Rudolf Pähler • Hans Dudler • Axel Hille

Das stille Sterben der Schmetterlinge

The silent demise of butterflies and moths

Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen e. V.
Düsseldorf

STAFF STIFTUNG • LEMGO

Rudolf Pähler

Hans Dudler

Axel Hille

Das stille Sterben der Schmetterlinge
The silent demise of butterflies and moths

Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen e. V.
Verein für Schmetterlingskunde und Naturschutz
mit Sitz am Aquazoo-Löbbecke-Museum Düsseldorf

Unterstützt und gefördert durch

STAFF STIFTUNG · LEMGO

Herausgeber/Editor: Rudolf Pähler, Arndtstraße 50, D-33415 Verl
Mitherausgeber/Associate Editorial: Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen e. V.
Verein für Schmetterlingskunde und Naturschutz mit Sitz am Aquazoo-Löbbecke-Museum Düsseldorf

Verfasser/Authors:
Rudolf Pähler, Arndtstraße 50, D-33415 Verl
Hans Dudler, Haustenbecker Str. 163, D-32832 Augustdorf
Dr. Axel Hille, Altheider Weg 13, D-32805 Horn-Bad Meinberg

Gefördert durch/Funded by:
STAFF STIFTUNG LEMGO, Waterfohr 40, D-32657 Lemgo

Bestellungen an: /Orders to be placed with:
Rudolf Pähler, Arndtstraße 50, D-33415 Verl, E-Mail: rudolf@paehler.biz
Satz und Gestaltung/Set and design: Rudolf Pähler
Druck/Printed by: Bonifatius GmbH Druck - Buch - Verlag, Karl-Schurz-Str. 26, D-33100 Paderborn

© 2019 Eigenverlag: Rudolf Pähler, Arndtstraße 50, D-33415 Verl

Titelfotos/Cover photos:

- Paderborner Hochfläche / Plateau of Paderborn. Foto / Photo: H. DUDLER
- Kleiner Feuerfalter / Small Copper (*Lycaena phlaeas*). Foto / Photo: H. DUDLER
- Hellrandige Erdeule / Flame Shoulder (*Ochropleura plecta*). Foto / Photo: D. ROBRECHT
- Perlglanzspanner / Light Emerald (*Campaea margaritaria*). Foto / Photo: D. ROBRECHT

Zitiervorschlag/Citation:
PÄHLER, R., DUDLER, H. & Hille A. (2019): Das stille Sterben der Schmetterlinge - The silent demise of butterflies and moths - Eigenverlag. 336 Seiten. Verl.

Autoren

Rudolf Pähler, geboren 1951, verheiratet und habe einen Sohn. Wohnhaft in Verl, Beruf Industriekaufmann, jetzt Rentner. Ich beschäftige mich seit meinem 16. Lebensjahr intensiv mit Schmetterlingen und verwirkliche meine Idee zu diesem Buch im Eigenverlag. Meine über Jahrzehnte hinweg gesammelten Erfahrungen als Lepidopterologe und meine persönlichen Überzeugungen fließen gleichermaßen in beide Buchteile ein. Weiterhin bin ich seit mehr als 25 Jahren Mitglied bei der Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälische Lepidopterologen e. V. und betreue dort seit einigen Jahren die Vereinsdatenbank als einer von vier Administratoren. Zusammen mit Hans Dudler habe ich in den Jahren 2010 und 2013 die „Schmetterlingsfauna von Ostwestfalen-Lippe" in zwei Bänden im Eigenverlag herausgebracht.

Hans Dudler, geboren 1957 in Leopoldshöhe, wohnhaft in Augustdorf - Fachkraft für Lagerlogistik, Feldentomologe. Seit 1974 u. a. aktiv bei den Ostwestfälisch-lippischen Entomologen e. V. (jetzt Westfälische Entomologen) Bielefeld und dem NABU Kreisverband Lippe auch im Vorstand tätig. Langjährige Erfahrung als angestellter und freiberuflicher Gutachter für ökologische Pflege- und Entwicklungsplanung (Ökoplan GmbH, Verl).

Axel Hille, geboren 1957, verheiratet, wir wohnen seit Okt. in Horn-Bad Meinberg. Biologe und Biometriker, promoviert an der Uni Bielefeld mit einem Thema zur räumlich-geografischen Artabgrenzung bei Blutströpfchen (Zygaenen). Mitglied bei der AG Westfälischer Entomologen in Bielefeld. Mein Interesse gilt Schmetterlingen, besonders den Zygaenen, und Säugetieren und dem Erhalt ihrer natürlichen Lebensräume. Ich habe ein ausgesprochenes Faible für Zahlen und Statistik, was beim Problemlösen in der Populationsbiologie durchaus von Vorteil ist!

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtgesetzes ist ohne Zustimmung der Autoren unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie der Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Jede Übernahme von Rasterpunkten und Karten in andere Rasterkarten bedürfen der Zustimmung der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 7

Teil 1 9

Einleitung 9

Introduction 9

Zusammenfassung 14

Summary 14

Danksagung 21

Geografie und Geologie 21

Flächennutzung in Deutschland 24

Flächennutzungen in Nordrhein-Westfalen und dem Rheinland 24

Klima 25

Saisonale und jährliche Langzeitreihen von Wetter-/Klimavariablen in Nordrhein-Westfalen 27

Datenquellen 33

Frühe Datensammlungen, Rote Listen und die „InsectIS" - Hauptdatenbank „Schmetterlinge“ 33

Methodik der Trendanalysen 34

Erhebungsmethoden für Tag- und Nachtfalter 44

Ausgewählte Schmetterlingsarten 45

Tagfalter und Widderchen 45

Zusammenfassende Trendanalyse der Tagfalter und Widderchen 121

Arten der offenen Kulturlandschaft 124

Zusammenfassende Trendanalyse der Arten der offenen Kulturlandschaft 185

„Biotopwechsel-Arten“ 188

Zusammenfassende Trendanalyse der Kategorie „Biotopwechsel-Arten“ 222

Arten, die an Gehölzen zur Entwicklung kommen („Gehölzarten“) 224

Zusammenfassende Trendanalyse der Kategorie „Gehölzarten“ 281

Zusammenfassende Trendanalyse aller 37 Arten ... 284

Teil 2 288

Einleitung 288

Motivation 288

Klima 289

Klimaänderungen 289

Von den Klimaänderungen betroffene Arten 289

Industrielle Landwirtschaft 294

Das Höfesterben geht unaufhörlich weiter 295

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft 295

Umweltwirkungen von Pflanzenschutzmitteln 297

Zur hoher Stickstoffüberschuss 298

Ökologische Auswirkungen der hohen Nährstoffeinträge 299

Bio- bzw. ökologischer Landbau 300

Die EU-Finanzförderungen 301

Gründe für den Grünlandverlust 302

Die Lösung: Mehr ökologische Landwirtschaft 303

Änderungen der EU-Landesförderrichtlinien 303

Artgerechte und naturnahe Tierhaltung 307

Förderung von artenreichem Extensivgrünland 307

Praktizierte Forstwirtschaft 308

Nachhaltige Waldwirtschaft 310

Flächenverbrauch 311

Garten- und Parklandschaften 312

Lichtverschmutzung 313

Verringerung der Lichtverschmutzungen 314

Wertigkeit der vorhandenen Schutzgebiete 315

Stärkung der Schutzgebiete 316

Gesamtbetrachtung 317

Erläuterung der verwendeten Fachbegriffe/Glossar 319

Register der bearbeiteten Arten mit Seitenverweisen 321

Literaturverzeichnis 321

Internetquellen 329

Abbildungsverzeichnis 330

List of Figures 333

Vorwort

Die Beobachtung von Schmetterlingen hat in Deutschland eine lange Tradition und findet in einer Vielzahl von Arbeitskreisen und Vereinen statt. Dabei schenken Faunisten häufig den Taxa eine besondere Aufmerksamkeit, die eine spezialisierte Lebensweise zeigen, in seltenen Lebensräumen auftreten oder gefährdet sind. Daher gibt es wenige Zusammenfassungen und Veröffentlichungen zu den häufigeren Vertretern der Schmetterlingsfauna.

Mit diesem Buch wird die Auswertung der Bestandsentwicklung verschiedener häufiger Tag- und Nachtfalterarten vorgelegt, die über einen Zeitraum von 43 Jahren durch die Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen e. V. erhoben wurden. Nur durch die kontinuierliche Kartierung von ehrenamtlichen Expertinnen und Experten über einen langen Zeitraum ist die Zusammenstellung und Analyse möglich geworden. Diesen weit über 1000 ehrenamtlichen Kartiererinnen und Kartierern möchte ich an dieser Stelle ausdrücklich für Ihren unermüdlichen Einsatz danken!

Neben der großen Datenmenge, die in aufwendiger Arbeit durch die Autorengemeinschaft eingesammelt und ausgewertet wurde, sind auch die kurzen, anschaulichen Steckbriefe und die Bezüge zu möglichen Ursachen der Bestandsänderungen herauszustellen. Diese gebündelte Information über die Bestandsentwicklung von ausgewählten Tag- und Nachtfaltern im Rheinland und Westfalen leistet einen wichtigen Beitrag sowohl für die Planung von Maßnahmen im Naturschutz als auch für die Diskussion der Ursachen des Rückgangs der biologischen Vielfalt in Deutschland.

Ich wünsche mir, dass auch weitere Arbeitskreise und Vereine diese Veröffentlichung zum Anlass nehmen, ihre oft umfangreichen Datensammlungen für vielfältige Auswertungen zu nutzen. Diese Zusammenstellungen können zu einem konsequenteren Schutz der Schmetterlinge in Deutschland beitragen.

Dr. Sandra Balzer
Bundesamt für Naturschutz (BfN)
Fachgebiet Zoologischer Artenschutz

Teil 1

Einleitung

In seinem Fotobestimmungsbuch „Die schönsten Raupen“ schreibt SAUER bereits im Jahre 1992: „Seit nun bald 100 Jahren beklagen die Schmetterlingskenner den Rückgang der Schmetterlinge. Einst waren sie stimmungsvolle Selbstverständlichkeit an jedem warmen Sommertag in Feld und Garten, Wald und Wiese. Heute liegen die meisten Wiesen da in stiller Üppigkeit, aber ohne jeden Schmetterling, wenn nicht gerade der Wind einen verirrten Kohlweißling vorüberweht“.

Im entlegensten Winkel unseres Landes ist es angekommen: Den Insekten geht es schlecht! Die Bestände von immer mehr Insektenarten sind rückläufig, viele unterliegen gemäß Roter Listen sogar einer akuten Bestandsbedrohung (vgl. SCHUCH et al. 2019). Es ist nicht nur eine Alltagserfahrung, die sich bei der Autofahrt in den Sommerurlaub erleben lässt, sondern es gibt wissenschaftliche Beweise dafür. Die in Deutschland bekannteste Studie wurde vom Krefelder Entomologischen Verein in Zusammenarbeit mit einem internationalen Wissenschaftlerteam im Jahr 2017 veröffentlicht (HALLMANN et al. 2017). Die Studie von Hallmann und seinen Kollegen ist deshalb so bedeutend, weil sie die erste derart groß angelegte Studie zur Erfassung der Insektenbiomasse in Deutschland ist. Sie beschreibt erstmals einen Gesamttrend der Fluginsekten für die Untersuchungen in Naturschutzgebieten. Der Studie zufolge hat die Biomasse der fliegenden Insekten an den untersuchten Standorten zwischen 1989 und 2016 um 76 Prozent abgenommen. Das legt nahe, dass in den letzten Dekaden nicht nur einzelne seltene und bedrohte Arten noch seltener geworden oder gar ausgestorben sind, sondern dass die Gesamtheit der fliegenden Insekten dezimiert wurde (→ EL MOURABIT 2018: Ausgesummt? Titelthema in Natur 6-18, S. 28 ff.). Ähnliche Zahlen fanden HALLMANN et al. (2018) in zwei gut untersuchten Naturschutzgebieten in den Niederlanden. Für die Käfer (Coleoptera) und Schmetterlinge (Lepidoptera) ermittelten sie Rückgänge der Biomasse von 42 % und 61 % über einen Untersuchungszeitraum von etwa drei Dekaden (1985 - 2016). Insbesondere die Habitatspezialisten verschwinden. So untersuchten Wissenschaftler der Technischen Universität München ein Oberpfälzer Gebiet und stellten fest, dass die Schmetterlingsfauna dort seit 1840 um 40 % zurückgegangen ist. Von

Part 1

Introduction

In his photo identification guide "Die schönsten Raupen" (The most beautiful caterpillars), SAUER wrote back in 1992 (translated): "Butterfly experts have been complaining about the decline of butterflies for almost 100 years now. Once they were an atmospheric matter of course on every warm summer day in the fields and gardens, forests and meadows. Today most of the meadows lie there in quiet opulence, without any butterflies, unless the wind blows past a lost Large White".

It's arrived in the remotest corner of our country! The Insects are in a bad way! The populations of more and more insect species are declining, many are even subjected to an acute threat to their existence according to the Red Lists (cf. SCHUCH et al. 2019). This is not only everyday experience that can be experienced when driving on a summer holiday, but there is scientific evidence for it. The best known study in Germany was published by the Krefeld Entomological Association in cooperation with an international team of scientists in 2017 (HALLMANN et al. 2017). The study by Hallmann and his colleagues is so important because it is the first large-scale study of insect biomass in Germany. For the first time, it describes an overall trend of flying insects for investigations in nature reserves. According to the study, the biomass of flying insects at the investigated sites decreased by 76 percent between 1989 and 2016. This suggests that in recent decades not only have individual rare and threatened species become rarer or even extinct, but that all flying insects have been decimated (cf. Title story in "Natur", a German popular magazine on nature, environment and better life, p. 28 and following: EL MOURABIT 2018). Similar numbers were found by HALLMANN et al. (2018) in two well-studied nature reserves in the Netherlands. For beetles (Coleoptera) and butterflies and moths (Lepidoptera) biomass declines of 42 % and 61 % were determined over a study period of about three decades (1985 - 2016). In particular, habitat specialists are disappearing. Scientists from the Technical University of Munich, for example, investigated an area in south-eastern Bavaria (Oberpfalz) and found that butterfly fauna there has declined by 40 % since 1840. Of 117 butterfly species, which were originally recorded there in the forties of the nineteenth century

117 Schmetterlingsarten, die ursprünglich von 1840 - 1880 dort nachgewiesen wurden, konnte man in den 40er-Jahren des 19. Jahrhunderts auf einem Trockenrasenareal am Keilberg in der Nähe von Regensburg noch alle 117 Arten von Tagfaltern und Widderchen, das sind tagaktive Kleinschmetterlinge, nachweisen. Im Jahr 2010 waren nur noch 71 Arten anzutreffen (HABEL et al. 2010). In den letzten Jahren berichten vor allem britische Schmetterlingskundler im Rahmen ihrer Erfassungsprogramme von auffälligen Rückgängen von Schmetterlingen (FOX 2013; FOX et al. 2006, 2013, 2015; CONRAD et al. 2006). Wie bei den anderen Insektenordnungen ist der stetige Rückgang der heimischen Schmetterlingsarten ein letztes, ernstes Alarmsignal.

Für ihr Verschwinden gibt es viele Gründe. Doch vor allem die Vernichtung von Lebensräumen und die Landnutzung bedrohen die Schmetterlinge. Ehemals extensiv genutztes Offenland (Grünland und Feldfluren)werden seit Jahren aufgeforstet, bebaut oder die landwirtschaftliche Nutzung weiter intensiviert. Es gibt in Deutschland und weiten Teilen Europas kaum noch vom Menschen unbeeinflusste Flächen. Rund die Hälfte der Fläche Deutschlands besteht aus Acker- und Grünland. Etwa ein Drittel sind Wälder und nur circa 5 % Schutzgebiete. Der Rest der Flächen ist nahezu komplett versiegelt - beispielsweise durch Häuser, Fabriken und Straßen. Doch nicht nur die Versiegelung, auch die Landwirtschaft ist für Insekten problematisch. Sie gilt sogar als eine der Hauptursache für den Rückgang von Insekten. Zwar hat die landwirtschaftliche Produktionsfläche in den letzten Jahrzehnten abgenommen, doch werden durch die agroindustrielle Intensivierung ungeheure Mengen an Pestiziden und Insektiziden eingesetzt. Insbesondere die sogenannten Neonicotinoide gelten als besonders schädlich für Bienen und andere Insekten.

Schmetterlingskenner wie Sauer, aber auch viele andere entomologische Experten und Fachwissenschaftler haben schon früh darauf hingewiesen, doch das Ausmaß des Insektenrückgangs wurde erst durch die Hallmann-Studie deutlich. Bei den meisten Lepidopterologen steht traditionell vor allem der faunistische Nachweis seltener und bedrohter Arten in den Landschaftsräumen zur Klärung des Verbreitungsgebietes im Fokus. Die die mit Natur- und Artenschutz befassten behördlichen Einrichtungen legen aufgrund der gesetzlichen Regelungen vielfach ihr Forschungs- und Förderungsinteresse auf die gefährdeten, verschollenen und ausgestorbenen Tier- und Pflanzenarten, Artengesellschaften, Biotoptypen,

all 117 species of butterflies and burnet moths, i.e. day-flying moths, could still be found in this area of calcareous dry grassland at the Keilberg near Regensburg in the 1940s. In 2010, only 71 species could still be found (HABEL et al. 2010). In recent years, British lepidopterists in particular have reported a conspicuous decline in lepidoptera numbers as part of their survey programmes (FOX 2013; FOX et al. 2006, 2013, 2015; CONRAD et al. 2006). As with other insect orders, the steady decline of native butterfly species is a final, serious alarm signal.

There are many reasons for their disappearance. But it is above all the destruction of habitats and land use that threaten the butterflies. Formerly extensively used open land (grassland and fields) was reforested, cultivated or further intensified for years. In Germany and large parts of Europe, there are hardly any areas unaffected by human activity. About half of Germany's surface area consists of arable land and grassland. About one third are forests and only about 5 % are protected areas. The rest of the land is almost completely sealed - for example by houses, factories and streets. But it's not just the sealing that is a problem for insects; agriculture is also problematic. It is even considered to be one of the main causes of insect decline. Although the agricultural production area has declined in recent decades, the agro-industrial intensification has resulted in enormous amounts of pesticides and insecticides being used. In particular, neonicotinoids are considered particularly harmful to bees and other insects.

Butterfly experts such as Sauer, but also many other entomological experts and scientists pointed this out early on, but the extent of the insect decline only became clear through the Hallmann study. Most lepidopterists traditionally focus on the faunistic identification of rare and endangered species in the landscape to clarify the distribution area. The official institutions concerned with nature and species conservation often place their research and funding interests on the endangered, lost and extinct animal and plant species, species communities, biotope or landscape types or landscapes listed in the Red Lists of the federal states or of Germany as a whole. The Red Lists are scientific expert opinions and important decision-making aids in which the threat status is assessed on the basis of the population size and the population trend in a reference area (BFN 2009 and following).

Real population censuses of lepidoptera (butterflies and moths; authors' note) have only existed

die in den Roten Listen der Bundesländer bzw. von Gesamtdeutschland verzeichnet sind. Die Roten Listen sind wissenschaftliche Fachgutachten und bedeutende Entscheidungshilfen, in denen der Gefährdungsstatus anhand der Bestandsgröße und der Bestandsentwicklung in einem Bezugsraum bewertet wird (BFN 2009 ff.).

BOX: Aufgabe dieses Buches
Die Aufgabe dieses Fach- und Handbuchs sehen wir in zwei miteinander verbundenen Themenbereichen: Zum einen in einer Dokumentation der Lebensansprüche und der Gefährdungssituation sogenannter häufiger Vertreter der Schmetterlingsfauna in Nordrhein-Westfalen und im südlichen Rheinland. Die Bewertung der Gefährdung nehmen wir auf der Grundlage einer Beschreibung ihrer geschätzten Bestände über einen vier Dekaden umfassenden Zeitraum vor. Als persönlich vom allgegenwärtigen Biodiversitätsverlust betroffene Schmetterlingskundler, und in oder mit der Landwirtschaft im ländlichen Raum Aufgewachsene, wollen wir im zweiten Teil dem Zusammenhang zwischen der gegenwärtigen Situation der Schmetterlingspopulationen und den Bedingungen der landwirtschaftlichen Produktionsweise sowie der Nutzung von Natur und Landschaft auf den Grund gehen.

