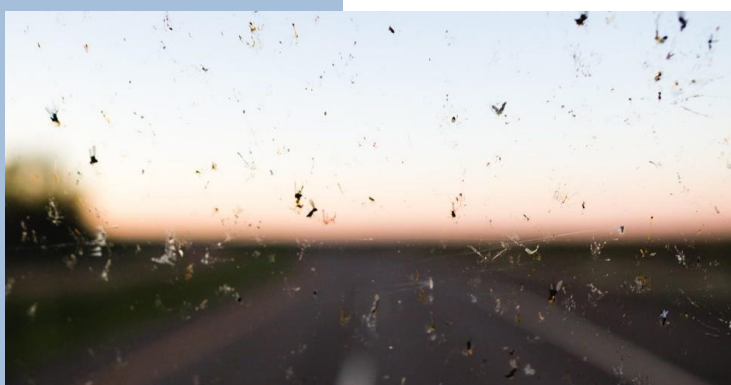


Gibt es Daten zum Rückgang der Insektenbiomasse in der Schweiz?

Kurzfassung der Resultate aus Literaturrecherche und Interviews von Fachpersonen

Claire Guyot
Simon Birrer
Lukas Jenni



Kurzfassung der Resultate aus Literaturrecherche und Interviews von Fachpersonen



vogelwarte.ch

Impressum

Gibt es Daten zum Rückgang der Insektenbiomasse in der Schweiz?

Kurzfassung der Resultate aus Literaturrecherche und Interviews von Fachpersonen.

Autoren

Claire Guyot, Simon Birrer, Lukas Jenni

Fotos, Illustrationen (Titelseite)

Insekten aus einer Malaisefalle der Krefelder Studie (oben): Josef Tumbrinck, Vortrag bei der Tagesordnung „Ursachen und Auswirkungen des Biodiversitätsverlustes bei Insekten“ am Deutschen Bundestag (13.1.2016)

Insekten auf Autowindschutzscheibe (unten): © iStock/Getty Images (<https://blog.wwf.de/ausgeschwirrt-insekten/>)

Zitiervorschlag

Guyot, C., S. Birrer & L. Jenni (2018): Gibt es Daten zum Rückgang der Insektenbiomasse in der Schweiz? Kurzfassung der Resultate aus Literaturrecherche und Interviews von Fachpersonen. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

Kontakt

Simon Birrer, Schweizerische Vogelwarte, Seerose 1, 6204 Sempach
simon.birrer@vogelwarte.ch

© 2018, Schweizerische Vogelwarte Sempach

Dieser Bericht darf ohne Rücksprache mit der Schweizerischen Vogelwarte Sempach weder als Ganzes noch auszugsweise publiziert werden

Version vom 16. August 2018

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1. Einleitung	4
2. Methoden	5
2.1 Kriterien zur Auswahl relevanter Daten	5
2.2 Literatursuche und Befragung von Entomologen und Vertretern von Fachinstituten	5
3. Resultate	8
3.1 Langfristige, quantitative Daten zur Entwicklung der Insektenbiomasse	8
3.1.1 Datensammlungen, zu denen eventuell aktuelle Daten hinzugefügt werden könnten	10
4. Diskussion	13
4.1 Fazit: die Einführung eines nationalen Monitoringprogramms für Insekten ist dringend	13
5. Dank	14
6. Literatur	15

Zusammenfassung

Insekten sind eine sehr wichtige Nahrungsquelle für viele Vogelarten. Selbst Körnerfresser wie Sperlinge und viele Finkenvögel ziehen ihre Brut mit Insektennahrung auf. Ein Rückgang der Insektenbiomasse könnte ein ausschlaggebender Grund für den Rückgang vieler Vogelarten im Kulturland der Schweiz sein.

Diverse Untersuchungen belegen, dass die Diversität (Artenzahl und -zusammensetzung) der Insekten in Mitteleuropa und in der Schweiz in den letzten Jahrzehnten deutlich rückläufig war. Mit grosser Wahrscheinlichkeit gilt dies auch für die Biomasse der Insekten, doch darüber gibt es aus Mitteleuropa nur ganz wenige Untersuchungen, und aus der Schweiz waren uns überhaupt keine Angaben bekannt.

Um Klarheit über den aktuellen Kenntnisstand in diesem Themenbereich zu gewinnen, führte Claire Guyot im Winter 2016–2017 im Rahmen einer Praktikumsarbeit an der Schweizerischen Vogelwarte eine Literaturrecherche und eine Umfrage bei Entomologen an verschiedenen Fachinstituten in der Schweiz durch.

Folgende Fragen standen im Vordergrund

- Gibt es Datenreihen, welche die Entwicklung der Insektenbiomasse in der Schweiz belegen?
- Gibt alte Aufnahmen zur Insektenbiomasse in der Schweiz, die in Zukunft allenfalls wiederholt werden könnten?

Insgesamt wurden rund 1700 Publikationen zum Thema gesichtet und 33 Experten kontaktiert.

Es bestätigte sich, dass es zwar zahlreiche Publikationen zum Rückgang der Insektendiversität in der Schweiz gibt, aber keine publizierten Daten zur Veränderung der Insektenbiomasse.

Es gibt jedoch drei Projekte, in denen (mit standardisierten Methoden) quantitative Insektendaten gesammelt wurden. Bei diesen könnte die Biomasse nachträglich abgeschätzt werden: Tagfalterdaten aus dem Biodiversitätsmonitoring Schweiz (=BDM), Nachtfalterdaten von Ladislaus Reser (Rezbanayi-Reser 1988, 2003) und die Tagfalter- sowie Heuschreckendaten von Georg Artmann (Artmann-Graf 2015, 2017). Allerdings haben alle diese Projekte methodische Schwachpunkte: Sie reichen nur wenige Jahre zurück (BDM), betreffen nur eine Insektengruppe (BDM, Sammlung Reser), wurden jedes Jahr an anderen Standorten erhoben (Aufsammlung Reser) und/oder die Methode zur Aufsammlung ist stark auf die Person zugeschnitten und kann somit von anderen Personen kaum wiederholt werden (Sammlung Artmann). Einige weitere Untersuchungen könnten allenfalls mit weiteren Einzeluntersuchungen ergänzt werden, so dass eine langfristige Entwicklung abgelesen werden könnte. Dazu bräuchte es vorerst vertiefte Abklärungen.

Es gibt heute vermutlich weniger Insekten als vor Jahrzehnten. Die vorliegende Literaturrecherche und Umfrage zeigt jedoch, dass der Rückgang der Insektenbiomasse nicht quantifiziert werden kann. Ein Monitoringprogramm zur Insektenbiomasse wäre dringend.

1. Einleitung

In grossen Teilen Mitteleuropas verringerte sich die Insektendiversität (Artenzahl und Zusammensetzung der Artengemeinschaft) massiv (Kosior et al. 2008, Potts et al. 2010, Brooks et al. 2012, Biala 2013). Insbesondere anspruchsvolle Arten sind vom Rückgang betroffen (u.a. Maes & van Dyck 2001, Kotze & O'Hara 2003, Nilsson et al. 2008, Stefanescu et al. 2011), was zu verarmten und einheitlicheren Artengemeinschaften führt (Biala 2013, Habel et al. 2016). Vermutlich wird dieser Rückgang wegen fehlender Daten sogar noch stark unterschätzt (Dunn 2005).

