

Ausdünnung der Insektenvielfalt im Ostalpenraum: Vorgeschichte, Ursachen und Tendenzen

von Johannes Gepp

Keywords: *Insektensterben, Ostalpen, Rote Listen, Insektizide, Artenverluste, Agrarlandschaft; insect decline, Eastern Alpine Region, Austria, Red Lists, loss of species, intensive farming.*

Der Ostalpenraum mit den Vorländern Österreichs ist mit 40.010 Arten, darunter 344 Endemiten-Spezies, ein schützenswerter Arten-Hotspot. In 74 Roten Listen gefährdeter Insektengruppen Österreichs (1981–2013) sind summarische Gefährdungsprozentsätze zwischen 15% und 60% der Artenbestände ausgewiesen. Demnach ist zu befürchten, dass grob hochgerechnet 40 % des Bestandes, also rund 16.000 Insektenarten Österreichs im unterschiedlichen Ausmaß gefährdet sind. Die Zeitreihen gefährdeter Arten deuten eine voranschreitende Ausdünnung der Artenvielfalt an. Die zunehmend intensivere Nutzung der Tiefländer und ackerreichen Täler verstärkt seit der Jahrtausendwende die regionalen Artenverluste. Eine Korrelation mit der flächigen Verwendung von Insektiziden zeichnet sich ab. In intensiven Ackerbauregionen – insbesondere mit Maisanbau – sind in Österreich im ähnlichen Ausmaß wie in Deutschland die Artenverluste auch für Laien so deutlich, sodass immer öfter über ein „Insektensterben“ diskutiert wird. Der Alpenraum ist betreffend Artenverluste deutlich geringer betroffen, dennoch wirken forstliche Monokulturen, zahlreiche Quellfassungen, Wasser- und Windkraftanlagen sowie die Intensivierung der bäuerlichen Bewirtschaftung auf die bisher noch vorhandene Artenvielfalt dezimierend. Die Anzahl, Verteilung und Qualität von Schutzgebieten reicht nicht mehr aus, die Verinselung und lokale Artenverluste zu verhindern. Notwendig wären und durch zahlreiche Naturschutzrichtlinien gefordert sind größere und striktere Schutzgebiete sowie ein verteiltes Netz tausender kleinflächiger „Öko-Inseln“.

Insect decline in the Eastern Alpine Region with facets on loss factors: With 40,010 species, including 344 endemites, the Eastern Alpine Region with Austria's foothills is a species hotspot worthy of protection. In 74 Red Lists of insect groups in Austria (1981–2013) summarily between 15 and 60 percent of the species are endangered. Therefore it is to be feared that, roughly extrapolated, 40 % of Austria's insect population, about 16,000 species, are endangered to a varying degree. The time series of Red Lists of endangered species show a progressive decline in species diversity. Since the turn of the millenium, the increasingly intensive use of lowlands and valleys rich in arable land has reinforced the loss of regional species. A correlation with the widespread use of insecticides is emerging. In regions of intensive farming, especially in those with maize cultivation, the loss of species in Austria and to a similar extent in Germany has become so obvious even to laypersons that „insect decline“ is increasingly being discussed. As far as the loss of species is concerned, the Alpine region is affected to a much lesser extent. However, forest monocultures, numerous spring catchment systems, hydro-

electric and wind power plants and the intensification of mountain farming areas have lasting effects. The number, distribution and quality of protected areas are no longer sufficient to prevent habitat fragmentation and local loss of species. In addition, larger and more strictly protected areas and a distributed network of thousands of small-scale eco-islands are called for.

Inhalt:

1. Mehr als 40.000 Insektenarten in Österreich	80
2. Vage Definitionen der Biodiversitätsverluste	84
3. Vorgeschichte	86
4. Öffentliche Wahrnehmung und Presseberichte	88
5. Verlusttendenzen seit 50 Jahren	89
6. Hauptfaktoren der Artenverluste und Häufigkeitsrückgänge	91
7. Technogene Faktoren	98
8. Klimawandel	105
9. Folgen der Ausdünnung	107
10. Schutzinitiativen: Wirkungslos oder richtungsweisend?	109
11. Nachwort zum drohenden Systemversagen	118
12. Literatur	118

I. Mehr als 40.000 Insektenarten in Österreich

Mehr als 18.000 Publikationen haben Österreichs Entomologen (Insektenkundler) bisher publiziert (vgl. ZOBODAT). Beachtliche 40.010 Insektenarten rechnet Geiser 2018 für Österreich hoch – mehr als in ganz Deutschland nachgewiesen wurden (Klausnitzer 2003). Für Bayern werden aktuell ca. 30.000 Insektenarten geschätzt (Boye 2019). Insekten sind damit in Österreich (wie auch weltweit) die mit Abstand artenreichste Gruppe aller Lebewesen. Alarmierende Bestandsrückgänge in den Agrikulturlandschaften Österreichs sind im ähnlichen Ausmaß wie in Deutschland gegeben – regional eher gravierender, da der pannonische Anteil Österreichs artenreicher ist. Die seit annähernd 40 Jahren erarbeiteten **Roten Listen** gefährdeter Insektenarten Österreichs (z. B. Gepp 1981b, Zulka 2005) sind in den Gefährdungsausmaßen und Trends mit jenen Deutschlands vergleichbar. Die durchschnittlichen Anteile gefährdeter Insektenarten (alle Gefährdungskategorien summiert) Österreichs und Südtirols liegen bei 40.02% (vgl. Abb. 1 und Abb. 3), jene von Bayern bei 44,1 % (Boye 2019). Die Häufigkeit an Tagfaltern ist in manchen Landwirtschaftsgebieten Österreichs innerhalb der letzten 100 Jahre auf 1 bis 0,5 % gesunken! Die weniger erschlossenen Alpenanteile Österreichs gelten durch ihre Resilienz noch als teilwirksame Refugien für dort angepasste Arten. Österreich ist Lebensraum von 748 **Endemiten** (Rabitsch & Essl 2009), davon 344 Insektenarten. Bestehende Schutzgebiete funktionieren meist nur noch als isolierte Rückzugsgebiete. Ihre geringen Größen, die unkoordinierte Vernetzung, aber vor allem

auch dort weiterhin bestehende Nutzungsrechte verunmöglichen Schutzziele zu erreichen und fehlende Managementmaßnahmen durchzusetzen. Die Biodiversität Österreichs ist in Gefahr (Grabherr 1994, Sauberer et al. 2008). Für Österreich fehlt ein nationales Naturschutzkonzept. 9 Bundesländer verfügen über unterschiedliche Naturschutzgesetze – ohne wirksame überregionale Koordination, wie dies z. B. auch für die Umsetzung der EU-Naturschutzrichtlinien von Natura 2000 insbesondere der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) und der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) erforderlich wäre. Dementsprechend scheitert der Stand des Wissens an den politischen Realitäten. Die Verantwortung Österreichs für den herausragend wertvollen Ostalpenraum wird sträflich vernachlässigt!

Als Herausgeber von über 70 Roten Listen gefährdeter Tierarten verfolgt der Autor über 50 Jahre kritisch alle Bewertungen über Artengefährdungen (Gepp 1995a, 2005). Demgegenüber verwaltet er mit dem Naturschutzbund in der Steiermark 600 (österreichweit alle Landesgruppen annähernd 2000) Naturschutzgrundstücke (Gepp 2018). Pessimismus und Optimismus halten sich so (noch) die Waage.

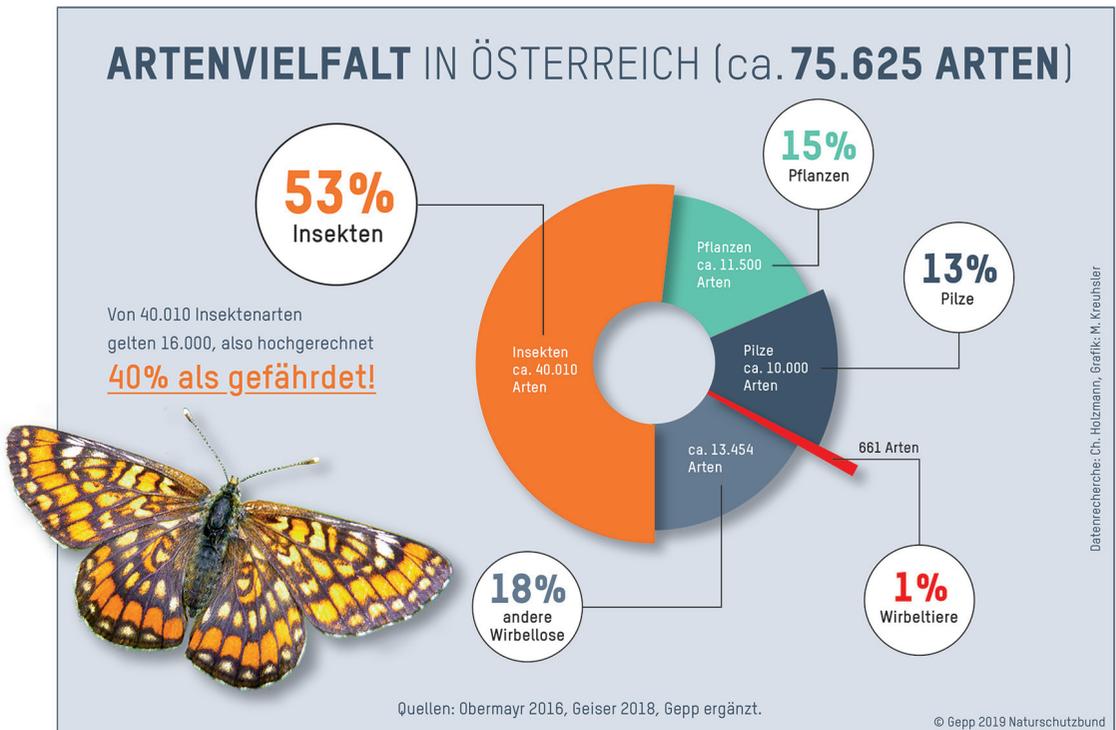


Abb. 1: Die Artenvielfalt Österreichs mit insgesamt ca. 75.600 Tier-, Pflanzen- und Pilzarten wird von den rund 40.000 Insektenarten eindeutig dominiert. Die Durchschnittswerte aller vorliegenden Roten Listen gefährdeter Insektenarten ergeben einen Gefährdungsprozentsatz von 40,02 % – auf dieser Basis hochgerechnet ist zu befürchten, dass rund 16.000 Insektenarten Österreichs im unterschiedlichen Ausmaß gefährdet sind. (Quelle: Gepp, Naturschutzbund Steiermark, 2019).

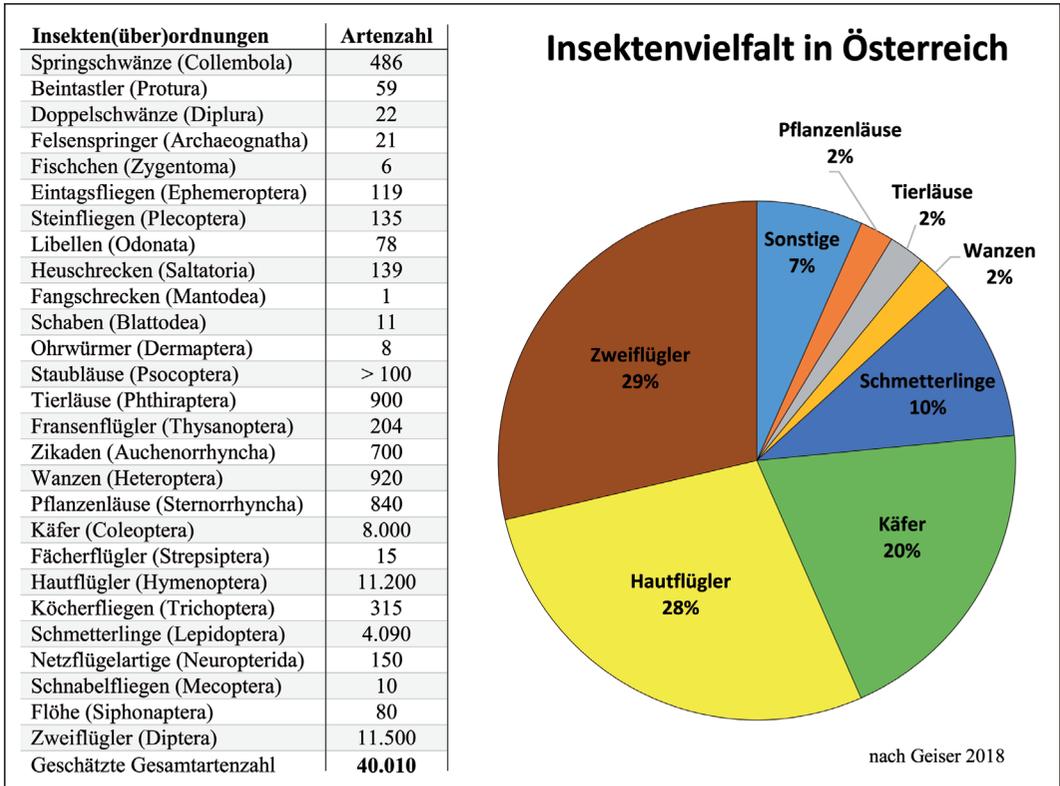
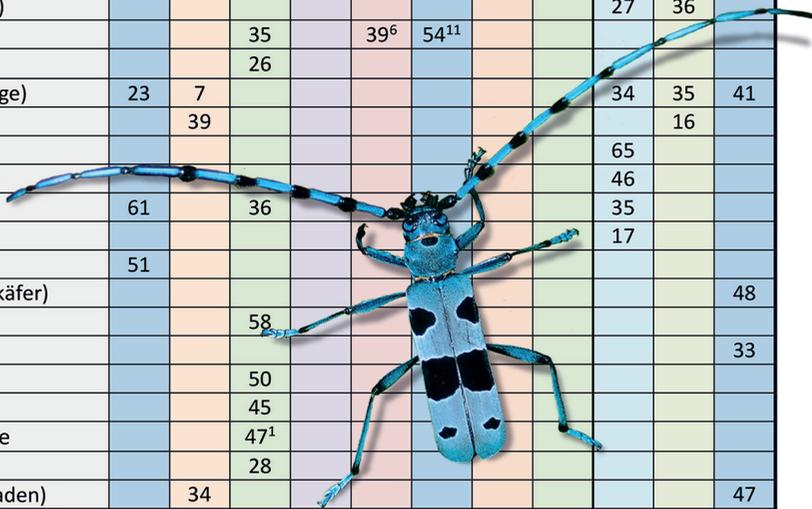


Abb. 2: Mit über 40.000 Arten sind die Insekten die mit Abstand größte Artengruppe Österreichs. Unter den Insektenordnungen dominieren die Zweiflügler und die Hautflügler, gefolgt von den Käfern und Schmetterlingen (Grafik Ch. Holzmann, Naturschutzbund, nach Geiser 2018).

Abb. 3: Rote Listen gefährdeter Insekten Österreichs und Südtirols mit einer Übersicht der Prozentsätze gefährdeter Insektengruppen, herausgegeben in den Jahren 1998–2015. Die unterschiedlichen Bearbeitungskriterien sowie die variierenden Definitionen der Gefährdungsintensitäten erlauben nur eine beschränkte Vergleichbarkeit. Unter 9 bewerteten Insektengruppen erbrachten 7 innerhalb der letzten Jahrzehnte einen negativen Trend der Bestandssituationen. Hinzuweisen ist aber auch auf hier noch nicht berücksichtigte Verlusttendenzen der vergangenen 10 Jahre, die offensichtlich beschleunigt ablaufen und aktuell sehr wahrscheinlich wesentlich negativere Gefährdungstrends ergeben (zusammengestellt von Ch. Holzmann, Naturschutzbund Steiermark, 2019).

Rote Listen gefährdeter Insekten Österreichs und Südtirols

Beurteilte Gruppen in Prozent je Region	Steiermark 1981 <small>(Gepp, 1981)</small>	Südtirol 1994 <small>(Gepp, 1994)</small>	Kärnten 1999/2009 <small>(Höflinger et al., 1999)</small>	Salzburg 1991-2010	Niederösterreich 1997-2007	Vorarlberg 2001-2015	Burgenland 2012 <small>(Rabitsch, 2011)</small>	Wien 2013 <small>(Höttinger, 2002)</small>	Österreich 1983 <small>(Gepp, 1983)</small>	Österreich 1994 <small>(Gepp, 1994)</small>	Österreich 2005-2009 <small>(Zulka, Umweltbundesamt)</small>
Lepidoptera (Schmetterlinge) z.T.		36	54			38 ¹⁰					
Makrolepidoptera (Großschmetterlinge)	54			37 ³					48	49	
Diurna (Tagfalter)		77			58 ⁵			60			
Papilionidae & Hesperidae (Tagfalter)											49
Nachtfalter z.T. (div. Familien)											36
Crambidae (Rüsselzünsler)	88										
Hymenoptera (Hautflügler) z.T.		36									
Vespidae (Faltenwespen)									24	23	
Spheciformes (Grabwespen)									27	36	
Formicidae (Ameisen)			35		39 ⁶	54 ¹¹					
Apiformes (Bienen)			26								
Neuropterida (Netzflügelartige)	23	7							34	35	41
Coleoptera (Käfer) z.T.		39								16	
Xylobionte Käfer z.T.											
Dytiscidae (Schwimmkäfer)									65		
Cerambycidae (Bockkäfer)	61		36						46		
Scolytinae (Borkenkäfer)									35		
Buprestidae (Prachtkäfer)	51								17		
Hydraenidae (Zwergwasserkäfer)											48
Staphylinidae (Kurzflügler)			58								
Elmidae (Krallenkäfer)											33
Zwerg-, Aaskäfer etc.			50								
Carabidae (Laufkäfer)			45								
Scarabaeidae und Lucanidae			47 ¹								
Auchenorrhyncha (Zikaden)			28								
Auchenorrhyncha (Kleinzikaden)		34									47
Auchenorrhyncha (Großzikaden)		75									
Heteroptera (Wanzen)			46 ²		16 ⁷		15 ¹⁴				
Ephemeroptera (Eintagsfliegen)						25 ¹²					
Odonata (Libellen)	45	70	68		74 ⁸						68
Orthopteromorpha (Geradflügelartige)			38						54	61	
Saltatoria (Springschrecken)		20			63 ⁹						
Orthoptera (Heuschrecken)				53 ⁴		65 ¹³					53
Dermaptera (Ohrwürmer)		38									
Blattoidea (Schabenartige)		8									
Mecoptera (Schnabelfliegen)	25								40	40	20
Trichoptera (Köcherfliegen)			37							29	61
Tachinidae (Raupenfliegen)	21										
Plecoptera (Steinfliegen) z.T.			23								
Thysanoptera (Fransenflügler) z.T.										7	
Mittel aller Insektengruppen	46 %	40 %	42 %	45 %	31 %	45 %	15 %	60 %	39 %	33 %	46 %



¹Pail & Mairhuber, 2006; ²Friess & Rabitsch, 2009; ³Embacher, 1991; ⁴Illich et al., 2010; ⁵Höttinger & Pennerstorfer, 1999; ⁶Schlick-Steiner et al., 2003; ⁷Rabitsch, 2007; ⁸Raab R. & E. Chwala, 1997; ⁹Berg & Zuna-Kratky, 1997; ¹⁰Huemer, 2001; ¹¹Glaser, 2005; ¹²Weichselbaumer, 2013; ¹³Ortner & Lechner, 2015; ¹⁴Rabitsch, 2012.