Echte Bestandszählungen von Lepidopteren (Schmetterlinge und Nachtfalter, Anm. die Autoren) gibt es erst seit 1976, die vor allem im Vereinigten Königreich methodisch entwickelt und praktisch durchgeführt werden (POLLARD & YATES 1993). Ein Großteil der gesamten „Biomasse der Lepidopteren" besteht nur aus einigen wenigen Arten, die große Bestände bilden können und deshalb als „häufige Arten" gelten. Die häufigen Arten bilden mit wenigen Ausnahmen die Hauptnahrungsquelle vieler anderer Insekten-, Spinnen-, Amphibien- und Vogelarten sowie unter den Säugetieren der Fledermäuse als bekannteste Insektenfresser. Außerdem sind besonders die häufigen Arten in überragender Weise als Bestäuber vieler Wild- und Nutzpflanzen unverzichtbar. Der Beschreibung der Bestandsentwicklungen der so genannten „häufigen Schmetterlingsarten" und auch jener, die allgemein als „Schädlinge" bezeichnet wurden und noch werden, ist bislang zu wenig Beachtung geschenkt worden.
Die Datenauswertung des ersten Buchteils hat zwei Ziele: Eine statistisch belastbare Dokumentation der

since 1976 and are methodologically developed and practically carried out, especially in the United Kingdom (POLLARD & YATES 1993). A large part of the total "lepidopteran biomass" consists of only a few species that can form large populations and are therefore considered "common species". The common species, with a few exceptions, are the main source

BOX: Aim of this book
We expect this textbook and handbook to cover two intertwined topics: The first is to document the essential requirements of natural life resources of and the vulnerability posed to representative and frequent species of the butterfly fauna in North Rhine-Westphalia and the southern Rhineland. As lepidopterists personally affected by the ubiquitous loss of biodiversity or having grown up with agriculture in rural areas, we assess the many threats the populations are exposed to on the basis of the trends of their population indices over a four-decade period. In the second part we want to get to the bottom of the interrelationship between the current situation of lepidopteran populations and the conditions of agricultural production as well as the use of nature and landscape.

of food for many other insects, spiders, amphibians and birds, and among mammals, bats, the best-known insectivores. In addition, the common species in particular are indispensable as pollinators of many wild and useful plants. The description of the population development of the so-called "frequent butterfly species" and also those which were and still are generally referred to as "pests" has so far received too little attention.
The data analysis of the first part of the book has two goals: a statistically reliable documentation of the population trends of 37 formerly common butterfly species and the evaluation of these trends. In the case of butterfly species, the focus is on the inhabitants of the open cultural landscape and the forests, which can be divided into four categories - butterflies and burnets, butterflies and moths of the open cultivated landscape, species with more or less pronounced habitat requirements and the potential to disperse that are called by us "biotope changing species", and "wood-dwelling species", i. e. butter-

Bestandstrends von 37 ehemals häufigen Schmetterlingsarten und die Bewertung dieser Trends. Bei den Schmetterlingsarten liegt der Fokus auf den Bewohnern der offenen Kulturlandschaft und des Waldes, die in vier Gruppen eingeteilt werden können - tagfliegende Schmetterlinge und Blutströpfchen, Schmetterlinge und Nachtfalter der offenen Kulturlandschaft, Arten mit mehr oder weniger ausgeprägter Habitatbindung und dem Potential zu dispergieren, die von uns „Biotopwechsel-Arten" genannt werden und „Gehölzarten", d. h. Schmetterlinge und Nachtfalter, deren Raupen nur an Laub- und Nadelbäumen zur Entwicklung kommen.

Grundlage für die statistische Auswertung ist die Datenbank der Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälische Lepidopterologen e. V. Ausgewertet werden erstmalig die vollständig verfügbaren Beobachtungsdaten ausgewählter Tag- und Nachtfalterarten ab 1975 - 2017. Dieser Zeitabschnitt von 43 Jahren wird in eine Phase des „Aufbaus der Datenbank" von 1975 - 1990 und eine Phase der „konsolidierten Datenbank" von 1990 - 2017 (dem letzten zur Verfügung stehenden Jahr mit vollständigen und geprüften Zähldaten) eingeteilt. In diesem Buch gilt deshalb das Jahr 1990 als Basisjahr für die Indexberechnungen (100 %). Für alle betrachteten Arten werden die Lebensräume, Entwicklungsstadien, Verbreitung und Phänologie beschrieben. Außerdem werden Zusammenhänge zwischen den Beobachtungszahlen und Wetter- bzw. Klima-Variablen, die in den Trendanalysen als mögliche Einflussfaktoren mit berücksichtigt werden, untersucht und diskutiert.

Die Trendanalysen der Beobachtungszahlen über eine Zeitperiode von 43 Jahren werden mit zwei datengetriebenen statistischen Modellen durchgeführt, einer geglätteten, nicht-linearen (glatten) Trendanpassung und einem log-linearen (linearisierten) Trendmodell. Die Ergebnisse beider Trendanpassungen werden grafisch gegenübergestellt. Die nicht-lineare Trendanpassung gibt die tatsächlichen Schwankungen in den Bestandsindizes realistisch wieder und dient der besten Datenbeschreibung der Indizes über die Zeit. Die gerade Anpassungs- bzw. Trendlinie im log-linearen Modell dient vor allem der leichten Visualisierung der durchschnittlichen Zu- oder Abnahmen der Indexzahlen über die Zeitreihe in Prozent. Dementsprechend werden für drei verschiedene Zeitperioden, vom Beginn in 1975 bis zum Basisjahr 1990 (Index auf 100 % gesetzt), vom Basisjahr bis zum Ende der Zeitreihe in 2017 und für die gesamte 43-jährige Zeitreihe die jeweiligen Prozentänderungen in den log-linearen Trends angegeben.

flies and moths whose larval development exclusively takes place on deciduous and coniferous trees.

The basis for the statistical analysis is the database of the Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälische Lepidopterologen e. V. For the first time, the complete available observation data of selected butterfly and moth species from 1975 - 2017 will be evaluated. This period of 43 years is divided into a phase of "database development" from 1975 - 1990 and a phase of "consolidated database" from 1990 - 2017 (the last available year with complete and verified count data). In this book, 1990 is therefore the reference year for the index calculations (100 %). For each species, biotope requirements, developmental stages, distribution and phenology are described. In addition, associations between the observed numbers and weather and climate variables, which are considered as possible influencing factors in the trend analyses, are examined and discussed.

The observed pattern of trends over a period of 43 years are carried out with two data-driven statistical models, a smoothed, non-linear trend fitting ("smooth trend") and a log-linear trend fitting ("log-linear trend"). The results of both trend estimations are compared graphically. The fit of the non-linear trend reflects the "true" fluctuations in the population indices in a more "realistic" way and can serve as the best descriptor of the indices over time. The straight linear fit of the annual indices in the log-linear model is mainly used for easy visualization of the average percent increases or decreases of the index numbers over the whole time series. Accordingly, for three different time periods, from the beginning in 1975 to the base year 1990 (index set to 100 %), from the base year to the end of the time series in 2017 and for the entire 43-year time series, the respective percentage changes in the log-linear trends are indicated. For all species, specific observations are highlighted and assessments of the results are discussed.

In the second part of the book we discuss, against the background of the results of the trend analyses, possible causes and reasons which, in our opinion, are directly related to or cause the described population changes of the butterfly species. A statistically verified cause-and-effect relation between population indices and influences from agriculture, and landscape use is not feasible on the basis of the current data situation. However, the same potential causes and factors have long been identified for other animal groups as well - Intensification, homogenization, nitrogen load, use of pesticides and

geben. Bei allen Arten werden besondere Beobachtungen hervorgehoben und Bewertungen der Ergebnisse erörtert.
Im zweiten Teil des Buches diskutieren wir vor dem Hintergrund der Ergebnisse der Trendanalysen mögliche Ursachen und Gründe, die unseres Erachtens direkt mit den beschriebenen Bestandsänderungen der Schmetterlingsarten zusammenhängen oder diese bedingen. Eine statistisch abgesicherte Ursache-Wirkungs-Relation zwischen den Populationsindizes und den Einflüssen aus Landwirtschaft und Landschaftsnutzung ist auf Basis der aktuellen Datenlage nicht machbar. Jedoch sind die immer gleichen potentiellen Ursachen und Faktoren für andere Tiergruppen längst zusammengetragen – Intensivierung, Homogenisierung, Nährstoffüberangebot, Einsatz von Pestiziden und Insektiziden in der Landwirtschaft, Landschaftsverbrauch, Strukturarmut, Bodenversiegelung, Transport und Verkehr. Die Lage ist ernst, doch ist das Insekten- und Schmetterlingssterben nicht unabwendbar. Wir wollen unseren Fokus deshalb auf die notwendigen Änderungen und erforderlichen Verbesserungsmaßnahmen lenken und diese praxisnah beschreiben.

Weitere Hinweise

Zusätzliche Informationen und Ergebnisse oder methodische Anmerkungen zu den Auswertmodellen, Modelldiagnosen, Vergleichsmethoden sowie weitere Modellberechnungen für die hier bearbeiteten Schmetterlingsarten befinden sich im Online-Anhang und sind über den Link einsehbar: https://docs.google.com/document/d/1ert_0NR9yzW9VweidEOxdYJa9PoIkdoBfjo1jcI5oQ/edit?usp=sharing
Wenn Sie diesen Link in ihren Internet-Browser eingeben, gelangen Sie zu einem Inhaltsverzeichnis mit Hinweisen zu den Berechnungen und Grafiken für jede der 37 Arten. Diese Inhalte sind wiederum verlinkt und mit einem Doppelklick auswählbar. Alle Dateien können bei Bedarf heruntergeladen werden, sind aber urhebergeschützt. Eine ursprünglich geplante komplette englische Übersetzung haben wir aus Zeit- und Kostengründen auf die Einleitung und die Zusammenfassung des Buches beschränkt sowie auf die abschließenden Bewertungen der vier Artengruppen und die Gesamtbewertung der 37 Arten. Wer eine automatisierte Übersetzung mit Hilfe eines online-Übersetzers (z. B. „google translator“) wünscht, für den / die haben wir Fließtexte („flat files“) der Kapitel „Datengrundlagen” und „Trendanalysen” im Online-Anhang hinterlegt.

insecticides in agriculture, loss of suitable landscape, impoverished environment, soil sealing, transport and traffic. The situation is serious, but the decline of insects and butterflies is not inevitable. We therefore want to focus on the management of necessary changes and needed improvement measures and describe them in practical terms.

Further information

Additional information and results or methodological notes on the models used, model diagnosis, alternative methods as well as additional calculations for all the butterfly species processed here can be found in the online appendix and can be viewed via the link:
https://docs.google.com/document/d/1ert_0NR9yzW9VweidEOxdYJa9PoIkdoBfjo1jcI5oQ/edit?usp=sharing
If you copy this link into your internet browser, you will be directed to a table of contents with notes on the calculations and graphs for each species. These contents are also linked and can be selected by double-clicking them. All files can be downloaded on demand, but are protected by copyright. Due to limited time and higher costs, we have shortened an initially planned complete English translation to the book chapters "Introduction" and "Summary", the summary of results of the four species categories as well as the overall result of all 37 species. Additionly, if you wish to get automated translations of the chapters "Data base" and "Trend analyses" with the help of an online translator (e.g. "google translator"), we have included continuous texts in "flat files" in the online appendix.

Zusammenfassung

In dieser Dokumentation werden die Populationsentwicklungen von ehemals häufigen Tag- und Nachtfalterarten mit Hilfe von datengetriebenen Trendanalysen über eine Zeitperiode von 43 Jahren (Zeitabschnitt 1975 - 2017) für das Bundesland Nordrhein-Westfalen und angrenzende, länderübergreifende Gebiete, vor allem dem südlichen Rheinland (Mittelrheingebiet) berechnet und im Zusammenhang mit biotischen und abiotischen Einflüssen diskutiert. In einem zweiten, nicht dokumentarischen Teil werden aus persönlicher Sicht des beunruhigten Schmetterlingskundlers die aktuellen Fehlentwicklungen in Landwirtschaft, Landschafts- und Landnutzungswandel und ihre nachteiligen Auswirkungen auf Pflanzen und Tiere, hier speziell der Schmetterlinge, herausgestellt. Es werden Vorschläge und Lösungen für einen nachhaltigeren Umgang mit Natur und Landschaft vor unserer Haustür vorgestellt.

Die von uns genutzte Datenbasis für die Dokumentation der Populationstrends bilden Nachweismeldungen mit Angaben über Individuenzahlen aus den Jahren 1975 - 2017, die in der Datenbank der Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen e. V. gespeichert sind. Ausgewählt werden 37 noch allgemein in weiten Gebietsteilen verbreitete Tag- und Nachtfalterarten. Diese werden in folgende Kategorien eingeordnet: Tagfliegende Schmetterlinge und Blutströpfchen, Schmetterlinge und Nachtfalter der offenen Kulturlandschaft, Arten mit mehr oder weniger ausgeprägter Habitatbindung und dem Potential zu dispergieren, die von uns „Biotopwechsel-Arten" genannt werden und „Gehölzarten", d. h. Schmetterlinge und Nachtfalter, deren Raupen nur an Laub- und Nadelgehölzen zur Entwicklung kommen. Die 37 Arten machen bezogen auf die Gesamtartenzahl der aktuell in Deutschland vorkommenden Schmetterlinge (Lepidoptera) etwa einen Anteil von einem Prozent aus. Die hier besprochenen Arten verteilen sich auf folgende Schmetterlingsfamilien: Elf Tagfalterarten (DIURNA), einschließlich einer Widderchenart (Zygaenidae), eine Kleinschmetterlingsart aus der Familie der Zünsler (Crambidae), vier Spinnerarten (Bombycoidea), sieben Spannerarten (Geometridae) und vierzehn Eulenfalterarten (Noctuidae). Von der Gesamtzahl der rund 94.100 Meldungen mit etwa

Summary

In this documentation, the population trends of formerly common butterfly and moths are calculated with the help of data-driven trend analyses over a period of 43 years (period 1975 - 2017) for the federal state of North Rhine-Westphalia and adjacent, cross-border areas, especially the southern Rhineland (central Rhine area), and discussed in connection with biotic and abiotic influences. In a second, non-documentary part, the current undesirable developments in agriculture, landscape and land use change and their adverse effects on plants and animals, in particular butterflies and moths, are highlighted from the personal point of view of the concerned lepidopterist as well as of a citizen. Proposals and solutions for a more sustainable approach to nature and landscape on our doorstep are presented.

The database used by us for the documentation of population trends consists of detection records with counts of individual numbers from the years 1975 - 2017, which are stored in the database of the Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen e. V. (Association of Rhine-Westphalian Lepidopterologists).
37 butterfly species which are still common in large parts of the area are selected. These were classified into the following categories: butterflies and burnets, butterflies and moths of the open cultivated landscape, species with more or less pronounced habitat requirements and potential to disperse (= "biotope changing species") and "wood-dwelling species", i. e. butterflies and moths whose larval development exclusively takes place on deciduous and coniferous trees. The 37 species represent about one percent of the total number of butterflies (Lepidoptera) currently occurring in Germany. The species discussed here are from the following families of lepidoptera: Eleven butterfly species (DIURNA), including one burnet moth (Zygaenidae), one microlepidopteran species from the Crambidae family, four bombycid moths (Bombycoidea), seven geometrid species (Geometridae) and fourteen noctuids (Noctuidae). Of the total number of about 94,100 reports with about 601,000 butterfly observations, about 53,800 reports with 475,400 Butter-

601.000 Falterbeobachtungen flossen rund 53.800 Meldungen mit 475.400 Faltern in die Trendauswertungen des Bearbeitungszeitraumes von 1975 - 2017 ein. Diese stellen für das Bearbeitungsgebiet einen Anteil von knapp 20 % aller Fundmeldungen mit Individuenzahlen der Datenbank.

Unter einem Populationstrend verstehen wir eine deutliche Änderung in der Größe und Richtung der Durchschnittszahlen von Individuen oder relativer Bestandszahlen wie Populations-Indizes über eine bestimmte (definierte) Zeitperiode. Die resultierende Trendkurve kann geglättet oder gerade sein, je nachdem, mit welchem statistischen Modell die Jahreswerte angepasst werden. In der geglätteten Form werden die Beobachtungsdaten optimal durch eine geschwungene Trendlinie angepasst, in der geraden, log-linearen Form lassen sich die Trends als prozentuale Änderungen pro Zeit angeben.

Die geglätteten und die linearisierten Populationstrends beschreiben jeweils die gesamte Zeitreihe von jährlichen Indexwerten über 43 Jahre von 1975 - 2017, aufgeteilt in zwei Zeitabschnitte: Den 28-jährigen Zeitabschnitt ab dem Basisjahr 1990 (Vergleichsbasis von 100 %), bis zum Jahr 2017 und den Zeitabschnitt davor von 1975 - 1990. Die Trends der einzelnen Arten und der Artengruppen werden in Einzeldarstellungen und im Falle der Artengruppen als zusammenfassende, geometrisch gemittelte Trendkurven gezeigt.

In dieser Zusammenfassung werden nur der Gesamttrend aller 37 Arten und die zusammenfassenden Trends der Artengruppen der tagfliegenden Schmetterlinge, der „Kulturlandarten“, der „Biotopwechsel-Arten“ und der „Gehölzarten“ wiedergegeben (wegen der Trends für einzelne Arten siehe Artkapitel).

Die log-lineare Anpassungskurve an die jahrweise gemittelten Populationsindizes aller ausgewählten 37 Schmetterlingsarten zeigt im zusammenfassenden Trendverlauf insgesamt eine stark abfallende Tendenz mit einer Rate von -0.011/Jahr. Aus dieser Rate berechnet sich eine prozentuale Änderungen von $-0.011 \times 100 \times 43$ [%] ≈ -47 % im Verlauf der 43 Jahre. Diese Abnahme ist wegen der deutlichen Nichtlinearität des Trends zu Beginn der Zeitreihe massiv unterschätzt und zeigt klar, dass bereits sehr große Verluste der Bestände bis zum Basisjahr zu verzeichnen sind, wenn auch auf schwächerer Datenbasis begründet. In prozentualen Änderungen ergibt sich für die ehemals häufigen Tag- und Nachtfalter aufgrund der negativen Neigung der log-linearen Trendkurve für die beiden Zeitabschnitte

flies were included in the trend estimations of the total time period from 1975 - 2017. For the investigation area as a whole, these represent a share of almost 20 % of all observation records with individual numbers in the database.

We understand a population trend to mean a significant change in the size and direction of the average numbers of individuals or relative population parameters such as population indices in a defined period of time. By a population trend we mean an important change in the size and direction of the average numbers of individuals (or relative population parameters (such as population indices) via a specific (defined) time period. The resulting trend curve can be smooth or straight, in relation to the statistical model which was used to fit the annual values. In its smoothed form the observation data are optimally displayed by means of a curvy trend line, in the straight, log-linear form, the trend is specified as percentage changes per time.

The smoothed and linearized population trends each describe the entire time series of annual index values over 43 years from 1975 - 2017, divided into two time periods: The 28-year period starting from the base year 1990 (reference year with index value of 100 %) to 2017, and the period prior to that from 1975 - 1990. The trends of the individual species and species categories are shown in separate graphs, and in the case of species categories as composite, geometrically averaged trend curves.

In this summary, only the overall trend of all 37 species and the composite trends of the species categories of the day-flying butterflies and burnets, the “species of the open cultivated landscape”, the “biotope changing species”, and the “wood-dwelling species” are presented (for trend curve for individual species, see species chapter).

The log-linear trend curve fitted to the annually averaged population indices of all selected 37 species of butterflies shows a strong decline with a rate of -0.011/year. In percentage, the change over the 43 years is calculated from this rate as $11 \times 100 \times 43$ [%] ≈ -47 %. This decrease is due to the clear non-linearity of the trend at the beginning of the time series. The trend is clearly underestimated and shows that already very large losses of the populations occurred up to the base year, albeit based on a weaker database. The percent changes of the formerly frequent butterflies and moths are determined by the negative slope of the log-linear trend curve for the two time periods, which gives a

eine mittlere Abnahme um -17 % in der Periode von 1975 - 1990, und eine Abnahme von -37 % in der Periode von 1990 - 2017.