Mögliche Gründe für den Rückgang der Insektendiversität gibt es viele: Klimaerwärmung (Maes et al. 2010), Habitatzerstörung und -degradierung (Benton et al. 2003) und Habitatfragmentierung (Braschler & Baur 2016), Biozide (z. B. Neonicotinoide: Goulson 2013, Hallmann et al. 2014), starke Düngung von Landwirtschaftsflächen resp. Eintrag von Nährstoffen in naturnahe Lebensräume über die Luft, neue Erntemethoden im Grünland (Silage, Frontmäherwerke; Humbert et al. 2010), invasive Arten, usw.

Insekten sind eine sehr wichtige Nahrungsquelle für eine grosse Zahl von Vogelarten. Besonders während der Brutsaison sind Jungvögel auf proteinreiche Futterquellen angewiesen. Dann füttern selbst Arten wie Sperlinge und viele Finkenvögel, die sonst Körnerfresser sind, ihre Brut vorwiegend mit Insekten (und Spinnen). Ein Rückgang der Insektenbiomasse könnte ein ausschlaggebender Grund für den Rückgang vieler Vogelarten sein. Besonders starke Bestandsrückgänge sind bei den Brutvögeln des Landwirtschaftsgebietes zu verzeichnen (Wilson et al. 1999, Vickery et al. 2001, Britschgi et al. 2006, Holland et al. 2006) und dieser Rückgang geht auch in der Schweiz ungebrochen weiter (Knaus et al. 2018).

Je nach Vogelart werden unterschiedliche Insektengruppen als Nahrung aufgenommen. Schwalben und Schnäpper nutzen beispielsweise vor allem fliegende Insekten, Meisen bevorzugen Raupen auf den Blättern von Bäumen, Gartenrotschwanz und Feldlerche suchen auf dem Boden lebende Insekten, Wendehals und Grünspecht leben zu einem grossen Teil von Ameisenpuppen und der Wiedehopf ist auf im Boden lebende grosse Insekten resp. deren Larven wie Maulwurfsgrillen und Maikäferlarven spezialisiert. Allen gemeinsam ist, dass sie nicht auf eine möglichst grosse Vielfalt an Arten (Artenzahl) angewiesen sind, sondern darauf dass während der ganzen Brutzeit eine genügend grosse Biomasse bei der entsprechenden Insektengruppe vorhanden ist.

Der Rückgang der Insektenbiomasse wird ebenfalls stark vermutet. Daten dazu sind jedoch sehr spärlich. Einzig die Krefelder Studie aus Deutschland liefert Daten (Hallmann et al. 2017). Diese Studie kommt zum Schluss, dass die Biomasse der Fluginsekten in den letzten 27 Jahren um 75 % zurückgegangen ist, dies wohlgerne in Schutzgebieten, die allerdings von Landwirtschaftsgebiet umgeben sind.

In neuerer Zeit sind zudem in Europa einige Monitoringprogramme (z.B. van Swaay, Chris, A. M. et al. 2008) gestartet worden. Diese Reihen sind jedoch für quantitative Aussagen noch zu kurz.

Auch aus der Schweiz gibt es zahlreiche Nachweise auf einen Rückgang der Artenvielfalt, wovon schon die Längen der Roten Listen zeugen (Cordillot & Klaus 2011). Unseres Wissens gibt es jedoch gar keine Daten zum Rückgang der Insektenbiomasse aus der Schweiz.

Um den Kenntnisstand dieser Thematik in der Schweiz ans Licht zu bringen, wurden relevante Publikationen aus der Schweiz gesichtet sowie Befragungen von Entomologen und Vertretern von Fachinstituten durchgeführt, um folgende Fragestellungen zu beantworten:

- Gibt es Datenreihen, welche die Entwicklung der Insektenbiomasse in der Schweiz belegen?
- Gibt alte Aufnahmen zur Insektenbiomasse in der Schweiz, die in Zukunft allenfalls wiederholt werden könnten?

Die Resultate der Studie sollen als Grundlage für einen Entscheid dienen, ob eine Auswertung aufgrund bestehender Daten möglich ist oder ob allenfalls alte Aufnahmen wiederholt werden könnten, um so die Entwicklung der Insektenbiomasse abzuschätzen.

2. Methoden

2.1 Kriterien zur Auswahl relevanter Daten

Unsere Suche nach Insektendaten wurde durch folgende Aufnahmekriterien begrenzt:

Länder: Schweiz, allenfalls vergleichbare Gebiete in Grenznähe.

Lebensräume: v.a. Landwirtschaftsgebiet. Allenfalls auch naturnahe offene Lebensräume, Feuchtgebiete, Wälder und Siedlungen.

Zeitraum: Der Aufnahmezeitpunkt der Daten sollte möglichst weit zurückreichen. Idealerweise sollten Zeitreihen vorhanden sein. Allenfalls interessierten auch Daten aus wenigen Jahren, falls die Daten in Zukunft vergleichbar erhoben werden könnten.

Variablen: Quantitative Angaben wie Biomasse, Artenlisten mit Abundanz pro Art oder Anzahl pro Taxon mit Angaben zu Körpergrösse. Allenfalls auch halbquantitative Angaben (z.B. Grössenklassen). Reine Artenlisten wurden ausgeschlossen.

Taxa: Insekten und Spinnen, welche epigäisch, auf der Vegetation oder in der Luft (also nicht im Wasser, im Boden oder im Holz) leben.

Erhebungsmethoden: Die Erfassungsmethoden sollten standardisiert und systematisch durchgeführt worden und (wenn nötig) wiederholbar sein.

2.2 Literatursuche und Befragung von Entomologen und Vertretern von Fachinstituten

Tab. 1 gibt eine Übersicht über die konsultierten Institutionen, Zeitschriften und befragten Vertretern von Institutionen. Bei der Literaturrecherche wurde nach Publikationen von relevanten Projekten auf Webseiten von nationalen Instituten und kantonalen Gesellschaften gesucht. Des Weiteren wurden Inhaltsverzeichnisse von Zeitschriften, Publikationslisten gewisser Autoren sowie Referenzlisten von Artikeln gesichtet.

Die Entomologen und Vertreter von Instituten wurden aus dem Kontaktnetzwerk der Schweizerischen Vogelwarte sowie Webseiten von Fachinstituten und -gesellschaften ausgewählt. Die erste Kontaktaufnahme erfolgte per E-Mail. Je nach Wunsch der kontaktierten Experten wurde eine Diskussion über unsere Problemstellung bei einem Treffen, per Telefon oder per E-Mail durchgeführt. Zudem hat Claire Guyot die Jahrestagung der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft in Nyon (VD, 3. bis 4. März 2017) besucht.