ROTE LISTEN GEFÄHRDETER INSEKTENGRUPPEN ÖSTERREICHS

Ausgewählte Insektengruppen der Roten Listen 2005–2009 (Zulka ed., Umweltministerium)

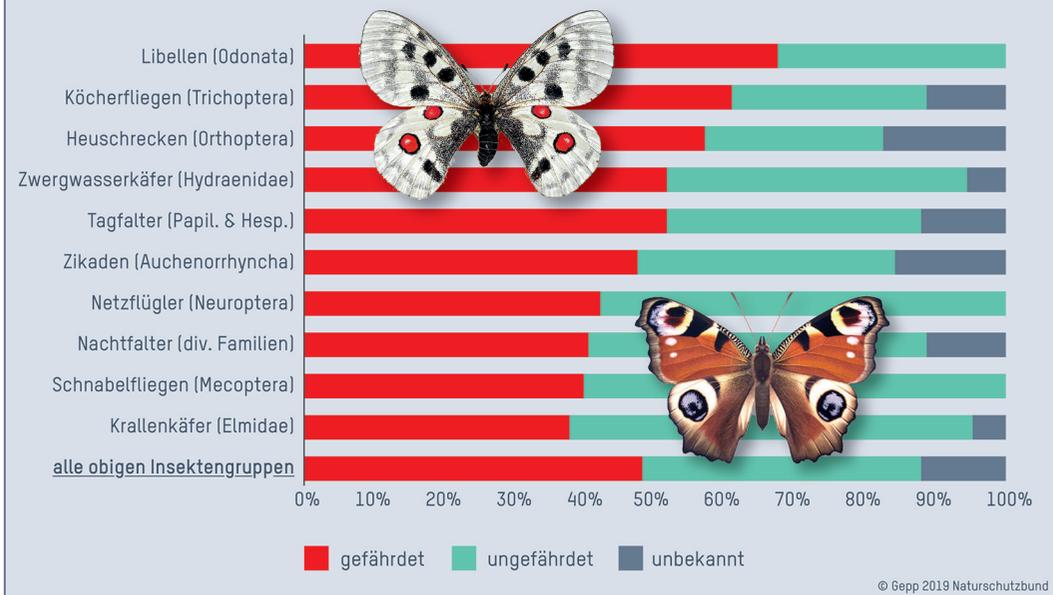


Abb. 4: Gegenüberstellung ungefährdeter und gefährdeter Insektenarten von 10 ausgewählten Insektengruppen (nach Zulka ed. 2005–2009). Demnach sind durchschnittlich 50% der Arten in unterschiedlichen Ausmaßen gefährdet. (Quelle: Gepp, Naturschutzbund Steiermark, 2019).

2. Vage Definitionen der Biodiversitätsverluste

Die dramatische Artenverarmung z. B. lokaler Insektenbestände in Vor- und Hügelländern, insbesondere der östlichen Tiefebene im Umfeld der Ostalpen und in den erschlossenen Gebirgstälern, ist seit zumindest 35 Jahren bekannt. Schon zuvor und seitdem gab es zahlreiche warnende Hinweise auf Biodiversitätsverluste, worauf nachfolgend bewusst mit Zitaten aufmerksam gemacht wird. Die Artengefährdung in Österreich ist durch die „Roten Listen gefährdeter Tierarten“ (Gepp 1981b, 1983a und 1983b) seit Jahrzehnten belegt. „Rote Listen“ gelten als Synonyme für gefährdete Natur bis hin zur Naturzerstörung. Das Aufrütteln der Bevölkerung gelang seitdem eher mäßig. Immerhin wurden inzwischen deutlich mehr Schutzgebiete ausgewiesen. Dennoch bewirkte die weitere Intensivierung der Landnutzung weitere Negativfaktoren; in Summe blieben die Naturschutzaktionen aber zahnlos. Nunmehr erreicht das Artensterben eine exponentielle Phase – manche Experten befürchten in Richtung „Point of no Return“.

Vom „Bienensterben“ zum „Insektensterben“

Wenn es ein hoch emotionalisierendes entomologisches Wort des Jahrzehnts gibt, dann ist es nach dem „Bienensterben“ der Terminus „Insektensterben“, der nicht nur das Aussterben rarer Spezies anprangert, sondern den Kerbtieren einen Gesamtauftritt in der Öffentlichkeit ermöglicht. Der Physiologe Mario Markus verweist 2014 auf „Unsere Welt ohne Insekten?“. Aktuell rüttelt die Krefeld-Studie von Entomologen im renommierten Wissenschaftsjournal PLOS ONE (Hallmann et al. 2017) auf:

nahezu **76 % Biomasseverlust** an Insekten in den vergangenen 27 Jahren in Schutzgebieten Deutschlands! Eine statistische Auswertung von 78 Langzeitstudien über Insektenarten der letzten 40 Jahre aus verschiedenen Teilen der Welt durch australische Entomologen (Sanchez-Bayo & Wyckhuys 2019) warnt vereinfacht: Innerhalb der letzten 10 Jahre befinden sich 41 % der Insektenarten im Rückzug, ein weltweiter „Insektenschwund“ wird vermutet. Im Vergleich dazu sind (nur) 22 % der rund 70.000 Wirbeltierarten seltener geworden. Die Autoren befürchten, dass in den nächsten 50 Jahren **40 % der Insektenarten der Welt** aussterben könnten. Das wären bei knapp 1 Million beschriebenen Spezies Hunderttausende; unüberschaubar, denn die Mehrzahl der Tropen-Arten ist noch nicht beschrieben! Als Weltbestand werden bis zu 10 Millionen Arten vermutet und daher sind Biodiversitätsverluste und deren Tragweite unvorstellbar. Unsere imperiale Lebensweise (Wissen & Brand 2016) zeigt Wirkung!

Zum Arbeitsbegriff „Insektensterben“

Der seit 2017 gängige Arbeitsbegriff „Insektensterben“ baut auf das ab 2002 gebräuchliche Schlagwort „Bienensterben“ auf (Brodtschneider & Crailsheim 2013). Beide Termini drücken undefinierte Verluste aus, die bei der Honigbiene eine domestizierte Art und das z. T. unerklärbare (anfangs winterliche) Sterben von zahlreichen Individuen betreffen (Brodtschneider et al. 2019; kritischer: Klockgether & Hefner 2016). Das aktuelle und prognostizierte Insektensterben spiegelt das Seltenerwerden einer unüberschaubaren Vielzahl von Arten wider, die kaum jemand zu zählen und nachvollziehbar einzuschätzen imstande ist. Bei neuerdings zahlreichen Vorträgen über Ausdünnung der Insektenvielfalt werden unter anderem folgende Definitionen betreffend den Terminus „Insektensterben“ umrissen:

- a) Gefühlsmäßig weniger Sichtungen auffälliger Insekten, insbesondere von Tagfaltern, Hummeln, Bockkäfern, Heuschrecken etc.
- b) Arten- und Dichteverluste im Sinne „Roter Listen gefährdeter Arten“. Eingeschlossen sind dabei das regionale Aussterben von Arten sowie Tendenzen des lokalen bis überregionalen Seltenerwerdens in definierten Regionen und Zeiträumen.
- c) Abnahme der Artenvielfalt: Vergleichend in Gebieten und Zeiträumen, auf Basis wissenschaftlicher Quantifizierung oder im Alltagsempfinden.
- d) Rückgang der Individuenzahlen oder der Biomasse in einem definierten Umfeld im Vergleich zu früheren Erhebungen. Da neuerdings diesbezüglich zahlreiche Erhebungen und Vergleiche sowie Diskussionen im Gange sind, bedarf jede wissenschaftlich haltbare Wertung ihrer jeweils praktikablen Definition.

Derzeit und in der Öffentlichkeit ist der Sammelbegriff „Insektensterben“ wohl eine Kombination mehrerer, aller oder/und auch weiterer hier nicht aufgeführter Definitionen. Es gibt auch Beurteilungen, die in diesem Zusammenhang kritisch abwertend von „Ökohysterie“ sprechen.

Überraschende Anpassungspotentiale

Das Feld des Natur- und Artenschutzes und das Netz der Aktiven, der Forschenden, der sich Sorgenden und das der Verhöhrenden ist ein weites. Wir müssen zugeben, dass wir über wenig absolut haltbare Fakten verfügen, wenn es um die Beurteilung abertausender Arten mit jeweils myriadenfacher Individuenanzahl geht, manche nur punktuell vorkommend, andere weltweit. Einer unüberschaubaren Anzahl von anthropogenen Dezimierungsfaktoren stehen uns unbekannte Möglichkeiten der Anpassungen gegenüber. Insektenarten verändern ihre Verbreitungsbilder, die Umwelt ändert Verteilungsmuster und Häufigkeiten. Sich ändernde zwischenartliche Konkurrenzen eröffnen Freiräume – alles fließt!

Bei aller kritischen Betrachtung soll vorweg nicht unerwähnt bleiben, dass es auch in Expertenkreisen berechtigtes Erstaunen über die Anpassungsfähigkeiten von etlichen Insektenarten gibt. Längst verschollene Arten können kurzfristig wieder häufiger aufgefunden werden. Vormalig lokal vorkommende Spezies breiten sich aktuell unerwartet großräumig aus, erweitern ihre Nahrungsspektren oder optimieren ihre Phänologien. Die Abwassersanierung unserer Fließgewässer war und ist für aquatische Insektenarten eine vermehrungsoptimierende Erholungschance. Der Wandel der Forstbewirtschaftung von „unnatürlicher Sauberkeit“ im Wald hin zu naturnahen Biotopholz-Duldungen erbrachte für tausende Altholzbewohner Überlebenschancen. Auch das klimawandelbedingte Einwandern oder die Einschleppung neuer Arten wird registriert. Die Anzahl und Flächendimension von Naturschutzgebieten nehmen seit dem 2. Europäischen Naturschutzjahr 1995 allmählich zu (Gepp 1995c). Trotz alledem gilt in Wissenschaftlerkreisen Nachfolgendes als glaubhafter Konsens:

Flächige Artenverarmung durch Intensivlandwirtschaft

Die Vielfalt an Insektenarten nimmt in Tieflagen um den Ostalpenraum nahezu überall und zunehmend ab. Diesem objektiv bestätigten Trend folgt auch das subjektive Empfinden der Laien, die quantitativ immer weniger „Allerweltsinsekten“ anzutreffen beklagen. Die Biomasse an Insekten sinkt vielerorts gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter auf ein Maß, wie es vor Jahrzehnten nur von städtischen Zentren bekannt war. Diese Veränderungen sind stellenweise auch in Schutzgebieten zu beobachten – zumindest im Einflussbereich und im Zusammenhang mit der industriell geprägten und chemisch belasteten Intensivlandwirtschaft. Extensiv genutzte und bisher artenreiche Flächen werden zugunsten der produktionsorientierten Landwirtschaft intensiviert und daher als natürliche Lebensräume wildlebender Tiere und Pflanzen zerstört. Das Ausmaß und die Trends des vereinfachten bezeichneten „Insektensterbens“ haben für namhafte Ökologen, Naturschützer und kritische Agrarexperten die Vorwarnstufe weit überschritten und die Gefährdungskategorien erreicht. Unser heutiges Tempo radikaler Änderungen schadet spezialisierten Arten und erleichtert die Massenvermehrung von anpassungsfähigen Spezies, führt letztlich zum 6. Massensterben der Arten auf der Erde (vgl. http://www.oekosystem-erde.de/html/gefahrdung_der_biodiversitat.html). An Stelle der Artenvielfalt treten Artenarmut und Schädlingsvermehrung. Ökosystemleistungen wie Pflanzenbestäubung, Schädlingsregulierung, Abbau von Biomasse oder „Naturgenuss durch Artenvielfalt“ sind in Gefahr! Es bedarf einer sofortigen intensiven Befassung aller beteiligten und betroffenen Wissenschaftsdisziplinen und eines absehbaren und umfassenden Gegensteuerns. Die herausragende Stellung der Insekten in unseren Landökosystemen betrifft essentielle Zukunftsprobleme der Menschheit – insbesondere der Landwirtschaft!

3. Vorgeschichte

Das Ende der eiszeitlichen Gletscherüberdeckung (Würm-Glazial) der Ostalpen vor rund 10.000 bis 12.500 Jahren ermöglichte der verdrängten Tier- und Pflanzenwelt eine gigantische Einwanderungswelle. Seit 7.000 Jahren verändert der sesshaft werdende Mensch den Alpenraum einschneidend. Anfangs lichtet Brandrodungen die dominierenden Urwaldbestände, nachfolgend die Beweidung der Sekundärwälder. Bis ins Späte Mittelalter war Österreichs Waldfläche auf die Hälfte

des heutigen Bestandes von 48 % reduziert, der Urwaldanteil auf weniger als 1 Prozent. Vermutet wird, dass schon zuvor das Rotwild baumarme Äsungsflächen offen hielt. Trotzdem öffnete dieser Jahrtausende währende Wandel vom Urwald zur Weidelandchaft die Tore für spezialisierte Insekten der Offenlandschaft bis in den Mittelmeerraum. Ähnliches bot sich der Pflanzenwelt als Besiedlungsmöglichkeit an. Dementsprechend strukturierten sich die Artenspektren der Tier- und Pflanzenwelt des Alpenraumes um. Ausbreitung, Rückdrängung und Einwanderung von Arten sind für den Alpenraum also nichts Neues, nur standen dafür mehr als 10.000 Jahre Anpassungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Keine „Schmetterlingswolken“ wie einst

Vor 100 Jahren berichtete man noch von „Wolken“ aus Schmetterlingen über unseren Wiesen. In meiner Jugend um 1960 gab es im Hochsommer noch da und dort massenhaft Tagfalter an blühenden Wegrändern. Heute trifft man nur noch in entlegenen Berggegenden auf Tagfaltergruppen, selten mehr als ein Dutzend Grünaderweißlinge oder Mohrenfalter. Ausnahmen zeigen bestenfalls die großen Naturschutzgebiete. In den letzten 100 Jahren haben wir die Tagfalterdichte auf weniger als ein Hundertstel abgewürgt – unbeabsichtigt und unbewusst. Es fehlen aber nicht nur die Schmetterlinge und die nicht nur lokal, das Insektensterben entwickelt sich zum weltweiten Problem! Es läuft erschreckend rasanter ab als erwartet! Man hört auch schon die Warnung, das Insektensterben sei für die Menschheit problematischer und folgenschwerer als der Klimawandel?

Potentielle Schadarten im Vormarsch?

Mit über 40.000 Arten sind die Insekten in Österreich die mit Abstand artenreichste Gruppe an Lebewesen. Auf Basis der „Roten Listen“ wird geschätzt, dass etwa 16.000 Arten davon in den letzten 50 Jahren deutlich seltener wurden. Viele davon sind so selten, dass ihre ökologischen Funktionen nicht mehr ausreichend wirksam sind. Derzeit fällt lokal auf, dass es neben der schwächelnden Honigbiene immer weniger insektenbestäubende Wildbienen (Sedy & Götzl 2015) gibt. Die Mehrzahl der heimischen Insektenarten hat unterschiedliche Funktionen, viele davon halten als natürliche Antagonisten Schädlinge im Zaum. Experten bemerken auch das Seltener-Werden insektenverzehrender Insekten und das Verschwinden hochspezialisierter Insektenparasitoide, also Antagonisten diverser Insektengruppen. Die Folge ist, es gibt immer häufiger baumtötende Schadinsekten wie Buchdruckerkäfer und mehr samenfressende Insekten. Räuberisch von Insekten lebende Gruppen sind als natürliche Antagonisten unersetzbar: Der Laufkäferbestand geht vielerorts zurück und heimische Marienkäferarten leiden durch den Asiatischen Marienkäfer (*Harmonia axyridis*), der im kannibalistischen Konkurrenzkampf überlegen ist und möglicherweise Krankheiten für die heimischen Arten eingeschleppt hat. Unter den sonstigen Arten sind zumindest 5.000 potentielle Kulturfolger mit Neigung zur Massenvermehrung, also Arten, die zu wirtschaftlichen Schädlingen werden können. Es ist paradox, aber das Insektensterben bedeutet auch, dass potentiell schädliche Insektenarten mangels natürlicher Feinde zunehmen könnten und werden.

Zweifler und Abwartende

Als einer der ersten Mahner betreffend Insektenverluste kann der Autor auf seine Publikation aus dem Jahr 1977 und dann 1979 in dieser Jahrbuchreihe, d. h. vor 40 Jahren, verweisen, in der technologische und strukturbedingte Dezimierungsfaktoren mit unglaublichen Verlustwerten erstmal aufgelistet

wurden. Damals wurden derartige „Unkenrufe“ von den „hardcore-Wissenschaftlern“ eher belächelt, darunter auch Kollegen, die sich heute lautstark dem offenkundigen Trend anschließen. Uns allen ist bewusst, dass alle Statistiken zu hinterfragen sind, aber wenn weltweit unisono unzählige, wenn auch mitunter schwach gesicherte Erkenntnisse und Publikationen auf ein sogenanntes „Insektensterben“ hinweisen, dann sollten allmählich auch die letzten „Zweifler“ Warnungen angemessen ernst nehmen. Gegenüber uns Naturschützern habe ich noch etliche „Sager“ prominenter österreichischer Wissenschaftler in den Ohren: „Wir entdecken doch täglich neue Insektenarten weltweit ...“. „Es gibt noch unendlich viele unberührte Gebirgsbäche ...“. „Die Insekten werden sich anpassen ... wie immer!“ Die interessanteste Antwort betreffend die Einladung an einer „Roten Liste gefährdeter Arten Österreichs“ mitzuarbeiten, gab 1981 der Käferkundler des Naturhistorischen Museums in Wien Rudolf Schönmann (1910–2011) sinngemäß: „Jetzt packe ich die konservierten Käfer der Novara-Expedition von 1857 bis 1859 (der ersten und einzigen Weltumsegelung der Österreichischen Fregatte Novara) aus, bearbeite sie und dann gehe ich zu den Sammlungsbeständen von 1890 ... und dann irgendwann einmal erhalten Sie von mir meine Expertenmeinung ... zur heutigen Situation“. Auch der Kustos der Zoologischen Abteilung des Grazer Landesmuseums Joanneum Erich Kreissl (1927–1995) meinte 1978: Es sei zwar vieles bedroht, aber er als Landesbediensteter wage es in beamteter Loyalität nicht, einen Antrag für ein Naturschutzgebiet zu stellen.

Mahner und Verzweifelte

Neben den opportunistischen Betrachtungen der Situation gab es bereits vor Jahrzehnten ständige Mahner unter den Entomologen (Gepp 2003). Dazu zählt beispielsweise Friedrich Kasy (1920–1990), der Biotopkäufer um Wien (Kasy 1975), aus Graz Heinz Habeler (1933–2017), ein patentreicher Elektrotechniker, der fast alltäglich quantitative Schmetterlingsstudien (z. B. Habeler 2014) vornahm. Ihm war bereits um 1970 das sich abzeichnende Drama des zunehmenden Insektenchwundes voll bewusst. Dank seiner Initiativen konnten inzwischen von Seiten der Naturschützer zahlreiche wertvolle Flächen als Schutzgebiete gesichert werden (Gepp & Habeler 1977). Bedauerlicherweise müssen wir auch konstatieren, dass in unseren Reihen – also unter Insektenkundern auch etliche verzweifeln. Zu ihnen zählte der Tagfalterexperte Anton Koschuh (1970–2013) der meinte: „Es sterben so viele besondere Schmetterlingsarten bei uns aus, es zahlt sich nicht mehr aus zu leben ...“. Ähnlich dachten andere Entomologen wie Dirk Hamborg (1957–1995) und erlösten sich durch Selbstmord! Um 1970 resignierte auch der steirische Botaniker Helmut Melzer (1922–2011) im Artikel „Naturschutz auf verlorenem Posten“.

4. Öffentliche Wahrnehmung und Presseberichte

Wie sieht die Tagespresse, der Laie oder der Naturschützer, der Politiker oder der Verwaltungsbeamte ein Thema, das wegen der enormen Artenfülle an Komplexität nicht zu übertreffen ist? Eher naiv, ahnungslos bis sensationslüstern und doch besorgt. Ein Aussterben zahlreicher Insektenarten – bis 40 % in den nächsten 50 Jahren – als weltweites Phänomen wäre möglicherweise problematischer als das Fehlen von bis zu 40 % der 6399 Säugetierarten der Erde!? Manche meinen, das **sechste Massensterben** der Arten (Kolbert & Bischoff, 2015) hat begonnen und dieses ist anthropogen! Möglicherweise begann es schon zur Zeit der Entdeckung Amerikas und der Erschließung des Pazifischen Raumes, wodurch bisher 248 endemische Vogel- und Säugetierarten ausstarben – haupt-

sächlich durch Ansiedlung gebietsfremder europäischer Säugetiere. Das diesbezügliche Schicksal von Insektenarten wurde dort anfangs nicht registriert.