Die schlechte Botschaft dieser Dokumentation sind die immer geringer werdenden Individuenzahlen der 37 häufigsten Schmetterlingsarten! Die untersuchte, für Agrar- und Kulturlandschaft sowie den stadtnahen und ländlichen Raum charakteristische Schmetterlingsfauna, macht rund ein Fünftel aller Schmetterlinge in Nordrhein-Westfalen und dem südlichen Rheinland aus. Dass solche Allerweltsarten rar werden, belegen auch Studien für die EU-Länder (Verlust von 33 % der Graslandarten von 1990 - 2005) und für den landwirtschaftlich geprägten US-Staat Ohio (33 % der Tagfalterfauna von 1995 - 2015).

Als Ursache für diesen Niedergang der Schmetterlinge kann dabei immer die ungebremste Lebensraumvernichtung gelten: Durch agrarische Bewirtschaftung, Bau- und Infrastrukturmaßnahmen, die mit der Erschließung des städtischen und vor allem des ländlichen Raums einhergehen, werden Habitate fragmentiert oder gänzlich zerstört. Als Hauptverursacher sind in diesem Zusammenhang der Verkehr und die Landwirtschaft zu benennen. Erschwerend hinzukommen die sich äußerst negativ auswirkenden Effekte der landwirtschaftlichen Intensivierung, wie beispielsweise (groß-)maschinengerechte Flurbereinigungsmaßnahmen und der großflächige, fast lückenlose Einsatz von Pestiziden und Insektiziden in der Agrarproduktion. Zusätzlich bedingt eine überdimensionierte Stickstoffzufuhr, besonders durch Kunstdünger und Gülle, eine „Hyper"-Eutrophierung der Böden. Die Bodenfauna wird massiv gestört, Gewässer belastet und die nur auf nährstoffarmen Böden anzutreffenden, wertvollen Lebensräume wie Trockenrasen werden verdrängt. Diese negativen Effekte werden vermehrt von zunehmenden Klimaänderungen überlagert.

Die Gruppe der Tagfalter inklusive des Gemeinen Blutströpfchens oder Sechsfleck-Widderchens (*Zygaena filipendulae*) zeigt im zusammenfassenden Trendverlauf insgesamt eine deutlich abfallende Tendenz mit einer Rate von -0.008/Jahr. In prozentualen Änderungen bedeutet dies für die gesamte Zeitperiode von 1975 - 2017 eine starke Abnahme von $-0.008 \times 43 \times 100$ [%] ≈ -35 %. Diese Abnahme ist wegen der starken, nicht-linearen Abnahme zu Beginn der Zeitreihe noch deutlich unterschätzt. Denn die nicht-linearen Trendkurven der einzelnen Arten und die gemittelte Trendkurve für die Gruppe der tagfliegenden Schmetterlinge zeigen klar, dass bereits sehr große Verluste der Bestände bis zum

mean decrease by -17 % in the period 1975 - 1990, and a decrease of -37 % in the period 1990 - 2017.

The bad news of this documentation is the decreasing numbers of individuals of the 37 most common butterfly species! The investigated butterfly species specis characteristic for agricultural and cultura landscapes as well as for urban and rural areas, accounts for about 20 % of the total "biomass" of butterflies in North Rhine-Westphalia and the southern Rhineland. Studies for EU countries (loss of 33 % of grassland species from 1990 to 2005) and for the agricultural US state of Ohio (33 % of butterfly fauna from 1995 to 2015) also show that such common species are becoming scarce.

The reason for this decline of butterflies can always be the unchecked destruction of the habitat: Habitats are fragmented or completely destroyed through agricultural management, construction and infrastructure measures, which go hand in hand with the development of urban and, above all, rural areas. The main causes in this context are traffic and agriculture. This is aggravated by the extremely negative effects of agricultural intensification, such as (large-scale) machine-appropriate land consolidation measures and the extensive, almost complete use of pesticides and insecticides in agricultural production. In addition, an oversized supply of nitrogen, especially artificial fertiliser and liquid manure, causes hyper-eutrophication of the soil. The soil fauna is massively disturbed, water bodies are polluted and valuable habitats such as dry grasslands, which can only be found on nutrient-poor soils, are displaced. These negative effects are increasingly overshadowed by increasing climate change.

The composite trend for the group comprising common butterflies including the common burnet or the six-spot burnet (*Zygaena filipendulae*) shows a clear decline with a rate of -0.008/year. In percentage changes, this means a strong decrease of $-0.008 \times 43 \times 100$ [%] ≈ -35 % for the entire period from 1975 - 2017. This decrease is clearly underestimated due to the strong, non-linear decrease at the beginning of the time series. The non-linearity of the trend curves of single species as well as the composite trend curve for the category clearly show that already very large losses were seen up to the base year,albeit the data basis is weaker. Based on the log-linear trend, the decrease amounts clearly to an underestimated -13 percent. In the period from the base year 1990 to the year 2017, the log-linear decrease adds up to -23 %.

Basisjahr, wenn auch auf schwächerer Datenbasis begründet, zu verzeichnen sind. Basierend auf dem log-linearen Trend bedeutet die prozentuale Abnahme deutlich unterschätzte -13 %. In der Periode ab dem Basisjahr 1990 bis zum Jahr 2017 beträgt die log-lineare Abnahme -23 %.

Als Gründe für diese enormen Abnahmen um gut ein Drittel innerhalb von vier Dekaden kann unserer Einschätzung nach die schnell fortschreitende Strukturverarmung der Landschaft verantwortlich gemacht werden. Doch nicht nur das Blütenpflanzenangebot wird in seiner Vielfalt und Quantität ärmer, es wird auch immer giftiger. Ein permanent hoher Spritzmitteleinsatz (Herbizide, Insektizide, Fungizide), nicht nur durch die Landwirtschaft, auch in Industriegebieten und auf Gewerbeflächen, an Verkehrswegen sowie in Grünanlagen der Kommunen und privaten Gärten stellt keine Ausnahme dar. Zusätzlich zu den Blühpflanzen fallen auch viele Raupenfutterpflanzen weg oder werden weggespritzt.

Die log-lineare Anpassungskurve an die jahrweise gemittelten Populationsindizes der „Kulturlandarten“ zeigt im zusammenfassenden Trendverlauf insgesamt eine stark abfallende Tendenz mit einer Rate von -0.018/Jahr. In prozentualen Änderungen bedeutet dies für die Periode von 1975 - 1990 eine mittlere Abnahme um -28 %, in der Periode von 1990 - 2017 eine Halbierung (in Zahlen: -50 %). Über alle 43 Jahre berechnet beläuft sich die durchschnittliche Abnahme auf sehr hohe -77 %. Die Anfangswerte des zusammenfassenden Index der „Kulturlandarten“ liegen zu Beginn der Zeitreihe in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts auf dem ungefähr 1.7 fachen Niveau des Jahres 1990, das hier als Vergleichsbasis viel jüngeren Datums dient. Das bedeutet: Der weitaus größere Teil der Bestandsniveauänderung hat bereits vor 1990 stattgefunden. Der Index hat bis 1990 nämlich bereits 70 Prozentpunkte eingebüßt. Diese Verluste werden im Jahr 1990 gewissermaßen auf Null gesetzt, die Vergleichsbasis der Trends ist nunmehr 1990, nicht mehr 1975.

Dieses Vorgehen demonstriert gut das Phänomen des „Shifting-Baseline-Syndroms”, der Wahrnehmungsverschiebung, die uns zu der Frage nach der Wahrnehmung von länger andauernden Änderungen führt, deren Größenordnung so gut wie nicht erfahrbar ist und nur gelegentlich mit Zahlen greifbar gemacht werden kann.

Ab dem Jahr 1990 verzeichnen wir eine längere Phase von Stabilität auf dem neuen Niveau von etwa 100 %. Für die zwischenzeitliche, kurze Spanne von

The reasons for this enormous decrease of more than one third within four decades, we suppose, were the rapid and progressive structural impoverishment of the landscape. But it is not only the variety and quantity of flowering plants that is becoming poorer, it is also becoming more and more poisonous. A permanently high use of spraying agents (herbicides, insecticides, fungicides), not only in agriculture, but also in industrial and commercial areas, on traffic routes and in municipal green areas and private gardens is no exception. In addition to flowering plants, many larval food plants are also eliminated or sprayed away.

The log-linear indices of the fitted annually averaged population indices of the species inhabiting cultivated land shows a strongly decreasing trend for the group as a whole with a rate of -0.018/year. In percentage, these changes mean for the period from 1975 - 1990 an average decrease of -28 %, in the period from 1990 to 2017 a halving (in numbers: -50 %). Calculated over the 43 years, the average decrease amounts to a very high -77 %. At the beginning of the time series in the 70ies of the last century, the initial values of the composite mean index of cultivated land species were about 1.7 times the level of 1990, that serves here as a basis for comparison of much more recent dates. This means that by far the greater part of the initial population level change took place before 1990. The index had already lost 70 percentage points by 1990. In 1990, these losses will be virtually zeroed, and the basis for comparing trends will now be 1990, not 1975.

This approach well demonstrates the phenomenon of the "Shifting Baseline Syndrome", the shift in perception, which leads us to the question of the perception of prolonged and long-lasting changes whose scale is almost impossible to perceive by experience alone and can only be made tangible occasionally with abstract numbers.

Since 1990 we have seen a longer period of "stability" at the new level of about 100 %. For the short period between 1990 and 2004, the species developing on grasses obviously benefited only for a short time from the EU set-aside programme implemented during this period. Even the simultaneous and numerously implemented designation of nature reserves did not seem to have any lasting positive effects on these species of open land. In the case of butterfly species, which were once very common on arable land, the increasingly intensive farming methods have obviously led to a further decline in populations. In our opinion, large-scale land

1990 - 2004 konnten offensichtlich die an Gräsern zur Entwicklung kommenden Arten nur kurz von dem in diesem Zeitraum umgesetzten Flächen-Stilllegungsprogramm der EU profitieren. Auch durch die gleichzeitigen und zahlreich umgesetzten Ausweisungen von Naturschutzgebieten gingen scheinbar für diese Arten des Offenlandes keine anhaltend positiven Effekte aus. Auch bei Schmetterlingsarten, die ehemals sehr häufig auf den Ackeranbauflächen (Fluren) anzutreffen waren, haben offensichtlich die immer intensiver werdenden Bewirtschaftungsmethoden zur weiteren Abnahme der Populationen geführt. Großflächige Flurbereinigungsmaßnahmen im Verbund mit dem flächenhaften Einsatz von Giften sind unseres Erachtens maßgeblich für den immensen Verlust der „Kulturlandarten“ verantwortlich.

Die log-lineare Anpassungskurve an die jahrweise gemittelten Populationsindizes der Arten mit engerer Habitatbindung („Biotopwechsel-Arten") zeigt im zusammenfassenden Trendverlauf eine abfallende Tendenz mit einer Rate von -0.008/Jahr. In prozentualen Änderungen bedeutet dies für die Periode von 1975 - 1990 einer mittleren Abnahme um -11 %. In der Zeitspanne vom Basisjahr 1990 - 2017 beträgt die mittlere Abnahme etwa -20 %. Über alle 43 Jahre berechnet beläuft sich die durchschnittliche Abnahme auf -32 %.

Die in dieser Kategorie zusammengefassten Arten können im Vergleich zu echten Biotopspezialisten als Generalisten gelten. Bei Biotopspezialisten sind etwa die Raupen auf bestimmte Futterpflanzen angewiesen (oligo-/monophage Arten), sie präferieren ein besonderes Mikroklima und sind an sehr spezielle Strukturelemente des Lebensraumes gebunden. Im Gegensatz zu diesen eng eingenischten Arten sind die untersuchten Arten mit engerer Habitatbindung in der Lage, auf Ausweichbiotope zu wechseln, sofern es solche in erreichbarer Nähe (noch) gibt. Dennoch sind auch diese Arten, die nicht an bestimmte Habitattypen gebunden sind, vom allgemeinen Individuenrückgang deutlich betroffen.

Auch für sie lassen sich jene Gründe, die zuvor schon bei den „Tagfalterarten“ und den „Offenlandarten“ beschrieben wurden, für die Abnahmen in Betracht ziehen. Hinzu kommt, dass es immer weniger Rand- und Saumstrukturen gibt – dabei sind diese wegen ihrer Vernetzungsfunktion und als Schnittstellenhabitate zwischen Flur und Wald besonders wichtig. Dieser Wegfall resultiert aus einem gestiegenen Landschaftsverbrauch, etwa durch Urbanisierung und ländliche Erschließung. Zusätzlich gibt es starke

consolidation measures in combination with the extensive use of poisons are decisive for the immense loss of cultivated land species.

The log-linear fit of the annually averaged population indices of the species with narrower habitat requirements ("biotope changing species") shows a decreasing trend tendency at a rate of -0.008/year. In percentage changes, this means an average decrease of -11 % for the period from 1975 - 1990. In the period from the base year 1990 - 2017, the average decrease is about -20 %. Over all 43 years, the average decline amounts to -32 %.

The species grouped in this category can be called "generalists" in comparison to those species that are real biotope specialists. The larvae of those specialists, for example are adapted to specific food plants (oligo-/monophageous species), they prefer a special microclimate and are bound to essential structural elements of their habitat. Contrary to these "narrow niched species" our "biotope changing species" are able to switch to alternative biotopes, as far as such places should (still) be there and in reachable proximity. Nevertheless, these species which are not bound to specific habitat types are clearly affected by the general decline in individual numbers.

For these species, too, the reasons previously described for day-flying butterflies and open land species can be taken into account for the decline. In addition, there are fewer and fewer marginal and fringe structures - these are particularly important because of their connectivity function and as connecting habitats between fields and forests itselves. Their elimination results from increased landscape consumption, for example through urbanisation and rural development. In addition, there are severe impairments of remaining residual habitats and fragmentation and destruction of valuable biotope complexes, which are indispensable for these species as habitats. Labour-intensive and thus expensive conservation and protection measures are required. However, the financial added value is a social obligation and must be guaranteed in the long term.

The log-linear trend of the fitted annually averaged population indices of the wood-dwelling species shows a composite decrease with a rate of -0.008/year for this category. In percentage, the changes for the period from 1975 - 1990 amount to a mean decrease of -11 %, in the period 1990 - 2017 there is a decrease of -20 %. Calculated over 43 years, the average decrease amounts to -32 % due to the higher index values at the beginning of the time series. Although in the smoothed trend the

Beeinträchtigungen verbliebener Resthabitate bis hin zu Fragmentierungen und Zerstörungen wertvoller Biotopkomplexe, die für diese Arten als Lebensräume unabdingbar sind. Solche wertvollen Biotopkomplexe zu erhalten ist aufwendig. Es bedarf arbeitsintensiver und damit teurer Erhaltungs- und Schutzmaßnahmen. Der finanzielle Mehrwert ist aber eine gesellschaftliche Obliegenheit und muss langfristig garantiert werden.

Die log-lineare Anpassungskurve an die jahrweise gemittelten Populationsindizes der „Gehölzarten" zeigt im zusammenfassenden Trendverlauf für die Gruppe eine insgesamt abfallende Tendenz mit einer Rate von -0.008/Jahr. In prozentualen Änderungen bedeutet dies für die Periode von 1975 - 1990 einer mittleren Abnahme um -11 %, in der Periode von 1990 - 2017 eine Abnahme von -20 %. Über alle 43 Jahre berechnet beläuft sich die durchschnittliche Abnahme immerhin auf -32 %, bedingt durch die höheren Indexwerte zu Beginn der Zeitreihe. Zwar ist im geglätteten Trend die anfängliche Abnahme auf das niedrigere Referenzniveau von 1990 ähnlich auffallend wie bei den anderen Schmetterlingsgruppen, ab 1990 bleiben die Indexzahlen jedoch in etwa auf dem Niveau von 1990.

Die meisten Gehölzer und Wälder hierzulande sind anthropogen geprägte Forste. Diese bestehen zumeist nur aus einer Baumart und werden - ähnlich wie die vorhandenen Naturwaldzellen - deutlich weniger von Menschen beeinflusst und durch seine Forstwirtschaft beeinträchtigt, als intensiv agrarwirtschaftlich genutztes Kulturland. Außerdem wird im Vergleich zum Offenland insbesondere im Vergleich zu Feldern in Forst und Wald nicht beständig mit Pestiziden gearbeitet. Diese werden nur sporadisch eingesetzt, etwa bei manchen Raupenkalamitäten oder Käferbefall. Deshalb gibt es in Buchen-, Eichen- oder Nadelwäldern heute durchaus Habitatstrukturen, die sich seit mehr als 150 Jahren relativ ungestört entwickeln konnten. Das ist sicherlich ein Grund für die vergleichsweise günstiger verlaufenden Populationstrends bestimmter Falterarten der Gehölz-Biotope. Als weitere mögliche Gründe für die stabilen Bestandsindizes ab 1990 kommen vermehrte Ausweisungen von Waldschutzgebieten und die beginnende Förderung zur Anlage von Laubmischwäldern und vorrangigem Schutz von Naturwäldern zur Vermeidung von CO_2-Emissionen und infolge der Klimaänderung in Betracht. Das insgesamt geringere Ausmaß des strukturellen Flächenverbrauchs in Wald und Forst ist durchaus als positiv einzuschätzen. Auch die Lichtverschmutzung scheint sich auf die

initial decrease to the lower reference level of 1990 is similarly striking as with the other butterfly groups, from 1990 the index values remain at about the same level as in 1990.

Plenty of woods in this country are anthropogenically shaped forests. These mostly consist of only one tree species and - similar to the existing natural forest cells - are significantly less influenced by humans and impaired by their forestry than intensively cultivated agricultural land. Moreover, in comparison to open land - especially in comparison to fields - pesticides are not constantly used in forestry and forests. These are only used sporadically, for example in some larval pest calamities or beetle infestations. For this reason, beech, oak and coniferous forests today have habitat structures that have developed relatively undisturbed for more than 150 years. This is certainly one reason for the comparatively favourable population trends of certain butterfly species in forests and forest-like biotopes.

As further possible reasons for the stable population indices from 1990 onwards, there was an increase in the designation of forest protected areas and the incipient promotion of the creation of mixed deciduous forests. Priority should be given to the protection of natural forests to avoid CO_2 emissions as one support measure against climate change. The overall lower level of structural land consumption in forests and forestry can be regarded as positive. Also the light pollution does not seem to have such a drastic effect on most wood-dwelling species. However, while some of the wood-dwelling species show largely stable population trends, other species show striking declines. For example, the populations of the Clouded Border (*Lomaspilis marginata*) (cf. Fig. 208) and the Tawny-barred Angle (*Macaria liturata*) (cf. Fig. 213) are increasing slightly, those of the Pebble-hook tip (*Drepana falcataria*) (cf. Fig. 202) and the Uncertain (*Hoplodrina octogenaria*) (cf. Fig. 178) are clearly declining.

The overall impression conveyed by the linear composite trend that butterfly species occurring on woody plants are only marginally affected by declining populations is therefore misleading.

In the second, non-documentary part of this book, some ups and downs are taken up, of which not only we believe that they are causally responsible for the real population decline of many species. How can the still almost unchecked consumption of land be countered and how is it that in modern agriculture the ecological component, actually a cardinally important concern of agricultural economy, has lost

meisten „Gehölzarten“ nicht so drastisch auszuwirken. Allerdings, während sich bei einigen der gehölzbewohnenden Arten zwar weitgehend stabile Populationstrends feststellen lassen, sind bei anderen Arten durchaus auffällige Rückgänge zu verzeichnen. So nehmen die Populationen des Schwarzrandspanner (*Lomaspilis marginata*) (→ Abb. 208) oder des Violetten Eckflügelspanner (*Macaria liturata*) (→ Abb. 213) geringfügig zu, die des Hellen Sichelflüglers (*Drepana falcataria*) (→ Abb. 202) oder der Gelbbraunen Staubeule (*Hoplodrina octogenaria*) (→ Abb. 178) aber deutlich erkennbar ab. Der durch den linearisierten Durchschnittstrend vermittelte Gesamteindruck, an Gehölzen vorkommende Schmetterlingsarten seien in Summe nur wenig von Bestandsrückgängen betroffen, täuscht daher.