Tab. 1. Untersuchte Institutionen, Zeitschriften und kontaktierte Fachleute (September 2016 bis Februar 2017). Kontaktpersonen und kantonale Gesellschaften sind in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet. Italienische Artikel aus dem Tessin konnten aufgrund mangelnder Sprachkenntnisse nicht berücksichtigt werden.

*:E-Mail Austausch; **: Telefongespräch; ***: Treffen; °: Kontaktierte Personen, die keine Antwort gegeben haben.

Institutionen	Zeitschriften	Kontaktpersonen (Institution; Forschungsbereich*)
<u>Eidgenössische Forschungsanstalten:</u> - Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft – WSL - Forschungsanstalt Agroscope (Reckenholz-Tänikon; Changins) - Forschungsinstitut für biologischen Landbau – FiBL - Info fauna, Centre Suisse de Cartographie de la Faune – CSCF <u>Universitäten und Hochschulen:</u> - Uni Basel – Unibas: Natur-, Landschafts- und Umweltschutz (NLU) - Uni Bern – Unibe: Conservation Biology (CB) Community Ecology (CE) - Uni Fribourg – Unifr: Département de Biologie - Uni Genève – Unige: Département Génétique et Evolution - Uni Lausanne – Unil: Département Ecologie et Evolution - Uni Neuchâtel – Unine: Institut de Biologie - Uni Zürich – Unizh: Institut für Evolutionsbiologie und Umweltwissenschaften (IEU) - Ecole polytechnique fédérale de Lausanne – EPFL: Sciences de la vie - Eidg. Technische Hochschule Zürich – ETHZ - Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften – ZHAW: Institut Umwelt- und natürliche Ressourcen <u>Naturforschende Gesellschaften:</u> - Appenzellische Naturwissenschaftliche Gesellschaft – ANG - Aargauische Naturforschende Gesellschaft – ANG - Naturforschende Gesellschaft beider Basel – NGBL + NGiB - Naturforschende Gesellschaft Bern – NGBE - Naturforschende Gesellschaft Biel – NGB - Naturwissenschaftliche Gesellschaft Thun – NGT - Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles – SFSN - Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève – SPHN - Naturforschende Gesellschaft des Kantons Glarus – NGG - Naturforschende Gesellschaft Graubünden – NGG - Engadiner Naturforschende Gesellschaft – SESN - Naturforschende Gesellschaft Davos – NGD - Société Jurassienne d'Emulation -	<u>Kantonale Naturforschende Gesellschaften:</u> - Mitteilungen der ANG (AG) - Tätigkeitsberichte der NGBL (BL) - Mitteilungen der NG beider Basel (BL, BS) - Mitteilungen der NGBE (BE) - Mitteilungen der NGT (BE) - Bulletin de la SFSN (FR) - Mémoires de la SFSN (FR) - Périodique de la SPHN (GE) - Mitteilungen der NGG (GL) - Jahresbericht der NGG (GR) - Actes de la SJE (JU) - Mitteilungen der NGL (LU) - Bulletin de la SNSN (NE) - Mémoires de la SNSN (NE) - Berichtebände der NWGSG (NW, OW) - Mitteilungen der NGSH (SH) - Neujahrsblatt der NGSH (SH) - Berichte der SzNG (SZ) - Mitteilungen der NGSO (SO) - Mitteilungen der TNG (TG) - Bulletin de la SVSN (VD) - Mémoires de la SVSN (VD) - Bulletin de la Murithienne (VS) - Mitteilungen der NGW (ZH) - Vierteljahrsschrift der NGZH (ZH) - Mitteilungen der NGW (ZH) <u>Entomologische Gesellschaften:</u> - Mitteilungen der SEG (CH) - Entomo Helvetica (CH) - Mitteilungen der EGB (BL, BS) - Entomologische Berichte Luzern – EBL (LU) <u>Andere Zeitschriften:</u> - Der Ornithologische Beobachter - Revue Suisse de Zoologie - Cratschla	Artmann-Graf Georg*** (freiberuflicher Feldbiologe in Olten; u.a. Tagfalter, Hymenoptera, Orthoptera) Bächli Gerhard° (ETHZ; Diptera) Bauer Hans-Günther* (Max-Planck-Institut für Ornithologie DEU, Ornithologie) Baur Bruno*** (Unibas NLU; u.a. Habitatfragmentierung, Einfluss von Freizeitaktivitäten auf Biodiversität) Baur Hannes* (NMBE; Hymenoptera, Orthoptera) Bosshard Andreas*** (Ö + L GmbH, Vision Landwirtschaft; Agrarökologie, verschiedene Insektengruppen) Breitenmoser Stève* (Agroscope Changins; Umweltingenieur) Duelli Peter* (früher WSL; Wirbellosenfaunistik, Neuroptera) Erhardt Andreas*** (Unibas NLU, Aikos; u.a. Tagfalter) Germann Christoph* (NMBE; Coleoptera – Curculionoidea) Gonseth Yves* (via Monnerat Christian) (CSCF; Tagfalter, Araneae) Herzog Felix** (Agroscope Reckenholz; Leiter der Forschungsgruppe Agrarlandschaft und Biodiversität) Humbert Jean-Yves* (Unibe CB; u.a. Agrarökologie, Orthoptera) Jacot Alain* (Unibe CB, Vogelwarte Aussenstelle Wallis; Ornithologie) Jeanneret Philippe* (via Herzog Felix) (Agroscope Reckenholz, Mitarbeiter der Forschungsgruppe Agrarlandschaft und Biodiversität) Korner-Nievergelt Fränzi* (Vogelwarte Sempach; Statistik, Zugvogelforschung) Krättli Hubert* (via Bader Elias) (SSF; Fledermäuse) Lardelli Roberto° (BirdLife-Koordinationsstelle Tessin, Ficedula; Ornithologie) Luka Henryk* (FiBL; Coleoptera – Carabidae, Staphylinidae) Menz Myles*** (Unibe CE; Insektenwanderung, Bestäubung) Monnerat Christian** (CSCF; u.a. Coleoptera – Buprestidae, Cerambycidae, Odonata, Orthoptera) Müller Andreas* (Natur Umwelt Wissen GmbH, früher ETHZ; u.a. Hymenoptera – Apoidea)

