

Untersuchungen zur Insektenvielfalt am Tübinger Bergfriedhof

Lennart Bruchhof*, Michael Axt, Oliver Betz

Evolutionsbiologie der Invertebraten, Institut für Evolution und Ökologie, Universität Tübingen,

Auf der Morgenstelle 28, 72076 Tübingen, *E-Mail: lennart-bruchhof@web.de

Abstract

To assess the ecological value of different habitats found at cemeteries, in 2020 and 2021 (in 2021 moths only), over the vegetation period, the insect diversity of the “Bergfriedhof” in Tübingen (Baden-Württemberg, Germany) was assessed for selected taxa. To this aim, different habitat types of the cemetery were characterized, and, for some of them the entomofauna ascertained. Among others, we have investigated an extensively mowed lawn (comprising nine butterfly, 50 moth (5 as larvae, 49 as adults), nine grasshopper and eight bumblebee species), an urn burial site (comprising seven butterfly species), and a lavender bed (comprising seven bumblebee species). We also sampled the carabid beetle and ant fauna in a deciduous forest patch, in planted hedges, and in a man-made dry riverbed. In these habitats, a total of 13 carabid beetle and 10 ant species were found. Among the identified species, the following are listed in the German federal red list: *Myrmica schencki* and *Dolichoderus quadripunctatus* (four dots ant) are both listed as vulnerable while *Myrmecina graminicola* and the butterfly *Cupido argiades* (short-tailed blue) are considered as near threatened. The identification of valuable habitats for insects can be useful for any conceptions of more insect-friendly cemeteries.

Zusammenfassung

Um den ökologischen Wert verschiedener Friedhofshabitate zu untersuchen, wurde über die Vegetationsperioden im Jahr 2020 und 2021 (2021 nur Nachtfalter) die Insektenvielfalt des Bergfriedhofs in Tübingen (Baden-Württemberg, Deutschland) für ausgewählte Taxa erfasst. Hierfür wurden die verschiedenen Habitattypen des Friedhofs charakterisiert und einige davon entomofaunistisch erfasst. Untersucht wurden unter anderem eine extensiv gemähte Wiese (neun Tagfalterarten, 50 Nachtfalterarten (fünf Larven, 49 Adulte), neun Heuschreckenarten, acht Hummelarten), die Bepflanzung einer Urnenbeisetzungstätte (sieben Schmetterlingsarten) und ein Zierlavendelbestand (sieben Hummelarten). Zusätzlich wurde die Laufkäfer- und Ameisenfauna in einer Laubwaldinsel, an Heckenstandorten sowie künstlich angelegten Trockenbachbetten untersucht. Hier wurden 13 Laufkäferarten und 10 Ameisenarten nachgewiesen. Unter den nachgewiesenen Arten befanden sich die gefährdeten Ameisenarten *Myrmica schencki* (Zahnfühler-Knotenameise) und *Dolichoderus quadripunctatus* (Vierpunktameise) sowie die in der Vorwarnliste gelistete Ameisenart *Myrmecina graminicola* (Versteckte Knotenameise) als auch die in der Vorwarnliste gelisteten Tagfalterart *Cupido argiades* (Kurzschwänziger Bläuling). Die Identifizierung der für die Insektenvielfalt förderlicher Habitate kann in zukünftigen Planungen zur Entwicklung insektenfreundlicher Friedhöfe einbezogen werden.

Einleitung

Mit der zunehmenden Verstädterung hat sich die Stadtökologie zu einer wichtigen Teildisziplin der angewandten Ökologie entwickelt, wobei Ökologen zunehmend in die Planung und Gestaltung städtischer Ökosysteme einbezogen werden (Grimm et al. 2008). Städte bieten durchaus das Potenzial, zum Erhalt von Biodiversität beizutragen. Vor allem Parks und Friedhöfe sind als Orte besonders hoher Biodiversität untersucht worden (z.B. Nielsen et al. 2014, Löki et al. 2019). Die meisten Studien, die sich bis heute mit der Artenvielfalt öffentlicher Friedhöfe befasst haben, konzentrierten sich jedoch auf Gefäßpflanzen, Vögel und Säugetiere,

während Studien zu Invertebraten wesentlich seltener sind. Studien, die sich mit der Invertebratenfauna von Friedhöfen befasst haben, konnten jedoch bei verschiedenen Taxa eine hohe Artenvielfalt feststellen (z.B. Löki et al. 2019). Beispielsweise wurden bei einer umfassenden Studie im Jüdischen Friedhof Weißensee in Berlin 39 verschiedene Laufkäferarten festgestellt (Buchholz et al. 2016).