Das Artensterben ist auch in den Medien Österreichs seit Jahren präsent. Waren es früher vor allem Wirbeltiere, insbesondere eine Handvoll vom Menschen bewusst ausgerotteter Arten von Beutegreifern und allgemein bekannte Wiesenvögel, so haben sich die Insekten in den letzten 3 Jahren mehr und mehr in die Medien gedrängt. Dem „Großen Sterben“ war sogar das Titelbild der Profil-Illustrierten vom 12.1.2019 (<https://www.profil.at/wissenschaft/artensterben-tiere-pflanzen-oesterreich-10587399>) gewidmet. Andererseits bringt der eben erwähnte Profil-Artikel ein einziges insektenorientiertes Foto, nämlich von Chinesen, die händisch, anstelle von Bienen, Obstbäume bestäuben. Ein weiterer Trend ist zu bemerken, nämlich dass sich manche Leiter naturwissenschaftlicher Institute selbst mit Naturschutzthemen beschäftigen und sich selbst dazu besorgt äußern.

5. Verlusttendenzen seit 50 Jahren

Rote Listen gefährdeter Insektenarten

Vom Südostrand der Alpen gibt es seit fast 40 Jahren Gefährdungslisten zahlreicher Insektengruppen (z. B. Gepp 1981b, 1983a und 1983c, 2005; Zulka 2005). In Form zusätzlicher Erwähnungen in faunistischen Publikationen wird seit rund 100 Jahren auf das Seltener-Werden vor allem von Tagfaltern hingewiesen (Rebel 1913/14, Hauder 1914). Das besonders auffällige Verschwinden des Apollofalters bei Wien wurde bereits vor 115 Jahren dokumentiert (Gepp 2003). Mit zehntausenden Individualbewertungen ausgewählter Insektenarten bot die Rote Liste gefährdeter Tierarten Südtirols 1994 (Gepp) statistische Auswertungsmöglichkeiten. Dadurch ergibt sich eine breite Vergleichsgrundlage zu neueren Entwicklungen.

Große und Auffällige zuerst?

Untersuchungen an Stadträndern zeigen, dass vor allem die großen, mitunter prächtigen Insektenarten aus dem Blickfeld verschwinden (z. B. Gepp 1977). So ist das Wiener Nachtpfauenaug *Saturnia pyri* in der Steiermark nach 1980 flächig (mit Ausnahme des Verstärkungszuchtgebietes Pöllau) ausgestorben. Heute ist in der Steiermark aktuell der Blatthornkäfer Walker (*Polyphyllo fullo*) trotz Förderprogramm stark gefährdet. Der größte heimische Bockkäfer, der Eichenbock *Cerambyx cerdo* kommt in der Steiermark nur an einer Stelle vor. Gründe dafür sind längere Entwicklungszeiten, Auffälligkeiten gegenüber Feinden, geringe Beweglichkeit etc. Andererseits gibt es große Insektenarten, die befähigt sind, weit zu fliegen. Dazu zählt eine Reihe von Nachtschwärmern, die als Wanderfalter mitunter von Nordafrika bis nach Mitteleuropa einfliegen. Deren Fernwanderungen sind aber meist erfolglos, da sie hier (noch nicht) geeignete Vermehrungsmöglichkeiten finden. Der voranschreitende Klimawandel könnte das für viele xerothermische Arten rasch ändern, wie die Ausbreitung der Gottesanbeterin *Mantis religiosa* im Süden Österreichs bestätigt. Das zeigt aber auch die Gefahren des Klimawandels, demzufolge es immer mehr potentiellen Schädlingen ermöglicht, einzuwandern und sich letztlich hier auch anzusiedeln. Immerhin ist der prächtige Hirschkäfer *Lucanus cervus* in den letzten Jahren lokal etwas häufiger aufgetreten. Die Ursache sind die Windwürfe und das Absterben einiger Laubbaumarten durch eingeschleppte Schädlinge. Die Larven der Hirschkäfer leben bevorzugt von Wurzelmulm.

Zeitreihen baumbewohnender Netzflügler

Seit rund 50 Jahren werden Sammelproben baumbewohnender Netzflügler (Neuropteren) in der Umgebung von Graz entnommen. Die Flächen sind definiert und ihre Entwicklung innerhalb des Beobachtungszeitraumes ist dokumentiert. Die Dichtebestimmungen erfolgen mit Kescherproben in 0–5 m Höhe, insbesondere entlang von Waldrändern. Die Phänologie der Netzflügler ist vor allem von ihren unterschiedlichen, aber artindividuellen Überwinterungsstadien und den nach dem Winter folgenden Startphasen im Frühjahr abhängig. Der Klimawandel innerhalb dieses Zeitraumes erbrachte um Graz bei einer weltweit überdurchschnittlichen Erwärmung (von 1–3°) deutliche Anpassungen. Die meisten Neuropterenarten zeigen folgende **Veränderungen im Laufe der letzten 50 Jahre**:

- a) Vorgeschobener Vorfrühlings- und Frühlingsbeginn bewirkt früheren Start der Lavalentwicklung.
- b) Durch längere Vegetationsperioden können polyvoltine Arten mehr Generationen pro Jahr ausbilden.
- c) Länger dauernde Sommerperioden bewirken bei einigen Arten längere Ruhephasen während des Sommers.
- d) Bei wärmeren und länger dauernden Vegetationsperioden ergeben sich regional unterschiedlich ein Nahrungsproblem und dadurch ein verstärktes Konkurrenzproblem bis hin zu Kannibalismus.

Hochspezialisierte Arten sind benachteiligt

Die Lebensraumspezialisierung, aber auch die Nahrungsabhängigkeit mancher Insektenarten kann extrem sein. So ist der Osterluzeifalter (*Zerynthia polyxena*) im Raupenstadium ausschließlich von der Osterluzeipflanze (*Aristolochia clematitis*) abhängig. In der südlichen Steiermark ist die nördliche Verbreitungsgrenze der Nahrungspflanze vom Osterluzeifalter noch nicht erreicht. Zusätzlich haben sehr wahrscheinlich die Römer bereits vor 1800 Jahren in ihren damals neu errichteten Städten (z. B. das Municipium Flavia Solva, heute bei Leibnitz in der südlichen Steiermark gelegen) als Heilpflanze (zur Geburtshilfe) für ihre Gärten die Osterluzeipflanze mitgebracht. Von dort ist sie in Weingärten ausgewildert. Vom Klimawandel her wären sowohl der Osterluzeifalter wie auch seine Pflanze ausbreitungsbegünstigt und könnte laut Settele (et al. 2008) sein Areal nördlich über die Alpen hinaus ausweiten. In der Praxis werden Osterluzeipflanzen in Weingärten aber einerseits durch Pflanzenbekämpfungsmittel, andererseits durch Mulchen eliminiert. Die Intensivierung der Weingärten hat also zum großräumigen Verlust des Osterluzeifalters in der südlichen Steiermark beigetragen. Erst der neue Trend zu Bioweingärten ermöglicht bei spezieller Rücksichtnahme auf die Osterluzeipflanzen deren Überleben und somit durch die Klimagunst auch das Überleben der Osterluzeifalter. In der südlichen Steiermark gibt es heute zwei Weingärten mit Vorkommen sowohl der Pflanze wie auch des Schmetterlings. Ein Biowinzer im Südwesten von Graz führt sogar den Osterluzeifalter stilisiert auf seiner Weinflaschenetikette abgebildet. Ohne diese Bewegung in Richtung biologischem Landbau und ohne Artenschutzmaßnahmen des Naturschutzbundes wäre der prächtige Ritterfalter seit 3 Jahrzehnten im Lande ausgestorben (Gepp 1981a). Deutlich schlechter entwickeln sich die Bestände des Eschenscheckenfalters *Euphydryas maturna* und des Goldenen Scheckenfalters *Euphydryas aurinia* – für beide Arten gibt es am Südostrand der Alpen nur noch punktuelle Vorkommen. Der Eschenscheckenfalter ist durch das Sterben der Eschen aber vor allem von der Verdrängung durch Fichtenaufforstungen gefährdet. Der Goldene Scheckenfalter lebt am Rande der letzten großflächigen Moore, bedroht von Trockenlegungen und Düngergaben.

6. Hauptfaktoren der Artenverluste und Häufigkeitsrückgänge

Agrarindustrie als Hauptursache

Der wesentliche Hauptfaktor des Insektensterbens ist der Verlust der natürlichen und extensiv genutzten Lebensräume durch Umwandlung in Intensiv-Agrarland, von wo aus als 2. Hauptfaktor Dünger und Pestizidbelastungen bis weit in das Umfeld wirken. Nicht einmal ein Tausendstel der österreichischen Fläche verfügt über natürliche Primärwälder; die Fichten dominieren nicht nur in den Forsten Österreichs. Die Blumenwiesenflächen von einst werden aktuell jährlich fünfmal gemäht, bevor mehr als der Löwenzahn erblühen kann. Wo es noch entlegene Blumenwiesen gibt, ist die Insektenvielfalt bescheiden vorhanden. Die praktische Erkenntnis der letzten Jahre ist, dass kleinflächige Schutzgebiete nicht ausreichen, um isolierte Vermehrung langfristig zu ermöglichen. Denn von einem Habitat bis zum nächsten ist es oft viel zu weit, um regelmäßig zu kommunizieren. Trifft ein extremes Hagelereignis eine isolierte Insektenpopulation, dann fehlen u.U. naheliegende Schwesterpopulationen, um eine Wiederbesiedlung durch Einwandern zu ermöglichen.

Von artenreichen Kleinstrukturen zu extrem artenarmen Monokulturen

Die Jahrtausende lang extensiv genutzte Kulturlandschaft war für heutige Verhältnisse bis vor 100 Jahren kleinteilig gegliedert und artenreich besiedelt. Sie hat sich innerhalb von Jahrzehnten zunehmend zur industriell bewirtschafteten Agrarlandschaft gewandelt. Diese deckt sich seit 3 Jahrzehnten in Form von Monokulturen über die Ebenen bis hinein in die Gebirgstäler flächig über alle ehemals tausendfach vorhandenen Kleinstrukturen. Anstelle artenreicher Wiesen (Pils 1994) treten mehr und mehr Äcker, denn der Klimawandel ermöglicht Ackerbau in größeren Höhen. Die landschaftliche Vielfalt verarmt beständig, mit ihr die biologische Vielfalt und die subjektive Wahrnehmung, dass es Insekten gibt. Es verringert sich aber auch die Häufigkeit bisheriger Allerweltsarten und mit ihnen unersetzbare ökologische Funktionen. Die Großflächigkeit der Kulturen begünstigt Massenvermehrungen angepasster oder eingeschleppter Schadinsekten, die durch Insektizide bekämpft werden. Die flächige Anwendung zahlreicher Agrochemikalien (Marti 2015) und die rücksichtslose Technisierung der Bewirtschaftung (z. B. Schiess-Bühler et al. 2011) dezimiert die allgemeine Vielfalt und betrifft auch bisher indifferente Insektenarten rundum. Die Abwehrkräfte und die Resilienz natürlicher Regelkreise werden dadurch verringert und in Folge weitere und ungebremste Massenvermehrungen mit Schädigung ermöglicht.

Wir – die umsichtigen Entomologen – beobachten und wissen das seit 50 Jahren. Jetzt ist das Thema beim Bürger angekommen, auch beim Bauernstand, dessen agrarindustrielles Wirken die Hauptursache des flächigen Rückganges der Strukturvielfalt ist – unbestreitbar!

Allerweltsarten der Monokulturen

Neben allen Diskussionen, von welcher Seite auch immer, gegen Naturschützer, über mangelnde Wissenschaftlichkeit oder Übertreibungen sowie Überbewertung von Einzelfänomenen, gibt es unleugbare Fakten, die eine Gefährdung der heimischen Naturreste und mit ihr der Insektenvielfalt augenscheinlich aufzeigen. Betrachtet man die GIS-Karten der dünger- und pestizidbelasteten Agrikultursteppen am Südostrand Österreichs, so ist jeder Pessimismus des Naturschützers angebracht. In den an Größe immer mehr zunehmenden Monokulturen überleben nur Arten, die sich als resistent gegenüber moderner Agrikulturtechnik und abtötender Agrochemie erweisen. Neben den Landwirtschaftsschädlingen gibt es dort vor allem bodenbewohnende Arten wie samenfressende

Laufkäferarten und wenige Spezialisten der ungenutzten Ackerränder oder vernässter Vorfluter. Immerhin erblickt man in Herbstmonaten kleine Wolken paarungsbereiter Wintermücken (Trichoceridae), im Frühjahr mitunter massenhaft Märzfliegen (*Bibio marci*). Im Sommerhalbjahr ist damit aber im wesentlichen Schluss. Man trifft hauptsächlich verflogene, durchziehende Insektenindividuen, die sich im Meer der düngegestärkten Halme verirrt haben. Es stimmt nachdenklich, wenn man in Maisäckern verirrte Tagfalter beobachtet, die stundenlang versuchen, doch noch eine nektarspendende Blühpflanze zu finden und dazu kilometerweit flatternd herumirren.

Verdriftete Pestizide mit weitreichenden Nebenwirkungen

Neben dem großflächigen Verlust des Lebensraumes ist es vor allem die Belastung der Umwelt durch synthetische Pestizide (Heinrich-Böll-Stiftung 2019), die den Argwohn der kritischen Beobachter finden. Rückstände von Umweltgiften sind weltweit erstaunlich weiter verbreitet als unkritisch erwartet. Das ist aus dem Alpenraum seit Jahrzehnten durch Rückstandsanalysen entlegener Gebirgsseen bekannt, neuerdings selbst für Mikroplastik aus der Antarktis belegt. In den von der Agrarindustrie intensiv genutzten Tieflagen Österreichs ist es für die meisten Insektenarten nahezu unmöglich zu überleben. In konventionell bewirtschafteten Weingärten, Apfel- und Beerenstrauchkulturen wird jährlich öfter als ein Dutzend Mal mit diversen Pestiziden Schädliches bekämpft. Dazu werden nachfolgend besorgniserregende Zusammenhänge von Fernwirkungen der Insektizidanwendungen durch Abdriftung erwähnt. Vom **Vinschgau in Südtirol** berichten naturschutzorientierte Entomologen, wie Gerhard Tarmann vom Tiroler Landesmuseum (2017: „komplett kontaminiert“) aktuell, dass aus Effizienzgründen feinst verstäubte Insektizide durch Luftströmungen weit über ihre Anwendungsbereiche – wie Obstkulturen – verdriften. Das wäre eine Erklärung, warum selbst in entlegenen Naturschutzgebieten unerwartete Artenverluste unter den empfindlichen Widderchen (*Zygaeniidae*) auftreten (Tarmann 2009). Das Umweltinstitut München e.V. bestätigt im März 2019 (vgl. <http://www.umweltinstitut.org/aktuelle-meldungen/meldungen/2019/vom-winde-verweht-luftmessungen-im-vinschgau.html>), dass nach Messungen über das Sommerhalbjahr im Vinschgau 29 verschiedene



Abb. 5: Verwehte Düngemittel und Pestizide belasten nicht nur nächstliegende Bereiche. Sie verdriften bis in höchste Alpenregionen und bis auf die schmelzenden Gletscher. (Foto: J. Gepp).

Abb. 6: Häutungs(hemm)hormone gegen Kastanienminiermotten (*Cameraria obri-della*) in einer Sommernacht um 02.00 Uhr im Stadtgebiet von Graz versprüht – wenn offene Schlafzimmerfenster nur die kühle Nachtluft bringen sollten. (Foto: J. Gepp).



Pestizidwirkstoffe kilometerweit, 6 davon bis in 1600 m Höhe verdriftet wurden. Darunter auch das systemische Insektizid Imidacloprid aus der Gruppe der Neonicotinoide, von dem 4 Nanogramm ausreichen, um eine Biene zu töten. Hinzu kommt, dass die Mixtur unterschiedlicher Pestizide eine dutzendfach höhere Giftwirkung für Bienen aufweisen kann – alles von Apfelplantagen ausgehend. Nahe intensiv bewirtschafteten Weingärten der Weststeiermark fehlen vielerorts die Tagfalter fast gänzlich. In biologisch bewirtschafteten Weingärten wurde vergleichsweise eine überraschende Menge und Artenfülle an Insekten festgestellt, zahlreiche Heuschrecken, Sandlaufkäfer, Wanzen etc.

Problematische Maisfelder

Welche besonderen Insektenarten können sich in riesigen Mais-Monokulturen entwickeln? Die chemische Bekämpfung von Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*) und Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) vernichtet den Rest ehemals ackerfreundlicher Begleitarten. Der Naturschutzbund Steiermark verweist auf seine Schutzgebiete in der Südoststeiermark, wo unmittelbar nach Ausbringung von Mais-Samen in angrenzenden Natura 2000-Europaschutzgebieten die zuvor häufigen Hummelköniginnen fehlten. **Die Beiz-Ummantelung der Maiskörner**, also der Samen mit konzentrierten Pestiziden in geringster Ausbringungsmenge dient dazu, Schädlinge wie den Westlichen Maiswurzelbohrer oder Drahtwürmer fernzuhalten. Da die Samen aber entgegen den Anwendungsvorschriften mit Druckluft ausgebracht wurden, wirkten Abriebe vom Wind verfrachtet auf weite Strecken für Hummeln abschreckend (vgl. Baron et al. 2017). Diese von Maisäckern ausgehende Fernwirkung betrifft nicht nur angrenzende Naturschutzgebiete, denn in deren Umfeld wohnen Menschen in ihren Siedlungen. Noch problematischer war die Situation mit den überzogenen Mais-Samen, als sie ein Frühjahrshochwasser aus steillagigen Maisäckern ausschwemmte. Neben zehntausenden Tonnen Feinkrume wurden auch die giftummantelten Saatmaiskörner in die Bäche geschwemmt. Dadurch wurde die Wasserinsektenfauna eines ganzen österreichisch-slowenischen Grenzflusssystem – der Kutschenitza – für ein ganzes Jahr eliminiert. Die intensive Maiswirtschaft wirkt weit über ihre Anbaugelände hinaus, entlang der Bachsysteme (vgl. in der Schweiz Marti 2015), über Luftströme kilometerweit bis in die Naturschutzgebiete – und bis in die Wohnzimmer der dortigen Menschen! Wer Landwirtschaftszeitungen mit ihren Verlautbarungen über hunderte verschiedene Pestizide genau liest, sollte meinen, die geforderten Anwendungsabstände, etwa zu Gewässern, müssen 3 bis 30 mUFFerrandzonen freihalten. Wo werden derartige Abstände in der Realität respektiert? Da liegen doch in vielen Ackerbauregionen unsachgemäße, ja unerlaubte Pestizidanwendungen vor?!



Abb. 7: Massenaufreten von Eintagsfliegen im Oberlauf eines Vorlandbaches bei St. Anna am Aigen an der steirisch-slowenischen Grenze – in darunterliegenden Bachabschnitten, umgeben von Maisfeldern, fehlen Eintagsfliegen weitgehend. (Foto: J. Gepp).