Im zweiten nicht dokumentarischen Teil dieses Buches werden einige Um- und Missstände aufgegriffen, von denen nicht nur wir glauben, dass sie ursächlich für den real festzustellenden Populationsrückgang vieler Arten verantwortlich sind. Wie kann man dem immer noch fast ungebremsten Flächenverbrauch begegnen und wie kommt es dazu, dass in der modernen Landwirtschaft die ökologische Komponente, eigentlich ein kardinal wichtiger Belang agrarischen Wirtschaftens, immer mehr an Bedeutung verloren hat? Neben Antworten auf diese Fragen liefern wir auch Lösungsvorschläge, die zu einer Besserung der Situation der Schmetterlingspopulationen in unserer Kulturlandschaft beitragen können. Berücksichtigung finden im zweiten Buchteil solche Themenbereiche, zu denen wir etwas sagen können und die sich nicht nur auf eine bestimmte Region beziehen. Der flächendeckende Einsatz von Pestiziden (oder harmloser ausgedrückt Pflanzenschutzmitteln) und die permanente Überdüngung infolge von ausufernder Massentierhaltung in der Agrarindustrie haben zu gravierenden Belastungen der (gesamten) Umwelt geführt. Dem gegenüber steht der sich nur langsam entwickelnde Zweig der Biobetriebe bzw. des ökologischen Landbaus. Wir stellen Wege und Mittel alternativer Finanzfördermöglichkeiten durch die Europäische Gemeinschaft vor, die eine Umstellung und Stärkung nachhaltiger und gesellschaftlich verantwortungsvoller Bewirtschaftungsformen ermöglichen. Weiterhin sollen hier Änderungen der EU-Landesförderrichtlinien, der Grünlanderhalt und eine artgerechte und naturnahe Tierhaltung (Teil 2, S. 288) in den Fokus gerückt werden. Wichtige naturschutzrelevante Fragen betreffen unsere Schutzgebiete. Werden die formulierten Schutzziele erreicht,

more and more importance? In addition to answers to these questions, we also propose solutions that can contribute to improving the situation of butterfly populations in our cultural landscape.

In the second part of the book, we take into account topics on which we have something to say and which do not only relate to a specific region. The widespread use of pesticides (or more harmless plant protection agents) and the permanent nitrogen fertilization as a result of rampant mass livestock farming in the agricultural industry have led to serious burdens on the (entire) environment. On the other hand, there is the slowly developing branch of organic farming. We present ways and means of alternative financial support by the European Union that enable the conversion and strengthening of sustainable and socially responsible forms of farming. In addition, changes to the EU Land Support Directives, grassland conservation and species-appropriate and near-natural animal husbandry (Part 2, p. 288) are to be brought into focus. Important nature conservation issues concern our protected areas. Are the defined conservation goals being achieved or is development getting out of hand on a larger scale? How great are the differences between predominantly practised forestry and nature-compatible, sustainable forest management? Last but not least, we take a look at the gardens and parks of the villages and towns. It is precisely where most people live that ecological standards must be applied and enforced in design, maintenance and use.

The concluding prospects holds true to the popular proverb "Hope springs eternal!". We have not yet lost hope! But time is short or the time may already have been missed to stop the decline of living nature in our cultural landscape.

Westfalen". Neben den faunistisch interessanten Online-Verbreitungskarten ist die Verbesserung der Datengrundlage für den Schmetterlings- und Naturschutz wie auch die Erstellung von Roten Listen ein wichtiger Zweck der Vereins-Datenbank.

Methodik der Trendanalysen

Die kurz- und langfristigen Veränderungen von Populationen über die Zeit bilden zwei wichtige zeitlich differenzierte Kriterien im objektiven Kriteriensystem bei der Einstufung von Arten in bestimmte Gefährdungskategorien des nationalen Rote-Liste-System Deutschlands (→ BFN 2009 ff). Außerdem gelten mit Zahlen belegte standardisierte Trendkurven, sogenannte Indikatorensets, als ultima ratio in der Beschreibung des Zustands und der Entwicklung der biologischen Vielfalt, der Veränderung des Naturhaushalts sowie einer Bewertung der Nachhaltigkeit von Nutzungsformen (→ BMU 2015).

Aussterberisiken von Arten lassen sich am zuverlässigsten über deren Bestandstrends, die Veränderungen der Populationen über die Zeit, voraussagen. In turnusmäßigen, meist jährlich durchgeführten Monitoringprogrammen, wie z. B. dem europäischen (→ EUROSTATS 2016), oder dem deutschlandweiten Vogelmonitoring (SUDFELD et al. 2012) werden als Alternative zu aufwändigen und kostenträchtigen Einzeluntersuchungen ortsbezogene relative Bestandszahlen bzw. -schätzungen von Vögeln zu Indexzahlen verdichtet, die als Näherungswerte für Populationsgrößen mit definierter Vergleichsbasis für Gesamtvergleiche dienen können. So lässt sich aus einer Zeitreihe von Indexwerten leicht ein Bestandstrend bestimmen. Die relativen Populationsgrößen zwischen Zeitabschnitten, Regionen oder anderen Vergleichskategorien können ohne direkte Kenntnis der absoluten Bestandszahlen anhand der Indizes verglichen werden, wenn man einen Referenzwert von Eins entsprechend 100 % für ein bestimmtes Basisjahr festlegt (HOFER 2016).

Häufigen Schmetterlingsarten kommt ein ähnlich hoher Zeigerwert für die Vielfalt und die Integrität von anthropogen beeinflussten Ökosystemen und folglich für die Erhaltung und das Management der belebten Umwelt zu wie häufigen und weit verbreiteten Vogelarten. Die Abschätzung der Populationsentwicklung von flächendeckend verbreiteten Schmetterlingsarten, die in der Wahrnehmung vieler Entomologen (Insektenkundler) bisher als Allerweltsarten meist noch relativ wenig Beachtung finden, ist angesichts der sich weiter zuspitzenden allgemeinen Biodiversitätskrise in der Kultur- und Agrarlandschaft besonders wichtig (vgl. STADLMANN & ADELMANN 2019).

Erhebungen in Form von jährlich wiederkehrenden Zählungen auf festgelegten Strecken (Transekten) an verschiedenen Standorten werden bereits im Rahmen von zahlreichen EU-Biomonitoring-Programmen durchgeführt (VAN SWAAY et al. 2008). Entsprechende Zeitreihen z. B. des Tagfaltermonitorings (→ TAGFALTER-MONITORING 2005) reichen jedoch in Deutschland nur etwa bis ins Jahr 2005 zurück und können deshalb nur einen zeitlich kurzen Abschnitt der zurückliegenden Bestandsentwicklungen abbilden, ein Problem, womit auch das erst zukünftig anzulegende Nationale Insekten-Monitoringsystem in Deutschland zu kämpfen haben dürfte (vgl. Künftige Schwerpunkte in der Insektenforschung und im Monitoring. Dr. Andreas Krüß, Leiter der Abteilung Ökologie und Schutz von Fauna und Flora im Bundesamt für Naturschutz. 12. Zukunftsforum Ländliche Entwicklung, 23.01.2019 Berlin.). Beginnt man im aktuellen Zeithorizont mit der Be- und Fortschreibung des Ist-Zustandes von Populationen und betrachtet die bereits zurückliegenden Zeitabschnitte nicht ausreichend genug, wirkt sich diese Beschränkung gerade bei Trendbeschreibungen mit ihren festen Start- bzw. Referenzpunkten als maßstabsverzerrend aus. Ein in der Zeitspanne zu kurz angelegter Beobachtungshorizont trägt dazu bei, dass längerfristig verlaufende Veränderungen nicht erkannt werden können, weil man z. B. glaubt, historisch vorliegende Quellen aus methodischen Gründen nicht nutzen zu können (s. u.). Dieses Phänomen ist als sog. Shifting-Baseline-Syndrom in der wissenschaftlichen Erforschung der Veränderung von Tierpopulationen - ursprünglich für Fischbestände und maritime Artenvielfalt formuliert (PAULY et al. 2002) - bekannt geworden (vgl. Das Shifting-Baseline-Syndrom (SBS), Kapitel 2: Einführung in ein heuristisches Konzept. in: ROST 2014). Es geht also um jene Zeitpunkte oder Phasen der Vergangenheit, die in Vergleichen von Gegenwart und Vergangenheit als Referenzpunkte bzw. Basisperioden, d. h. als „Baselines“ dienen.

Um einen zumindest nach menschlichen Maßstäben etwas längeren Zeitraum - ungefähr zwei Generationen - abzudecken, haben wir beschlossen, die umfangreiche digitale Datensammlung der Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen e. V. für die jetzt dringend benötigte Trendanalyse zu nutzen. Unser Ansatz verfolgt zwei Ziele, die wissenschaftliche Erstdokumentation (erster Teil) und die Formulierung von Handlungsoptionen aus gesellschaftlicher Verantwortung (zweiter Teil).

Unser vordringliches Ziel der wissenschaftlichen Dokumentation im Vergleich zu ähnlich angedachten Bestrebungen ist die schnelle und solide Beschreibung längerfristiger Bestandsänderungen von häufigen Tagfaltern (und einem tagaktiven Widderchen). Darüber hinaus legen wir erstmalig die Beschreibung von Bestandstrends der weitaus größeren Gruppe häufiger Nachtfalter vor, die in Deutschland bisher in keinem Erfassungsprogramm systematisch erhoben werden (vgl. aber für Großbritannien CONRAD et al. 2006). In der Datenbank ist der entomologisch-faunistische Aufwand von immerhin mehr als 40 Jahren ehrenamtlichen Einsatzes hunderter Sachkenner*innen zur Erfassung der Insektenfauna des Landes Nordrhein-Westfalen und angrenzender Gebiete gespeichert. Die Datenbank stellt damit einen überaus wichtigen, bisher für den beschriebenen Zweck nicht genutzten Datenschatz dar. Dabei will unsere Herangehensweise nicht mit einer standardisierten, kontinuierlich und regelmäßig kontrollierten Beobachtung konkurrieren. Echte Monitoringprogramme finden statt, um schädliche Einflüsse auf die Bestände anhand der Trendentwicklungen zu erkennen, die Trends gegenüber Zielwertvorgaben zum Erhaltungszustand abzugleichen und daraus folgend, geeignete förderliche Maßnahmen einzuleiten, zu denen alle Ebenen von Bund, Ländern und Kommunen in allen betroffenen Politikfeldern verpflichtet sind. (vgl. Vogelmonitoring in Deutschland, SUDFELDT et al. 2012).

Die vorhandenen sehr umfangreichen Daten werden zu Trendkurven verdichtet und visualisiert, wobei flexible statistische Regressionsmodelle zum Einsatz kommen. Regressionsanalysen lassen sich auf eine Vielzahl statistischer Probleme anwenden. Allgemeinverständlich gesprochen, lässt sich mit Regressionsmodellen bestimmen, in welchem Umfang die Werte einer Antwortvariablen wie z. B. die Beobachtungszahlen von Schmetterlingen mit den Werten einer oder mehrerer Einflussvariablen wie z. B. dem Beobachtungsdatum, dem -ort, der Nachweismethode, dem Wetter bzw. Klima und anderen Variablen statistisch zusammenhängen. Regressionsmodelle können auch eingesetzt werden, um Beobachtungen einfach nur zu beschreiben, statt Zusammenhänge zu erklären. Sehr leistungsfähig zeigen sie sich bei Trendanalysen (vgl. ADLER 2010).

Technisch gesehen handelt es sich um ein rechenintensives nicht-lineares Schätzproblem von Datendichten mittels exponentieller Glättung nach Optimalitätskriterien („Mixed GAM Computation with Automatic Smoothness Estimation"), wobei die Modellannahmen und -voraussetzungen der Regression minimal sind. Die Modelle können mit nicht-optimalem Stichprobendesign und unvollständiger Repräsentativität umgehen und deshalb robuste

BOX: Das Prinzip der Trendanalyse

Alle Meldungen von Schmetterlingen werden nach ihrer Artzugehörigkeit und nach dem Beobachtungsdatum und -ort sortiert. Für jedes Datum wird die Anzahl der Schmetterlinge festgehalten. Alle Beobachtungszahlen, ohne die Spitzenwerte und die Einserwerte gemeldeter Falter, werden gegen das Datum auf der Zeitachse von 1975 - 2017 aufgetragen. Es entsteht eine dichte Wolke von Beobachtungszahlen über die gesamte Zeitspanne. Durch die entstehende Punktwolke wird bestmöglich eine glatte Ausgleichskurve gelegt. Diese Kurve gibt den Trend der Beobachtungszahlen über die Zeit an. Zu einem Indexwert der Beobachtungszahlen kommt man, wenn man z. B. alle Beobachtungszahlen pro Jahr nach dem Beobachtungsort zusammenzählt, dann diese Zahlen nach Jahr und Ort vergleicht und mit geeigneten rechnerischen Methoden zu einem Jahresmittelwert zusammenfasst. Dann legt man das Bezugsjahr für den Index, z. B. das Jahr 1990 fest. Die gemittelten Beobachtungszahlen für das Bezugsjahr 1990 bekommen den Indexwert von 100 %, alle anderen mittleren Jahresbeobachtungszahlen werden proportional zu dem Bezugsjahr in Beziehung gesetzt und sind somit relative Maßzahlen. Diese Maßzahlen, die Jahresindizes genannt werden, trägt man gegen die Jahre auf und legt durch sie wieder eine bestmögliche Ausgleichskurve, die die Höhen und Tiefen der jährlichen Indexwerte ausgleicht. Diese Kurve versinnbildlicht den geglätteten Langzeittrend. Legt man durch die jährlichen Indexwerte eine Gerade, so bekommt man einen linearen Langzeittrend auf Grundlage der jährlichen Indexwerte. Die Steigung oder die Neigung dieser Gerade gibt die gerichtete Zunahme bzw. Abnahme der Schmetterlinge über die Zeit an. Man kann die Gesamtänderung über die betrachtete Zeitachse als prozentuale Zu- oder Abnahme angeben. Die 90 % - Vertrauensbänder der Trendkurven sind in der Weise berechnet, die Wahrscheinlichkeit dafür anzugeben, dass in „entspannten“ 90 % aller Fälle die „wahren“ Indexwerte in dem Zufallsstreubereich um die Trendlinie zu erwarten sind, der von den Vertrauensbändern umschlossen wird.

Ergebnisse liefern. Dieser Ansatz setzt deutlich auf graphische Darstellung und damit in erster Linie auf Datenerkundung und informierte Schlussfolgerung. Wir blicken intensiv auf die Beobachtungsdaten und stellen zuerst die Bestandsentwicklungen und ihre zeitliche Tendenz dar. Auf dieser Grundlage generieren wir unter Einbeziehung von fachlichem und gesundem Sachverstand Hypothesen. Diese sollen dabei helfen, auf der einen Seite die Populationsschwankungen unterschiedlicher Schmetterlingsarten über die Zeit biologisch-ökologisch zu beschreiben, aber - und das sei hier nicht weiter überraschend schon vorweg genommen den Niedergang der Schmetterlinge und die u. E. dafür verantwortlichen Gründe einmal mehr zu thematisieren. Damit müssen wir leider an die nicht enden wollende Reihe ähnlicher Befunde zum Stichwort „Insektensterben“ anknüpfen.

BOX:
Was ist ein „Populationstrend"?
Unter dem Begriff „Populationstrend” wird hier eine Veränderungsbewegung der jährlichen Häufigkeit oder des abgeleiteten Häufigkeitsindex von Schmetterlingspopulationen verstanden, die sich in Abhängigkeit von der Zeit durch das Wirken komplexer und in ihrer genauen Funktion unbekannter, statistisch zufällig variierenden Einfluss- oder Effektvariablen ergibt.

Im Methodenarsenal der empirischen Forschung haben semiparametrische statistischen Inferenzmethoden heutzutage wegen der allgemein verfügbaren Rechenleistung einen festen Platz (GÄCHTER et al. 2011; FAHRMEIR et al. 2009). Mit ihnen lassen sich auch komplizierte hoch nichtlineare Zusammenhänge mithilfe von Regressionsmodellen brauchbar beschreiben (vgl. GAM: WOOD et al. 2011, HAREZLAK et al. 2019). Anwendungsfelder der nichtparametrischen Glättungsverfahren als beschreibende Standardmethodik findet man in der Epidemiologie (Modellierung von Luftschadstoffen; SHADDICK & ZIDEK (2015) und in den Gesundheitswissenschaften (Versorgungsforschung; SÄFKEN (2015) sowie der Energieversorgung (PIERROT & GOUDE (2011). Unserem Thema am nächsten kommen Beispiele ökologischer Forschung (Forstwissenschaften: BURGGRAEF et al. 2017); ökologische Grundlagenforschung: HEWARD et al. 2018; phytologische Reaktionen auf die Klimaerwärmung: WALTERS et al. 2013), Umweltgutachten (Gefährdungsanalyse: IBL UMWELTPLANUNG GMBH et al. 2013 - 2017) und insbesondere Bestandsschätzungen (SCHWEMMER et al. 2019).
In das Modell werden weitere raum-zeitliche Effektvariablen einbezogen. Als solche zusätzlichen Effektvariablen oder Kovariablen nutzen wir konsequent, und mit diesen zusätzlichen Daten erstmalig, die saisonal gemittelten Wettervariablen Lufttemperatur, Niederschläge und Sonnenscheindauern. Diese Hineinnahme von Wettervariablen in die Trendanalyse ist zum einen schlicht damit begründet, dass solche Daten nun für lange Zeiträume und in der Fläche für derartige Vorhaben zu Verfügung stehen (→ DWD, Climate Data Centre). Weit wichtiger ist ihre Nutzung für die Einhaltung zeitgemäßer wissenschaftlicher Standards. Wir erwarten einige interessante Zusammenhänge der Individual- und der Populationsentwicklung mit meteorologisch - klimatischen Rahmenbedingungen. Außerdem tragen wir dem Faktum der Klimaveränderung Rechnung. Die Verwendung jahreszeitlicher Durchschnittswerte dieser Wettergrößen dient dabei zum einen der statistischen Kontrolle der Populationsschwankungen durch Wettereinflüsse und zum anderen der möglichen Erkennung von Effekten durch klimatisch getriebene Populationsänderungen. Dazu werden zu jeder Beobachtungsmeldung, ihrem Datum und Verortung auf einem bestimmten Messtischblatt, die betreffenden ortsspezifischen saisonalen Jahresmittelwerte des Deutschen Wetterdienstes (DWD 2019) zu dem jeweiligen Datensatz hinzugefügt, so dass pro Beobachtungseinheit ein um diese Wetter- bzw. Klimawerte erweiterter Datensatz entsteht. Die Möglichkeit einer teilweisen “Überanpassung” des statistischen Modells durch die Berücksichtigung von mehreren Wetter-/Klima-Variablen nehmen wir in Kauf, auch wenn diese Fälle wegen der im Modell eingebauten Mechanik der Variablen-Selektion („shrinkage” und „Kreuzvalidierung”) selten auftreten sollten. Unser hauptsächliches Anliegen sind die Trendverläufe mit dem gewünschten Nebeneffekt, dass wir mögliche, bisher unentdeckte Hinweise auf Effekte durch die Wetter-Variablen mitlaufen lassen. Im Online-Verzeichnis stellen wir exemplarisch ein Trendmodell mit und ohne den Einschluss von Wetter-Variablen vor, um zu zeigen, dass die Trendkurven dadurch nicht grundsätzlich anders verlaufen (→ Online - Geschätzte Effekte der Wetter-/Klima-Variablen).
Die beobachteten Individuenzahlen je Beobachtungsjahr oder besser die daraus abgeleiteten Indexzahlen sind in unserer Fragestellung die primär interessierende Größe, die durch den Einfluss messbarer, häufig nicht-linearer Variablen mittels Regression beschrieben und interpretiert werden sollen. Die Indexzahlen mit einer definierten Festlegung auf das von uns gewählte Basisjahr 1990 (s. u.), bei dem der Index den Wert 1 oder 100 % bekommt, garantiert eine allgemeine Vergleichbarkeit der Zu- und Abnahmen des Trends, wie er im Alltagsleben beispielsweise als „Anstieg der Verbraucherpreise” oder dem „Aufwärtstrend des DAX” in einer definierten Zeitperiode allgemein geläufig ist. In analoger Weise betrachten wir vergleichend die Bestandstrends einzelner Schmetterlingsarten und auf höherer zusammengefasster Ebene den aggregierten Trend von Gruppen von Schmetterlingen wie z. B. den Kulturlandarten über einen definierten Zeitraum.