In der vorliegenden Arbeit wurden typische Habitatelemente des Tübinger Bergfriedhofs im Hinblick auf ihren Bestand ausgewählter Insektentaxa untersucht. Besonderes Interesse galt dabei auch der Frage, ob Friedhöfe Refugien für seltene und spezialisierte Arten darstellen können. Hierbei wurden neben natürlichen Habitaten (Wald, Wiese, Hecke) auch drei künstlich angelegte Habitatstrukturen (Urnenfeldbepflanzungen, Zierlavendelbestand, Trockenbachbette mit Flussgestein) berücksichtigt.

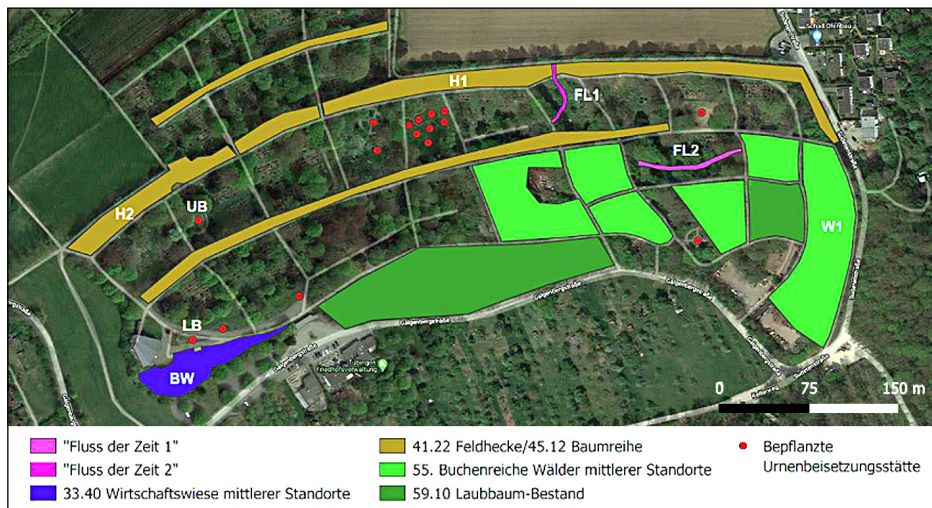


Abb. 1: Übersichtskarte der verschiedenen gemäß des Habitatschlüssels der LUBW (2018) kartierten Habitate im Bergfriedhof Tübingen. BW=Extensiv gemähte "Bunte Wiese", LB=Lavendelbestand UB=Urnenbeisetzungsstätte, H1/2=Heckenabschnitt 1/2, FL1/2=Fluss der Zeit 1/2, W1=Waldgebiet 1.



Abb. 2a: Extensiv gemähte Wiese („Bunte Wiese“) im Tübinger Bergfriedhof.

Initiative BUNTE WIESE
KONSERVATIONSGEISST
TÜBINGEN

mit freundlicher Unterstützung von:
LUBW Baden-Württemberg
PLENUM Baden-Württemberg
Landesliga Tübingen
Europäische Union

Dies ist eine bunte Wiese!

Vielleicht blüht sie ja gerade. Auf einem innersstädtischen Rasen können nur wenige Tier- und Pflanzenarten überleben. Diese Wiese kann mehr!

Durch eine extensive Pflege (selteneres Mähen mit Abtragen des Mahdguts) können Pflanzen zur Blüte und Samenreife und Insekten zur Eiablage und Entwicklung. Auf einer solchen Langgras-Wiese kann ein Vielfaches an Tier- und Pflanzenarten vorkommen. Auch weniger häufige!
Wie viele finden Sie jetzt?
Die Wiese ist momentan nicht "bunt"! Geben Sie der Natur ein wenig Zeit!