Überdüngung verdrängt empfindliche Pflanzen- und Tierarten

Die Belastung der Insektenwelt durch Eutrophierung ist vielfältig. In unserer Landschaft ist das düngerbedingte Überangebot an Nährstoffen für viele Pflanzen- und Tierarten giftwirksam. Heute sind Dünger und Schadstoffe durch Verwehung und Verschwemmung flächendeckend, also fast überall anzutreffen. Landwirte düngen ungewollt die gesamte Landschaft und unsere Gewässer mit! Jeder kann bei unsachgemäßer Ausbringung „**Düngerwolken**“ vielerorts selbst beobachten, Jahr für Jahr! Wir finden heute selbst in Schutzgebieten lufttransportierte Düngereinträge, wie sie vor dem Kunstdüngerzeitalter nur auf mit Stallmist gedüngten Äckern anzutreffen waren. Schweinezüchter im Südosten Österreichs pachten die letzten bisher extensiv genutzten Flächen, nur um ihre Gülle loszuwerden. Die flächige Überdüngung (Eutrophierung) der Landschaft – im kritischen Sinne von Josef H. Reichholf interpretiert – wertet auch die strukturreichsten Landschaftselemente wie Hecken, Flurbäume, Tümpel, isolierte Blumenwiesen etc. als mögliche Refugien für empfindliche Arten deutlich ab.



Abb. 8: Der Mückenhaft *Bittacus italicus* bewohnt feuchte Wiesenstandorte entlang von Auen. Viele der bisher bekannten Vorkommen Ostösterreichs sind innerhalb der letzten 2 Jahrzehnte durch Wiesenumbrüche zugunsten von Äckern erloschen. (Foto: J. Gepp).



Abb. 9: Der Osterluzeifalter *Zerynthia polyxena* ist im Raupenstadium als monophage Art vom Vorkommen der Osterluzeipflanze *Aristolochia clematitis* abhängig. Trotz Begünstigung durch den Klimawandel sind landwirtschaftliche Intensivierung, Verlust und Pestizidkontamination der Lebensräume – Weingärten und Auen – für den Ritterfalter und seine Nahrungspflanze Ursachen regionaler Bestandsgefährdung. (Foto: J. Gepp).

Gewässerregulierung und Gewässerverschmutzung

Die ehemals stark strukturierten Gewässerabschnitte, beginnend von den Quellaustritten, über die geröllreichen Oberläufe einschließlich ihrer Kiesbänke, von den mäandrierenden Mittelläufen bis zu den altarmreichen Unterläufen, sind Geschichte. Heute sind sie begradigt, haben sich eingetieft, sind schadstoffbelastet und für künstliche Bewässerungen vertrocknet. Schon 1911 beklagte Walter Sedlacek die Veränderung der Gewässerfauna durch Regulierungen. Die Regulierungstechnik der vergangenen Jahrzehnte hat eine gewässerbeschleunigende **Strukturverarmung** bewirkt. Kritiker behaupteten sogar „Österreichs Flüsse münden in der Steckdose“ (Ökologie-Institut 1987). Allein dadurch wurden zumindest 2/3 der Fließgewässer-Lebensräume deutlich verändert und deren Bewohner deutlich eingeschränkt (Gepp 1983b). Hinzu kommt seit den Wirtschaftswunderjahren die Beimengung von Abwässern (Hazmuka 1959), die um 1970 ihren Höhepunkt fand. Nahezu alle Fließgewässer Mitteleuropas waren damals stark verunreinigt. Dadurch gab es vor etwa 50 Jahren in den größeren Fließgewässern unterhalb von Städten kaum noch wasserbewohnende Insekten mit Ausnahme potenter „Allerweltsarten“. In den vergangenen 30 Jahren konnten mit Hilfe von Kläranlagen und Recyclingprozessen in großen Betrieben viele der Fließgewässer in ihrer Qualität deutlich verbessert werden. Dadurch erfährt man heute an manchen Flüssen eine erkennbare Zunahme wasserbewohnender Insekten. So gab es in den letzten Jahren wiederum vermehrt Massenauftritte von Eintagsfliegen, wie sie schon vor Jahrzehnten beschrieben wurden. Sogar in städtischen Bereichen, wie in der steirischen Landeshauptstadt Graz, sind an den Uferändern der Mur neuerdings Unmengen an Steinfliegen und Eintagsfliegen unterschiedlichster Arten sitzend anzutreffen (Kunz 2016). Andererseits bringt die Erwärmung der Fließgewässer durch Industrieanlagen mit Wärmetauschern etc., aber auch der wirksam werdende Klimawandel mit seinen Trockenheitssommern in den Gewässerrläufen eine zunehmende Erhöhung der Gewässertemperaturen mit sich. Dadurch verschieben sich allmählich auch die unterschiedlichen Artenvorkommen dementsprechend. Andererseits sind Kleingewässer und die mittleren Gewässer in der Agrikurlandschaft oft als artenarm zu werten. Insbesondere dort, wo große Landwirtschaften mit flächigen Monokulturen bis unmittelbar an die Gewässerränder reichen, sind die Gewässer derart belastet, dass ein vielfältiges Insektenleben im Wasser nur in Nebengerinnen, in strukturreichen Klammern oder waldbestückten Abschnitten möglich ist. Bei zu geringen Respektabständen zwischen Äckern und Gewässern, mit denen z. B. die Ziele der EU-Wasserrahmenrichtlinie nicht zu erreichen sind, landen **Düngemittel und Pestizide** in den Fließgewässern. Sie dezimieren die gewässerbewohnenden Insekten. Fischer halten den Fischotter (*Lutra lutra*; besonders geschützt nach Anhang II und IV der FFH-RL) für den Verursacher, da es in unseren Gewässern von Jahr zu Jahr weniger Fische gibt – im Übrigen schwinden die Fische aktuell auch in Fließgewässern der Ackerbaulandschaft der Schweiz, wo es den Otter noch gar nicht gibt! Unsere Gewässer müssen pestizidfrei sauber bleiben (vgl. Marti 2015) – vielerorts ein frommer Wunsch! Sie sind nicht nur durch Mikroplastik verunreinigt, sondern längst auch durch Pestizide, Hormone etc. (Wiener et al. 1997). Vergleicht man walddominierte Gewässer ohne intensiv genutzten Oberlauf mit Tieflandbächen der Maisanbauggebiete, so verhalten sich die Insektenichten mitunter wie 1000:1. Auch betreffend die Artenzusammensetzung gibt es extreme Verarmung. Die Bandbreite der Häufigkeit und Vielfalt von wasserbewohnenden Insektenarten ist aber außerordentlich groß – je nachdem, wie stark belastet die Gewässer bzw. deren Umfeld sind.

Kaum Wasserinsekten in der Agrikurlandschaft

Am schon erwähnten Beispiel des österreichisch-slowenischen Grenzflüsschens Kutschenitzta wurde der Einfluss der intensiven Landwirtschaft auf das Gewässerökosystem untersucht, und zwar nach Extremereignissen (Naturschutzbund Steiermark 2014). In der von Maisanbau dominierten Region

kann es im Frühjahr extreme Niederschläge geben, die steillagige, nicht begrünte Maisäcker erfassen und deren Feinkrume in großer Menge abschwemmen. Dabei können pro Riedel (eine exponierte Hanglage) bis zu 30.000 Tonnen Feinerde in darunterliegende Vorflutgräben und von dort in das Flüsschen verlagert werden. 2014 wurde durch ein extremes Niederschlagsereignis der gesamte Flussverlauf auf 23 km Länge durch Sedimente im Schnitt um 1 m höher „verschwemmt“. Neben den feinen Sedimenten wurden auch Düngemittel und die gegen Maiswurzelbohrer eingesetzten Pestizide abgeschwemmt. Dementsprechend wurden in den darauf folgenden 12 Monaten nahezu keine Wasserinsekten vorgefunden – außer an kleineren Nebenbächen, die aus Waldgebieten einmündeten. Im Bereich dieser kleineren Waldbäche waren in den vergangenen Jahren immer wieder Massenauftritte von Eintagsfliegen festzustellen (tausende innerhalb weniger Stunden auf kurzen Abschnitten; siehe Abb. 7), während an den von Maisäckern kontaminierten Flächen keine einzige Eintagsfliege gesehen wurde. Es dauerte schließlich Monate, bis die üblichen Regenfälle die Sedimente allmählich abgetragen haben und es wird vermutlich Jahre dauern, bis sich hier wieder eine Insektenzönose aufbaut. Diese Zusammenhänge mit steilhangigen Maisäckern und Sedimentabtrag in unterschiedliche Kleingewässer sind für die Hügelländer der Ost- und Weststeiermark typisch und ein Gefahrenmoment für die gesamte Wasserinsektenwelt.

Fichtenmonokulturen und Fichtensterben

Neben den jeweils halb- bis einjährigen Mais- und Getreide-Monokulturen benötigen Fichtenmonokulturen zwischen 80 und 120 Jahre für einen forstlichen Umtrieb. Standortuntaugliche und seit langem (Gepp 1974) oft kritisierte Aufforstungen ausgedehnter Fichtenmonokulturen, sogar in Talbereichen, haben lange Nachwirkungen. Zwar hat sich der Monokulturanteil zuletzt verringert, aber mit 60 Prozentanteilen in Österreichs Ertragswäldern ist die Fichte nach wie vor problematisch dominierend. Auf ungeeigneten Standorten starben in den vergangenen Jahrzehnten **Millionen Fichten** ab und die Wende ist bestenfalls verbal eingeleitet. Noch immer werden Fichten in Reinbeständen aufgeforstet oder durch Freischneiden und Durchforstung übermäßig gefördert. Zwar wird die Fichte von hunderten Insektenarten besiedelt, aber das ist nur ein mehrprozentiger Anteil der vielfältigen Waldfauna des Alpenraumes. Gleichaltrige und oft zu dicht gehaltene Fichtenforste reduzieren die bodennahe Flora und somit auch die sonst reichhaltige Fauna durch ihre beschattete und saure Nadelförna (Nadelstreu). Der Eschenscheckenfalter *Euphydryas maturna* ist ein Opfer sich verdichtender Fichtenmonokulturen, in deren Jungbestand über zwei, drei Jahrzehnte auch Eschen heranwachsen können, dann aber lichtraubend von Fichten überwachsen und eliminiert werden. Durch diesen Umstand sind zahlreiche Vorkommen des Eschenscheckenfalters in der Steiermark erloschen, durch das aktuelle Eschensterben noch mehr bedroht.

Forste anstelle von Wäldern

Die Aufschreie wegen des sogenannten „Waldsterbens“ um 1980 (Osnowski & Weidenbach 1983; Verein zum Schutz der Bergwelt 1983) werden heute völlig zu Unrecht belächelt, denn es setzt sich schleichend bis heute durch das Absterben hunderter Millionen Bäume im Alpenraum fort. Ungefilterte Industrieabgase (Donaubauer 1968) bedrängten in den Wirtschaftswunderjahren die Wälder Mittel- und vor allem Osteuropas, insbesondere um Anlagen der Schwerindustrie. Nadelbäume waren davon besonders betroffen, insbesondere die Fichte. Vor allem in den Niederungen sind seitdem stellenweise bis zu 50 % der **standortuntauglichen Bäume** abgestorben, allerdings wurden sie durch forstliche Maßnahmen und natürlichen Anflug wieder ersetzt. Anstelle von strukturierten Wäldern treten noch immer – wenn auch abnehmend – monotone Forste auf. Durch eingeschleppte

holzbewohnende Pilze sterben aktuell Millionen Grau- und Grün-Erlen sowie Eschen. Mangels echter Urwälder fordern insbesondere Koleopterologen (Käferkundler) den Schutz von Parkanlagen mit alten Bäumen wie z. B. des Wiener Lainzer Tiergartens (Zabransky 1998). Diese zu ergänzen, propagierte Zukrigl 1990 Naturwaldreservate in Österreich. So zählen einige der jahrhundertealten Parkanlagen Österreichs wie das Eichenreservat am Johannserkogel in Wien (Ebenberger et al. 1990) oder der Tierpark Herberstein/Gemeinde Stubenberg in der Steiermark (Holzer 2004) zu den an Käfern artenreichsten Flächen Österreichs. Geiser 1982 nennt 6 alte Parkanlagen als wertvollste Altholzbestände des Ostalpenraumes: Lainzer Tiergarten, Wiener Prater, Laxenburger Park, Ersterhazy-Tierpark Eisenstadt, Castelfeder bei Auer (Südtirol), Eichelpark (München). Allein im Laubholzzaltbestand des Tierparks Herberstein wurden von Erwin Holzer bisher über 2176, insbesondere xylobionte Käferarten nachgewiesen. Unter diesen Arten sind 4 FFH-Arten, 134 Arten der Roten Liste und 38 Arten der Liste der Mitteleuropäischen „Primeval forest relict species“ (Eckelt et al. 2017).

Unspezifische Pheromon- und Gelbfallen

Pheromonfallen für Borkenkäfer sollten hochspezifisch wirksam sein. Mitunter sind sie es auch, bis Nebenfaktoren eintreten. Befinden sich in den Pheromonfallen große Mengen an toten Insekten, so locken diese aassfressende Insekten an. Aber auch angeblich spezifische Pheromone können gruppenwirksam sein und innerhalb einer Gattung oder einer Familie nächstverwandte seltene Arten betreffen. Darüber hinaus werden dadurch mitunter hochspezialisierte Insekten angelockt, die sich an ähnlichen Duftstoffen orientieren. So werden neben Borkenkäfer auch etliche gefährdete Arten unter den Bockkäfern mit angelockt und letztlich abgetötet.

Höchst unspezifisch arbeiten verklebende Gelbfallen (gelb gefärbte Tafeln mit Leim). In Glashäusern können daran wirkungsvoll tausende kleinste Trauermücken (Sciariden) festkleben, daneben aber unbeabsichtigt auch potenzielle Nützlinge. In freier Natur angebracht – um die Anwendung von Insektiziden zu vermeiden – werden sie zu Fallen für hunderte Insektenarten des Gartens, die daran festkleben. Besonders betroffen sind kleine parasitische Hymenopteren (Hautflügler), aber auch zahlreiche blütenbesuchende Insektenarten.

7. Technogene Faktoren

Wir unterscheiden einerseits bewusst ausgelegte Insektenfallen (z. B. UV-Lichtfallen im Gastgewerbe) und andererseits die Negativwirkung unbeabsichtigter „Insektenfallen“ wie Fenster, geschlossene Dachböden, glatte Plastikbehälter, Hagelschutzgitter etc. **Fenster** bewirken bei ungünstiger Konstellation hohe Verlustraten. Werden Insekten durch gekippte Fenster in Häuser gelockt, kann deren Rückflug durch Raumstrukturen etc. verunmöglicht werden. Da es Millionen Fensterscheiben gibt, wirkt dieser Verlustfaktor milliardenfach. Hausfrauen wird das üblicherweise selten bewusst, da für sie eventuell nur große Insekten zählen, die ohnedies kaum noch in Wohnsiedlungen anzutreffen sind. Kleinste Hymenopteren und Dipteren werden aber unbemerkt nahezu täglich dutzendfach je Wohnzimmer- oder Küchenscheibe „gefangen“ und sterben. Einzelbeobachtungen in stadtrandnahen Siedlungen erbringen im Jahresverlauf oft mehr als 500 Insektenopfer je Fenster. In ländlichen Bereichen, vor allem wo Viehzucht betrieben wird, können diese Werte in unglaubliche Dimensionen steigen. Vor Jahrzehnten verfangen sich in ungünstigen Fensterfallen (im steirischen St. Nikolai i. S.) noch bis zu 500 Dipteren, insbesondere Bremsen, täglich an einer Scheibe.

Auch **Dachböden** können Fallen sein, insbesondere im Vorfrühling, wenn dort überwinterte Insekten am Ausflug gehindert werden. Betroffen sind davon Tagpfauenaugen, Florfliegen und zahlreiche überwinterte Zweiflügler, sowie Marienkäfer. Der Naturschutzbund veröffentlicht daher meist Ende Februar den Aufruf, auf Dachböden einzelne Dachfenster zu öffnen.

Vom Rotationsmäher bis zum Laubsauger

Es gibt sie noch, die 2- bis 3-schürigen Blumenwiesen. Erfreuliche Ausnahmen in Österreichs Alpen sind Flächen der Bergbauern, die lagebedingt nachhaltiger bewirtschaftet werden. Das Pflügen und Besäen und das oftmalige Mähen intensiv gedüngter Wiesen bewirken das Ende der Wiesenvielfalt. Anstelle dutzender (ehemals bis 90) Arten bunt blühender Wiesenpflanzen je Beobachtungseinheit treten heute 2 bis 4 eingesäte Exoten-Gräser, die weder Schmetterlinge noch Heuschrecken ernähren. Die **intensive Wiesenwirtschaft** bedeutet das Ende der kulturlandschaftlichen Vielfalt, sie bewirkt auch im Grünland eine fast insektenlose Grasmonotonie.

Wenn wir die Mähensenen aus der vorindustriellen Zeit mit den heutigen modernen Mähsaugern vergleichen (Schliess-Bühler et al. 2011), erkennt man, dass sich die insektenschonende Sensenmäh von damals in eine heute insektentötende Maschinerie entwickelt hat. Die Sensen- sowie die Balkenmäh mit Traktoren eliminierten wenige Prozente der Schmetterlingsraupen, Heuschrecken und der sonstigen Wiesenbewohner. Die heutigen **Rotationsmäher** (Van de Poel & Zehm 2014) zerhäckseln nicht nur die wenig beweglichen Insektenlarven, sondern saugen auch die vagileren Arten unter den Heuschrecken, Wanzen, Zikaden bis hin zu den Spinnen ein. Jene Exemplare, die nicht von rotierenden Mähmessern zerstückelt wurden, werden mit dem Grasschnitt in Plastikfolien luftdicht verpackt. Die Bauern beklagen, dass Krähen die Plastikballen aufhacken, weil sich unter den Folien Heuschrecken zirpend bemerkbar machen. Dadurch entsteht aus einem geringen Verlust bei traditioneller Wiesenmäh ein vielfach größerer Individuenverlust bis hin zum Totalverlust der empfindlichen Arten. Wiesen, die ehemals Vermehrungsstätten für hunderte, bei allen Wiesentypen zusammen tausende Insektenarten waren, werden nun für diese zu Todesfallen. Mit einiger Wahrscheinlichkeit ist der Wechsel von Schnittmähgeräten zu Kreiselmähern ein bisher in der Tragweite übersehener, aber flächenhafter Todesstoß für die Wieseninsekten. Der Naturschutzbund, der zahlreiche Wiesen in Österreich besitzt und von anrainenden Bauern pflegen lässt, findet kaum noch Landwirte, die über althergebrachte Balkenmäher verfügen. Dadurch ergibt sich für den Naturschutzbund der Bedarf, das Wiesenmähen mit schonenden Geräten selbst durchzuführen und auf die Mithilfe durch bezahlte Bauern zu verzichten.

Geschlegelte Straßenränder

Vor Jahren lobten Naturschützer die relativ verwilderten Straßen- und Wegränder. Straßenränder können pflanzenartenreich bewachsen und damit auch Lebensraum diverser Insekten sein. Der zunehmende Trend, den Pflanzenbestand an Straßenrändern mit Schlegelmähern zu „zertrümmern“ oder zu mulchen, ist für viele Insekten katastrophal. So werden auch extensiv wirkende Straßenränder vermehrt zu „**Killing Fields**“ für Insekten. Neuere Straßenrand- und Wiesenpflege-Methoden sehen das Aufsaugen des Schnittgutes vor, wodurch Unmengen Insekten, auch jene von der Bodenoberfläche, eingesaugt werden. Ähnlich wirken auch Laubsauger, die nicht nur die auf Blättern sitzenden Insekten, sondern auch an der Bodenoberfläche sitzende Exemplare einsaugen. Der Naturschutz propagiert Blumenwiesen statt steriler Rasen. Rasenmäher, seit einigen Jahren auch Rasenroboter, sind weitere Verlustfaktoren für die wenigen Insektenarten von Rasenflächen, darunter Kleinzikaden, Wanzen und Ameisen. Sie werden zu Milliarden „gesichelt“.