SJE • Naturforschende Gesellschaft Luzern - NGL • Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles - SNSN • Naturforschende Gesellschaft Obwalden und Nidwalden - NAGON • St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft – NWGS • Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen - NGSH • Schwyzerische Naturforschende Gesellschaft – SzNG • Naturforschende Gesellschaft des Kantons Solothurn – NGSO • Thurgauische Naturforschende Gesellschaft - TNG • Naturforschende Gesellschaft Uri - NGU • Société Vaudoise des Sciences Naturelles – SVS • La Murithienne (VS) • Naturforschende Gesellschaft Oberwallis – NGOW • Zürcher Naturforschende Gesellschaft - NGZH • Naturwissenschaftliche Gesellschaft Winterthur - NGW <u>Entomologische Gesellschaften:</u> • Schweizerische Entomologische Gesellschaft - SEG • Entomologischer Verein Alpstein – EVA (AR, AI, SG) • Entomologische Gesellschaft Basel – EGB • Entomologischer Verein Bern – EVB • Société Fribourgeoise d'Entomologie – SFE • Société entomologique de Genève – SEG • Entomologische Gesellschaft Luzern – EGL • Société Neuchâteloise d'Entomologie - SNE • Société Vaudoise d'Entomologie - SVE • Entomologische Gesellschaft Zürich – EGZ <u>Naturhistorische Museen:</u> • Naturhistorisches Museum Bern – NMBE • Natur-Museum Luzern - NML <u>Ökobüros:</u> • Ö + L Büro für Ökologie und Landschaft[#] • Biologisches n+p • Hintermann & Weber – H&W <u>Andere Institutionen:</u> • Stiftung Fledermausschutz in der Schweiz – SSF • Vogelwarte Sempach		• Nentwig Wolfgang* (Unibe CE; u.a. Agrarökologie, Araneae) • Neumeyer Rainer* (EGZ; Hy-menoptera – Apoidea, Formicidae) • Obrist Martin*** (WSL; u.a. Fledermäuse) • Pellet Jérôme° (n+p; u.a. Tagfalter) • Pfiffner Lukas* (via Luka Henryk) (FiBL; u.a. Araneae, Carabidae) • Plattner Matthias* (H&W; Tagfalter) • Rezbanyai-Reser Ladislaus*** (NML, EGL; u.a. Nachtfalter) • Sattler Thomas* (Vogelwarte Sempach; Diss im WSL: Arthropoden im Urabgebiet) • Ungricht Stefan* (Präsident der SEG) • Walter Thomas* (via Herzog Felix) (Agroscope Reckenholz, CSCF; Coleoptera – Xylobionta, Lepidoptera, Orthoptera) • Wildermuth Hansruedi* (u.a. Odonata)
---	--	---

3. Resultate

Insgesamt wurden rund 1700 Publikationen bearbeitet und 33 Experten kontaktiert.

Ein Rückgang der Artenzahl wurde in mehreren Studien aus der Schweiz nachgewiesen oder es gibt zumindest klare Anzeichen darauf. Die meisten dieser Studien betreffen die Tagfalter: (u. a. Gonseth 1991, Schiess & Schiess-Bühler 1997, Hegetschweiler 2003, Lütolf et al. 2009). Im Gebiet der Thuraue (ZH) wurde z.B. ein Rückgang der Artenzahl bei Tagfaltern um 35 % sowie eine fünf- bis zehnfache Reduktion der Bestände verbleibender Arten zwischen 1918–1930 und 1986–1989 geschätzt (Schiess & Schiess-Bühler 1997). Über langfristige Entwicklungen anderer Arthropodengruppen in der Schweiz ist die Literatur spärlicher (vgl. aber Studien zur Libellenfauna: Wildermuth 2013, Hoess 2015).

3.1 Langfristige, quantitative Daten zur Entwicklung der Insektenbiomasse

Wir fanden drei langfristige quantitative Datensammlungen.

LANAG Aargau (1998 bis heute) und Biodiversitäts-Monitoring Schweiz (2003 bis heute)

Der Kanton Aargau startete 1995 als erster Kanton eine systematische Dauerbeobachtung der Flora und Fauna ausserhalb der Naturschutzgebiete (Projekt „Langfristbeobachtung der Artenvielfalt in der Normallandschaft des Kantons Aargau“ LANAG). Seit 1998 werden in einem fünfjährigen Zyklus auf 517 Probeflächen die Tagfalter erfasst. Zwischen 2000 und 2009 hat die Artenvielfalt der Tagfalter in der Landwirtschaft, der Siedlung sowie im ganzen Kanton abgenommen. Nur im Wald ist eine Zunahme des Artenreichtums festgestellt worden (Departement Bau, Verkehr und Umwelt Abteilung Landschaft und Gewässer 2010). Roth et al. (2008) haben einen Rückgang der Vielfalt und Anzahl besetzter Probeflächen bei Tagfaltern gezeigt (1998–2005). Daten zur Individuenzahl sind keine publiziert.

Im Rahmen des Biodiversitäts-Monitorings Schweiz (BDM) werden seit 2003 Tagfalter auf 450 Probeflächen von je einem Quadratkilometer Ausdehnung erhoben (<https://www.biodiversitymonitoring.ch/de/home.html>). Die Methodik ist jener des LANAG angelehnt. Für jede Art wird die Zahl der festgestellten Individuen nach einer genau beschriebenen Methode erfasst. Auswertungen sind am Laufen. Die Anzahl der nachgewiesenen Tagfalter-Individuen, zeigt eine leichte Aufwärtstendenz für den Zeitraum 2003–2015 (alle Probeflächen aufsummiert; M. Plattner persönl. Mitt.). Die positive Entwicklung wird stark von den häufigsten Arten beeinflusst, so haben mengenmässig vor allem gewisse Weisslingsarten zugenommen. Diese leichte Erholungstendenz ist möglicherweise eine Folge der Biodiversitätsförderungsmaßnahmen und/oder könnte auch klimatisch begründet sein (M. Plattner persönl. Mitt.).

Es zeigt sich, dass die Anzahl der nachgewiesenen Tagfalter-Individuen von 2003–2015 leicht rückläufig ist (M. Plattner persönl. Mitteilung).

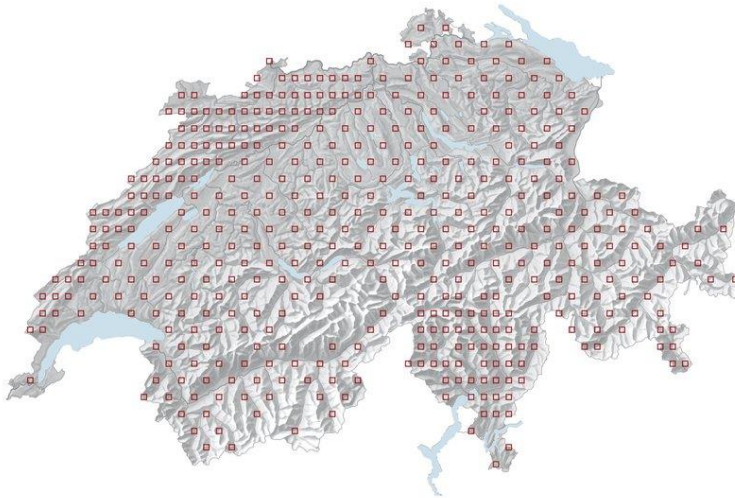


Abb. 1. Messnetz Artenvielfalt in Landschaften im BDM, auf dem die Tagfalter erhoben werden.

Nachfalterfänge von Ladislaus Rezbanyai-Reser (1972 bis heute)

Ladislaus Reser vom Naturmuseum Luzern begann 1972 ein Monitoring von Nachtfaltern (*Macroleptocera*; <http://reserentomologie.uw.hu/>). Die Nachtfalter werden nachts mit Lichtfallen (Rezbanyai 1977) in verschiedenen Regionen der Schweiz (Zentralschweiz, Schaffhausen, Tessin, Jura, Seeland und Val Müstair) gefangen. Für jede Nacht wird die Anzahl Nachtfalter pro Art erhoben. Bisher wurden über 150 Standorte während der ganzen Vegetationsperiode (etwa März bis November) jeweils für drei bis vier Jahre beprobt. Standorte mit naturnaher Vegetation dominieren.