Technische Realisation mit R
Wir nutzen ein Verallgemeinertes Strukturiertes Gemischtes Additives Modell (GAMM) als Trendmodell, um Langzeitdaten von Schmetterlingsbeobachtungen zu beschreiben, die zeitveränderlichen Einflüssen und diesem Prozess

6995 Pieris brassicae

(Linnaeus, 1758)

Großer Kohlweißling / Large White

Lebensräume

In weiten Teilen des Offenlandes, auch auf manchen Agrarflächen, ist *P. brassicae* jahrweise noch recht zahlreich zu beobachten. Dort kommen im Wesentlichen Kulturen mit unterschiedlichen Kohlsorten als Entwicklungshabitate in Betracht. Auch in Gärten mit Gemüseanbau, darüber hinaus in Hochstaudenfluren an unterschiedlichen Rand- und Saumstrukturen, selbst in lichten Wäldern wird der Große Kohlweißling angetroffen.

Erste Stände (Ei, Raupe, Puppe)

In Gruppen mit bis zu 120 Eiern, in Form eines dichten Spiegels, werden diese auf der Blattunterseite abgelegt. Die Raupen leben an einer Vielzahl von Kulturpflanzen. Bevorzugt werden verschiedene Kohlarten (*Brassica*), Kapuzinerkresse (*Tropaeolum majus*) und mehrere andere Kreuzblütengewächse. Gelegentlich sind die Raupen der partiellen III. Generation noch bis zum Wintereinbruch zu beobachten. Diese gehen jedoch oftmals bei auftretenden Nachtfrösten, bevor es zur Verpuppung kommt, zu Grunde. Die Überwinterung erfolgt im Puppenstadium. Die frei an Pfählen, Steinen oder auch Mauern angesponnenen Gürtelpuppen können durchaus Temperaturen bis -40 °C überstehen.

Verbreitung und regionales Vorkommen

Der Große Kohlweißling ist in ganz Europa bis nach Fennoskandinavien im Norden verbreitet. Dieser Kulturfolger ist bei uns in allen Naturräumen anzutreffen. Offenland wird eindeutig bevorzugt. In höheren Lagen und dichten Wäldern ist er jedoch meistens seltener zu beobachten. Einige Verbreitungsschwerpunkte sind auch auf der Abb. 38 - Meldehäufigkeit) gut zu erkennen.

Abb. 37 - Großer Kohlweißling (*Pieris brassicae*)

Fig. 37 - Large White (*Pieris brassicae*)
Foto/Photo: D. ROBRECHT.

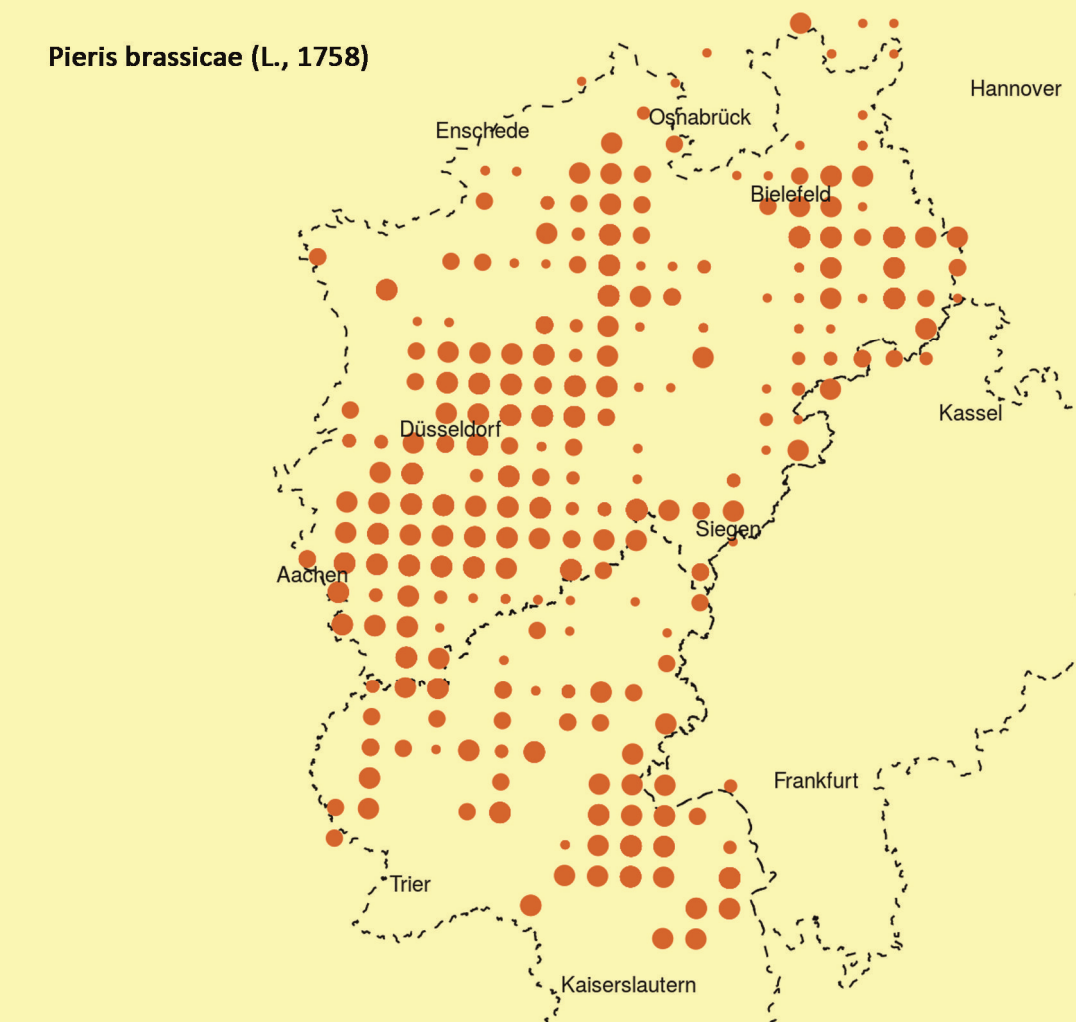

Abb. 38 - Meldehäufigkeit von *Pieris brassicae*

Fig. 38 - Observed counts of *Pieris brassicae*

Die in dieser Untersuchung dokumentierten Beobachtungshäufigkeiten repräsentieren die Verbreitungsschwerpunkte im Untersuchungsgebiet gut. In der zeitlichen Verteilung liegen uns Beobachtungszahlen über die volle Länge von 43 Jahren vor, jedoch nicht in vollem Umfang über alle Jahre und alle Messtischblätter. Es gibt räumliche und zeitliche Beobachtungslücken. Räumlich stützen wir uns auf die Beobachtungsmeldungen von insgesamt 163 von 428 Messtischblättern für die gesamte Zeitreihe. Die geringste Meldehäufigkeit ist einmal, die höchsten aufaddierten Meldetätigkeiten belaufen sich auf insgesamt 151 Meldungen nach Messtischblatt. Der Verteilungsschwerpunkt (Median) der räumlich bezogenen Meldetätigkeit liegt bei mindestens drei Meldungen, im Durchschnitt sind es 7.1 Meldungen pro Messtischblatt. Je Messtischblatt wurden in der gesamten Zeitreihe zwischen drei und 130 Beobachtungen gemeldet und in die InsectIS-Datenbank aufgenommen (Median 13, Ø 27 Beobachtungen).

Phänologie

Zur Beschreibung der sich alljährlich entwickelnden Falterpopulationen besitzen wir mit der im Trendmodell berücksichtigten Einflussvariablen „Beobachtungstag im Jahr (day in year)“ ein statistisch hoch signifikantes Kurvenprofil des Jahresganges der Flugzeit. Diese beschreibt die jährliche Entwicklung der Falterpopulation, und ist direkt aus den Beobachtungsdaten der über 40-jährigen Zeitreihe

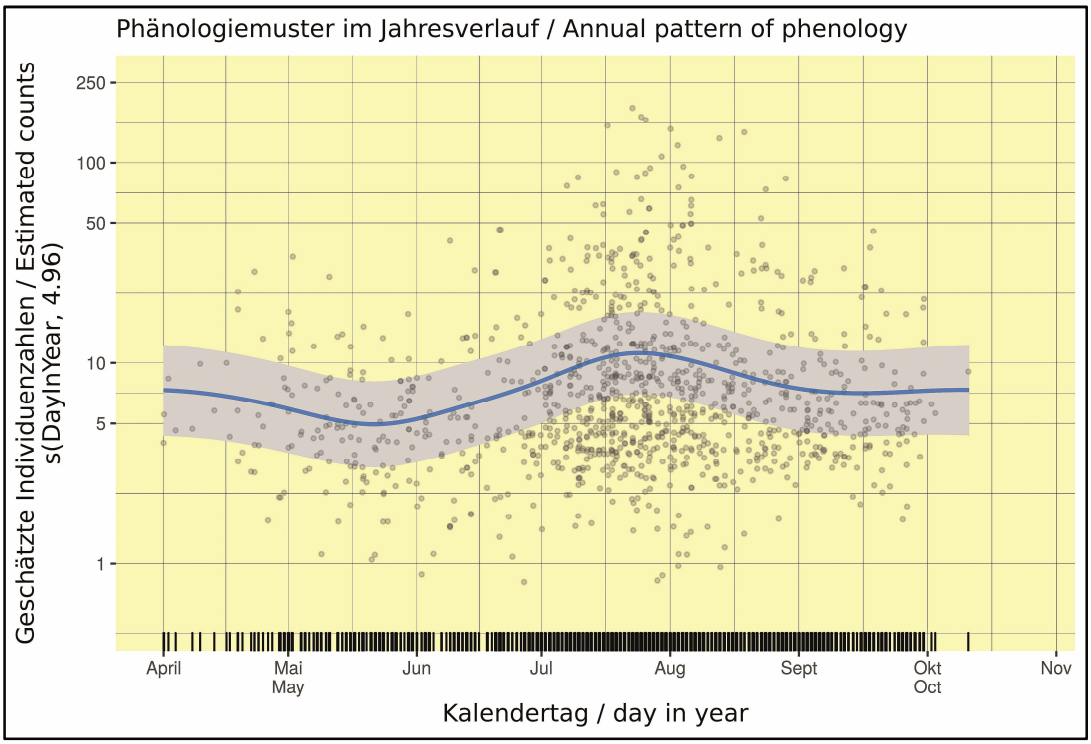

Abb. 39 - Phänologiemuster von *Pieris brassicae*

Fig. 39 - Pattern of phenology of *Pieris brassicae*

ableitbar. Die Abb. 39 - Phänologiemuster zeigt die bedingte Effektkurve dieser Variablen auf die Beobachtungszahlen von *Pieris brassicae*, wenn alle übrigen Einflussvariablen im Modell konstant auf ihrem Durchschnittswert gehalten werden. Die Kurve ist leicht wellenförmig, wobei der Wellenkamm Ende Juli / Anfang August die meisten Beobachtungen wiedergibt, abzulesen an den schwarzen Markierungen unterhalb der Glättungskurve an der X-Achse. Diese Kalendertage im Beobachtungsjahr assoziieren mit steigenden mittleren Beobachtungszahlen auf der Y-Achse. Im ersten Zeitabschnitt von Mai bis Ende Juni gibt es Beobachtungen mit geringeren Zahlen. Anfang Juli nehmen die Zahlen zu und haben gegen Ende Juli / Anfang August ihr Maximum. Dieser Effekt ist eindeutig als Verlauf der Phänologie der Population des Großen Kohlweißlings zu deuten.

Pieris brassicae fliegt in zwei aufeinanderfolgenden Generationen, wobei die II. Generation meist die individuenstärkere ist. In warmen Jahren kann auch noch eine schwächere III. Generation ab Mitte September bis Oktober hinzukommen (Abb. 39). Die 90 % - Vertrauensbänder umfassen statistisch eindeutig bestimmbare Phänologiespitzen in den Beobachtungswerten in Abhängigkeit vom Beobachtungsdatum, jedoch lassen sich die zwei- bis mehrbrütigen Generationen nicht abgrenzen.

Wetter- / Klima-Variablen

Die Assoziationen zwischen den Beobachtungszahlen und den Klima- bzw. meteorologischen Variablen sind im allgemeinen meist linear, nur schwach nichtlinear, oder sogar Null (horizontale Linie), d. h. letztere könnten aus dem Modell entfernt werden, da sie keinen messbaren Effekt zeigen. Wenn zusätzlich die Konfidenzbänder sehr breit sind, lassen sich kaum brauchbare Assoziationen begründen.

Folgende Assoziationen zwischen Wetter-Variablen und den Beobachtungszahlen sind signifikant und beachtenswert und sollen hier kurz besprochen werden. Einige signifikante Assoziationen, die nicht besprochen werden, fallen in die Kategorien „nichtlinear", „nahezu Null", oder haben breite Konfidenzbänder (→ Online - Geschätzte Effekte der Wetter-/Klima-Variablen).

Die Niederschlagsvariablen des aktuellen Sommers, des Sommers des Vorjahres und des Winters des Vorjahres zeigen gemeinsam signifikante Assoziationen mit den Beobachtungszahlen. Bei Gesamtniederschlägen von 100 bis 300 mm im Sommer steigen die

mittleren Beobachtungszahlen an, ab 300 mm nehmen sie ähnlich stark wieder ab. Der Effekt ist als glatte, leicht nach unten gewölbte Kurve erkennbar. Mit zunehmenden Winterniederschlägen des Vorjahres korrelieren ebenso zunehmende Beobachtungszahlen, der abnehmende nicht-lineare Bereich ist wegen geringer Beobachtungen zu vernachlässigen. Weiterhin nehmen die Beobachtungszahlen mit zunehmenden Niederschlägen im Sommer des Vorjahres ab. Ein sich überlagernder Effekt der Klimaveränderung mit zunehmenden Niederschlägen im Frühjahr, Herbst und vor allem im Winter ist nicht auszuschließen (→ Online - Geschätzte Effekte der Wetter-/Klima-Variablen).

Es ist auffällig, dass keine der Temperaturvariablen einen Effekt zeigt. Es ist also nicht unterscheidbar, ob Temperaturen und Niederschläge die beschriebenen Effekte in Kombination hervorrufen, jedenfalls sind die Beziehungen zwischen den Niederschlägen allein und den Beobachtungszahlen alles andere als klar. Wenn es ein optimales Niveau für Niederschläge gibt, unterhalb dessen es bei zu großer Trockenheit zu Bestandseinbußen kommt, oder bei zu hoher Feuchtigkeit beispielsweise die Larvenentwicklung beeinträchtigt ist, dann ist unser Modellansatz in Bezug auf diese Kovariation in seiner Aussagefähigkeit beschränkt. Folgerichtig lassen sich auch keine direkten Effekte der Klimaveränderung auf Populationen des Großen Kohlweißlings feststellen.

Ergebnisse der Trendanalyse

Die Datenbank enthält für den Großen Kohlweißling (*Pieris brassicae*) insgesamt 2.388 Beobachtungen, die sich auf die Messtischblätter wie in Abb. 38 (Meldehäufigkeit) dargestellt verteilen. Ohne die Extremwerte der Verteilung bleiben rund 48 % aller Daten (n = 1.156) für die Trendanalyse erhalten.

Abzüglich der Meldungen von einzelnen Individuen, liegt die geringste Anzahl Individuen pro Beobachtung/Meldung bei zwei Tieren, die höchste Anzahl Individuen pro Beobachtung beträgt 200 Tiere nach Kappung eines einzelnen Spitzenwertes. Der Median der Anzahl Individuen pro Beobachtung beträgt drei Tiere, der gerundete Durchschnitt liegt bei 7.1 Tieren pro Beobachtung. Entsprechend wurden rund 8.200 Individuen ausgewertet.

Mit den beiden Modellierungen des exponentiell geglätteten, nicht-linearen (smooth") und des linearen Trends („log-linear") der Indexzahlen der Zeitreihe lassen sich 47 bzw. 48 % in den Beobachtungszahlen erklären (→ Online-Tabelle - Modellschätzungen). Für den exponentiell geglätteten Langzeittrend und den log-linearen Trend bedeutet diese Zahl einen guten Erklärungs- bzw. Anpassungswert an die Beobachtungszahlen. Die Kurzzeitkomponente des Trends erzielt eine höhere Modellanpassung (78 %) auf Kosten breiterer Vertrauensintervalle der Schätzungen der Jahresindizes, da hier jedes Jahr als unabhängiger Faktor eingeht, die Jahresindizes im Ergebnis sehr deutlich schwanken können und die Langzeitentwicklung ausgeblendet bleibt.

Die Kurve des glatten Langzeittrends von 1975 - 2017 beginnt mit einem Index von ungefähr 1 im Jahre 1975, steigt in den folgenden fünf Jahren auf 2.5 an, wobei das Jahr 1979 den höchsten Indexwert zeigt, um in den folgenden fünf Jahren bis zum Jahr 1985 auf einen Tiefstand von etwa 0.6 abzunehmen. Die glatte Komponente des Langzeittrends passt die starken Fluktuationen der Anfangsjahre sehr gut an. Danach folgt eine schwache Bestandsschwankung mit geringer Bandbreite unterhalb des Referenzwertes Eins von 1990. An dieser Stelle ist das Vertrauensintervall der Definition nach Null. Die Art schwankt in den Jahren von 1975 - 1980 stark in den Bestandsmaßzahlen. Die 90 %-Vertrauensbänder für die Trendlinie sind von 1975 - 1985 etwas breiter, werden mit der gesteigerten Beobachtungsdichte ab 1990 und den geringeren Fluktuationen in den Jahresindizes insgesamt aber schmaler. Die Fluktuationen setzten sich nach 1990 mit kleiner Schwankungsbreite deutlich unterhalb des 100 %-Referenzwertes von 1990 fort, mit Tendenz zu weiterer Abnahme. Die relativ engen Vertrauensbereiche der geschätzten Trendkurve sprechen insgesamt für eine statistisch verlässliche Verlaufsschätzung der Bestände (→ Abb. 40). Ab dem Jahr 2006 nehmen die Bestandsindizes von Jahr zu Jahr kontinuierlich ab, und die Konfidenzbänder überdecken nicht mehr die 100 %-Referenzlinie. Damit nimmt der Langzeittrend dauerhaft, statistisch mit 10 %er Irrtumswahrscheinlichkeit signifikant unter den 100 %-Wert ab.

Die beiden Komponenten des geglätteten Trends (Langzeitmittel und Fluktuationen) bilden die jahreszeitlichen Schwankungen in den Bestandszahlen realistisch ab, sind jedoch in ihrer Dynamik nur relativ schwierig mit prozentualen Ab- bzw. Zunahmen zu kennzeichnen. Dies gelingt besser mit der Trendgerade durch die Schätzwerte der Jahresindizes (Abb. 41 - Log-linearer Trend). Die Gerade des log-linearen Trends vermittelt die langfristige systematische Veränderung des mittleren Index-Niveaus ähnlich dem „TRIM-Index", welche sich dann in Prozentänderung pro Jahr ausdrücken lässt.