Geänderte Mährhythmen und bis zu 5 Mahden pro Jahr

Neben modernen Mähgeräten ist die Intensivierung der Mähfolge (Huemer & Tarmann 2001) ein weiterer Todesstoß für die seit Jahrtausenden angepassten Wiesenbewohner. Bei zwei bis drei Mahden (in mageren Flachland-Mähwiesen) konnten sich Schmetterlinge mit ihren Raupen sogar an lokal differenzierte Mährhythmen anpassen, bei zu frühen (Huemer 1996) oder bis zu fünf Mähfolgen je Jahr ist dies nicht mehr möglich. Außerdem bewirkt der Klimawandel derzeit innerhalb weniger Jahre geänderte Mährhythmen, auch in extensiv genutzten Wiesen. Wo früher in Hochlagen bei Berg-Mähwiesen ein bis zwei Mahden üblich waren, sind es nun zwei bis drei. Die Bewirtschaftungsintensität beeinflusst die Tagfalter bis in die Almregionen (Zöchling 2012). Durch die immer länger andauernde Vegetationsperiode gibt sich bis weit in den Spätherbst hinein ein andauerndes Wiesenwachstum, wodurch die Pflanzendecke bis ins Frühjahr hinein verdichtet, verfilzt und daher die Sonneneinstrahlung abschirmt. Dadurch trocknet der Boden nach Regenereignissen längerfristig nicht aus und Pilze befallen vermehrt überwinternde Raupen und Puppen. Der mikroklimatische Einfluss dieses Phänomens bewirkt durch Abschirmung der direkten Sonneneinstrahlung paradoxerweise – trotz zunehmender Erwärmung der Lufttemperaturen – an der Wiesenoberfläche mehr Beschattung, Kühle und anhaltende Feuchtigkeit.

Der Intensivierung der Wiesenbewirtschaftung gegenüber stehen jene Grünlandflächen, die nicht mehr bewirtschaftet werden. Die Landwirtschaft in traditioneller Ausprägung ist arbeitsintensiv und kaum gewinnbringend und bedarf daher der öffentlichen Stützung. Wo Wiesen verbuschen oder Almen zuwachsen, entwickeln sich anfänglich artenreiche Übergangsgesellschaften, die aber im Laufe der Sukzession durch Überschattung und Kronenschluss die Artengesellschaften der Offenstandorte allmählich verlieren. Bei Ackerumbruch bzw. Aufforstungen über Grünland schwinden die Grünlandgesellschaften innerhalb kurzer Zeit. Die Aufgabe der Landbewirtschaftung trifft vor allem im Alpenraum die Bergbauern, in den Niederungen jene Flächen, die im Vergleich zur industriellen Landwirtschaft der Konkurrenz unterliegen. Allein innerhalb der Jahre 2010 bis 2016 haben 11.299 österreichische Bauern ihre Hofbewirtschaftung aufgegeben. Zwischen 1970 und 2017 verringerten sich die bäuerlichen Betriebe Österreichs von 368.000 auf 162.000 (Statistik Austria 2019). Durch den EU-Betritt der Oststaaten verbrachen z. B. in Siebenbürgen artenreichste Wiesenstandorte (Speta & Rakosy 2010), in Slowenien investieren österreichische Großbauern in neu umgebrochene Ackerflächen.

Umrüsten auf insektenfreundliche Lichtquellen

Künstliche Lichtquellen locken im unterschiedlichen Ausmaß nachtaktive Insekten an (Huemer et al. 2011) und werden dadurch ihrem natürlichen Lebensraum entrissen und sterben zu Milliarden. Abhilfe schaffen insektenfreundliche Lichtquellen – wie **Leuchtdioden** mit warmweißem Licht oder **Natriumdampf-Niederdruckleuchten** – bzw. weniger Lampen im Freiland. Als „Die helle Not“ bezeichnet, hat der Aufschrei der Nachtfalterschützer, allen voran Peter Huemer aus Innsbruck, gewirkt – gepaart mit Stromersparnis – die Insekten anlockenden Lichtquellen vergangener Jahrzehnte gegen insektenfreundliche zu tauschen. Dadurch kann der Lockeffekt für Nachtinsekten auf ein Achtel reduziert werden ..., andererseits gibt es immer mehr Beleuchtungseinrichtungen bis in entlegene Waldstraßen hinein. Die vor Jahrzehnten von einigen Kollegen erwähnte Möglichkeit, dass sich Nachtinsekten wohl an künstliche Lichtquellen anpassen werden, „sonst würde man ja damit auch Schädlingsbekämpfung betreiben können“, hat sich leider in der Masse der Arten nicht bestätigt. Am Beispiel des Japanischen Seidenspinners *Antheraea yamamai*, der am Südostrand der Alpen vor nahezu 200 Jahren ausgesetzt wurde und dort noch munter weiter existiert, sieht man, dass es doch keine durchgreifende Anpassung gibt. Die handtellergroßen Seidenspinner werden alljährlich im



Abb. 10a-d (v. li. n. re.): 10a: Extrem helle Beleuchtungseinrichtungen locken auch heute noch Unmengen von nachtaktiven Insekten an (Graz, Flughafen); 10b: Der Rückgang an Insektenbiomasse ist den Entomologen (Insektenkundlern) seit Jahren bewusst; hier ein mit UV-Lampen betriebenes „Lichtfanggerät“ zum Anlocken von Nachtfaltern; 10c: Lampen im Freiland mit freiliegenden heißen Glühbirnen – eine besondere Gefahr für Nachtinsekten; 10d: Innerhalb eines Jahres durch die heiße Glühbirne einer einzigen Wohnzimmerlampe getötete „Beuteinsekten“. (Fotos: J. Gepp).



Abb. 11: In Gebieten mit allgemein wenigen Lichtquellen, wie in Teilen Afrikas, kommen zehntausende Insekten (größer als 1 cm) an künstliche Beleuchtungskörper. A: Nahe des Mount Kenia waren es an einem Abend geschätzte 50.000 Eulenfalter. B: In einem Wüstengebiet Namibias kamen an einem Abend geschätzte 20.000 Ameisenjungfern einer Art, die bis dahin wissenschaftlich nicht beschrieben war, an die Lockschirme von Wissenschaftlern. C: Die Querung des ungarischen Nationalparks Kiskunság durch eine Autobahn bewirkt, dass Ameisenjungfern aus dem Sanddünengebiet durch die nächtlichen Kfz-Lichter und Straßenbeleuchtungen angelockt werden; alleine in einer Nacht wurden 12.000 von ihnen zu Tode gefahren. D-F: Steiermark: Vergleich von 3 Ergebnissen wissenschaftlicher Leuchtabende in der Steiermark, die veranschaulichen sollen, dass Eulenfalter selbst in Schutzgebieten innerhalb der letzten 50 Jahre zunehmend seltener anlockbar waren. (Quelle: Gepp, Naturschutzbund Steiermark, 2019).

Hochsommer beispielsweise in der Oststeiermark vor allem an Straßenlaternen und beleuchteten Hauswänden angetroffen und das seit Jahrzehnten. Dadurch, dass die nachts angelockten Falter an auffälligen Stellen sitzen, werden sie tagsüber Opfer vor allem von Amseln, die mit kräftigem Gezeter oftmals auf die Seidenspinner einhacken.

Um Wachpersonal zu sparen, hüllen Firmen ihre Betriebsstätten nachts in ein Lichtermeer, das Unmengen an nachtaktiven Insekten anlockt (Hausmann 1992). Zu den Außenbeleuchtungen kommen noch jene unserer Wohnräume. Wer vor allem strukturierte Innenleuchten näher besichtigt, merkt, dass sich mitunter hunderte kleinste Insekten an einer Wohnzimmerlampe ihre Flügel versengen bzw. sich irgendwie darin verfangen (Abb. 4d). Bei einer Anzahl von Millionen Wohnräumen ... allein in Österreich ... ein Zahlenspiel für Statistiker!

Insektenfallen im Siedlungsraum

1977 wurde am Beispiel der Stadt Graz und des Umfeldes erstmals aufgelistet, durch welche speziell technologenen und strukturbedingten **Dezimirungsfaktoren** die Stadttierwelt leidet (Gepp 1977). Neben dem Verlust durch Kfz-Verkehr wurden nachfolgende Dezimirungsfaktoren aufgezählt:

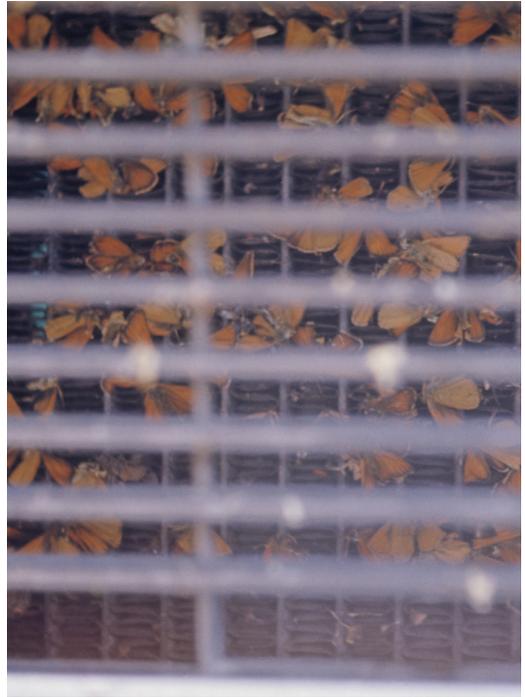


Abb. 12a-d (v. li. n. re.): 12a: Insekten am PKW-Nummernschild erinnern uns daran, dass es noch Insekten gibt; 12b: Faltermassen am PKW-Kühlergrill: heute nur noch im Süden Europas oder in den Tropen; 12c: Tagfalter als Straßenverkehrsoffer: Tagesverlust entlang eines 200 m langen Abschnittes einer Durchzugsstraße im Tiroler Stubaital, wo beiderseitig nektarreiche Blühflächen vorhanden waren (2018); 12d: Straßenquerende Laufkäfer sind vor allem nachtaktiv – aber trotzdem in enormer Anzahl Opfer des Straßenverkehrs. (Fotos: J. Gepp).

Bau- und Transportarbeiten; Gebäude- und Materialstrukturen; spezielle Materialeigenschaften; saugende und druckerzeugende Geräte; Stromspannungen; Anlockung in ungeeignete Bereiche; fremdbiologische Dezimierung; chemisch wirksame Faktoren. Bei Letzterem gab es bis zur Jahrtausendwende eine zunehmende Anwendung von Insektiziden, aber auch von „biologischen Bekämpfungsmitteln“ wie Häutungshormone, gegen die Rosskastanien-Miniermotte (siehe Abb. 6) oder gegen die Platanennetzwanze ... mit allerdings nicht gerade artspezifischen Wirkungen. Insektenhormone wurden im Zentrum von Graz nach Mitternacht entlang der städtischen Alleen mit großen Gebläsen versprüht – und das bei im Sommer geöffneten Schlafzimmerfenstern ...!

Moderne Gebäudebelüftungen als Extremfallen

Moderne Bürogebäude, aber auch Industriehallen werden zunehmend zentral belüftet. Dadurch fällt einerseits der Fensterfalleneffekt (wie oben erwähnt) weg, andererseits werden von **Filteranlagen** enorme Luftmengen angesaugt, Kleinstinsekten (das Luftplankton) bleiben bei entsprechend starker Einstellung im Filternetzwerk hängen. Bis zu 5 Millionen Insekten können so jährlich für ein einziges achtstöckiges Gebäude als Lüftungsoffer gezählt werden (Gepp 1977).

Kraftfahrzeugverkehr und Insektenkollisionen

Der Straßenverkehr ist sowohl für Wild, Vögel, aber insbesondere für Fluginsekten eine tödliche Falle. Jährlich sterben hunderttausende Säugetiere, Millionen Vögel und Billiarden Insekten auf unseren Straßen. Der Autor führt seit 45 Jahren Aufzeichnungen über Insektenkollisionen mit Kraftfahrzeugen. Deren Vergleichbarkeit wird dadurch erschwert, dass die Fahrzeuge im Laufe der Jahrzehnte unterschiedliche Aerodynamiken aufwiesen und dass auch unterschiedliche Strecken bzw. diese in unterschiedlichen Frequenzen befahren wurden. Trotzdem bleibt das Thema insofern aussagekräftig, als dass es enorme Unterschiede je Beobachtungsregion gibt. Rekordwerte für ein Personenkraftfahrzeug liegen bei **3.000 angefahrenen Insekten** pro gefahrenen Kilometer (vgl. Abb. 12a). Die Artenzusammensetzung ist recht unterschiedlich – im Normalfall sind die häufigeren „Allerweltsarten“ unter den Fluginsekten betroffen, kurzzeitig Massen schwärmender Ameisen, in der Nähe von Gewässern auch Massen von Eintags- und Köcherfliegen etc. Andererseits gibt es auch Verluste ansonsten seltener Insekten. Im Kiskunsag Nationalpark in Ungarn tangiert eine Autobahn sanddünenreiche Schutzgebiete. Während einer einzigen Hochsommernacht wurden entlang dieser Autobahnstrecke an die 12.000 Ameisenjungfern (Myrmeleontiden) von Kraftfahrzeugen erfasst und getötet (Abb. 11).

Alu-Dose als Serienfalle

In freier Natur ist Müll in den kultivierten Regionen Mitteleuropas zunehmend seltener anzutreffen. Andererseits kann eine weggeworfene Alu-Dose eines „strong-drinks“ in freier Natur für Jahrzehnte zur problematischen Falle werden. Die Reste der meist zuckerhaltigen Drinks locken erste Insekten an, die bei geeigneter Neigung der liegenden Dose zwar hinein können, aber durch die glatten Innenwände nicht mehr heraus. Die dadurch sterbenden Insekten locken Aaskäfer an, die versuchen, irgendwie in die Wegwerfdose zu gelangen. Sie erleiden allmählich ebenso das vorhin erwähnte Schicksal. Durch diese Kettenreaktion können in einer einzigen Alu-Dose bis zu 50 Aaskäfer etc. ihr Grab finden. Nach dem Winter beginnt im nächsten Frühjahr die Fallenwirkung für eine nächste „Alu-Dosen-Biozönose“ etc. In unseren Fluren und Wäldern liegen Abermillionen Alu-Dosen!

8. Klimawandel

Der Klimawandel und seine vermuteten und bereits beobachtbaren Auswirkungen sind seit 25 Jahren (Gepp 1992a) bis heute ein großes unüberschaubares Thema für sich (Essl & Rabitsch 2013). Zahlreiche heimische Arten wandern allmählich **Richtung Norden** oder im Alpenraum **in höhere Lagen**. Durch die Höhenbegrenzung der Berge werden Hochlagenspezialisten ins obere „Nichts“ gedrängt, zumindest von der nachrückenden Konkurrenz bedrängt. Erwärmung bewirkt das Einwandern oder die Etablierung neuer Arten, darunter auch von Schädlingen, die auch heimische Arten verdrängen können oder solche, die eingeschleppt bei steigenden Temperaturen besser überleben, wie z. B. die Amerikanische Rebzikade (*Scaphoideus titanus*) oder die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) bis hin zu problematischen Krankheitsüberträgern wie die Malaria mücke (*Anopheles hyrcanus* in Ostösterreich). Ihr Auftreten bedingt weitere chemische Schädlingsbekämpfungen, die u. U. breitenwirksam der Begleitfauna schaden können.

Die Anzahl der jährlichen **Generationen** heimischer Arten kann durch die prognostizierte Erwärmung steigen (z. B. beim (Borken-)Buchdruckerkäfer *Ips typographus*, einem fichtentötenden Rindenbewohner, von bisher 2 auf 3 Generationen). Neophyten verdrängen heimische Pflanzengesellschaften, derzeit (noch) hauptsächlich entlang von Ökotonen, wie Wald- oder Gewässerränder. Eingeschleppte Neozoen (Rabitsch & Essl 2006), wie der Maiswurzelbohrer, finden zunehmend bessere klimatische Lebensbedingungen vor. Dieser Wandel betrifft tausende Tier- und Pflanzenarten und kann zu unabsehbaren landwirtschaftlichen Problemen führen. Nachfolgend einige Beispiele von vorhersehbaren Verlierern des Klimawandels.

Endemiten – nur auf einem Gebirgsstock

Bislang erschienen die Endemitenstandorte der Ostalpen, die Nunataker-Berggipfel, die in der Eiszeit als „Massif de Refuge“ über die Eispanzer hinaus ragten, eher nur teilgefährdet. Zwischendurch waren und sind Berggipfel für die Errichtung von Seilbahnen bzw. Liftstationen für den Wintertourismus gefragt. Allerdings waren bisher davon nur relativ wenige markante Gipfel betroffen. Seit 2 Jahrzehnten steigt dort die Anzahl exponierter Windräder am Südostrand der Alpen (z. B. nahe Neusiedlersee, Koralpe, Steinriegel etc.) ins Unüberschaubare. Der Boom der Windkraftanlagen ist eine Folge des drohenden Klimawandels, CO₂-frei Energie zu erzeugen. Viele Windräder werden genau in Kammsituationen bzw. in Gipfelbereichen errichtet – genau dort, wo die Eiszeitrelikte als Endemiten leben. Für Dutzende dieser Arten wäre die Errichtung weiterer Windräder in Gipfelbereichen wahrscheinlich das weltweite Aus ihrer Population. Bisher konnten etliche dieser „Sonderstandorte“ betreffend Windräder noch ausgespart bleiben. Nun folgt aber eine finale Welle der CO₂-freien Energienutzung und auch das Bundesland Steiermark beabsichtigt, die Anzahl exponierter Gipfelwindräder auf das 3-fache zu erhöhen. Zum Standortfaktor kommt bei Windrädern der Kollisionsverlust an Insekten hinzu; er betrifft Millionen Exemplare, jedenfalls so viele, dass durch die auf den Rädern klebende Insektenmasse die Leistung der Stromerzeugung um einige Prozentpunkte gesenkt werden kann. Es wird nunmehr auf die lokale Rücksichtnahme bei der Errichtung der Windräder ankommen, ob sie deren Umfeld massiv beeinflussen.

Schneeinsekten verlieren ihren Auslauf?

Obwohl die überwiegende Masse der Insektenarten Mitteleuropas in Starre überwintert, gibt es bei genauer Betrachtung mehrere hundert Insektenarten, die in den Wintermonaten zeitweise aktiv sind. Man trifft einen Teil davon auch auf Schnee kletternd an. Unter diesen „Schneetüchtigen“ gibt es

verirrte Zufallsexemplare, aber genauso echte Schneeinsekten. Die in Wintermonaten regelmäßig auf Schnee anzutreffenden Schneeinsekten sind an Minusgrade angepasst, nutzen die Einstrahlungswärme der Sonne durch dunkle Färbung und überleben ein Einfrieren (soweit bekannt) durch Eigenschaften zellulärer Frostschutzmittel. Bei einigen dieser Schneeinsektenarten wird vermutet, dass sie sich über die Schneeflächen im Alpenraum durch Wind verfrachten lassen, oder sich kletternd verbreiten – die meisten davon sind nämlich kurzflügelig oder flügellos. Es erhebt sich daher eine Frage: Wird es bei zukünftig weniger Schneetagen für diese Schneeinsekten problematisch? Am wahrscheinlichsten könnte sich das Fehlen von Schnee in tieferen Lagen auswirken, was sich nach grober Einschätzung in den letzten Jahren bereits abzeichnet. Die tiefstliegenden Einzelfunde von Schneeinsekten liegen von Jahr zu Jahr höher! Speziell betrifft dieses Phänomen die Winterhafte (*Boreus*) und Schneemücken (*Chionea*).