Erfahren Sie mehr zum Projekt "Bunte Wiese" unter:
www.greening-the-university.de

Freiwilligenkreis UNIVERSITÄT TÜBINGEN
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT
BOTANISCHER GARTEN
Tübingen Universität

Abb. 2b: Informationstafel der Initiative Bunte Wiese.

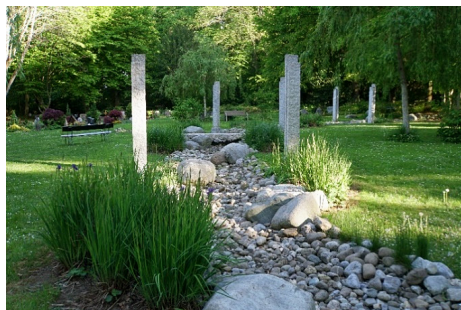


Abb. 3: Überblick über die Anlage „Fluss der Zeit 2“, eine künstliche Aufschüttung von Flussgestein (Abb.1 FL2).



Abb.4: Mit dekorativ blühenden Zierpflanzen bepflanzte Urnenbeisetzungsstätte (Abb.1 UB).

Material und Methoden

Der 15,5 ha große (Universitätsstadt Tübingen 2020) Bergfriedhof (48°30'17.5"N 9°03'59.4"E) befindet sich am Rand des Tübinger Stadtteils Derendingen sowie der Tübinger Südstadt (Baden-Württemberg, Deutschland). An den Nord- und Westteil des Friedhofs grenzen unmittelbar Grün- und Ackerland, an den Ostteil ein Waldgebiet und an den Südteil Streuobstwiesen an. Die ersten Bestattungen fanden auf dem Bergfriedhof in den 1940er Jahren in einem bestehenden Waldgebiet statt (Universitätsstadt Tübingen 2020). Zu dieser Zeit diente der Friedhof der Bestattung von im zweiten Weltkrieg gefallenen Soldaten (Universitätsstadt Tübingen 2020).



Abb.5: Zierlavendelbepflanzung (Abb.1 LB)

Die Identifizierung der verschiedenen Habitattypen des Friedhofes erfolgte mit dem Habitatschlüssel der LUBW (2018). Folgende Habitattypen wurden für eine weitere entomologische Erfassung ausgesucht: Natürlich: (1) Buchenwald (Abb.1 W1), (2) Hecke/Baumstreifen (Abb.1 H1/2), (3) Extensive Mähwiese (als Bestand der Initiative „Bunte Wiese“ Tübingen: Unterwiesinger et al. 2013, 2014, 2015) (Abb.1 BW, Abb. 2a); künstlich: (4) einem natürlichen Trockenbachbett nachempfundene Aufschüttung aus Flussgestein („Fluss der Zeit 1/2“) (Abb.1 FL 1/2, Abb. 3), (5) Urnenbeisetzungsstätte (Abb.1 UB, Abb. 4) und (6) mit Lavendel bepflanzte Fläche (Abb.1 LB, Abb. 5).

In Tabelle 1 findet sich eine Auflistung der für das jeweilige Taxon gewählten Erfassungsmethode, des gewählten Standortes sowie der Begehungszeiträume. Die Begehungen der Flächen für die Tagfalter und Hummeln wurden bei sonnigem, trockenem und windstillem Wetter durchgeführt (vgl. Kühn et al. 2014). Die Bestimmung der Laufkäfer erfolgte mit Freude et al. (2012), der Heuschrecken mit Fischer et al. (2020), der Ameisen mit Seifert (2007), der Hummeln mit Gokcezade et al. (2018), der Tagfalter mit Settele et al. (2015), der Nachtfalter-Imagines mit Steiner et al. (2014), die der Nachtfalter-Larven durch *Metabarcoding*. Die Nachtfalter wurden mit Belegfotos dokumentiert. Für die gefangenen Laufkäfer (Carabidae), Ameisen (Formicidae) und Heuschrecken (Orthoptera) wurden für alle festgestellten Arten Belegexemplare in der Insektensammlung des Instituts für Evolutionsbiologie der Invertebra-

ten der Universität Tübingen hinterlegt. Die festgestellten Arten wurden in das Arterfassung Online Projekt (AEP) der LUBW eingepflegt. Die Nachbestimmung der Belegexemplare erfolgte bei den Ameisen durch Dr. Wolfgang Münch (Tübingen). Belegfotos von Nachtfaltern wurden von Axel Steiner (Karlsruhe) verifiziert.