Nur zwei Standorte wurden über einen längeren Zeitraum untersucht (Reser persönl. Mitteilung): Vom Fronalpstock (SZ) liegen Daten von 1979–1981 (Kulm) und von 1982–1987 (Oberfeld) vor (Rezbanyai-Reser 1988) und eine Falle im Berner Seeland (Landwirtschaftliche Schule Ins) war von 1977–1986 in Betrieb (Rezbanyai-Reser 2003). Auf dem Fronalpstock und im Berner Seeland wurden grosse jährliche Fluktuationen der Nachtfalterabundanz beobachtet. Solche Fluktuationen machen Aussagen über den langfristigen Trend in der Abundanz von Nachtfaltern beinahe unmöglich.

Monitoringdaten von Georg Artmann-Graf (ab 1992)

Georg Artmann besuchte 1992–2001 618 Standorte in der Region von Olten (SO) und erfasste dort alle sichtbaren Insektenarten ab einigen Millimetern Länge (v.a. Tagfalter, Heuschrecken, Hautflügler, Libellen, einige Fliegenfamilien). Die Aufnahme erfolgte vorwiegend durch optische Ansprache, wenn notwendig wurden die Tiere mit den Kescher eingefangen. Heuschrecken wurden auch akustisch wahrgenommen. Für jede Art schätzte er die Häufigkeitsklasse. Von 2002–2011 besuchte er dieselben Standorte ein zweites Mal, ab 2012 ein drittes Mal. Für die ersten beiden Beobachtungsperioden 1992–2001 und 2002–2011 sind von zahlreichen Arten die Verbreitungskarten auf <http://www.oekart.ch/> erhältlich (Abb. 2). Die Resultate der Tagfalter- und Heuschreckenarten sind zudem als Bücher publiziert (Artmann-Graf 2015, 2017).

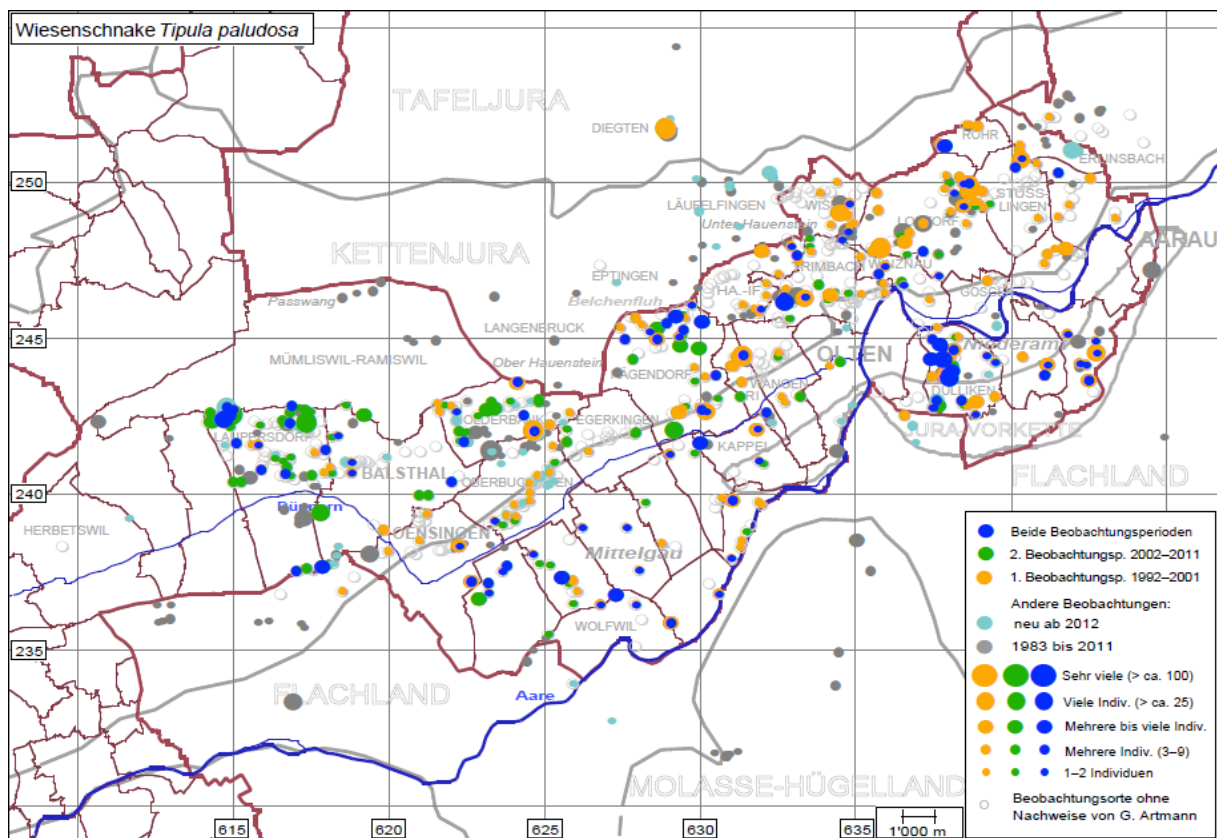


Abb. 2. Verbreitung und Bestandsentwicklung der Wiesenschnake *Tipula paludosa* im Raum Olten gemäss Monitoring von G. Artmann. Die Punktgrösse steht für die Populationsgrösse, die Farbe für die Beobachtungsperiode. Man beachte, dass regional andere Farbtöne vorherrschen. Die vielen gelben Punkte nördlich von Olten zeigen, dass die Art dort im Bestand stark zurückgegangen ist, im Westen überwiegen grüne Töne, was auf eine Zunahme der Art schliessen lässt.

3.1.1 Datensammlungen, zu denen eventuell aktuelle Daten hinzugefügt werden könnten

Wir fanden sechs abgeschlossene Studien, die zumindest die Art und Individuenzahl bestimmten und so eine Abschätzung der Biomasse erlauben würden und deren Methode so beschrieben ist, dass eine Wiederholung der Aufnahmen möglich wäre (Tab. 2).