Schwebfliegenwanderungen vermehrt über die Alpen

Allgemein bekannt ist, dass Zugvögel in großer Anzahl über die Alpen fliegen. Kaum bekannt ist, dass auch einige hundert Insektenarten in Massen über weite Distanzen fliegen. Ein Dutzend Schwebfliegenarten Mitteleuropas wandert meist um Mitte Juli von der nördlichen Hälfte Mitteleuropas kommend in Richtung Alpen. An diesen Massenflügen beteiligen sich Milliarden Schwebfliegen, die sich in den früheren Jahren in den nördlichen Alpentälern der Ostalpen (genauso in den Westalpen) stauten. Nur an wenigen warmen Sommertagen konnten vor 30 Jahren Anteile davon die kühlen Alpenpässe queren. Der Großteil der Schwebfliegen verblieb damals in den Alpentälern. Der Klimawandel begünstigt die Sommertemperaturen derart, dass sie in den Sommermonaten



Abb. 13: Rund ein Dutzend Schwebfliegenarten „ziehen“ im Sommer zu Milliarden in die nördlichen Quertäler der Alpen (hier in einer wissenschaftlich dokumentierten Fangreue). Früher waren die Alpenpässe ab 1800 m in Richtung Süden für sie kaum überwindbar, mit dem Klimawandel überfliegen sie Pässe bis 2500 m. (Foto: J. Gepp).

zahlreiche Tage vorfinden, an denen sie die Alpenpässe mit geeigneten Temperaturen über 12° C problemlos queren können. Ja, es sind sogar Flüge über den Hohen Sonnblick/Hohe Tauern (in über 3.100 Meter Höhe) belegt. Dadurch ergibt sich für große Teile Mitteleuropas eine Situationsänderung. Ein Teil der Schwebfliegen lebt als Rattenschwanzlarven in Seen und sorgt dort für den Abbau von Detritus. Andere wandernde Schwebfliegenarten verzehren im Larvenstadium Unmengen an Blattläusen. Beide Nahrungsgruppen fehlen in den nördlichen Alpentteilen und Vorländern, wenn sie über die Alpen wandern. Da es sich um viele Milliarden wandernde Individuen handelt, sollte ihr Dasein oder Fehlen ökologische Relevanz haben?

9. Folgen der Ausdünnung

Zuerst stirbt die Vielfalt und dann kommen die Massenschädlinge, denn unter den 40.010 Insektenarten Österreichs sind auch anpassungsfähige, die die leer werdenden Lebensräume der Vielfalt besetzen werden. Das zeichnet sich schon seit Jahren ab. Die Landwirtschaft braucht immer stärkere Gifte, um den Engerlingen, Drahtwürmern, Wurzelbohrern und (bzgl. Forstwirtschaft) Borkenkäfern etc. Herr zu werden. In den meisten Monokulturen geht es angeblich ohne Gifte nicht mehr?! Viele Bauern und Winzer bemühen sich ehrlich und verlegen, Gifte zu reduzieren, aber das bedarf radikaler Systemänderungen. Wer Landwirtschaftszeitungen liest, findet seitenweise Listen mit Chemikalien mit heimtückisch netten Bezeichnungen.

Kleiner, leichter, aber nur geringfügig weniger?

Wer die Stadttierwelt gegenüber Umlandbiozöosen vergleicht (Gepp 1977), sieht einige Regelmäßigkeiten. Große Insekten sind im städtischen Raum verhältnismäßig seltener, wodurch dort aber auch die gesamte Biomasse an Insekten abnimmt. Bei der Individuenzahl ist die Abnahme geringer als erwartet. Das heißt, es gibt auch im urbanen Raum eine große Anzahl von Insektenindividuen, aber sie sind im Schnitt deutlich kleiner. Ähnliches mag für das heutige „Insektensterben“ in der Kulturlandschaft zutreffen. Bei zahlreichen Quantitätsuntersuchungen werden insbesondere auffällige Insektenarten oder Insektengruppen mit größeren Individuen herangezogen. Wer zählt schon winzigste Mücken oder winzigste parasitische Wespen? Dieser Faktor wird beim Insektensterben wegen der Komplexität weitestgehend verschwiegen. Es gibt zahlreiche mehr oder weniger unnatürliche Lebensräume, die trotz Insektensterben bislang eine weitgehend hohe Individuenanzahl zeigen, sie sind aber deutlich artenärmer und durchschnittlich von kleineren Arten geprägt. In der Alltagssprache vor allem der Landwirte bedeutet das, dass es da und dort Insekten noch zahlreich gibt, aber eben nur wenige Arten und die sind mitunter für die Land- und Forstwirtschaft schädlich.

Weniger Insektenarten – mehr Schadinsekten?

Die Insektenvielfalt verarmt zusehends! Andererseits ist die mögliche Vermehrungsrate der meisten Insektenarten eine enorme. Fast alljährlich staunt man, welche der bisher seltenen Insektenarten nahezu plötzlich zahlreich auftreten können. Das laufende und erwartete weitere Insektensterben bedingt ein Verschwinden empfindlicher Arten, bewirkt eine Reduktion der heimischen Artenvielfalt, bedeutet aber keinesfalls, dass alle Insekten aussterben und es bald keine mehr geben wird ... vielmehr erwarten wir die Zunahme von Schadinsekten und eine Zunahme jener Arten, die sich an

die vorhandenen Ressourcen anpassen können. Das so verstandene Thema „Insektensterben“ bedeutet daher, dass es nicht nur Beachtung der Naturschützer verdient, sondern vor allem die Land- und Forstwirtschaft und schließlich die gesamte Gesellschaft hellhörig machen sollte!

Fehlende Systemleistungen

Mit den Arten- und Häufigkeitsverlusten bewegen wir uns in Richtung eines Systemversagens, das vor allem die Land- und Forstwirtschaft trifft. Bisher von „Mutter Natur“ kostenfrei angebotene Systemleistungen werden zunehmend fehlen. Die Bestäubung von Nutzpflanzen ist nur ein Aspekt. Die Imker Salzburgs errechnen 2019 alleine für die Honigbienen Österreichs eine jährliche **Bestäuberleistung** von 900 Mio. €. Immerhin verweisen auch Bauernvertreter auf einen Bestäubungswert der Insekten in Österreich mit jährlich 650 Mio. € hin – die es zu erhalten gilt (Ch. Krumphuber, in: Kärntner Bauer 9/2019). Der Experte des Umweltbundesamtes in Wien schätzt bescheidene 300 Mio. € Bestäuberleistung und für die **Schädlingsdezimierung** 250 Mio. als Vergleichswert (Peter Zulka, UBA 2019). Wesentlich ist die natürliche Regulation potentieller Schädlinge oder die Erhaltung von Kreisläufen, wie die abbauende Tätigkeit von Destruenten. Ohne eine große Vielfalt insektenfressender Insekten stehen wir nicht nur 50 Arten, sondern möglicherweise 5.000 potentiellen Schadinsekten gegenüber. Den hunderten vermehrungsfreudigen Blattlausarten aller Pflanzenkulturen trotzen als natürliche Feinde Flor- und Schwebfliegen, Marienkäfer, Zehr- und Schlupfwespen etc. – noch! Wer hilft bei Abbauprozessen, wie nach herbstlichem Blattfall oder bei Frattenhäufen (abgelegte Äste) oder Wurzelstrünken im Forst – wer, wenn die natürliche Vielfalt schwindet? Die wirtschaftlichen Schäden sind derzeit schwer einschätzbar. Zu befürchten ist aber, dass es bisher gänzlich ungeahnte Faktoren gibt und in Zukunft problematische Auswirkungen geben könnte.

Insektenfressende Vogelarten im Abwärtstrend

Das Fehlen einer großflächigen und langfristigen Insektenüberwachung macht es schwierig zu beurteilen, ob der Rückgang geografisch weit verbreitet ist. Im Gegensatz dazu werden Vogelpopulationen gut überwacht und häufig als Indikatoren für Umweltveränderungen herangezogen. Bowler et al. (2019) verglichen die Populationstrends europäischer insektenfressender Vögel mit denen anderer Vögel, um zu beurteilen, ob die Muster der Vogelpopulationstendenzen mit dem Insektenrückgang übereinstimmen. Untersucht wurde, ob bei Insektenfressern mit unterschiedlichen Lebensräumen, bei der Nahrungssuche und bei anderen ökologischen Präferenzen Rückgänge zu beobachten waren. Die Vogelbestandsentwicklung wurde für Europa (1990–2015) und Dänemark (1990–2016) geschätzt. Im Durchschnitt nahm die Anzahl der Insektenfresser in ganz Europa um 13% und in Dänemark um 28% ab, während die Allesfresser eine stabile Population hatten. Die Auswirkungen für Insektenfresser waren größer bei Ackerlandarten, insbesondere Grünlandarten. Lebensraumgeneralisten unter den Insektenfressern hatten jedoch stabile Populationen. Die Ergebnisse von Bowler et al. (2019) deuten darauf hin, dass der Rückgang der Insektenfresser vor allem mit landwirtschaftlicher Intensivierung und dem Verlust von Grünlandlebensraum zusammenhängt. Birdlife Österreich überwacht seit 1998 66 häufige Brutvogelarten. Mehr als die Hälfte dieser Vogelarten befindet sich in den vergangenen 20 Jahren in negativer Entwicklung, insbesondere 15 der 22 Kulturlandschaftsarten. Nach dem „Farmland Bird Index“ sind seit 1998 in Österreich gut ein Drittel der Vögel der Kulturlandschaft verloren gegangen. Die Grauammer zeigt 90% Schwund, Rebhuhn und Girlitz mehr als 80%. Als Hauptursachen werden die Intensivierung der Landwirtschaft sowie insektenreduzierende Pestizide genannt (www.birdlife.at).



Abb. 14: Blütenreiche Blumenwiesen – anstelle monotoner Rasen im Vorgarten – hier dominant mit Margeriten (*Leucanthemum vulgare*), die viele Insekten wie Wildbienen, Wespen, Käfer oder Tagfalter anlocken, leiten sich von der „Naturgartenidee“ ab und erleben derzeit eine bescheidene Renaissance. (Foto: J. Gepp).

10. Schutzinitiativen: Wirkungslos oder richtungsweisend?

Nachdem die Verarmung unserer Landschaft und mit ihr der Verlust der Arten offenkundig wird, versuchen NGOs bis hin zu Naturschutzämtern zunehmend verzweifelnd dem entgegenzuwirken. Einige Naturschutzaktionen laufen nunmehr seit bereits 50 Jahren (Gepp 1979) und es lohnt sich zu rekapitulieren. Mit den Jägern entwickelte sich bereits vor 1970 der Wunsch nach „Hecken für die Landschaft“. Innerhalb weniger Jahre wurden über 1000 Heckenkilometer gepflanzt, die einerseits dem Wild als Rückzugsraum, aber insbesondere den Insekten als Lebensraum dienen. Hecken sind heute in vielen Teilen Ostösterreichs einerseits als Windschutz konzipiert, gleichzeitig die letzten Lebens-, Rückzugs- und Vernetzungsräume zahlreicher Insektenarten. Begleitend zu den Hecken wurden Randsäume, Ackerschutzbstreifen und Aktionen für gewässerbegleitende Ufersäume propagiert und stellenweise auch verwirklicht. Ohne derartige Aktionen – Naturschutz außerhalb von Schutzgebieten (Gepp 1995c) – wäre die Vernetzungsmöglichkeit in der intensiv genutzten



Abb. 15: Straßen- und Wegränder sowie öffentliche Grünflächen entwickeln bei entsprechender Pflege einen beachtlichen Blütenreichtum. Hier ein kleiner Vorflutgraben am Rande einer Gemeindestraße. (Foto: J. Gepp).

Agrikulturlandschaft verloren. Andererseits wurden während der Errichtung neuer Biotopsäume mindestens ebenso viele vorhandene zerstört. Zunehmend wird jeder Acker bis zum Ufer der Vorflutgewässer, bis zum Straßenrand und millimeterscharf bis zum nächsten Acker gepflügt, gedüngt und vergiftet.

Der Österreichische Naturschutzbund veröffentlicht aktuell einen Forderungskatalog betreffend Bestäuberschutz (siehe Auszüge davon beigefügt), der Sachverständigenrat für Umweltfragen publizierte 2018 eine Stellungnahme zum Insektenschutz, ebenso der BUND 2018.

2000 Flächen für Biotop- und Artenschutz

Eine mindestens 4 Jahrzehnte währende Aktion ist jene, Gartentümpel („sogenannte Biotope“) anzulegen (Gepp & Kauch 1984). Da es schließlich abertausende Gartenbiotope wurden, ist ihnen zumindest für Allerweltsarten der Kleingewässer eine Schlüsselfunktion beim Artenerhalt zuzugestehen. Da sie verteilt anzutreffen sind, bilden sie auch ein landesweites Netz von Ersatzbiotopen anstelle ehemals vorhandener Flußaltarme, Quellsümpfe und strukturreicher Teiche.

Wir vom Österreichischen Naturschutzbund besitzen zahlreiche eigene Schutzgebiete, in Summe an die 2.000 Grundstücke! Unsere **Blumenwiesen, Hecken, Moore und Naturteiche** sind Oasen der

Vielfalt – solange sie nicht von der chemischen Keule der Landwirtschaft mitvergiftet werden und das ist leider mitunter der Fall! Wenn anrainende Bauern ihre Pestizide ausbringen, verschwinden auch auf unseren Blumenwiesen Schmetterlinge und Hummeln. Es ist uns Naturschützern peinlich, immer wieder die Landwirtschaft angreifen zu müssen, aber die industrielle Agrarwirtschaft bewirkt wesentlich den Verlust der Vielfalt. An der Lösung dieses großen Umweltproblems müssen wir gemeinsam arbeiten (Chytil & Gepp 1995), auch die Gesellschaft, der Handel, der Konsument – die Landwirtschaft (vgl. Pirkhuber & Gründlinger 1993) muss biologischer werden, und vor allem die Agrarpolitik auf EU-, nationaler und Landesebene.

Lasst Blumen blühen, beobachtet Schmetterlinge!

Seit dem auffallenden Problem mit Honigbienen bemühen sich NGOs um „Bienenfreundlichkeit“ in Privatgärten, Parks, Gemeinden etc. (Naturschutzbund 2014). Die wesentliche Voraussetzung dafür ist ein ausreichendes Blütenangebot, auch im öffentlichen Grün: „Lasst Blumen blühen“ (Naturschutzbund 2015).

Peter Huemer et al. (2016, 2017, 2018) informieren umfassend über „Der stille Tod der österreichischen Schmetterlinge“. Um Interessierte für die Vielfalt der Lebewesen zu begeistern und als Informationslieferant im Sinne von Citizen Science einzubinden, hat der Naturschutzbund eine Plattform „naturbeobachtung.at“ initiiert, bei der 2016 22.500 Schmetterlingssichtungen eingingen. Global 2000 und die Stiftung „Blühendes Österreich“ bieten seit 2017 eine ähnlich erfolgreiche und kostenlose App „Schmetterlinge Österreichs“ an.

Wildbienenhotels und Naturgärten – Insektensoforthilfe

Wer Wildbienen- oder Insektenhotels (Inst. f. Naturschutz 2006) aufstellt sowie einen verwilderten Naturgarten (Gepp 1992b) ermöglicht, kann in derartigen „Ökoinseln“ im Laufe der Jahre mit mehreren Hundert Insektenarten als Untermieter rechnen. In Holzgebohrten Gängen sowie in beigegebenen Schilfstängeln nisten mehrere der rund 700 Wildbienenarten Österreichs (Wiesbauer 2017), darunter die im Vorfrühling schlüpfende Rostrote Mauerbiene *Osmia bicornis* – das **Insekt des Jahres 2019** (Wiesbauer & Gusenleitner 2019; vgl. Neue Zürcher Zeitung 2019 für die Schweiz). Bis zu 10.000 Blüten kann ein *Osmia*-Weibchen bestäuben. Dabei sammelt sie Pollen für ihre Nester, worin ihre Jungen innerhalb mehrerer Wochen zu Bienen heranwachsen. Vor dem Winter schlüpfend, verharren die Wildbienen in den Röhren der Wildbienenhotels bis zum Frühling. Dann durchbeißen sie die lehmigen Verschlüsse und beginnen nach der Paarung mit dem Sammeln von Pollen.

Das „Insektensterben“ rüttelt manche auf. Der Linzer Künstler Edgar Honetschläger initiierte 2018 die öffentlichkeitswirksame Aktion „Go Bugs Go“. Die Stadt Wien startete gemeinsam mit Bratislava das EU-geförderte Programm „City Nature“ mit Untersuchungen zum Insektensterben in Städten. Im Rahmen von „protectAlps“ werden in Tirol und Bayern (auch am Hohen Sonnblick) Untersuchungen über global verbreitete Schadstoffe, in Insekten gespeichert, durchgeführt. Dem Kenner der Umweltsituation ist bewusst, dass bescheidener Aktionismus nur bescheidene Erfolge bewirken kann. Werden Informationen massenhaft verbreitet, besteht größere Wirksamkeit. Darauf aufbauend hat der Naturschutzbund Österreich 2019a einen Praxisleitfaden „Insektensoforthilfe“ mit Grundinformationen, Handlungsempfehlungen und Aktionsvorschlägen herausgegeben. Darin sind Forderungen für einen Bestäuberschutz inkludiert. Weiterhin gibt es noch den Aufruf „Jeder m² zählt – Blühflächen für Bienen & Co“, eine Aktion „Hektar Nektar“, Hummelförderprogramme in Gosdorf, Wildbienenbestimmungskurse in Linz etc.



Blühflächen dringend gesucht: **JEDER m² ZÄHLT!**

Legen Sie Blühflächen an! Erhalten und fördern sie bunte Naturvielfalt
und zeigen Sie Ihre Flächen her auf der Plattform www.naturverbindet.at



© Josef Weinzettl



MIT UNTERSTÜTZUNG VON BUND UND EUROPÄISCHER UNION



Abb. 16: Im Rahmen der Aktion „naturverbindet.at“ werben Naturschutzbund und Landwirtschaftskammer Österreich um den Erhalt der letzten traditionellen Blühflächen.

Rettet die Insekten!

| naturschutzbund | - Forderungen für einen dringend nötigen Bestäuberschutz

Ausgeräumte Landschaften, häufige Mahd, Überdüngung auch durch Eintrag aus der Luft, große Bewirtschaftungseinheiten, Pestizideinsatz, Bodenversiegelung, schlechter Zustand der Wasserlebensräume, Lichtverschmutzung und eine Vielzahl steriler Gärten ohne Naturvielfalt – den Insekten wird das Überleben seit Jahrzehnten immer schwerer gemacht. Inzwischen wird ein massives Insektensterben offensichtlich, das in der Folge dramatische Auswirkungen auf unser aller Leben haben wird. Bestäubende Insekten sind ein kleiner, aber ökologisch sehr wichtiger Teil der Insektenfauna. Auch sie sind von einem massiven Rückgang betroffen. Deshalb müssen jetzt Maßnahmen ergriffen werden, um das Verschwinden der Insekten zu stoppen bzw. deren Situation zu verbessern. Der Naturschutzbund Österreich hat sechs Forderungen erarbeitet, die den Fortbestand der Insektenfauna und ihrer wertvollen Leistungen für Mensch und Natur gewährleisten sollen.

Unschätzbar. Unersetzbar.

Bestäubende Insekten sind für den Naturhaushalt ebenso relevant wie für die Sicherung unserer Ernährung. 87 der 109 weltweit wichtigsten Kulturpflanzen hängen von tierischer Bestäubung ab. Die Bestäubungsleistung in Österreich wird auf jährlich 300 bis 650 Millionen Euro geschätzt. Vor allem Wildbienen haben hier eine Schlüsselrolle, da ihre Bestäubungsleistung und vor allem ihre Bestäubungsqualität durch Honigbienen nicht ersetzt werden kann. Etwa 700 verschiedene Wildbienenarten gibt es in Österreich – noch. Fast die Hälfte davon ist im unterschiedlichen Maße gefährdet. Es fehlt ihnen an Nahrung und Nistmöglichkeiten. Bedrohlich ist vor allem der Rückgang in der intensiv genutzten Fläche, der dazu führt, dass Arten oft nur mehr in fragilen Reliktpopulationen überleben, die allzu leicht infolge von lokalen Schlechtwetterereignissen und genetischer Verarmung aussterben können.

Wir müssen dringend handeln!