Tab. 1: Übersicht der Erfassungsmethoden (Detzel 1992, Hermann 1992, Schwenninger 1992, Trautner 1992, 2016), der untersuchten Standorte sowie der Fangzeiträume der auf dem Bergfriedhof untersuchten Taxa.

Taxon	Erfassungsmethode	Untersuchte Standorte	Fangzeitraum/ Zeitraum der Begehungen
Laufkäfer (Carabidae)	<u>Methode:</u> Bodenfallen, je sechs Fallen pro Standort im 10 m-Abstand, Fallen bestehen aus zwei ineinander gesteckten Einwegplastikbechern, ¼ mit Fangflüssigkeit gefüllt (Trautner 1992) <u>Fangflüssigkeit:</u> Renner-Lösung (4:3:2:1 Ethanol:Wasser:Glycerin:Essigsäure) + 1 Tropfen geruchsneutrales Spülmittel (Trautner 2016).	Buchenwald (Abb.1 W1) „Fluss der Zeit 1/2“ (Abb.1 FL 1/2, Abb.3) Hecke/Baumstreifen 1/2 (Abb.1 H1/2)	3 mal 14 = 42 Tage; davon zwei Fangperioden im Frühjahr (April-Juni) und eine Ende Juli/Anfang August 2020 (Trautner 1992)
Ameisen (Formicidae)			
Hummeln (<i>Bombus</i> spp.)	<u>Methode:</u> Fang mit Schmetterlingsnetz (Lebendbestimmung vor Ort) <u>Begehungszeit:</u> 30 min Beobachtungszeit pro Begehung (Schwenninger 1992)	„Bunte Wiese“ (Abb.1 BW, Abb.2a) Lavendel-Bestand (Abb.1 LB, Abb.5)	3 Begehungen zwischen Ende Mai und Anfang August 2020
Heuschrecken (Orthoptera)	<u>Methode:</u> Fang mit Streifnetz oder von Hand (Lebendbestimmung vor Ort) (Detzel 1992).	„Bunte Wiese“ (Abb.1 BW, Abb.2a)	3 Begehungen von Mitte Juli bis Anfang August 2020 (Detzel 1992)
Tagfalter	<u>Methode:</u> Fang mit Schmetterlingsnetz (Lebendbestimmung vor Ort) <u>Begehungszeit:</u> Bei jeder Begehung wurde die Fläche so lange abgegangen, bis über einen längeren Zeitraum von ca. 15–20 min keine neuen Arten gefunden wurden (Hermann 1992)	„Bunte Wiese“ (Abb.1 BW, Abb.2a) Urnenbeisetzungstätte (Abb.1 UB, Abb.4)	4 Begehungen der Urnenbeisetzungstätte und 5 Begehungen der „Bunten Wiese“ zwischen Mitte Mai und Ende Juli 2020
Nachtfalter (Larven)	<u>Methode:</u> Kescherfang auf zwei 10 m-Transekten mit jeweils Streif- und Bodenkescher. <u>Begehungszeit:</u> Jedes Transekt wurde mit einem Abstand von 30 Minuten zweimal begangen.	„Bunte Wiese“ (Abb.1 BW, Abb.2a) Konventionell gemähte Wiese	4 Begehungen am Tag sowie 4 in der Nacht zwischen Mitte April und Mitte August 2021
Nachtfalter (Imagines)	<u>Methode:</u> Lichtfang mit einem entomologischen Leuchtturm. Falter, die sich auf dem Leuchtturm setzten, wurden mit einer Kamera fotografiert.	„Bunte Wiese“ (Abb.1 BW, Abb.2a)	4 Leuchtermine von Mitte April bis Anfang Juli 2021

Ergebnisse

Identifizierung der verschiedenen Habitattypen

Der Bergfriedhof weist einen stark parkartigen Charakter auf. Der südöstliche Teil ist vor allem von einem Buchenwald (Abb.1; LUBW-Kategorie 55. Buchenreiche Wälder mittlerer Standorte) sowie von anderen Laubbaumbeständen (Abb.1; LUBW-Kategorie 59.10 Laubbaum-Bestand) geprägt, die nicht forstwirtschaftlich genutzt werden. Längere Hecken (Abb.1;