Tab. 2. Studien mit Bezug zur Insektenbiomasse, die eventuell wiederholt werden könnten Abkürzungen: Ab. = Abundanz; AK= Abundanzklasse

Firma	Projekt	Standort(e) – Lebensräume	Arthropodentaxa: Sammeljahre (Stichprobengrösse N, Aufnahmejahre)	Vorhandene Daten	Hauptreferenzen	Zusätzliche Infos
WSL	Limpachtal	Limpachtal (BE) – landwirtschaftliche Kulturen und naturnahe Habitate	14 taxonomische Gruppen, u.a. Araneae, Carabidae, Coccinellidae, Syrphidae, Heteroptera, Hymenoptera, Neuroptera, Orthoptera, usw.: 1987 (19 Flächen); 1997 und 2017 Wiederholung auf 4 Flächen	Abundanz (Ab.) pro Art	Duelli & Obrist 1998	Fallenstationen entlang 5 km-Transekt
Agroscope	Nationales Forschungsprogramm 48: „Landschaften und Lebensräume der Alpen“	Tavetsch (GR) - LW Grindelwald (BE) - LW	Lepidoptera (Tagfalter): 1977–1979 35 Flächen; 2002–2004 11 Flächen Orthoptera: 1981–1983; 2002–2003 20 Flächen	7 Abundanzklasse (AK) pro Art Präsenz der Art ; 5 AK pro Art	Erhardt 1985a, 1985b Schiess 1988, Hohl 2006	Lepidoptera + Orthoptera 2002-03: zusätzlich 2 Regionen à je 18 Standorte (siehe Kap. 3 Hohl 2006)
Agroscope, WSL & FiBL	Evaluation Ökomassnahmen – Bereich Biodiversität	3 Fallstudiengebiete – LW: Rafzerfeld (ZH) Nuvilly/Combremont-le-Grand (VD) Ruswil/Buttisholz (LU)	Agroscope: N gross aber schwierig exakt abzuleiten Araneae: 1997; 1999; 2001; 2003 Carabidae: 1997; 1999; 2000; 2003 Lepidoptera (Tagfalter): 1998; 2000; 2002; 2004 Orthoptera: 2000 WSL: 15 RBA-Fallenstationen: 14 taxonomische Gruppen, u.a. Arachnoidea, Coleoptera, Hymenoptera, Heteroptera, Homoptera: 2000–2003	Ab. pro Art Ab. pro Art Ab. pro Art 3 AK pro Art 2000: Ab. pro Art; 2001–03: Ab. pro Morphospezies	Buholzer et al. 2005	Zudem RBA-Fallenstationen: 15 in Wirtschaftswälder 15 auf unbewirtschafteten „Wildnis“-Flächen (Projekt „Langfristige Waldökosystemforschung Schweiz“ von WSL und BUWAL)
FiBL	verschiedene Projekte zum Einfluss agromischer Bewirtschaftungsweisen auf epigäische Arthropodenfauna	Acker- und Grünlandgebiete: Schweizer Mittelland (u.a. Ruswil (LU), Buttiholz (LU), Grosses Moos (BE,FR)	1991–1999: Carabidae: 310'771 Ind. und 165 Arten Araneae: 164'861 Ind. und 234 Arten Staphylinidae: 35'762 Ind. und 260 Arten	Abundanz (Ab.) pro Art	Luka et al. 2001 Piffner & Luka 2003	

Tab. 2. (Fortsetzung)

Firma	Projekt	Standort(e) - Lebensräume	Arthropodentaxa: Sammeljahre (Stichprobengrösse N, totale Dauer)	Vorhandene Daten	Hauptreferenzen	Zusätzliche Infos
Agroscope	PhD Jean-Yves Humbert (Kapitel IV)	BFF-Wiesen – LW: Illnau (ZH, 2 Flächen) Pfäffikon (ZH, 1 Fläche) Doppleschwand (LU, 1 Fläche) Feuchte BFF-Wiesen, Naturreservat: Greifensee (ZH, 2 Flächen) Schmerikon (LU, 2 Flächen)	Orthoptera: 2008–09 2 Jahre, 4 extensive BFF 1 Jahr, 4 feuchte BFF)	Dichte pro Art	Humbert 2010 (Kap. 4), Humbert et al. 2012	
Universität Basel - NLU	Grasland Fragmentierungsexperiment	12 natürliche Grasländer: Nenzlingen (BL) Movelier (JU) Vicques (JU)	Araneae: 1994 Carabidae: 1994; 1999 Staphylinidae: (1994); 1999 Tagfalter: 1993; 1994; 1996 Orthoptera: 1993–1999	Ab. pro Art Ab. pro Art + KG pro Art (1999) Ab. + KG pro Art Ab. pro Art Ab. pro Art + geschätzte Biomasse (1996-97) + KG (1999)	Baur et al. 1996, Braschler et al. 2004, Braschler et al. 2009	Behandlung mit 4 (gemähten) Fragmenten von verschiedenen Grössen vs. (ungemähte) Kontrollen -> evtl. Wiederholung in Kontrollflächen für Orthopteren
Ö + L Büro + FiBL + Universität Zürich	Säume für den ökologischen Ausgleich in der Schweiz	LW, v.a. Säume: Aesch (BL) Litzibuch (AG) Rheintal (SG) Klettgau (SH)	FiBL: nur Litzibuch und Klettgau Araneae: 2002; 2004 (12 Flächen) Carabidae: 2002; 2004 (12 Flächen) Heteroptera: 2002; 2004 (12 Flächen) Hemiptera – Auchenorrhyncha: 2002; 2004 (12 Flächen) Ö + L Büro: Tagfalter: 2002; 2004; 2006 (72 Flächen)	Ab. pro Art	Jacot & Bosshard 2005, Luka et al. 2006	Evtl. Proben in gewisser „Kontrollhabitat“, unter anderem Tagfalter und Heuschrecken zum Beispiel in extensiven Wiesen wiederholen

4. Diskussion

Trotz grossem Aufwand fanden wir keine Publikation zur Entwicklung der Insektenbiomasse in der Schweiz und nur wenige Studien oder Daten, welche geeignet scheinen, um die Entwicklung der Insektenbiomasse in der Schweiz abzuschätzen. Die Literaturrecherche hat ergeben, dass in historischen Daten meistens nur Artenlisten und (wenn überhaupt) nicht quantifizierbare Häufigkeitsangaben mit Begriffen wie „häufig“, „relativ selten“, usw. erfasst wurden. Erst etwa ab den 1970er-Jahren wurden die Arthropoden in der Schweiz systematischer und quantitativer erfasst. Biomasse wurde, wenn überhaupt, fast ausschliesslich von Ornithologen und Chiropterologen berücksichtigt (meistens in Studien zum Nahrungsangebot oder zur Nahrung, meistens lokal begrenzt).

Drei langjährige, quantitative Datensammlungen sind jedoch vorhanden, die bisher aber nicht auf den Aspekt Biomasse ausgewertet wurden: 1.) Tagfalterdaten aus dem LANAG AG respektive BDM, 2.) Nachtfalterdaten von Ladislaus Reser (Rezbanyai-Reser 1988, 2003) und 3.) Monitoring der Insekten im Raum Olten von Georg Artmann (Artmann-Graf 2015, 2017).

Die BDM-Datenaufnahmefethoden wären für eine solche Auswertung geeignet. Nur sind diese Daten leider erst ab 2003 verfügbar und auf die Gruppe der Tagfalter beschränkt. Diese Reihe ist vermutlich zu wenig lang, um eine Entwicklung der Biomasse festzustellen. Von den Daten von Ladislaus Reser wären für die vorliegende Fragestellung nur die Daten der beiden zehnjährigen Datensammlungen (Rezbanyai-Reser 1988, 2003) auswertbar. Beide Zeitreihen zeigen aber grosse jährliche Bestandschwankungen, so dass keine klare Aussage zur Entwicklung der Gesamtbiomasse möglich sein wird. Vielversprechend erwiesen sich die Daten von Georg Artmann. Allerdings sind diese Daten nur halbquantitativ (Schätzung der Häufigkeitsklasse) und die Methode ist stark vom Wissen und der Erfahrung des Beobachters abhängig.