Um die Lebensbedingungen heimischer Insekten zu verbessern, appelliert der Naturschutzbund sowohl an die Bundesregierung als auch an die Landesregierungen und Gemeinden, schnellstmöglich die dafür notwendigen Schritte zu ergreifen. Dafür ist eine enge Zusammenarbeit aller Beteiligten aus Politik, Industrie, Landwirtschaft, Naturschutz, Wissenschaft und Gesellschaft erforderlich. Anstatt gegenseitiger Zuweisungen der Verantwortung bedarf es eines gemeinsamen gesellschaftlichen Kraftaktes. Eine wichtige Rolle kommt auch der Bevölkerung zu. Jeder und jede Einzelne entscheidet mit dem eigenen Konsumverhalten mit, ob wir eine Chance haben, das Insektensterben aufzuhalten.

Deshalb fordert der Naturschutzbund:

1. Artenreiche Lebensräume und solche mit seltenen Arten erhalten bzw. schaffen
2. Strukturvielfalt in der Landschaft erhöhen
3. Pestizidanwendung in der Land- und Forstwirtschaft auf ein Minimum reduzieren und auf anderen Flächen ganz darauf verzichten
4. Nährstoffeinträge vermindern und auf sensiblen Flächen vermeiden
5. Natur im Siedlungsraum fördern
6. Forschungs- und Bildungsoffensive starten

1. Artenreiche Lebensräume und solche mit seltenen Arten erhalten bzw. schaffen

Noch vorhandene Lebensräume mit großer Artenvielfalt sowie mit seltenen Arten stellen letzte Reste einer ehemals großflächigen naturnahen bzw. extensiv genutzten Landschaft dar. Diese schutzwürdigen und teilweise geschützten Lebensräume müssen unbedingt erhalten sowie erweitert und miteinander vernetzt werden. Das kann beispielsweise durch Vertragsnaturschutz und Schaffung von Schutzgebieten erreicht werden.

Der Naturschutzbund fordert:

- Erhaltung und Vergrößerung von Magerwiesen und anderen naturschutzfachlich wertvollen Flächen sowie Vernetzung dieser miteinander. Unterstützung dieser Naturschutzleistungen durch angemessene Förderungen, v.a. auch aus dem Agrarsektor.
- Gezielter Ankauf naturschutzfachlich wertvoller Flächen als Überlebensinseln, wenn deren Erhalt durch die Eigentümer nicht gewährleistet ist, sowie Erhöhung des Anteils an Naturschutzflächen.
- Erarbeitung von Managementplänen, die auch die Ansprüche der verschiedenen Insektengruppen berücksichtigen, und verbindliche Festsetzung dieser.
- Ausreichend Ressourcen für die Gebietsbetreuung und die Umsetzung der Managementpläne.
- Keine Pestizide und Düngung auf naturschutzfachlich wertvollen Flächen und deren Umgebung (Pufferzonen).
- Raum für natürlich ablaufende Prozesse in Schutzgebieten: Vom mäandrierenden Fluss bis zur Zersetzung toter Tiere und Pflanzen (Alt- und Totholz).
- Erhaltung und Wiederherstellung naturnaher Gewässer und ihrer Auen als Lebensraum für gewässer-, kiesflächen- und aquatische Insekten.

Das Ziel lautet: Naturschutzfachlich wertvolle Lebensräume und natürliche Prozesse müssen erhalten werden, sodass Tiere, Pflanzen und Pilze optimale Lebensbedingungen vorfinden.

2. Strukturvielfalt in der Landschaft erhöhen

Viele Tier- und Pflanzenarten der Kulturlandschaft haben ihre Rückzugsräume verloren, auch die blütenbesuchenden Insekten gehören dazu. Gründe dafür sind intensive Bewirtschaftung des Agrarlandes, das Beseitigen von Kleinstrukturen und Zusammenlegen von Feldern, häufige Mahd, das Umwandeln von Grünland in Ackerflächen etc. Überdüngung und Spritzmitteleinsatz tun ein Übriges.

Der Naturschutzbund fordert:

- Erhaltung, naturnahe Gestaltung sowie Neuanlage von Feldrainen, Hecken, Einzelbäumen, Blühstreifen, Brachen, ungeteerten Feldwegen, Wegrändern, Hohlwegen, Abbruchkanten, Leeseiteinmauern, Uferstreifen und anderen Strukturen. Dauerhafte Schaffung von Strukturen inmitten der Äcker und Wiesen.
- Stopp der Grünlandverluste, Schutz und Förderung besonders sensibler, extensiv genutzter Wiesen.
- Düngung und Mahdintensität reduzieren, Staffelung der Mahd, Vermeidung von Mulchgeräten, Mähaufbereitern und rotierenden Saugmähern, Bevorzugung von Balkenmähern.
- Informationsoffensive für land- und forstwirtschaftliche BeraterInnen und LandwirtInnen, um sie von der Notwendigkeit der Strukturvielfalt zu überzeugen.

- Gestaltung einer Agrarpolitik und von Agrarumweltprogrammen, die mehrjährige Blühstreifen und standorttypische Wildkräutersaaten regionaler Herkunft unterstützen. Kein Einsatz konkurrenzstarker, nichtheimischer Pflanzen.
- Attraktive und zielorientierte Förderungen für diese Maßnahmen. Direktzahlungen müssen in der kommenden Förderperiode der Gemeinsamen EU-Agrarpolitik an ökologische Leistungen gekoppelt werden.

Das Ziel lautet: Eine blütenreiche und kleinstrukturierte Kulturlandschaft muss wiederhergestellt werden, wertvolle Insektenlebensräume müssen wieder entstehen können.

3. Pestizidanwendung in der Landwirtschaft auf ein Minimum reduzieren und auf anderen Flächen ganz darauf verzichten

Der Einsatz chemisch-synthetischer Pestizide belastet Natur, Umwelt und die Gesundheit der Menschen. Insektizide töten Wildbienen und andere Insekten direkt, während Pflanzengifte vorwiegend ihre Lebensgrundlage zerstören, indem sie Wildkräuter ausrotten.

Der Naturschutzbund fordert:

- Totalverbot von Neonicotinoiden.
- Überarbeitung des Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutz: Es braucht konkrete Reduktionsziele für Pestizide, unabhängige Beratung, wirksame Kontrollen und Sanktionsmöglichkeiten. Auch über die Einführung einer zweckgebundenen Pestizidabgabe muss sachlich diskutiert werden.
- Verbot von Werbung für Pestizide.
- Forcierung und weiterer Ausbau des Biolandbaus.
- Kein Pestizideinsatz auf sensiblen Flächen wie in Schutzgebieten, auf artenreichen Wiesen und deren Pufferzonen sowie im Wald, auf Gewässerrandstreifen und außerhalb landwirtschaftlicher Flächen (öffentlich wie privat).
- Vorreiterrolle von Bund, Ländern und Gemeinden mit einem Anwendungsverzicht der Öffentlichen Hand für Insektizide und Herbizide, auch als Auflage bei verpachteten Flächen. Einsatz für ein vollständiges Verbot von Neonicotinoiden auch auf EU-Ebene.
- Kostenwahrheit bei Pestiziden – die durch Pestizide verursachten Schäden (etwa für Gewässer und Trinkwasser oder durch massiv reduzierte Ökosystemleistungen der Bestäuber) müssen erforscht, monetär bewertet und vom Verursacher bezahlt werden.
- Verpflichtendes Randstreifenprogramm im Ackerbau ohne Pestizide und Düngung.

Das Ziel lautet: Eine Landwirtschaft, die weitestgehend ohne die Verwendung von Pestiziden auskommt, und kein Gift auf öffentlichen Flächen und im privaten Bereich.

4. Nährstoffeinträge vermindern und auf sensiblen Flächen vermeiden

Überdüngung landwirtschaftlicher Nutzflächen sowie Einträge aus der Luft sind weitere maßgebliche Faktoren für den Rückgang der Insekten. Nur wenige Pflanzen tolerieren starken Nährstoffeintrag, die sensiblen verschwinden. Gerade sie sind jedoch wertvolle Lieferanten von Nektar und Pollen für Insekten. Viele Insektenarten vertragen nur ungedüngte Pflanzen bzw. Pflanzen auf Magerstandorten als Nahrung. Deshalb müssen die Nährstoffeinträge in den Boden dringend begrenzt werden, genauso wie deren Eintrag über die Luft.

Der Naturschutzbund fordert:

- Einhaltung einer bedarfsgerechten und damit reduzierten Düngung, Sanktionierung von Verstößen gegen die Düngeverordnung, verstärkte ordnungspolitische Berücksichtigung des Verursacherprinzips.
- Keine Düngung auf ökologisch sensiblen Standorten wie Trocken- und Magerrasen sowie in Schutzgebieten sowie Einhaltung von Pufferzonen.
- Keine Düngung auf Gewässerrandstreifen und auf Waldflächen.
- Verstärkte Anstrengungen für eine deutliche Reduktion der Stickstoffeinträge über die Luft. Keine Aufweichung der strengen EU-Reduktionsziele 2030 für Ammoniak und Stickstoffoxide.
- Tierhaltung auf sensiblen Standorten in Übereinstimmung mit einem Managementplan, um übermäßigen Nährstoffeintrag zu vermeiden.

Das Ziel lautet: Düngemitelesatz nur dort, wo unbedingt notwendig, und nur in Mengen, die die Pflanzen aufnehmen können. Erhalt der sensiblen Magerrasen sowie deren Wiederherstellung durch Aushagerung und vollständigen Verzicht auf Düngung.

5. Natur im Siedlungsraum fördern

Der Siedlungsraum hat großes Potential zur Förderung der bestäubenden Insektenwelt: Strukturreiche Privatgärten und Parks mit heimischen Wildblumen und Kräutern, Gewerbe- und Industriebrachen sind attraktive Lebensräume für Insekten. Jedoch bieten sterile Gärten und Parks mit getrimmtem Rasen, exotischer Bepflanzung und der Einsatz von Giften den Insekten kaum eine Überlebenschance.

Der Naturschutzbund fordert:

- Insektenfreundliches Management des öffentlichen Raumes.
- Heimische Blühpflanzen und Regiosaatgut für neue Flächen.
- Extensive Pflege von Freiflächen in Parks und Gärten, auf Wiesen und Straßenrändern.
- Verbot von chemisch-synthetischen Pestiziden in Siedlungen sowie Haus- und Kleingärten.
- Eindämmung der Lichtverschmutzung durch Vermeidung unnötiger künstlicher Lichtquellen und flächendeckende Umstellung auf insektenfreundliche Beleuchtung.
- Information, Beratung, Anleitung und Anreize für Private und Gewerbe.

Das Ziel lautet: Siedlungsraum muss ein Lebensraum für Insekten sein.

6. Forschungs- und Bildungsoffensive starten

Der Kenntnisstand zur Biodiversität der Insekten ist alarmierend gering und muss dringend erhöht werden. Nur so kann man die Ursachen für den Rückgang der Insekten besser erkennen und Lösungsansätze entwickeln. Es braucht ein neues Bewusstsein, das die Vielfalt in privaten Gärten und öffentlichen Grünanlagen als einen Wert an sich begreift.

Der Naturschutzbund fordert:

- Verstärkte Forschung zum Wildbienenenschutz und Einrichtung eines eigenen Lehrstuhls für Bestäuber.

- Langfristiges und systematisches Insekten-Monitoring bestäubungsökologisch relevanter Insektengruppen (Tagfalter, Bienen, Schwebfliegen, Bockkäfer ...).
- Erarbeitung Roter Listen der Wildbienen Österreichs (gibt es bisher nur in Kärnten) sowie auch für andere Insektengruppen. Die wenigen bestehenden Roten Listen sind veraltet und methodisch nicht am aktuellen Stand. Sie müssen dringend überarbeitet und regelmäßig aktualisiert werden.
- Umweltbildung von Kindesbeinen an, beginnend in Kindergärten und Schulen.
- Universitäre und berufsbildende Aus- und Fortbildung zum Thema Insektenförderung und Biodiversität, insbesondere Stärkung der systematisch-taxonomischen und praxisrelevanten ökologischen Ausbildung.
- Unabhängige Beratung für LandwirtInnen.
- Bewusstseinsbildung, umfassende Information und Beteiligungsprojekte für die ganze Bevölkerung.
- Bessere Kommunikation zwischen Wissenschaft, Politik und Praxis.

Das Ziel lautet: Grundlagen zu und Zusammenhänge zwischen den lokalen Artengemeinschaften müssen besser bekannt sein. Ökologische Grunderfordernisse müssen in der Agrarlandschaft sichergestellt werden. In der Bevölkerung muss ein Umdenken initiiert und begleitet werden, damit ihr Engagement für Natur und Umwelt gestärkt wird. Umweltbildung für Erwachsene beinhaltet die Schaffung eines vielfältigen Bildungsprogramms durch NGOs, Museen und Schutzgebietsverwaltungen, Citizen Science-Projekte etc.

| **natur**sch**utz**bund**** | Österreich, beschlossen im April 2019

11. Nachwort zum drohenden Systemversagen

Niemand weiß heute, welche Insektenarten in 100 Jahren häufiger oder seltener sein werden als zuvor! Dennoch stützen berechnete Fakten die Gewissheit, dass das Übermaß an menschlicher Einflussnahme die weltweite Artenvielfalt massiv zurückdrängt. Die seit einigen Jahren sich wahrscheinlich exponentiell steigenden Verluste an Insektenarten und deren Biomasse ist die Folge zahlreicher Dezimierungsfaktoren, deren Zusammenwirken nunmehr ein Systemversagen ankündigt. Große Sorgen sollten uns bereiten, dass ein massiver Biodiversitätsverlust die ökologischen Kreisläufe verändernd beeinflussen könnte. Zu befürchten ist, dass die für das menschliche Überleben von absehbar 10 Milliarden Menschen wesentlichen **Ökosystemleistungen** dramatisch geschwächt werden. Das gesichert zu beurteilen, reicht unser heutiges Wissen nicht. Möglicherweise folgen die Antworten erst nach Durchsetzung unseres allzu neoliberal verstandenen Anspruchs „Macht euch die Erde untertan“.

Dank

Dank gilt Frau Silvia Münsterer für die Übersetzung der Zusammenfassung sowie Herrn Robert Brannan für die grammatikalischen Verbesserungen des Textes und Herrn Christian Holzmann, MMSc für Literaturrecherchen und Tabellen.

12. Literatur

- ABOL – The Austrian Barcode of Life. <https://www.abol.ac.at/>.
- BARON, L., JANSEN, V.A.A., BROWN, M.J.F. & N.E. RAINE (2017): Pesticide reduces bumblebee colony initiation and increases probability of population extinction. – *Nature Ecology & Evolution*, 1:1308–1316.
- BERG, H.-M., & T. ZUNA-KRATKY (1997): Rote Listen ausgewählter Tiergruppen Niederösterreichs – Heuschrecken und Fangschrecken (Insecta: Saltatoria, Mantodea). – NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz, Wien, 112 pp.
- BOWLER, D. E., HELDBJERG, H., FOX, A. D., DE JONG, M., & K. BÖHNING-GAESE (2019): Long-term declines of European insectivorous bird populations and potential causes. – *Conservation Biology*, 0:1–11.
- BOYE, P. (BRIEFICHE MITT.) (2019): Artenvielfalt in Bayern. – Referat für Biodiversität, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, München.
- BRODSCHNEIDER, R., J. BRUS & J. DANIHLIK (2019): Comparison of apiculture and winter mortality of honey bee colonies (*Apis mellifera*) in Austria and Czechia. – *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 274:24–32.
- BRODSCHNEIDER, R. & K. CRAILSHEIM (2013): Fünf Jahre Untersuchung des Bienensterbens in Österreich. – *Entomologica Austriaca*, 20:195–205.
- BUND NATURSCHUTZ IN BAYERN (Hrsg.) (2018): Aktionsleitfaden – Insektensterben, höchste Zeit zum Handeln! Basisinformationen, Handlungsempfehlungen und praxisnahe Aktionsvorschläge. – BUND Naturschutz in Bayern, Landesfachgeschäftsstelle Nürnberg (Frobel, K.), 2. Auflage, 97pp.

- CHYTIL, K. & J. GEPP (1995): Landwirtschaft und Naturschutz. – Gemeinsam erhalten für die Zukunft. – Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Institut für Naturschutz Graz, 98pp.
- DONAUBAUER, E. (1968): Forstschäden durch Industrieabgase. – *Natur & Land* 54:66–73.
- EBENBERGER, J., H. MAYER & H. MINICH (1990): Das Eichenreservat Johannser Kogel im Naturschutzgebiet Lainzer Tiergarten. – *Natur & Land*, 76:186–191.
- ECKELT, A. et al. (2017): „Primeval forest relict beetles“ of Central Europe: a set of 168 umbrella species for the protection of primeval forest remnants. – *Journal of Insect Conservation*, 22:15–28.
- EMBACHER, G. (1991): Rote Liste der Großschmetterlinge Salzburgs. – Amt der Salzburger Landesregierung, 67pp.
- ESSL, F. & W. RABITSCH (2013): Biodiversität und Klimawandel. Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa. – Springer-Verlag, 458 S.
- FRIESS, T. & W. RABITSCH (2009): Checkliste und Rote Liste der Wanzen Kärntens (Insecta: Heteroptera). – Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, 199:335–392a.
- FRIESS, T. & W. RABITSCH (2015): Checkliste und Rote Liste der Wanzen der Steiermark (Insecta: Heteroptera). – *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 144:15–90.
- GEISER, E. (2018): How Many Animal Species are there in Austria? Update after 20 Years. – *Acta ZooBot Austria* 155/2, 1–18.
- GEISER, R. (1982): Zur Gefährdungssituation holzbewohnender Käfer im Ostalpenraum. – Institut für Naturschutz, Graz, 28pp.
- GEISER, R. (1992): Auch ohne Homo sapiens wäre Mitteleuropa von Natur aus eine halboffene Weidlandschaft. – *Akad. Natursch. Landschaftspfl.* 2/92: 22–34.
- GEPP, J. (1974): Die Problematik standortwidriger Fichtenforste. – *Natur & Land* 6: 182–190.
- GEPP, J. (1977): Technogene und strukturbedingte Dezimierungsfaktoren der Stadttierwelt – ein Überblick. – *Stadtökologie, Tagungsbericht*. Ludwig Boltzmann-Institut für Umweltwissenschaften und Naturschutz, Graz, 99–127.
- GEPP, J. (1979): Erhaltung bedrohter Tierarten durch Biotopschutz. Die Bedeutung des Biotopschutzes, dargestellt an Beispielen des steirischen Alpen-Ostrand. – *Jb. Ver. Schutz Bergwelt*, 44: 191–222.
- GEPP, J. (1981a): Programmrahmen für einen umfassenden Lepidopterenenschutz. Eine Synopsis der Beiträge, Diskussionen und Anregungen des II. Europäischen Kongresses für Lepidopterologie in Karlsruhe 1980 zum Thema „Europas Schmetterlinge sind bedroht“. – *Veröff. Natursch., Landschaftspflege, Baden-Württemberg*, 21:191–216.
- GEPP, J. (Hrsg.) (1981b): Rote Listen gefährdeter Tiere der Steiermark. – Eine Studie des Institutes für Umweltwissenschaften und Naturschutz, verlegt vom Österreichischen Naturschutzbund Steiermark, Graz, 162pp.
- GEPP, J. (Red.) (1983a): Rote Liste gefährdeter Tiere Österreichs. – BmfGU (Hrsg.), Wien, Grüne Reihe, Bd. 2, 243pp.
- GEPP, J. (1983b) (Red.): Auengewässer als Ökozellen. – Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz. Band 4, 322pp.
- GEPP, J. (Red.) (1983c und 1994): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. – Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz (1983) bzw. BM für Umwelt, Jugend und Familie (1994), Styria-Verlag 1–355.

