoffe flugs wieder zurück.

Bei jedem Schritt in Richtung insektenfreundlicher Garten ist es entscheidend, *mit* und nicht *gegen* den Standort zu arbeiten. Auf einem schattig-feuchten Nordhang wird sich nie ein Trockenrasen entwickeln. Verwirrend ist auch das Angebot an Blümmischungen und Nisthilfen für Insekten. Hier kann man Fehlentscheidungen vorbeugen, indem man sich auf den Internetseiten von Non-Profit-Organisationen informiert, von denen unten einige angegeben sind. Wie erfolgreich Naturschutz im Garten sein kann, hat die englische Biologin Jennifer Owen (2010) in einem faszinierenden Buch über ihren eigenen Hausgarten akribisch festgehalten («Wildlife of a Garden. A Thirty-year Study»): Sie erfasste dort insgesamt 2673 Arten von Pflanzen und Tieren! Und mit Abstand die meisten davon waren mit 1997 Arten Insekten.

LITERATUR

Bátary, P. et al. (2017): The former Iron Curtain still drives biodiversity-profit trade-offs in German agriculture. – *Nature Ecology & Evolution* 1, 1279–1284.
 BfN (2015): Artenschutzreport 2015. Bonn, 63 Seiten.
 BfN: www.bfn.de/infotehek/daten-fakten/zustand-der-natur/tiere-pflanzen-und-pilze/ii-11-1-artenzahlen-pflanzen-pilze-und-tiere.html (abgerufen 28.5.2020)
 BMU (2019): Aktionsprogramm Insektenschutz. Gemeinsam wirksam gegen das Insektensterben. Berlin, 67 Seiten.
 BMU & BfN (2020): Die Lage der Natur in Deutschland. Berlin, Bonn. 62 Seiten.
 Cardoso, P. et al. (2020): Scientists' warning to humanity on insect extinctions. – *Biological Conservation* 242, 108426.
 Costello, M.J.; May, R.M.; Stork, N.E. (2013): Can we name Earth's species before they go extinct? – *Science* 339, 413–416.
 Doyle, T. et al. (2020): Pollination by hoverflies in the Anthropocene. – *Proceedings of the Royal Society B*, 287, 20200508.
 Fritsche, W. (2008): Überlastetes Ökosystem Erde. Wie der Mensch über seine Verhältnisse lebt. – *Biologie in unserer Zeit* 38, 390–399.
 Gatter, W.; Schmid, U. (1990): Wanderungen der Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae) am Randecker Maar. – *Spixiana Supplement* 15, 1–100.

Goulson, D. (2013): An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. – *Journal of Applied Ecology*, 50, 977–987.
 Habel, J.C. et al. (2016): Butterfly Community Shifts over two Centuries. – *Conservation Biology* 30, 754–762.
 Hallmann, C.A. et al. (2014): Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. – *Nature* 511, 341–343.
 Hallmann, C.A. et al. (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. – *PLoS ONE* 12 (19): e0185809.
 Humbert, J.-Y. et al. (2010): Hay harvesting causes high orthopteran mortality. – *Agriculture, Ecosystems & Environment* 139, 522–527.
 Klink, R. van et al. (2020): Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. – *Science* 368, 417–420.
 Krogmann, L. et al. (2018): Neun-Punkte Plan gegen das Insektensterben – Die Perspektive der Wissenschaft. Resolution des Internationalen Insektenschutzsymposiums am 19.10.2018. https://www.uni-hohenheim.de/uploads/media/9-Punkte_Plan_gegen_das_Insektensterben.pdf.
 Langevelde, F. van et al. (2018): Declines in moth populations stress the need for conserving dark nights. – *Global Change Biology* 24, 925–932.
 Mallinger, R.E.; Gaines-Day, H.R.; Gratton, C. (2017): Do managed bees have negative effects on wild bees?: A systematic review of the literature. – *PLOS ONE* 12, e0189268.
 Maiskomitee: www.maiskomitee.de/Fakten/Statistik/Deutschland/Anbaufläche_Silomais (abgerufen am 28.5.2020)
 Marktanner, T. (1992): Welcher Nachtfalter ist das? Kosmos Naturführer. Kosmos, Stuttgart.
 Niedrist, G. et al. (2008): Plant diversity declines with recent land use changes in European Alps. – *Plant Ecology* 202, 195–210.
 Schmitt, T. (2019): Insektenvielfalt und ihre Funktion in Ökosystemen. – *Natur und Landschaft* 94, 222–229.
 Seibold, S. et al. (2019): Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. – *Nature* 574, 671–674.
 Sorg, M.; Schwan, H.; Stenmans, W.; Müller, A. (2013): Ermittlung der Biomassen flugaktiver Insekten im Naturschutzgebiet Orbroicher Bruch mit Malaise Fallen in den Jahren 1898 und 2013. – *Mitteilungen aus dem Entomologischen Verein Krefeld* 1, 1–5.
 Owen, J. (2010): *Wildlife of a Garden: A Thirty-year Study*. Royal Horticultural Society, 261 Seiten.
 Ries, M.; Reinhardt, T.; Nigmann, U.; Balzer S. (2019): Analyse der bundesweiten Roten Listen zum Rückgang der Insekten in Deutschland. – *Natur und Landschaft* 94, 06/07, 236–244.
 Tappert, L.; Pokorný, T.; Hofferberth, J.; Ruther, J. (2017): Sublethal doses of imidacloprid disrupt sexual communication and host finding in a parasitoid wasp. *Scientific Reports* 7, 42756.
 Umweltbundesamt: www.umweltbundesamt.de/daten/landforstwirtschaft/pflanzenschutzmittelverwendung-in-der#absatz-von-pflanzenschutzmitteln (abgerufen 28.5.2020)
 Vogel, G. (2017): Where have all the insects gone? – *Science* 356 (6338), 576–579.
 Wotton, K.R. et al. (2019): Mass Seasonal Migrations of Hoverflies Provide Extensive Pollination and Crop Protection Services. – *Current Biology* 29, 2167–2173, <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.05.036>
 Zhang, Z.-Q. (2013): Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness (Addenda 2013). – *Zootaxa* 3703, 1–82.

Webseiten zum Insektenschutz (Auswahl)
<https://www.buntewiese-stuttgart.de>
<https://www.buntewiese-tuebingen.de>
<https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/insekten-und-spinnen/insekten-helfen/00959.html>
<https://www.wildbienen.info>