Eventuell könnten einige abgeschlossene Studien in Zukunft wiederholt werden. Dazu bieten sich zuerst die Untersuchungen aus Tab. 2 an, allenfalls ergänzt mit weiteren Einzeluntersuchungen. Dazu bräuhete es vorerst vertiefte Abklärungen.

4.1 Fazit: die Einführung eines nationalen Monitoringprogramms für Insekten ist dringend

Im Vergleich zu anderen europäischen Ländern hat die Schweiz eine grosse Verspätung in Bezug auf Monitoringprogramme für Insekten. Wenn der Zustand, die Verluste und Gewinne an Biodiversität zu quantifizieren sind, ist eine langfristige, landesweite, quantitative und systematische Überwachung unentbehrlich.

Diese Problematik wurde letztes Jahr in Deutschland an einer Tagesordnung an die Politik vermittelt: „Ursachen und Auswirkungen des Biodiversitätsverlustes bei Insekten“ (Deutscher Bundestag 2016). Zehn Monate später wurde eine Resolution von Experten an Bundesministerin Dr. Barbara Hendricks verschickt. Dabei wurden folgende Hauptforderungen gestellt:

1. „Vollständiges Verbot von Neonicotinoiden, mindestens aber ein vollständiges, ausnahmsloses Moratorium für ihren Einsatz bis zum wissenschaftlich sauberen Nachweis ihrer Umweltverträglichkeit.
2. Erhöhung der Strukturvielfalt in der Kulturlandschaft, z.B. durch Etablierung eines Blüten-Managements.
3. Einführung eines Langzeit-Monitorings von Insekten auf repräsentativen Flächen in Deutschland.

4. Änderung der Bundesartenschutzverordnung: Einführung eines strengeren Schutzstatus für hochgradig gefährdete Insektenarten wie Wildbienen, entsprechend den Gefährdungskategorien der Roten Liste Deutschlands.“ [Pressemitteilung von Universität Hohenheim & Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart 2016]

Die Schweiz hat zwar das nationale Biodiversitäts-Monitoring 2001 lanciert, aber Tagfalterdaten reichen zur Schätzung der gesamten Insektenentwicklung nicht aus. Ob und in welchem Umfang ein Rückgang der Insektenbiomasse stattgefunden hat, wird von Experten sehr unterschiedlich eingeschätzt. Sie sind sich jedoch einig, dass diesbezüglich wohl grosse Unterschiede zwischen verschiedenen Insektengruppen vorhanden sind. Die Einführung eines nationalen Monitoringprogramms wäre sehr zu empfehlen. Der Einsatz von Ehrenamtlichen für die Datenerhebung könnte zur Sensibilisierung des Publikums beitragen.

Der Rückgang der Insektenvielfalt und -menge hat unweigerlich Konsequenzen für uns alle. Es wurde schon von Biesmeijer et al. (2006) gezeigt, dass ein Rückgang der Insekten das Verschwinden von bestäubungsabhängigen Pflanzenarten bewirkt. Ein Rückgang der Insektenbiomasse hat aber auch Auswirkungen auf höheren trophischen Ebenen. Besonders gefährdet sind Insektivoren wie gewisse Vögel (u.a. Wilson et al. 1999, Glutz von Blotzheim 2015), Fledermäuse (Arlettaz & Perrin 1995, Wickramasinghe et al. 2004) oder Spitzmäuse. Weiter sind Schäden an wichtigen bis unentbehrlichen Ökosystemleistungen (u.a. Bestäubung, biologische Schädlingsbekämpfung, Nahrungsquelle für Wildtiere, Abbau organischer Produkte; Losey & Vaughan 2006) und Biodiversitätsverluste zu befürchten.

5. Dank

Wir bedanken uns bei den zahlreichen Personen, die sich viel Zeit genommen und uns ihr Wissen weitergegeben haben.

6. Literatur

- ARLETTAZ, R. & N. PERRIN (1995): The trophic niches of sympatric sibling *Myotis myotis* and *M. blythii*: do mouse-eared bats select prey? Symposia of the Zoological Society of London 67: 361–376.
- ARTMANN-GRAF, G. (2015): Tagfalter in der zentralen Nordwestschweiz gestern und heute: Verbreitungsatlas und Monitoring. Pro Natura Solothurn, Solothurn.
- ARTMANN-GRAF, G. (2017): Heuschrecken in der zentralen Nordwestschweiz gestern und heute: Verbreitungsatlas und Monitoring. Bird Life Solothurn.
- BENTON, T. G., J. A. VICKERY & J. D. WILSON (2003): Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? Trends Ecol. Evol. 18: 182–188.
- BIALA, K. (2013): The European grassland butterfly indicator: 1990–2011. European Environment Agency.
- BIESMEIJER, J. C., S. P. M. ROBERTS, M. REEMER, R. OHLEMÜLLER, M. EDWARDS, T. PEETERS, A. P. SCHAFFERS, S. G. POTTS, R. KLEUKERS, C. D. THOMAS, J. SETTELE & W. E. KUNIN (2006): Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. Science 313: 351–354.
- BRASCHLER, B. & B. BAUR (2016): Diverse effects of a seven-year experimental grassland fragmentation on major invertebrate groups. PLoS One 11: e0149567.
- BRITSCHGI, A., R. SPAAR & R. ARLETTAZ (2006): Impact of grassland farming intensification on the breeding ecology of an indicator insectivorous passerine, the Whinchat *Saxicola rubetra*: Lessons for overall Alpine meadowland management. Biol. Conserv. 130: 193–205.
- BROOKS, D. R., J. E. BATER, S. J. CLARK, D. T. MONTEITH, C. ANDREWS, S. J. CORBETT, D. A. BEAUMONT & J. W. CHAPMAN (2012): Large carabid beetle declines in a United Kingdom monitoring network increases evidence for a widespread loss in insect biodiversity. J. Appl. Ecol. 49: 1009–1019.
- CORDILLOT, F. & G. KLAUS (2011): Gefährdete Arten in der Schweiz: Synthese Rote Listen, Stand 2010. Umwelt-Zustand 1120. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.
- DEPARTEMENT BAU, VERKEHR UND UMWELT ABTEILUNG LANDSCHAFT UND GEWÄSSER (Hrsg.) (2010): Artenvielfalt ist Lebensqualität: Kessler-Index 2010.
- Deutscher Bundestag (2016): Wortprotokoll der 73. Sitzung der 18. Wahlperiode: Ursachen und Auswirkungen des Biodiversitätsverlustes bei Insekten. Berlin.
- DUNN, R. R. (2005): Modern insect extinctions, the neglected majority. Conserv. Biol. 19: 1030–1036.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N. (2015): Finden Gartenrotschwänze *Phoenicurus phoenicurus* noch überall genügend Insekten, um erfolgreich Junge aufzuziehen? Ornithol. Beob. 112: 51–56.
- GONSETH, Y. (1991): La faune des Rhopalocères (Lepidoptera) du Jura neuchâtelois, un reflet partiel de la faune lépidoptérologique jurassienne. Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles 114: 31–41.
- GOULSON, D. (2013): An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. J. Appl. Ecol. 50: 977–987.
- HABEL, J. C., A. SEGERER, W. ULRICH, O. TORCHYK, W. W. WEISSER & T. SCHMITT (2016): Butterfly community shifts over two centuries. Conserv. Biol. 30: 754–762.