- GEPP, J. (1992a): Fachgespräch der Österreichischen Entomologischen Gesellschaft: „Klimawandel und Insekten“. Mögliche Auswirkungen aus der Sicht der Medizin, der Land- und Forstwirtschaft sowie des Naturschutzes. – Z. Ökologie u. Naturschutz 1, 2pp.
- GEPP, J. (1992b): Naturgarten. – Naturschutzbund Steiermark, 32pp.
- GEPP, J. (Red.) (1994): Rote Liste gefährdeter Tierarten Südtirols. Autonome Provinz Bozen/Südtirol. – Abt. Landschafts- und Naturschutz, 420pp.
- GEPP, J. (Red.) (1995a): Insekten als Indikatoren der Biotopbewertung im Rahmen von Umweltverträglichkeitsprüfungen, Naturschutzmaßnahmen und Roten Listen gefährdeter Arten. – Österreichisches Entomologisches Fachgespräch 1995 am Inst. f. Zool., Univ. Salzburg, 54pp.
- GEPP, J. (Hrsg.) (1995b): Kutschenitza. Bestandsaufnahme für ein Biotopverbund-Projekt. – Biotopverbund Kutschenitza, 73pp.
- GEPP, J. (Hrsg.) (1995c): Naturschutz außerhalb von Schutzgebieten. Österreichs Ausgangssituation. – Bundesministerium für Umwelt und der Bundesländer von Österreich, 240pp.
- GEPP, J. (2003): Entomologie und Naturschutz in Österreich – Die Wurzeln einer Symbiose. – In: Zur Geschichte der Entomologie in Österreich, *Denisia* 8:179–236.
- GEPP, J. (2005): Zur Entstehung Roter Listen gefährdeter Wirbelloser: Vorgeschichte, frühe Entwicklungen und Vergleiche im deutschsprachigen Raum. – Naturschutz und Biologische Vielfalt 18:77–88, Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- GEPP, J. (Hrsg.) (2018): Österreichs Jahrhundert des Naturschutzes. – Österr. Naturschutzbund, Unipress Verlag, Graz, 408pp.
- GEPP, J. & L. FREIDINGER (1982): Wiesen für Schmetterlinge – ein Wandertagsführer für die Naturschutzjugend. – Sondernummer *natura pro*, 20pp.
- GEPP, J. & H. HABELER (1977): Die schutzwürdigen Biotope der Steiermark. Die Trockenwiese südlich St. Anna am Aigen. – *Steir. Nschbr.*, 17(4):9–11.
- GEPP, J. & E. P. KAUCH (ed.) (1984): Naturteiche, Garten- und Schultümpel. – Österr. Naturschutzbund, Landesgruppe Steiermark, Graz, 107 pp.
- GLASER, F. (2005): Rote Liste gefährdeter Ameisen Vorarlbergs. – Vorarlberger Naturschau,
- GLOBAL 2000 (2017): Schmetterlings-App: www.schmetterlingsapp.at.
- GRABHERR, G. (1994): Biodiversität und landschaftliche Vielfalt in Österreich. In: Morawetz W.: Ökologische Grundwerte in Österreich – Modell für Europa? – *Biosyst. Ecology Ser.*, Austrian Academy of Science, Supplement, 23–49.
- HABELER, H. (2014): Schmetterlinge um Bad Mitterndorf in der Steiermark; Veränderungen im Verlauf von 2 Jahrzehnten. – *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 143: 131–248.
- HALLMANN, C. A., SORG, M., JONGEJANS, E., SIEPEL, H., HOFLAND, N., SCHWAN, H., STENMANS, W., MÜLLER, A., SUMSER, H., HÖRREN, T., GOULSON, D. & DE KROON, H. (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. – *PLoS one*, 12(10), e0185809.
- HAUDER, F. (1914): Verschollene oberösterreichische Macrolepidopteren. – *V. f. Naturk. Linz*.
- HAUSMANN, A. (1992): Untersuchungen zum Massensterben von Nachtfaltern an Industriebeleuchtungen (Lepidoptera, Macroheterocera). – *Atalanta* 23:411–416.
- HAZMUKA, P. (1959): Die Verschmutzung der steirischen Gewässer durch Industrie und Gewerbe. – *Beseitigung und Reinigung industrieller Abwässer*, München, 72–82.

- HEINRICH-BÖLL-STIFTUNG, BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND, LE MONDE DIPLOMATIQUE (2019): AGRAR-ATLAS-Daten und Fakten zur EU-Landwirtschaft. 52pp. (<https://www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/agraratlas-2019/>).
- HOLDHAUS, K. (1935): Über den Schutz der einheimischen Insektenfauna. – Bl. Naturk. Natursch., 22(7/8):97–101.
- HOLZER, E. (2004): Käfer – die Ritter von Herberstein, Europaschutzgebiet Feistritzklamm – Herberstein. – Naturschutzbund Steiermark, 125–141.
- HOLZINGER, W. E., MILDNER, P., ROTTENBURG, T. & C. WIESER (1999): Rote Listen gefährdeter Tiere Kärntens. – Amt der Kärntner Landesregierung, Abt. 20, Landesplanung, Klagenfurt. – Naturschutz in Kärnten, 15, 718pp.
- HÖTTINGER, H. (2002): Checkliste und Rote Liste der Tagsschmetterlinge der Stadt Wien, Österreich (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea). – Beiträge zur Entomofaunistik, 3:103–123.
- HÖTTINGER, H. & J. PENNERSTORFER (1999): Rote Listen ausgewählter Tiergruppen Niederösterreichs - Tagfalter (Lepidoptera: Rhopalocera & Hesperiiidae). – Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz, St. Pölten, 128pp.
- HÖTTINGER, H. & J., PENNERSTORFER (2005): Rote Liste der Tagsschmetterlinge Österreichs (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea). – In: Zulka, P. (Hrsg.): Rote Listen der gefährdeten Tiere Österreichs. Checklisten, Gefährdungsanalysen, Handlungsbedarf. Teil 1: Säugetiere, Vögel, Heuschrecken, Wasserkäfer, Netzflügler, Schnabelfliegen, Tagfalter. Grüne Reihe des Lebensministeriums Band 14/1. Böhlau Verlag, Wien, Köln, Weimar, 313–354.
- HUEMER, P. (1996): Frühzeitige Mahd, ein bedeutender Gefährdungsfaktor für Schmetterlinge der Streuwiesen (NSG Rheindelta, Vorarlberg, Österreich). – Forschen und Entdecken 1:265–300.
- HUEMER, P. (2001): Rote Liste gefährdeter Schmetterlinge Vorarlbergs. – Vorarlberger Naturschau, 116pp.
- HUEMER, P. (2013): Die Schmetterlinge Österreichs (Lepidoptera). Systematische und Faunistische Checkliste. – Studiolh. 12, Tiroler Landesmus. Innsbruck, 304 pp.
- HUEMER, P. (2016): Ausgefaltert. Der stille Tod der österreichischen Schmetterlinge. Weckruf für den Schutz der Biodiversität in Österreich. – Blühendes Österreich, 38pp.
- HUEMER, P. & J. GEPP (2017): Ausgefaltert II im Burgenland, Niederösterreich, der Steiermark und Wien. Der stille Tod der österreichischen Schmetterlinge. – Blühendes Österreich, 40pp.
- HUEMER, P., GROS, P., HAUSER, E., & WIESER, C. (2018): Ausgefaltert III in Kärnten, Oberösterreich, Salzburg, Tirol und Vorarlberg. Der stille Tod der österreichischen Schmetterlinge. – Blühendes Österreich, 54pp.
- HUEMER, P., KÜHTREIBER, H. & TARMANN, G. (2011): Anlockwirkung moderner Leuchtmittel auf nachtaktive Insekten – Ergebnisse einer Feldstudie in Tirol (Österreich). – Wissenschaftliches Jahrbuch der Tiroler Landesmuseen, 4:110–135.
- HUEMER, P. & TARMANN, G. (2001): Artenvielfalt und Bewirtschaftungsintensität: Problemanalyse am Beispiel der Schmetterlinge auf Wiesen und Weiden Südtirols. – Gredleriana 1:331–418.
- ILLICH, I., WERNER, S., WITTMANN, H. & R. LINDNER (2010): Die Heuschrecken Salzburgs. – Salzburger Natur-Monographien 1. Verlag Haus der Natur. Salzburg, 254pp.
- INSTITUT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE (2006): Insektenhotels in der Stadt Weiz. – Stadtgemeinde Weiz, 20pp.
- KASY, F. (1975): Wiesenmoore im östlichen Österreich als Refugien seltener Pflanzen- und Schmetterlingsarten. – Moore, Auen und Bruchwälder in pflanzen- und tierökologischer Sicht. Tagungsber., Ludwig Boltzmann-Inst. Graz, 27–32.

- KLAUSNITZER, B. (2003): Gesamtübersicht zur Insektenfauna Deutschlands. – Entomologische Nachrichten und Berichte, 47: 57–66.
- KLOCKGETHER, F & P. HEFNER (2016): Faktencheck: Biene. – Industrieverband Agrar, 24 pp.
- KOLBERT, E. & U. BISCHOFF (2015): Das Sechste Sterben. – Suhrkamp, Berlin.
- KUNZ, G. (2016): Die Grazer Mur und ihre Ufer – Ein Lebensraum auch für weniger bekannte Tiere. – In: Gepp, J.: Die Mur in Graz. Das grüne Band unserer Stadt. 225–229.
- MARKUS, M. (2014): Unsere Umwelt ohne Insekten? Ein Teil der Natur verschwindet. – Kosmos, Stuttgart, 247pp.
- MARTI, K. (2015): Die starken Arme der Pestizidlobby. – Pro Natura Magazin 4:22–24.
- MELZER, H. (1970/1971): Naturschutz auf verlorenem Posten. – Sonderheft Jahresbericht 1970/71 des Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium Judenburg.
- NATURSCHUTZBUND OBERÖSTERREICH (2014): Bienenschutz in Gemeinden. – Natur aktuell Nr. 235.
- NATURSCHUTZBUND ÖSTERREICH (2015): Lasst Blumen blühen! – In: Natur & Land. Zeitschrift des Naturschutzbund, Heft 2:13–45.
- NATURSCHUTZBUND ÖSTERREICH (2018): App-Naturbeobachtung: www.naturbeobachtung.at.
- NATURSCHUTZBUND ÖSTERREICH (2019a): Praxisleitfaden Insektensoforthilfe: Grundlageninformation, Handlungsempfehlungen, Aktionsvorschläge. – Broschüre, Salzburg, 40pp.
- NATURSCHUTZBUND ÖSTERREICH (2019b): Natur verbindet – Jeder m² zählt – Blühflächen für Bienen & Co“. – Folder: www.naturverbindet.at.
- NATURSCHUTZBUND ÖSTERREICH, (in Druck): Naturschutzbund-Forderungen für einen dringend nötigen Bestäuberschutz. Salzburg, 4pp.
- NATURSCHUTZBUND STEIERMARK (2014): Kutschenitz am Grünen Band Europas – Natur- und Landschaftsschutz in der Steiermark, 231. Naturschutzbrief, 56pp.
- NEUE ZÜRCHER ZEITUNG (2019): Pro natura kürt Glühwürmchen zum Tier des Jahres 2019. Artikel 03.01.2019: <https://www.nzz.ch/panorama/pro-natura-kuert-gluehwuermchen-zum-tier-des-jahres-2019-ld.1448681>.
- OBERMAYR, G. (2016): Faktencheck: Biodiversität in Österreich. – Ministerium für ein lebenswertes Österreich.
- ÖKOLOGIE-INSTITUT (1987): Sicher verstaubt! Österreichs Flüsse münden in der Steckdose. – 10 Expertenbeiträge mit Unterstützung des Österreichischen Naturschutzbundes u. a., 72pp.
- ORTNER, A. & K. LECHNER (2015): Rote Liste gefährdeter Heuschrecken Vorarlbergs. – Inatura – Erlebnis Naturschau – Rote Listen 9, 136pp.
- OSNOWSKY, R. & T. WEIDENBACH (1983): Das Waldsterben. Ursachen, Folgen, Gegenmaßnahmen. – Arbeitskreis Chemische Industrie, Katalyse Umweltgruppe Köln, 366pp.
- PAILL, W. & C. MAIRHUBER (2006): Checkliste und Rote Liste der Blatthorn- und Hirschkäfer Kärntens mit besonderer Berücksichtigung der geschützten Arten (Coleoptera: Trogidae, Geotrupidae, Scarabaeidae, Lucanidae). – Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, 196:611–626.
- PILS, G. (1994): Die Wiesen Oberösterreichs. Eine Naturgeschichte des oberösterreichischen Grünlandes unter besonderer Berücksichtigung von Naturschutzaspekten. – Forschungsinstitut für Umweltinformatik, Linz, 356pp.
- PIRLHUBER, W. & K. GRÜNDLINGER (1993): Der biologische Landbau in Österreich. Ein Beitrag zur umweltverträglichen Landbewirtschaftung. – Monographien des Umweltbundesamtes, Bd. 35, Wien.

- RAAB, R. & E. CHWALA (1997): Rote Listen ausgewählter Tiergruppen Niederösterreichs – Libellen (Insecta: Odonata). – Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz, Wien, 91pp.
- RABITSCH, W. (2007): Rote Listen ausgewählter Tiergruppen Niederösterreichs – Wanzen (Heteroptera). – Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz & Abteilung Kultur und Wissenschaft, St. Pölten, 9:1–280.
- RABITSCH, W. (2012): Checkliste und Rote Liste der Wanzen des Burgenlandes (Insecta, Heteroptera). – Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum, 23:161–306.
- RABITSCH, W. & F. ESSL (2006): Aliens. Neobiota und Klimawandel – Eine verhängnisvolle Affäre? – Ausstellungsband, Landesmuseum Niederösterreich, St. Pölten, Bibliothek der Provinz, 158pp.
- RABITSCH, W. & F. ESSL (2009): Endemiten-Kostbarkeiten in Österreichs Pflanzen- und Tierwelt. – Naturwiss. Verein für Kärnten und Umweltbundesamt, Klagenfurt und Wien, 924pp.
- REBEL, H. (1913/14): Fang und Schutz heimischer Schmetterlinge. – BNN 1, 5:1–6.
- RUCKDESCHEL, W. (2018): Die Nachtfalter der Berchtesgadener Alpen. – Jb. Verein zum Schutz der Bergwelt: 259–274.
- SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN (2018): Stellungnahme. Für einen flächenwirksamen Insektenschutz. – Deutsches Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 52pp.
- SANCHEZ-BAYO, F. & K.A.G. WYCKHUYS (2019): Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. – *Biological Conservation*, 232:8–27.
- SAUBERER, N., D. MOSER & G. GRABHERR (Red.) (2008): Biodiversität in Österreich. Räumliche Muster und Indikatoren der Arten- und Lebensraumvielfalt. – Ruth und Herbert Uhl-Forschungsstelle für Natur und Umweltschutz, Bristol-Stiftung, Zürich (Hrsg.). Haupt Verlag Bern, 319pp.
- SCHIESS-BÜHLER, C., FRICK, R., STÄHLI, B. & R. FURI (2011): Erntetechnik und Artenvielfalt in Wiesen. – Landwirtschaftliche Forschung und Beratung. AGRIDEA.
- SCHLEICHER, W. (1869): Mittheilungen über die der Land- und Forstwirtschaft nützlichen Thiere, insbesondere insoferne sie zur Verminderung der schädlichen Pflanzenfresser beitragen. – Wien, Druck L. Sommer & Co. (Selbstverl.), 2. Aufl., 32pp.
- SCHLICK-STEINER, B. C., STEINER, F. M. & S. SCHÖDL (2003): Rote Listen ausgewählter Tiergruppen Niederösterreichs – Ameisen (Hymenoptera: Formicidae). – Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz, St. Pölten, 75pp.
- SEDLACZEK, W. (1911): Über Änderungen der Fauna durch Flußregulierungen, Drainagen und Bewässerungen. – Österr. Wochschr. Öff. Baudienst, p. 466.
- SEDY, K. & M. GÖTZL (2015): Wildbienenparadies Österreich? Aktuelle Umweltsituation – Identifikation von Gefahren und Lösungen bei der Landbewirtschaftung. – Umweltbundesamt.
- SETTELE, J. et al. (2008): Climatic risk atlas of European butterflies. – Sofia-Moscow: Pensoft.
- SPEETA, E & L. RAKOSY (2010): Wildpflanzen Siebenbürgens. – ISBN 978-3-901479-57-1, Eigenverlag, 622pp.
- STEPPELER, H. (2003): Schüler retten Naturlandschaften – seit 25 Jahren! – Naturschutzbrief 200(4): 8.
- TARMANN, G. M. (2009): Die Vinschger Trockenrasen – ein Zustandsbericht auf Basis der Bioindikatoren Tagfalter und Widderchen (Lepidoptera: Rhopalocera, Zygaenidae). – Wissenschaftliches Jahrbuch der Tiroler Landesmuseen 2:306–350.
- TARMANN, G. M. (2017): Komplett kontaminiert [Insektensterben in Vinschgau; <https://vimeo.com/209722351>].

- TEUFELBAUER, N. (2015): Farmland Bird Index: Aktuelle Entwicklung und der Konnex zu Landschaftselementen. – Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft – Ländlicher Raum, Ausgabe 03, 11pp.
- VEREIN ZUM SCHUTZ DER BERGWELT (1983): Aufruf gegen das Waldsterben im Hochgebirge und gegen seine Folgen. – Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt 48: 1–8.
- VAN DE POEL, D., & A. ZEHM (2014): Die Wirkung des Mähens auf die Fauna der Wiesen – Eine Literaturobwohlwertung für den Naturschutz. – Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege, 1-19.
- WEICHELBAUMER, P. (2013): Rote Liste gefährdeter Eintagsfliegen Vorarlbergs. – Inatura – Rote Listen 7, 120pp.
- WIENER, K., A. CHOVANEC & J. GRATH (1997): Pestizide in aquatischen Systemen Österreichs, – Bericht des Umweltbundesamtes, UBA-BE-051, Wien.
- WIESBAUER, H. (2017): Wilde Bienen. Biologie – Lebensraumdynamik am Beispiel Österreich – Artenportraits. – Verlag Eugen Ulmer KG Stuttgart, 376 pp.
- WIESBAUER, H. & F. GUSENLEITNER (2019): Die Rote Mauerbiene *Osmia bicornis* (Linnaeus, 1758) – Insekt des Jahres 2019. – Entomologica Austriaca, 26:143–152.
- WISSEN, M. & U. BRAND (2016): Imperiale Lebensweise und die politische Ökonomie natürlicher Ressourcen. – Hist. Sozialkunde Bd. 35:235–248, Wien.
- ZABRANSKY, P. (1998): Der Lainzer Tiergarten als Refugium für gefährdete xylobionte Käfer (Coleoptera). – Z.Arb.Gem.österr.Ent., 50(3/4):95–117.
- ZETTEL, H., WIESBAUER, H. & S. SCHODER (2018): Zur Kenntnis der Wildbienen (Hymenoptera: Apidae) in Wien, Niederösterreich und dem Burgenland (Österreich) – 8. Beiträge zur Entomofaunistik, 19: 43–55.
- ZUKRIGL, K. (1990): Naturwaldreservate in Österreich. Stand und neu aufgenommene Flächen. – Monographien des Umweltbundesamtes, Bd. 21, Wien.
- ZOBODAT (Zoologisch-Botanische Datenbank) (2019): <https://www.zobodat.at/>.
- ZÖCHLING, A. (2012): Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsweisen und Nutzungsintensitäten von Almen auf die Tagfalterfauna im NP Gesäuse. – Masterarbeit, Universität Wien, 50pp + Anhang.
- ZULKA, K. P. (Red.) (2005, 2009): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. – Grüne Reihe des Lebensministeriums, Band 14/1, 2.
- ZUNA-KRATKY, T., LANDMANN, A., ILLICH, I., ZECHNER, L., ESSL, F., LECHNER, K., ORTNER, A., WEISSMAIR, W. & G. WÖSS (2017): Die Heuschrecken Österreichs. – Denisia 39, 880 pp.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Univ.-Doz. Dr. Johannes Gepp
 Institut für Naturschutz des Naturschutzbund Steiermark
 A-8010 Graz, Herdergasse 3
 E-Mail: j.gepp@naturschutzzinstitut.at