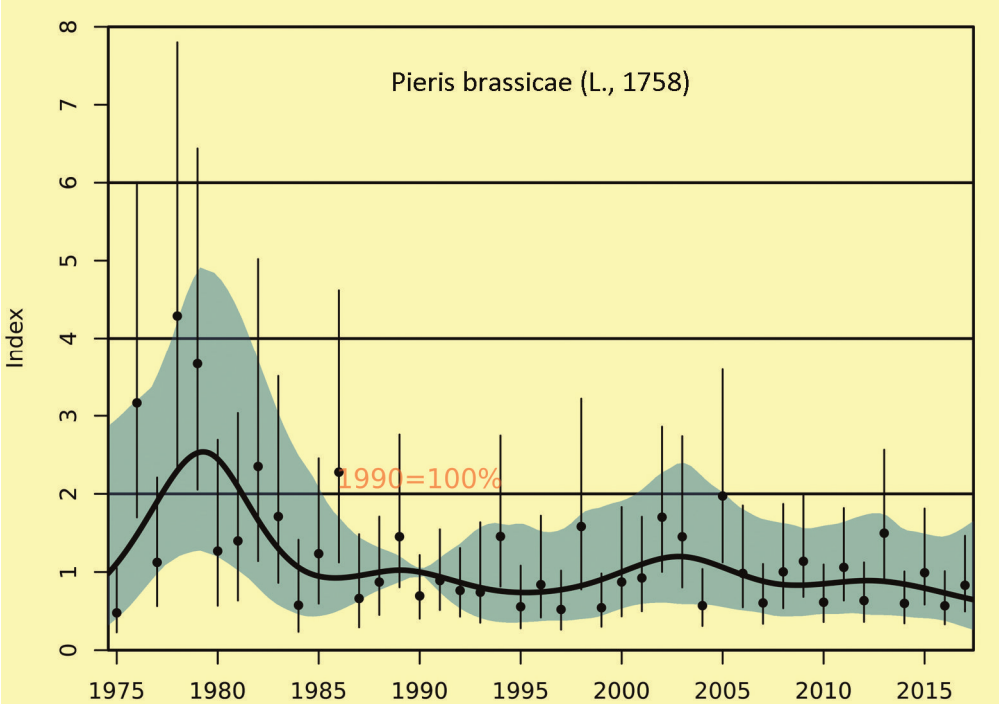

Abb. 40 - Geglätteter Langzeittrend von *Pieris brassicae*

Fig. 40 - Smoothed long-term trend of *Pieris brassicae*

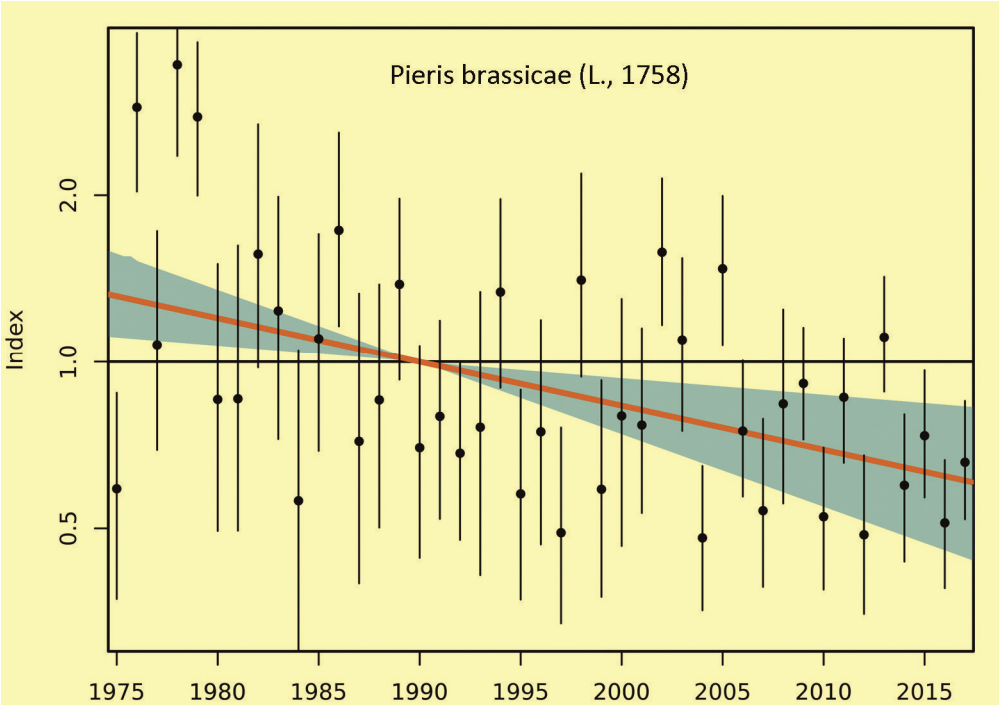

Abb. 41 - Log-linearer Trend von *Pieris brassicae* (halblogarithmisch)

Fig. 41 - Log-linear trend of *Pieris brassicae* (semi-logarithmic)

Der lineare Trend zeigt eine insgesamt signifikant abnehmende Tendenz. Die prozentuale Abnahme von 1975 - 2017 beträgt -54 % mit dem Vertrauensintervall [-74 %; -21 %]. In der Zeitperiode von 1975 - 1990 beträgt die durchschnittliche Abnahme -24 % [-38 %; -8 %], und ab 1990 - 2017 beträgt die Änderung -39 % [-58 %; -14 %] (Abb. 41). In jedem der betrachteten Zeitabschnitte sind starke negative Trends feststellbar, unabhängig davon, welcher Zeitraum berücksichtigt wird. Aus den Vertrauensintervallen (in eckigen Klammern), die negativ bleiben und die Null nicht enthalten, ist die statistische Signifikanz dieser abnehmenden Trends direkt ablesbar. Die jährliche Abnahmerate ist in der Vergleichenden Übersicht (Abb. 257) und in der Tabellenspalte („log-linear") als Koeffizient („nDate") in der Online-Tabelle zu finden (→ Online-Tabelle Modellschätzungen). In Großbritannien kommen FOX et al. (2015) für einen Zeitraum von 35 Jahren zu ähnlichen Abnahmen von *Pieris brassicae* (→ Abb. 257 - Vergleichende Übersicht; FOX). In den Niederlanden liegt die Zahl des Großen Kohlweißlings im Jahr 2017 mehr als 70% unter der Zahl der frühen 90er Jahre (VAN SWAAY et al. 2017).

Abgesehen von einer starken Schwankung mit deutlich unterschiedlichen Indexwerten in den Anfangsjahren der Zeitreihe passt der linearisierte Trend die Trendentwicklung gut an, unterschätzt wahrscheinlich das wahre Ausmaß der Abnahme. Ob es sich bei teilweise hohen Indexunterschieden in den Jahren von 1975 - 1980 um echte Populationsschwankungen beim Großen Kohlweißling handelt oder ob auch Stichprobenfehler eine größere Rolle spielen, müsste eine eingehendere Untersuchung klären, die hier im Standardtrendmodell nicht vorgenommen wird. Aus diesem Grunde sollte man zur Beurteilung der relativen Trendverläufe beide Trendanpassungen zu Rate ziehen.

Beobachtung, Ergebnis und Bewertung

Noch vor einigen Jahrzehnten konnten in manchen Jahren große Mengen an Tieren angetroffen werden. Damals traten öfter auch regionale Massenwanderungen mit Zehntausenden von Tieren in ganz Deutschland auf, schwerpunktmäßig aber in den norddeutschen Küstenregionen. Solche Beobachtungen kommen derzeit wohl nicht mehr vor. Vorwiegend sind es die Falter der II. Generation, die derartige Binnenwanderungen vornehmen.

Vorwiegend sind es die Falter der II. Generation, die derartige Binnenwanderungen vornehmen. Oftmals werden die Folgegenerationen dann von einem starken Parasitenbefall wieder erheblich reduziert, zum Beispiel durch den „Weißlingstöter" *Apanteles glomeratus*, einer kleinen Brackwespenart.

Unserer Auffassung nach haben die vermehrten Einsätze von Pflanzenschutzmitteln in den gemüseanbaugebieten erhebliche Anteil an den hier erstmals über ein halbes Jahrhundert wissenschaftlich unzweifelhaft dokumentierten erheblichen Bestandsrückgängen. Auch die Bekämpfungsmaßnahmen in den privaten Kleingartenanlagen, ja selbst in städtischen Einrichtungen wie dem botanischen Garten (s. z. B. Bielefeld) tragen mit zu den Bestandsrückgängen bei. Als katastrophal stellt sich das fehlende Nektarangebot in den übergroßen und monotonen Futtermittelanbauflächen sowie in den oft nektarlosen Blumen- und Staudengärten heraus.

Erhebliche Anteile an den Bestandsrückgänge, 54 % in der Zeit von 1975 - 2017, haben die vermehrten Einsätze von Pflanzenschutzmitteln in den Gemüseanbaugebieten.

Ökologisch ausgerichtete Anbaumethoden in den Gemüseanbaugebieten und ein grundsätzlicher Verzicht bzw. ein Verbot von Pflanzenschutzmitteln in Privatgärten, könnten den stetigen Abwärtstrend der Populationen des Großen Kohlweißlings unterbinden. Eine positive Trendwende und auch deutliche Zunahmen sind dadurch, wenn überhaupt, wohl nur langfristig zu erwarten.

Zusammenfassende Trendanalyse aller 37 Arten

Die Zusammenfassung aller hier besprochenen 37 Schmetterlingsarten beinhaltet folgende Schmetterlingsfamilien: elf Tagfalterarten (DIURNA), einschließlich eine Widderchenart (Zygaenidae), eine Kleinschmetterlingsart aus der Familie der Zünsler (Crambidae), vier Spinnerarten (Bombycoidea), sieben Spannerarten (Geometridae) und vierzehn Eulenfalterarten (Noctuidae).

Wir gehen davon aus, dass wir mit diesen weit verbreiteten Arten eine Stichprobe vorlegen, die meist nicht im besonderen Fokus der Lepidopterologen liegen. Diese Auswahl an Tag- und Nachtfaltern stellt in der Mehrzahl der Fälle keine besonderen Ansprüche an ihre Umwelt und sollte deshalb mit einer hinlänglich intakten Natur auskommen. Sie steht daher stellvertretend, als Repräsentant einer wichtigen Insektengruppe, für viele andere Arten der Kulturlandschaft. Sie ist deshalb besonders dafür geeignet, über Vorkommen und Häufigkeit ihrer Vertreter Schlüsse auf den Zustand und den Erhalt der natürlicher Lebensbedingungen und lebensnotwendiger Strukturelemente der be- und unbelebten Landschaft einer Region, in diesem Falle von Nordrhein-Westfalen und dem Rheinland, ziehen zu können.

Die zusammenfassenden Trendindizes

Der Gesamtindex kann als Indikator für die gesamte Auswahl der vorgestellten Schmetterlingsarten dienen: Er misst die Veränderungen aller einbezogenen Arten ungewichtet, d. h. aus der geometrischen Mittelwertbildung der Einzelindizes im Verhältnis zu dem Basis- oder Referenzjahr von 1990. Ein Rückgang des Gesamtindex um 10 % bedeutet, dass die relative Häufigkeit der in den Indikator einbezogenen Arten im Durchschnitt um 10 % zurückgegangen ist. Das bedeutet nicht unbedingt, dass auch jede Art um 10 % zurückgegangen ist, es bedeutet vor allem, dass die Gesamthäufigkeit der ausgewählten Arten um 10 % zurückgegangen ist.

Das Verlaufsprofil (der geglättete Trend) der geometrisch gemittelten Jahresindizes aller ausgewählten 37 Arten (Abb. 255 - Zusammenfassender nichtlinearer Trend - alle 37 Arten) im geglätteten Langzeittrend startet mit signifikant positiven Werten um die 120 % zu Beginn der Zeitreihe und nimmt dann wellenförmig bis zum Jahr 1985 auf das Basisniveau von 100 % ab, wo er bis 1990 verharrt. Ab 1990 folgt wieder in einer Wellenbewegung der Abschwung auf ein ungefähres Niveau von 90 % in den Jahren von 1995 - 2005. Ab 2005 wird der Trend signifikant negativ und fällt in einer Welle kontinuierlich bis zum Jahr 2017 auf nur noch knapp 75 % ab.

Der lineare Gesamtindex (composite index) der ausgewählten 37 Schmetterlingsarten zeigt im zusammenfassenden Trendverlauf insgesamt eine stark abfallende Tendenz (→ Abb. 2576 - Zusammengefasste Abundanzindizes - alle 37 Arten (log-linear) mit einer Rate von -0.011/Jahr. In prozentualen Änderungen bedeutet dies für die Periode von 1975 - 1990, eine mittlere Abnahme um -17 %, in der Periode von 1990 - 2017 eine Abnahme von -37 %. Über alle 43 Jahre berechnet, beläuft sich die durchschnittliche Abnahme auf -47 %. Diese de facto Halbierung in vier Dekaden ist für allgemein verbreitete und häufige Schmetterlinge des Kulturlandes eine dramatische Abnahme in fast der Größenordnung der Biomassenabnahme der Insekten wie in der Krefelder Studie zum Insektensterben (HALLMANN et al. 2017). Schaut man in die benachbarten Niederlande, so ist dort die Zahl der Schmetterlinge seit 1992 um etwa 40 % zurückgegangen (VAN SWAAY et al. 2017).

Jüngst haben in Scientific Reports Jan Christian Habel, Robert Trusch, Thomas Schmitt, Michael Ochse und Werner Ulrich ihre aktuellen Forschungsergebnisse zum Bestand von Schmetterlingen in dem süddeutschen Flächenland Baden-Württemberg vorgestellt (HABEL et al. 2019).

In der Pressemitteilung des Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe heißt es dazu:

„Es ist dies die erste flächendeckende Langzeitstudie, die Daten über die tagaktiven Schmetterlinge in Südwestdeutschland bis zurück in das 18. Jahrhundert nutzt. Ihr Ergebnis verfestigt das Bild, das bereits die Krefeld-Studie von 2017 zeichnete: Die Wahrscheinlichkeit, viele Individuen von vielen unterschiedlichen Schmetterlingsarten auf einem Spaziergang zu sehen, hat besonders in den letzten zwei Jahrzehnten deutlich abgenommen. ... Die aktuelle Studie belegt eine flächendeckende Reduktion der Häufigkeit der meisten Arten – ein Trend, der auch vor Naturschutzgebieten und extensiv genutzten Flächen nicht Halt macht, unabhängig von Nutzungsgrad und Nutzungsänderungen. ... Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass von den 163 untersuchten Arten bislang nur wenige vollständig aus dem südwestdeutschen Flächenland verschwunden sind ...“

Diese vergleichsweise geringen Aussterberaten und die somit relative Konstanz hinsichtlich der Artenzahl liegen jedoch daran, dass mit dem gesamten Bundesland eine große Fläche bearbeitet wurde, über die

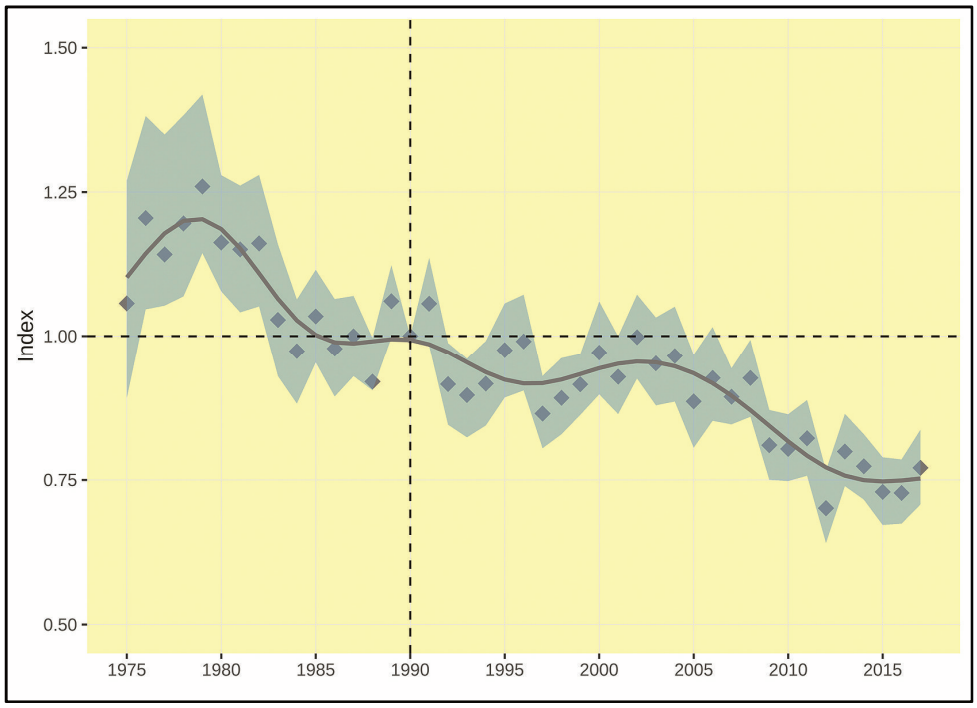

Abb. 255 - Zusammenfassender glatter Trend aller untersuchten 37 Arten

Fig. 255 - Composite smoothed trend for all the 37 species investigated

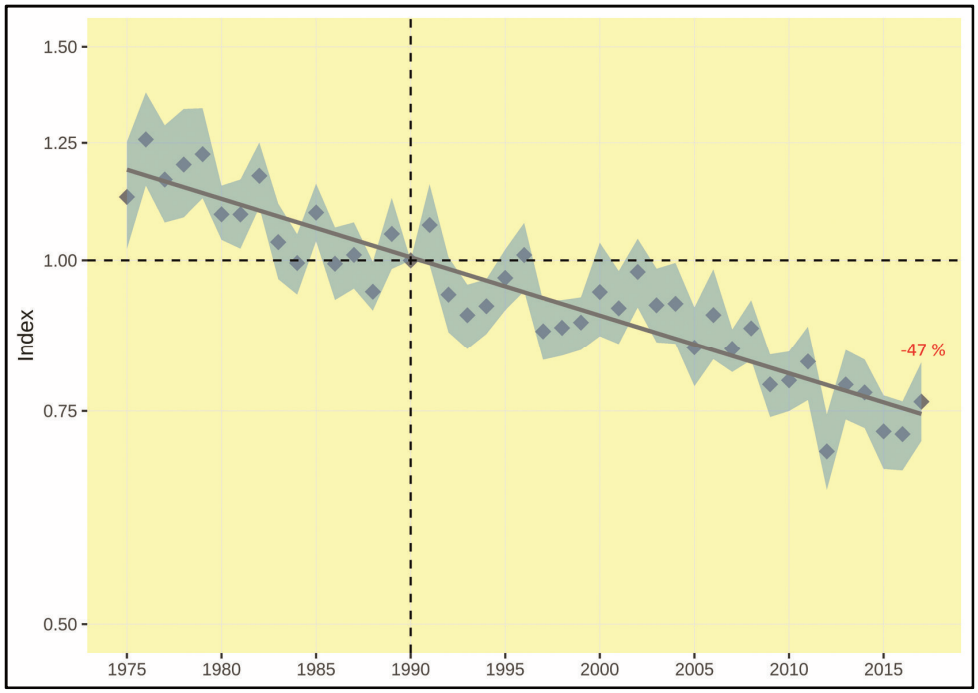

Abb. 256 - Zusammenfassender log-linearer Trend aller untersuchten 37 Arten (halblogarithmisch)

Fig. 256 - Composite log-linear trend for all 37 species investigated (semi-logarithmic)

verteilt eine Vielzahl von geschützten und intensiv gepflegten Schutzgebieten existiert. Nur deshalb sind bisher relativ wenige Arten verschwunden. Viele anspruchsvollere Arten überlebten jedoch lediglich in wenigen und dazu sehr kleinen und isolierten Populationen – noch! Die Häufigkeit der meisten Arten ist stark zurückgegangen. In anderen Worten: Die Wahrscheinlichkeit, viele Individuen von unterschiedlichen Arten zu sehen, hat besonders seit Mitte der 1950er Jahre stark abgenommen. Dieser negative Trend hat sich im Verlauf der letzten zwei Jahrzehnte nochmals drastisch beschleunigt, und das, obwohl in dieser Zeit (bedingt durch die Einführung des Natura 2000 Netzwerks) die Naturschutzanstrengungen der öffentlichen Hand sogar zugenommen haben (PRESSEINFORMATION 17.10.2019).

Beobachtung, Ergebnis und Bewertung

Ein weiteres Beispiel ist die Erfassung der Großschmetterlinge (ENTOMOLOGISCHER VEREIN KREFELD E.V., 2017) an 6 Standorten im Wahnbachtal (Nordrhein-Westfalen) von 1989 - 2014 (25 Jahre). Dort gingen die Artenzahlen um 22 % zurück und die Individuenzahlen waren sogar um 56 % rückläufig.

Publikationen aus Holland (VAN DYCK et al. 2009), Belgien (MAES & VAN DYCK 2001), Österreich (HUEMER 2016, 2017) und Großbritannien (CONRAD et al. 2006; ELLIS et al. 2012; FOX et al. 2006, 2011, 2013, 2015) beschreiben ebenfalls erhebliche Rückgänge bei den von uns bearbeiteten Schmetterlingsarten und insbesondere bei deren Individuenzahlen. In einer Meta-Studie beschreibt SCHÖPWINKEL (2017), dass zum Beispiel bei den Tagfalterarten, speziell in Nordrhein-Westfalen, fast 70 % ausgestorben bzw. bestandsgefährdet sind. In ganz Deutschland sind es derzeit knapp 42 %.