- HALLMANN, C. A., R. P. B. FOPPEN, C. A. M. VAN TURNHOUT, H. de KROON & E. JONGEJANS (2014): Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature*.
- HALLMANN, C. A., M. SORG, E. JONGEJANS, H. SIEPEL, N. HOFLAND, H. SCHWAN, W. STENMANS, A. MÜLLER, H. SUMSER, T. HÖRREN, D. GOULSON & H. de KROON (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS one* 12: e0185809.
- HEGETSCHWEILER, T. (2003): Landschaftsveränderungen und deren Auswirkungen auf das Tagfaltervorkommen von 1870 bis 1970 in der Gemeinde St. Gallen, Birmensdorf.
- HOESS, R. (2015): Faunenwandel der Libellen (Odonata) am Moossee (BE) während der letzten 140 Jahre unter dem Einfluss anthropogener Eingriffe. *Entomo Helvetica* 8: 29–39.
- HOLLAND, J. M., M. A. S. HUTCHISON, B. SMITH & N. J. AEBISCHER (2006): A review of invertebrates and seed-bearing plants as food for farmland birds in Europe. *Ann. Appl. Biol.* 148: 49–71.
- HUMBERT, J.-Y., J. GHAZOUL, N. RICHNER & T. WALTER (2010): Hay harvesting causes high orthopteran mortality. *Agricult. Ecosyst. Environ.* 139: 522–527.
- JACOT, K. & A. BOSSHARD (2005): Projekt "Säume für den ökologischen Ausgleich in der Schweiz".
- KNAUS, P., S. ANTONIAZZA, S. WECHSLER, J. GUÉLAT, M. KÉRY, N. STREBEL & T. SATTLER (2018): Schweizer Brutvogelatlas 2013–2016: Verbreitung und Bestandsentwicklung der Vögel in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- KOSIOR, A., W. CELARY, W. SOLARZ, P. RASMONT, J. FIJAŁ, W. KRÓL, Z. WITKOWSKI & S. ISEBYT (2008): Long-term changes in the species composition and distribution of Bombini (Apidae) in Cracow since the mid 1850s. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)* 44: 393–407.
- KOTZE, D. J. & R. B. O'HARA (2003): Species decline - but why? Explanations of carabid beetle (Coleoptera, Carabidae) declines in Europe. *Oecologia* 135: 138–148.
- LOSEY, J. E. & M. VAUGHAN (2006): The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience* 56: 311–323.
- LÜTOLF, M., A. GUIBAN & F. KIENAST (2009): History matters: relating land-use change to butterfly species occurrence. *Environ. Manage.* 43: 436–446.
- MAES, D., N. TITEUX, J. HORTAL, A. ANSELIN, K. DECLEER, G. de KNIJF, V. FICHEFET & M. LUOTO (2010): Predicted insect diversity declines under climate change in an already impoverished region. *J. Insect Conserv.* 14: 485–498.
- MAES, D. & H. VAN DYCK (2001): Butterfly diversity loss in Flanders (north Belgium): Europe's worst case scenario? *Biol. Conserv.* 99: 263–276.
- NILSSON, S. G., M. FRANZÉN & E. JÖNSSON (2008): Long-term land-use changes and extinction of specialised butterflies. *Insect Conservation and Diversity* 1: 197–207.
- POTTS, S. G., J. C. BIESMEIJER, C. KREMEN, P. NEUMANN, O. SCHWEIGER & W. E. KUNIN (2010): Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol. Evol.* 25: 345–353.
- REZBANYAI, L. (1977): Insektensammeln mit Lichtfallen. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern* 25: 161–178.

- REZBANYAI-RESER, L. (1988): Zur Insektenfauna vom Fronalpstock (Kulm, 1900 m und Oberfeld, 1860 m), Kanton Schwyz. II. Lepidoptera 1: "Macroheterocera" ("Nachtgrossfalter") 1. Entomologische Berichte Luzern 20: 15–111.
- REZBANYAI-RESER, L. (2003): Zur Nachtgrossfalterfauna vom Berner Seeland (Ins, Landwirtschaftliche Schule, 433 m) (Lepidoptera: "Macroheterocera"). Entomologische Berichte Luzern 49: 45–148.
- ROTH, T., V. AMRHEIN, B. PETER & D. WEBER (2008): A Swiss agri-environment scheme effectively enhances species richness for some taxa over time. *Agricult. Ecosyst. Environ.* 125: 167–172.
- SCHIESS, H. & C. SCHIESS-BÜHLER (1997): Dominanzminderung als ökologisches Prinzip: eine Neubewertung der ursprünglichen Waldnutzungen für den Arten- und Biotopschutz am Beispiel der Tagfalterfauna eines Auenwaldes der Nordschweiz. *Mitt. Eidg. Anstalt forstl. Versuchswesen* 72.
- STEFANESCU, C., I. TORRE, J. JUBANY & F. PÁRAMO (2011): Recent trends in butterfly populations from north-east Spain and Andorra in the light of habitat and climate change. *J. Insect Conserv.* 15: 83–93.
- UNIVERSITÄT HOHENHEIM & STAATLICHES MUSEUM FÜR NATURKUNDE STUTTGART (2016): Alarmstufe Rot - Insektensterben statt Bienenanzug: Wissenschaftler fordern Sofortmassnahmen gegen Artenschwund, Stuttgart.
- van Swaay, Chris, A. M., P. NOWICKI, J. SETTELE & A. J. VAN STRIEN (2008): Butterfly monitoring in Europe: methods, applications and perspectives. *Biodiversity and Conservation* 17: 3455–3469.
- VICKERY, J. A., J. R. TALLOWIN, R. E. FEBER, E. J. ASTERAKI, P. W. ATKINSON, R. J. FULLER & V. K. BROWN (2001): The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources. *J. Appl. Ecol.* 38: 647–664.
- WICKRAMASINGHE, L. P., S. HARRIS, G. JONES & N. VAUGHAN JENNINGS (2004): Abundance and species richness of nocturnal insects on organic and conventional farms: effects of agricultural intensification on bat foraging. *Conserv Biol* 18: 1283–1292.
- WILDERMUTH, H. (2013): Entwicklung der Libellenfauna (Odonata) am Husemersee (Kanton Zürich) im Verlauf der letzten 130 Jahre. *Entomo Helvetica* 6: 9–22.
- WILSON, J. D., A. J. MORRIS, B. E. ARROYO, S. C. CLARK & R. B. BRADBURY (1999): A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. *Agricult. Ecosyst. Environ.* 75: 13–30.