Vergleicht man nun die Rückgänge einiger Schmetterlingsarten, insbesondere die des Agrar- und Offenlandes (Feld und Flur), mit den dort vorkommenden Vogelarten (SCHNABEL 2017), dann ähneln sich die Populationsrückgänge bei den beiden Artengruppen recht deutlich. Die Gattungen des Feuchtgrünlandes und des Extensivgrünlandes sind davon außerordentlich betroffen. Auch von zahlreichen anderen Insektenfamilien, wie zum Beispiel Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea), sind auch dort negative Bestandsentwicklungen bekannt.

Im Unterschied zu den Entwicklungen in Feld und Flur, sind die an Gehölzen und an bestimmten Habitattypen gebundenen Schmetterlingsarten nicht so massiv von den Bestandsrückgängen betroffen. Es können bei einzelnen Arten teils stabile, teils leicht zunehmende Populationsindizes festgestellt werden. Ob sich entsprechende Entwicklungen kurz- bzw. langfristig fortsetzen bleibt abzuwarten.

Ein nicht geringes Ziel unserer politischen Intuitionen und letztlich eine Gesamtaufgabe unserer Gesellschaft ist es, negative Einflüsse auf den einzelnen, aber auch auf unseren Naturhaushalt abzuwenden. Deshalb ist sofort eine entschiedene Kehrtwende hin zu einen nachhaltigen Umgang mit den Naturressourcen und der Fauna und Flora hinzulegen! Hierbei gilt es, die Ursachen zu benennen, sie abzustellen und wirksame Gegenmaßnahmen zu ergreifen, die schnellst möglichst umgesetzt werden müssen. Diese Maßnahmen müssen konkret und rechtsverbindlich sein.

Wir haben uns daher dazu entschlossen, im nächsten Buchteil einige, durchaus selektive Vorschläge zu machen, die die aus unserer Sicht notwendigen Änderungen beispielhaft erläutern.

Nr.: Wissenschaftl. Name / No .: Spezies (species)	Deutscher Name	English name	unsere Studie our study	1975 - 2017	1990 - 2017	Conrad et al. 2006 1968 - 2002	Conrad et al. 2006 1968 - 2002	Fox et al. 2015 1976 - 2014
			change rate	%	%	change rate	%	%
	Tagfalter und Widderchen	**Butterflies and Moths**						
3998 Zygaena filipendulae[5]	Gemein. Blutströpfchen	Six-Spot Burnet	-0,0164	-50%	-36%			-
6973 Anthocharis cardamines[3,6]	Aurorafalter	Orange-tip	-0,0037	-14%	-9%			10%
6995 Pieris brassicae[3]	Großer Kohlweißling	Large White	-0,0183	-54%	-39%			-30%
6998 Pieris rapae[3]	Kleiner Kohlweißling	Small White	-0,0138	-44%	-19%			-25%
7024 Gonepteryx rhamni[4,6]	Zitronenfalter	Brimstone	-0,0179	-53%	-38%			1%
7034 Lycaena phlaeas[3]	Kleiner Feuerfalter	Small Copper	-0,0177	-52%	-38%			-37%
7163 Polyommatus icarus[3,5]	Gemeiner Bläuling	Common Blue	0,0035	16%	10%			-
7250 Aglais urticae[3,6]	Kleiner Fuchs	Small Tortoiseshell	-0,0015	-6%	-4%			-73%
7307 Pararge aegeria[6]	Waldbrettspiel	Speckled Wood	-0,0014	-6%	-4%			84%
7350 Maniola jurtina[3,5]	Großes Ochsenauge	Meadow Brown	-0,0017	-7%	-5%			1%
7415 Melanargia galathea[1,5]	Schachbrett	Marbled White	-0,01	-34%	-24%			50%
	Nachtfalter	**Moths**						
6241 Chrysoteuchia culmella[3,5]	Rispengraszünsler	Gard. Grass-Veneer	-0,0083	-29%	-20%	-	-	
7508 Drepana falcataria[4,6]	Heller Sichelflügler	Pebble Hook-tip	-0,0041	-36%	-25%	-0,02	-50%	
7527 Lomaspilis marginata[4,6]	Schwarzrandspanner	Clouded Border	0,0004	2%	1%	-0,004	-13%	
7542 Macaria liturata[4,6]	Viol. Eckflügelspanner	Tawny-barred Angle	0,0012	5%	3%	0,002	7%	
7613 Opisthograptis luteolata[4,6]	Gelbspanner	Brimstone Moth	-0,0096	-33%	-23%	-0,013	-36%	
7796 Ectropis crepuscularia[4,6]	Zack. Rindenspanner	The Engrailed	-0,0058	-22%	-15%	0,003	11%	
7824 Cabera pusaria[4,6]	Weißstirn-Weißspanner	Com. White Wave	-0,011	-37%	-26%	0,016	72%	
7836 Campaea margaritaria[4,6]	Perlglanzspanner	Light Emerald	-0,0028	-11%	-7%	0,007	27%	
8275 Epirrhoe alternata[1,5]	Graub.Labkrautspanner	Common Carpet	-0,0099	-34%	-23%	-0,004	-13%	
8750 Phalera bucephala[4,6]	Mondvogel	Buff-tip	-0,0059	-22%	-15%	-0,022	-53%	
9114 Protodeltote pygarga[5,6]	Waldr.-Grasmotteneul.	Ma. ed White Spot	0,0042	19%	12%	0,018	83%	
9449 Hoplodrina octogenaria[4,6]	Gelbbraune Staubeule	The Uncertain	-0,0145	-46%	-32%	0,002	7%	
9748 Apamea monoglypha[3,6]	Große Grasbüscheleule	Dark Arches	-0,0161	-49%	-35%	-0,009	-26%	
9786 Mesoligia furuncula[5]	Trockenr.-Halmeulchen	Cloaked Mino	-0,009	-32%	-22%	0,022	110%	
9789 Mesapamea secalis[3,6] / 9790 Mesapamea secalella[3,6]	Getreide-Halmeule / Kl. Getreide-Halmeule	Common Rustic / Lesser Com. Rustic	-0,0273	-68%	-52%	0,004	15%	
9985 Ceramica pisi[2,5]	Erbseneule	Broom Moth	-0,0063	-16%	-11%	-0,041	-76%	
10006 Mythimna impura[5]	Stumpfflügel-Graseule	Smoky Wainscot	-0,0044	-17%	-11%	0	0%	
10044 Orthosia cerasi[4,6]	Gemeine Kätzcheneule	Common Quaker	-0,0176	-52%	-38%	0,006	23%	
10086 Ochropleura plecta[3,5,6]	Hellrandige Erdeule	Flame Shoulder	-0,0244	-64%	-48%	-0,001	-3%	
10093 Diarsia rubi[5,6]	Rötliche Erdeule	Small Square-spot	-0,0223	-72%	-56%	-0,052	-84%	
10096 Noctua pronuba[3,5,6]	Hausmutter	L. Yellow Underw.	-0,0201	-57%	-42%	0,025	132%	
10348 Agrotis exclamationis[3]	Gemeine Graseule	Heart and Dart	-0,039	-81%	-65%	-0,031	-66%	
10351 Agrotis segetum[2,3]	Saateule	Turnip Moth	-0,0102	-35%	-24%	-0,032	-67%	
10372 Colocasia coryli[4,6]	Haseleule	Nut-tree Tussock	-0,0002	-1%	-1%	0,015	66%	
10566 Spilosoma lutea[1,3]	Gelbe Tigermotte	Buff Ermine	-0,0175	-52%	-38%	-0,037	-72%	
10567 Spilosoma lubricipeda[1,3]	Weiße Tigermotte	White Ermine	-0,0218	-60%	-45%	-0,041	-76%	

1 = Arten des Grünlandes, 2 = Arten des Ackerlandes, 3 = Arten des Offenlandes gesamt, 4 = Arten die an Gehölzen zur Entwicklung kommen, 5 = Arten mit Habitatbindung, 6 = Arten der Wälder (Ränder und Säume).

Abb. 257 - Vergleichende Übersicht
zu jährlichen Zu- und Abnahmeraten und -prozenten von Populationsindizes von Schmetterlingsarten über längere Zeiträume

Fig. 257 - Comparative overview
of annual rates and percentages of increase and decrease of population indices of lepidopteran species over longer time series.

Teil 2

Einleitung

Großer und Kleiner Kohlweißling, der Kleine Fuchs oder die Hausmutter gelten vielerorts immer noch als bekannte Schmetterlinge, weil sie fast überall im Lande zu sehen sind. Sie sind gaukelnde Botschafter der Farben- und Formen unserer vielfältigen Insektenwelt. Wie wir auf den fast 300 vorangegangenen Seiten gesehen haben, fliegen sie in immer geringer werdenden Zahlen, was auch „Nicht-Entomologen" auffallen muss. Den Schmetterlingen ergeht es nicht anders als den noch vor einem halben Jahrhundert fast überall häufigen Vögeln in Feld und Flur wie Star, Feldlerche, Mehlschwalbe und Haussperling.

Im ersten Teil haben wir Wert auf eine fachwissenschaftliche Grundausrichtung gelegt, um die Verläufe der Populationstrends zu dokumentieren. Im zweiten Teil zeigen wir die aus unserer Sicht wichtigsten Gründe für die Rückgänge vieler Schmetterlingspopulationen auf. Beide Teile des Buches stehen der Intention und dem Stil nach für sich und können natürlich auch unabhängig voneinander gelesen werden. Im ersten Teil werden dringend benötigte Trendanalysen ausgewählter häufiger Schmetterlinge für eine Zeitspanne von über 40 Jahren präsentiert, die herkunfts- oder flächenbezogen, d. h. Messtischblattgenau und unter Berücksichtigung von klimatischen Faktoren für Nordrhein-Westfalen ausgewertet werden. Im zweiten Teil wollen wir aus Sorge um die Populationen unserer Schmetterlinge auf das Ursachengeflecht eingehen, das nach unserer Meinung für die beschriebenen Rückgänge verantwortlich gemacht werden muss. Wir stellen persönliche Meinungen, Vorschläge und konkrete Verbesserungs- und Lösungsvorschläge zum Bestandsschutz vor und werden diese genauer erläutern.

Motivation

Alle drei Autoren konnten in ihrer Kindheit bzw. Jugend praktische Erfahrungen im ländlichen Raum und in der Landwirtschaft erwerben. So wuchs ein Autor auf dem elterlichen, kleinbäuerlichen Nebenerwerbsbetrieb auf, ein anderer wohnte lange auf einem Bauernhof und erlebte die alltäglichen Arbeitsprozesse hautnah mit. Der dritte Autor arbeitete als junger Erwachsener ein Jahr als landwirtschaftlicher Gehilfe in einem familiengeführten Milchvieh- und Kälbermastbetrieb im Bergischen Land. Auch hatte er wegen enger verwandtschaftlicher Beziehungen in die ehemalige DDR Einblicke in die sozialistischen Land- und Bodenreformen. Die beiden großen Kollektivierungswellen machten nach der Wende die perfekte private Übernahme der ehemaligen Landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften (LPG) durch agroindustriell wirtschaftende Großbetriebe erst möglich.

Wir kamen also alle schon seit frühester Jugend in Kontakt mit Landarbeit, Landschaft, Feld und Wald und erlebten damals schon das Spannungsfeld zwischen Landwirtschaft und Natur. Daraus entwickelte sich neben dem besonderen Naturbewusstsein auch ein Gespür für die Sachzwänge der in der Landwirtschaft arbeitenden Menschen.

Natürlich wissen auch wir um den relativen Bedeutungsverlust des Naturschutzes gegenüber dem Umweltschutz und dem Tierschutz im gesellschaftlichen Diskurs. Dem Umweltschutz, der in erster Linie dem Menschen dienen soll, wird die oberste Priorität zugeordnet, gefolgt vom Tierschutz, der das Tierwohl der in menschlicher Obhut lebenden Tiere - gefühlt mehr das der Haustiere als jenes der Nutztiere - zum Ziel hat. Beide haben es mit dem Grundgesetzartikel 20a zu Staatszielen gebracht, während die Natur und die Arten weiterhin „nur" gesetzlich geschützt bleiben (→ HUPKE 2015). Deshalb ist es wichtiger denn je, wirksame und effektive Maßnahmen gegen den Verlust der natürlichen Lebensräume und Artenvielfalt zu ergreifen. Auf der Grundlage der im ersten Teil dargestellten Trendergebnisse, die übereinstimmend insgesamt abnehmende Bestände bei ehemals häufigen „Kulturlandarten" belegen, diskutieren wir die damit im Zusammenhang stehenden Eingriffe in das Landschaftsgefüge, die aktuellen Nutzungssituationen in Landwirtschaft, Land- und Stadtentwicklung sowie durch Verkehr und die fortschreitenden Klimaänderungen. In dem Bewusstsein, dass Wirkursachen mit der Trenddokumentation nicht direkt ermittelt, sondern nur abgeleitet werden können, wollen wir die unseres Erachtens nach gravierendsten Fehlentwicklungen aufzeigen und entsprechende Lösungs- und Verbesserungsvorschläge unterbreiten.

Schließlich - auch wenn wir einige Fehlentwicklungen in unserer Gesellschaft weniger, andere dafür mehr in den Fokus nehmen werden - es ist unser aller Lebensweise, die sämtlich angesprochenen Problemlagen mitbefeuert! Und als aufrüttelnder Appell gedacht: Jeder einzelne sollte sich fragen, welchen Anteil er daran hat und was er persönlich im Alltag zu ändern bereit ist!

Klima

Klimaänderungen

Man bezeichnet den offenkundigen Anstieg der Durchschnittstemperaturen der erdnahen Atmosphäre, genauer der Troposphäre, in welcher sich der Großteil des Wetters abspielt, sowie der Ozeane, der mit der beginnenden Industrialisierung vor ungefähr 150 Jahren einsetzte, als „globale Erderwärmung". Im Mittelpunkt stehen als Hauptverursacher der globalen Klimaänderung die Treibhausgasemissionen. Diese steigen trotz aller Appelle und internationaler Vereinbarungen unvermindert an. Dieser anthropogen bedingte Klimawandel stellt die belebte Natur vor existenzielle Herausforderungen und macht den Schutz der Biodiversität zu einer Herkulesaufgabe. In Mitteleuropa, das zum allergrößten Teil der gemäßigten Klimazone zugerechnet wird, und auch in Deutschland sind die Auswirkungen der Klimaänderung vielfach erkennbar. In den letzten Jahrzehnten sind die Winter deutlich wechselhafter geworden. Besonders fällt auf, dass Kälteperioden, also mehrwöchige Intervalle mit Schnee und strengem Frost (Eistage), nicht wie üblicherweise im Dezember und Januar/Februar auftreten, sondern vermehrt in den März oder sogar den April fallen können. Das kann zum Beispiel im Frühjahr zu Frostschäden bei der Obstbaumblüte und im Weinbau führen. Andererseits sind jahrweise schnelle Temperaturanstiege im Frühjahr, einhergehend mit längeren Trockenheitsphasen auffällig. Im Sommer treten in weiten Teilen Mitteleuropas vermehrt Stürme in ungewöhnlicher Orkanstärke oder sogar als Wirbelstürme (Tornados) auf, begleitet von regional heftigen Gewittern mit Starkniederschlägen.

Von den Klimaänderungen betroffene Arten

Permanent wechselnde, extreme Wetterbedingungen, wie z. B. milde und niederschlagsreiche Winter, andererseits schneearme Winter mit langen, strengen Frostperioden, nasskalte Frühjahre, trockenwarme Frühjahre, heiße und niederschlagsarme Sommermonate, regenreiche und kühle Sommermonate, ausgesprochen milde Herbstmonate mit sehr spät einsetzenden Nachtfrösten usw., können erhebliche Einflüsse auf die Ausmaße der Populationsentwicklungen nehmen.

Aktuelle Prognosen der zukünftig zu erwartenden Veränderung der regionalen Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse gehen für Nordrhein-Westfalen im Flächenmittel von einer weiteren Temperaturerhöhung und einer Abnahme der Niederschlagsmengen in den Sommermonaten sowie einer Zunahme der Niederschlagsmengen im Winter aus. Die Regenereignisse verschieben sich also zunehmend vom Sommer auf den Winter. Dabei bleiben die durchschnittlichen Jahresniederschlagsmengen in etwa gleich bzw. steigen um wenige Prozent. Es bilden sich aber regional und saisonal stärkere Ungleichgewichte in den Niederschlagsmengen aus, d. h. die Streuung um die Niederschlagsmittelwerte wird größer. Weiterhin wird prognostiziert, dass die Häufigkeit von Extremereignissen wie Stürmen in Orkanstärke, Starkregenfällen, Hagelschauern und Dürreperioden zunehmen wird (aus waldwissen.net: SPEKAT et al. 2007; MUNLV NRW 2009.

Viele Organismen haben beschränkte Anpassungskapazitäten an sich ändernde lokale und regionale Umweltbedingungen. Folgende Eigenschaften beschreiben die Möglichkeiten der Anpassung von Individuen und Populationen:

1) Sie besitzen eine mehr oder weniger ausgeprägte phänotypische Plastizität. Darunter fallen physiologische Änderungen, bei wechselwarmen Tieren wie den Insekten z. B. ein veränderter Stoffwechsel und Einflüsse auf die Reproduktion oder die Mortalität sowie plastische Verhaltensänderungen durch die Änderungen von Temperatur und Wasserverfügbarkeit.
2) Sie reagieren adaptiv innerhalb bestehender genetischer Reaktionsnormen z. B. mit differenzierten Generationsfolgen.
3) Bei einigen Arten mit hoher Migrationsneigung kann es zu Arealverschiebungen bzw. zu -erweiterungen kommen; dies betrifft aber nur wenige, meist sehr mobile Arten. Im umgekehrten Fall bei nur geringer Ausbreitungskapazität und hoher ökologischer Spezialisierung, droht das lokale und regionale Aussterben.

Für Tagfalter werden klimainduzierte Areal- und Phänologieveränderungen sowie direkte Zusammenhänge der Abundanzdynamik mit einzelnen Klimafaktoren beschrieben (z. B. SETTELE et al. 2008, PARMESAN et al. 1999). Für Mitteleuropa schätzen THOMAS et al. (2004 das regionale Aussterberisiko aufgrund von Klimaänderungen in einer Stichprobe von 1.000 Tier- und Pflanzenarten bis zum Jahr 2050 auf einen Prozentsatz von 15 - 37 % der berücksichtigten Arten ein.

Klimagetriebene Reaktionen von Schmetterlingen lassen sich auf der Ebene der Artvorkommen untersuchen, indem Veränderungen in der Verbreitung analysiert werden. SETTELE et al. (2008) lieferten

Industrielle Landwirtschaft

Es scheint ein Bedürfnis der etwas Älteren zu sein, einen wehmütigen Blick zurück in die Zeiten der Kindheit und Jugend zu werfen: Nach einem langen, kalten, oft auch schneereichen Winter kehrte im April oder auch schon mal im März neues Leben in die Feldflur zurück. Feldlerchen stiegen trillierend in den blauen Äther auf, Bussarde und Milane kreisten, Feldhasen tummelten sich an Feldrainen und auf grasigen Wirtschaftswegen. Das leuchtende Violett der Veilchen und andere Blütenpflanzen lockten die ersten Hummelköniginnen an und waren ein eindeutiges Zeichen für die Wiederkehr des Frühlings. Es war auch die Zeit der Felderbestellung für die Bauern. In heutiger Zeit werden dazu allerdings keine Rösslein mehr angespannt, sondern leistungsstarke Zugmaschinen. Die ständig verbesserte Landmaschinentechnik, Mineraldünger, Pflanzenschutz und zahlreiche weitere Errungenschaften führten zu einer Vereinfachung der Bewirtschaftung. Damit einher ging ein tiefgreifender Strukturwandel in der Landwirtschaft, der letzten Endes dazu führte, dass viele seit Jahrhunderten oder gar Jahrtausenden in der Feldflur angestammte Pflanzen und Tiere verschwanden. Gleichzeitig gehören auch die (Klein-) Bauern auf die Rote Liste.

Die treibende Kraft für die Zerstörung der biologischen Vielfalt in Deutschland und Europa ist die heute praktizierte, in großem Maßstab betriebene Landwirtschaft. Trotz Einsatz vieler Steuermilliarden werden die Ziele zum Erhalt der biologischen Vielfalt vielfach nicht berücksichtigt, geschweige denn eingehalten (WWF 2018).

Die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion lässt immer weniger Raum für natürliche Lebensräume und Lebensgemeinschaften, besonders auf den Anbauflächen und in deren Übergangs- und Randbereichen. Gleichzeitig verursacht die landwirtschaftliche Massenproduktion massive Schäden an unseren natürlichen Ressourcen und ist auch maßgeblich am Klimawandel beteiligt (MKUVLNV 2015). Der übermäßige Einsatz von Dünger und Agrarchemie belastet Gewässer und Böden. Giftstoffe wie Herbizide, Fungizide, Insektizide oder gar Rodentizide (zer-)stören das ökologische Gleichgewicht vehement. Immer verursacht eine falsche und intensive maschinenlastige Nutzung auch eine Verdichtung der Böden. Es kommt zur schleichenden Zerstörung des Ökosystems Boden. Die Folgen sind neben verstärkt auftretenden Erosionsereignissen durch Wind und Wasser Störungen der Wasserzügigkeit (Unterbrechung von Kapillareffekten). Das führt letzten Endes zu einer Abnahme der natürlichen Bodenfruchtbarkeit, die in einer Destruktion des Ökosystems Boden resultiert (WWF 2019).

In einigen ostdeutschen Ländern zeigen sich alarmierende Strukturentwicklungen im ländlichen Bereich. Überregionale, teilweise branchenfremde Finanzinvestoren kaufen sich bei Agrarbetrieben ein und übernehmen zunehmend wirtschaftlich gesunde Betriebe. Dabei umgehen sie, meist über Anteilskäufe, die durch Lücken im Bodenrecht der Länder erst ermöglicht werden, das Vorkaufsrechts der Landwirte. Der Deutsche Landwirtschaftsverlag schreibt dazu Online: „*Nachdem viele landwirtschaftliche Betriebe auch mit Hilfe erheblicher öffentlicher Transferleistungen saniert worden seien, würden nun bei der Umwandlung regional verankerter landwirtschaftlicher Unternehmen in Filialbetriebs-Konzerne Arbeitsplätze und Wertschöpfung aus den Regionen abgezogen. Damit besteht laut Bundesregierung die Gefahr, dass umfangreiche staatliche Mittel, die seit der Wiedervereinigung zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit eigenständiger landwirtschaftlicher Betriebe und damit zur Stabilisierung ländlicher Regionen investiert wurden, das mit ihnen verfolgte Ziel verfehlen*" (AGRARHEUTE 2018).

Die Bundesländer müssen jetzt und endgültig diese Regulierungslücke im Bodenrecht schließen, damit das Vorkaufrecht der Bauern wieder durchgesetzt wird und der Boden nicht noch mehr zum Spekulationsobjekt verkommt.

Die Landwirtschaft als größter Landnutzer, mit derzeit über 50 % der Gesamtfläche Deutschlands bzw. rund 48 % der Gesamtflächen in NRW und insbesondere die Intensivlandwirtschaft sollte sich dringend Gedanken darüber machen, wie sie zeitnah und auch zukünftig sinnvolle Änderungen an den jetzigen Nutzungsstrukturen vornehmen kann.

Grundsätzlich ist hierfür ein generelles Umdenken in der jetzigen Landwirtschaft erforderlich. Es bedarf einer sofortigen Umkehr, weg von der konventionellen (industriellen) hin zur stärker ökologisch orientierten Landwirtschaft. Das bedeutet jedoch nicht, dass alle Landwirte ab sofort nach den Vorgaben und Richtlinien der biologischen Landwirtschaft produzieren sollten. Denn: Die erforderlichen Änderungsprozesse dürfen nicht einseitig zu unzumutbaren finanziellen Belastungen für die Erzeuger führen. Dann kämen nämlich nicht nur auf die Landwirte, sondern auch auf die Verbraucher einige einschneidende Veränderungen zu. Stattdessen benötigen wir in Europa und auch in Deutschland unbedingt ein neues

und anderes Leitbild für unsere Landwirtschaft, das auch politisch gefördert werden muss.
Die industrielle Landwirtschaft in der EU erzeugt reichlich zu billige Nahrung. Das führte dazu, dass in den reichen Ländern die (klein-)bäuerliche Landwirtschaft weitgehend zerstört wurde und die ärmeren Länder in ein ungerechtes Handelssystem gedrängt wurden. Die Kostenanteile vor allem zwischen Erzeugern und den Handelsketten bedürfen einer gerechteren Austarierung und müssen sich zukünftig wieder deutlich zum Vorteil des nachhaltigen Erzeugers verschieben.

Das Höfesterben geht unaufhörlich weiter

Seit dem Ende des zweiten Weltkrieges unterliegen alle landwirtschaftlichen Erzeugerbetriebe in Mitteleuropa einem drastischen Strukturwandel. Bereits 1957 verankerten die Gründerstaaten der damaligen Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft (EWG) in den Römischen Verträgen Ziele und Aufgaben einer europäischen Agrarpolitik. Schon darin wurden den bäuerlichen Kleinbetrieben nur geringe Wettbewerbschancen eingeräumt. Wachstum und größere Produktivität standen im Vordergrund. Diese Ziele stehen seither in der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) und bei allen Förderprogrammen an vorderster Stelle. Viele Kleinbetriebe gaben seitdem auf oder konnten nur noch im Nebenerwerb betrieben werden. Seit den 1950er-Jahren ging die Zahl der Betriebe in Deutschland von zwei Millionen um 80 % auf unter 370.000 im Jahr 2015 zurück. Zugleich stieg die Produktionsfläche der verbleibenden Betriebe kontinuierlich an. Derzeit bewirtschaften nur 8 % die Hälfte der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland (jeweils mehr als 100 Hektar). Ernährte 1950 ein Landwirt mit seiner Ernte rein rechnerisch lediglich zehn Menschen, sind es mittlerweile bereits 142 (Stand: 2011)! Dieser gewaltige Produktivitätszuwachs hatte Folgen:
Überleben konnten nur die Landwirte, die ihre Kosten auf möglichst hohen Ertrag umlegen konnten. Vielerorts, begleitet von Flurbereinigungsverfahren, entstanden immer größere Monokulturen. Mehr und mehr Grünland wurde in Ackerflächen umgewandelt. Viele Strukturelemente der ursprünglichen Landschaften verschwanden.
Als Folge des „Ersatzes von Arbeit durch Kapital“ in den 1950er- und 1960er-Jahren wurde die Landwirtschaft in immer stärkerem Maße in den Prozess der Industrialisierung hineingezogen (Lutz 1986). Neuartige Fahrzeuge und Maschinen übernahmen die Arbeitskraft des Menschen. Kunstdünger wurde von Industriebetrieben hergestellt und intensiv eingesetzt. Das Saatgut wurde von großen Saatgutfirmen erzeugt und vorrangig vertrieben. Geschlachtet wurde fortan nicht mehr in (Land-)Metzgereien oder lokalen Schlachthöfen, sondern zunehmend in großen Schlachtfabriken. Pflanzliche und tierische Produkte gingen direkt in die industrielle Verarbeitung. Große Lebensmittelkonzerne und Handelsketten bestimmen seitdem den Weg zum Endverbraucher. Die Landwirtschaft als Erzeuger der Produkte wurde zum Verlierer. Die traditionelle bäuerliche Landwirtschaft, die noch eigenes Saatgut vorhielt oder eine Dreifelder-Wirtschaft betrieb, die Felder mit den Exkrementen der eigenen Tiere düngte und ihr Getreide vor Ort mahlen ließ, wurde verdrängt. Industriell betriebene Landbewirtschaftung steht folgerichtig in direktem Zusammenhang mit der Entstehung von Schlachtfabriken und mit der Verdrängung der kleinbäuerlich strukturierten, ökologisch verträglicheren Bewirtschaftung des Landes. Dieser politisch gewollte Ablösungsprozess führte letztlich zur Homogenisierung von Landschaftsstrukturen und zur Vernichtung von natürlichem Lebensraum für Tiere und Pflanzen. Und zu alledem begann die Zeit der neuartigen Pflanzenschutzmittel.

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft

Die Intensivierung der Bewirtschaftung und die Ausweitung der Anbauflächen haben die Rahmenbedingungen für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland drastisch verändert (→ Umweltamtbundesamt (UBA). So kommen in den großflächigen Monokulturen immer öfter und umfangreicher hochwirksame Breitband-Herbizide und Insektizide zum Einsatz. Bekämpft werden die gemeinhin im Feldbau als Unkraut bezeichneten wildwachsenden Stauden, Kräuter und Gräser sowie Schadinsekten. Unter diesen Begriffen werden in diesem Zusammenhang alle Pflanzen, außer die Angebauten und jedwede Insekten erfasst und somit unsinnigerweise als schädlich eingestuft. Drei Produktgruppen treten unter den Pestiziden besonders in Erscheinung: Glyphosat, 3.6-Dichlor-2-methoxybenzoesäuren (Dicamba) und Neonicotinoide. Sie zeigen ihre Wirkungen in einer für die Umwelt besonders tiefgreifenden Weise.
Bereits seit 1974 kommt das Pflanzenschutzmittel Glyphosat weltweit in großen Mengen bei der Unkrautvernichtung zum Einsatz. Es wird als sogenann-

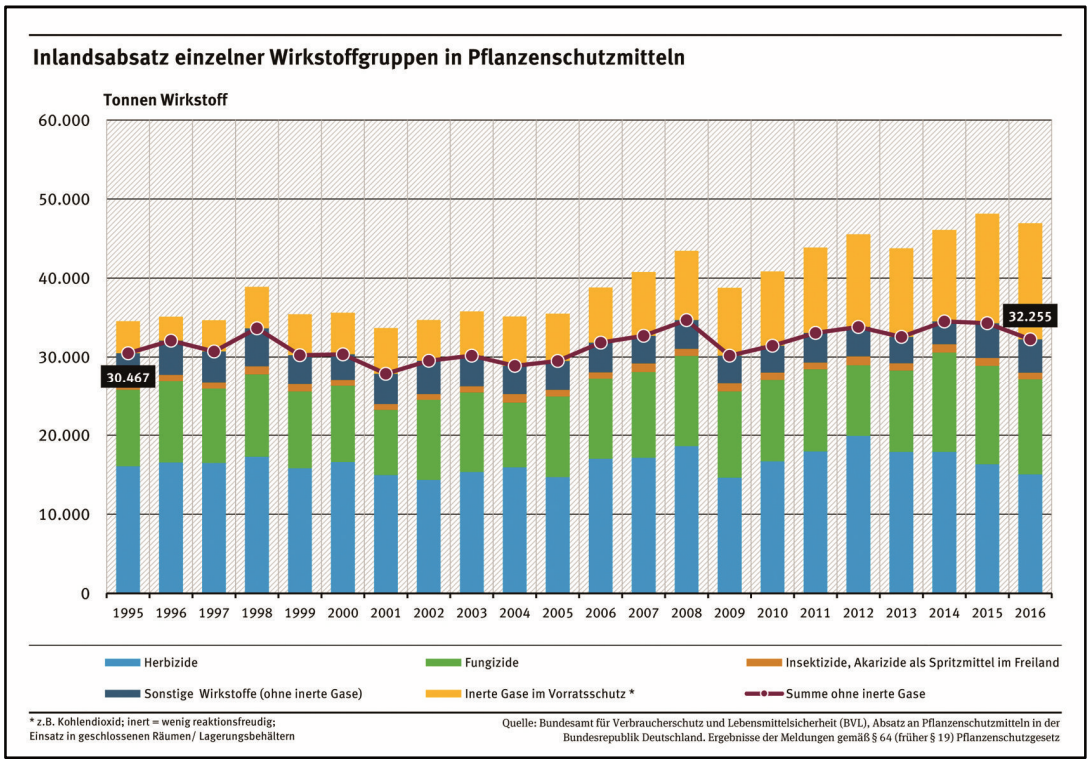

Abb. 258 - Inlandabsatz von Pflanzenschutzmitteln
(QUELLE: BMU-ONLINE)

Fig. 258 - Domestic sales of crop protection products in Germany
(Source: BMU-Online)

tes Totalherbizid von deutschen Landwirten im Regelfall zu drei verschiedenen Zeitpunkten angewendet. Vor oder unmittelbar nach der Aussaat, nach der Ernte und, neuerdings vermehrt, zur Reifebeschleunigung, bezeichnet als Sikkation, etwa im Getreide- und Kartoffelanbau. Rund 40 % der Ackerflächen werden derzeit bei uns so behandelt. Im Jahr 2014 wurden rund 5.300 Tonnen Glyphosat auf deutschen Äckern ausgebracht. Das sind rund 80 % aller bei uns eingesetzten Glyphosat-Erzeugnisse. Etwa 3 % werden in Privatgärten eingesetzt (→ Daten UBA 2018).

In der Öffentlichkeit nicht so bekannt wie Glyphosat, aber bereits seit 1967 vielfach von der Agrarwirtschaft sowie auf öffentlichen und privaten Grünflächen eingesetzt, ist das Herbizid 3.6-Dichlor-2-methoxybenzoesäure (Dicamba). Es wird auf Getreideanbauflächen, im Obstbau, auf Grünland und Rasenflächen gegen zweikeimblättrige Pflanzen eingesetzt. Viele der heutigen Dicamba-Präparate sind für den Einsatz gegen Unkraut auf Zierrasen, Nutzrasen und auf Grünstreifen an Straßenrändern zugelassen. Der Einsatz von Herbiziden in privaten und öffentlichen Freiräumen ist besonders fragwürdig. Auch deren Anwendungen auf Freizeitanlagen, z. B. Golfplätzen und Sonderanbauflächen, wie Weihnachtsbaumkulturen und Baumschulen, sind weitestgehend vermeidbar, ja sogar überflüssig. Baldige Ge- und Verbotsregelungen (Verordnungen) sind daher zwingend erforderlich.

Weiterhin kommt auf Acker- und Grünlandflächen eine Vielzahl von Insektiziden zum Einsatz. Besonders effektiv wirken die seit Anfang der 1990er Jahre zugelassenen Neonicotinoide. Sie lassen sich im Gegensatz zu anderen Insektizid-Gruppen auf vielfältige Weise ausbringen. Die meisten Neonicotinoide werden als Saatgut-Beizmittel, zur Blattbehandlung, sowie zur Bodenbehandlung eingesetzt. Etwa 60 % der Anwendungen entfallen auf Beizmittel und Bodenapplikationen. Neonicotinoide sind eine Gruppe von hochwirksamen Insektiziden. Es sind synthetisch hergestellte Wirkstoffe, die sich an die Rezeptoren von Nervenzellen binden und so die Weiterleitung von Nervenreizen stören (BOSTIAS et al. 2015, 2017; TSVETKOV et al. 2015; WOODCOCK et al. 2016). Diese

Störungen des Nervensystems, ausgelöst etwa durch Impulsblockaden oder Dauerreizungen führen letztlich zum Tod des Insektes. Die EU-Kommission schränkte mit der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 485/2013 vom 24. Mai 2013 die zulässigen Verwendungen für drei Neonicotinoide-Wirkstoffe ein. Die Pflanzenschutzmitteln Clothianidin, Imidacloprid und Thiamethoxam sind seit 2015 in der Freilandanwendung verboten. Sie wurden als Saatgutbeizmittel für Baumwolle, Mais, Zuckerrüben, Raps und andere Nutzpflanzen bis zum Verbot eingesetzt. Eine neue Studie der europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit EFSA (Februar 2018) bestätigt:„V*on Neonicotinoiden geht ein Risiko für Insekten aus*". Nun gilt es abzuwarten, inwieweit und wie lange diese Verbotsvorgaben der EU in allen Mitgliedsstaaten eingehalten werden oder überhaupt Bestand haben. So haben derzeit schon zahlreiche EU-Staaten für 2019 zeitlich begrenzte Notfallzulassungen für ihre landwirtschaftlichen Betriebe erteilt. Matthias Nuss in MÜLLER (2018): Loccumer Protokolle 63/2017 schreibt: *„Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln muss stärker als bisher als - ultima ratio - nach dem Schadschwellenprinzip erfolgen. Es ist a priori davon auszugehen, dass auch andere Pflanzenschutzmittel, erhebliche Auswirkungen auf die Artenvielfalt haben, weil sie funktional dafür gemacht sind, Leben zu töten".*Grundsätzlich gibt es nur eine Lösung: Ein generelles Verbot von allen Neonicotinoiden in Deutschland und europaweit. Es reicht nicht aus, sich wie bisher nur vorrangig auf den Bienenschutz zu konzentrieren. Auch Vertreter vieler weiterer Insektengruppen und die originären Bodenorganismen, die damit in Kontakt kommen, werden von diesem Nervengift erheblich geschädigt.

Umweltwirkungen von Pflanzenschutzmitteln

Neben den erwünschten Wirkungen birgt der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zahlreiche Risiken für die Umwelt und die biologische Vielfalt. So ist augenfällig: Während der Absatz von Pflanzenschutzmitteln in den letzten Jahren in der EU weiter angestiegen ist, nimmt die Biodiversität in der Agrarlandschaft umgekehrt proportional weiter ab.

Pflanzenschutzmittel wirken toxisch auf Schadorganismen. Allerdings ist die Wirkung der meisten Mittel nicht auf eine Zielgruppe beschränkt. Es können auch andere Wirbeltiere, Wirbellose und Pflanzenarten geschädigt werden.

So lässt es sich zum Beispiel, wenn Glyphosat auf einer bestimmten Fläche ausgebracht wird, kaum vermeiden, dass Spuren davon auch auf benachbarte Äcker gelangen. Je nach Anwendungsmethode und Windverhältnissen können angrenzende Gebiete so massiv in Mitleidenschaft gezogen werden. Nach einer neuen Studie (MOTTA et al. 2018) kann Glyphosat bakterielle Symbionten von Tieren beeinflussen, die z. B. wie Wildbienen und von Imkern betreute Honigbienen als Bestäuber in der Nähe von landwirtschaftlich genutzten Standorten leben.

Totalherbizide töten ausnahmslos alle Pflanzen, mit denen sie in Berührung kommen. Das wiederum führt zwangsläufig dazu, dass die Ackerbegleitflora verarmt und vielen Vogel-, Säugetier- und Wirbelosenarten der Agrarlandschaft die Nahrungsgrundlage entzogen wird. Zahlreiche wissenschaftliche Studien (→ z. B. UBA 2014) kommen zu dem Ergebnis, dass die Hauptursache für die Bestandsrückgänge bei verschiedenen Feldvogelarten, auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zurückzuführen ist. Diese werden über die Nahrungskette aufgenommen und wirken direkt auf den Organismus des Einzeltieres oder reichern sich beispielsweise im Knochenmark oder verschiedenen Organen an. Besonders betroffen sind zum Beispiel die Feldlerche (*Alauda arvensis*) und das Rebhuhn (*Perdix perdix*).

Häufige unerwünschte ernste Nebenwirkungen des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln werden auch für die behandelten landwirtschaftlichen Flächen selbst zum Problem. So kommt es zu Beeinträchtigungen der Bodenfruchtbarkeit durch Schädigung wichtiger Bodenorganismen. Der Einsatz von Glyphosat führt mittelfristig zum Verschwinden der biologischen Vielfalt. So sterben im Ackerbau nicht nur die unerwünschten Beikräuter aus, sondern auch ökologisch wertvolle Wildpflanzen der noch verbliebenen Ackerunkrautgesellschaften der Segetalflora.

Ein weiteres Problem für das Ökosystem stellt die Verwendung von Neonicotinoiden dar. Der überwiegende Teil der zur Saatgutbeizung verwendeten Wirkstoffe wird von benachbarten Wildpflanzen aufgenommen oder gelangt in den Boden und durch Auswaschung weiter bis ins Grundwasser. Oftmals entsprechen die im Grundwasser gefundenen Konzentrationen von Neonicotinoiden in ihrer Höhe nochmals denjenigen, welche die behandelten Pflanzen aufzunehmen in der Lage sind, um vor dem Befall mit Schadorganismen ausreichend gefeit zu sein. Eine Dosierung der auszubringenden Neonicotinoide sollte nicht unkontrollierbar sein. Deshalb ist bei der Anwendung eine äußerst umsichtige Vorgehensweise geboten, um unvorhersehbare Schadwirkungen zu vermeiden.