LUBW-Kategorie 41.22 Feldhecke; 45.12 Baumreihe) ziehen sich durch den offeneren Teil des Friedhofs, in welchem sich die Erdgräber befinden. Bei den offenen Flächen handelt es sich um kurzgemähte Rasenflächen (LUBW-Kategorie 33.80 Zierrasen), die mit Einzelbäumen (LUBW-Kategorie 45.00 Einzelbäume) oder -büschen bestanden sind. Über den gesamten Friedhof verteilt finden sich Urnenbeisetzungstätten (Abb. 1, Abb. 4; LUBW-Kategorie 60.56 Grabpflanzung), welche von der Friedhofsverwaltung mit dekorativ blühenden Zierpflanzen bepflanzt wurden. Ebenfalls der Urnenbestattung dient der künstliche aus Flussskies geschaffene „Fluss der Zeit 1/2“ (Abb. 1 FL 1/2, Abb. 3). Bei der Großen Trauerhalle im Südwesten des Friedhofes befindet sich eine extensiv gemähte Wiesenfläche (Abb. 1; LUBW-Kategorie 3.40 Wirtschaftswiese mittlerer Standorte), welche zum Bestand der Initiative „Bunte Wiese“ der Universität Tübingen gehört (<https://www.buntewiese-tuebingen.de>; Webseite vom 1. Dezember 2022).

Bodenfallen

Während der 42 Fangtage wurden in den 30 Bodenfallen insgesamt 7601 Arthropoden (8,7% Isopoda, 8,9% Araneae, 12,2% Collembola, 16% Coleoptera, 33,6% Diptera, 20,2% Hymenoptera, 0,4% Sonstige) erfasst. Die Anzahl der im Wald (Abb. 1 W1) und Hecke 1/2 (Abb. 1 H1/2) gefangenen Arthropoden war relativ ähnlich und lag bei etwa 2000 Individuen, während im „Fluss der Zeit 1/2“ (Abb. 1 FL 1/2) die Anzahl der Individuen nur etwa ein Viertel bis ein Drittel dessen betrug.

Carabidae (Laufkäfer)

Insgesamt fanden sich in den Bodenfallen 82 Laufkäfer, die 13 Arten zugeordnet werden konnten (Abb. 6A). Mit 34 gefangenen Individuen (41% aller gefangenen Individuen) wies *Abax parallelepipedus* (Großer Brettläufer) insgesamt die höchste Abundanz auf. *A. parallelepipedus* war zugleich die einzige Art, welche in allen mittels Bodenfallen untersuchten Gebieten nachgewiesen werden konnte. Im Buchenwald (Abb. 1, W1) wurden sechs verschiedene Arten gefangen, dabei handelte es sich um häufige Waldbewohner wie *Abax ovalis* (Rundlicher Brettläufer) und *Leistus rufomarginatus* (Rotrandiger Bartläufer) sowie eurytope Arten wie *Pterostichus madidus* (Gebüsch-Grabläufer) und *Nebria brevicollis* (Gewöhnlicher Dammläufer) (Trautner 2016). Mit 41 gefangenen Individuen wurde im Waldgebiet die mit Abstand höchste Individuenzahl registriert. Im Heckenabschnitt 1/2 (Abb. 1 H1/2) wurden jeweils fünf verschiedene Carabidenarten gefunden, darunter schwerpunktmäßig im Wald zu findende Arten wie *Leistus rufomarginatus* (Rotrandiger Bartläufer) und *Notiophilus rufipes* (Gelbbeiniger Laubläufer), sowie eurytope Arten wie *N. biguttatus* (Zweifleckiger Laubläufer) und Offenlandarten wie *Trechus quadristriatus* (Gewöhnlicher Flinkläufer) (Trautner 2016). Im „Fluss der Zeit 1/2“ konnten insgesamt nur drei verschiedene Arten nachgewiesen werden, die beiden generalistischen Offenlandarten *Amara aenea* (Erzfarbener Kamelläufer) und *Harpalus rufipes* (Gewöhnlicher Schnellläufer) sowie die eurytope Art *Abax parallelepipedus* (Großer Brettläufer). *A. aenea* und *H. rufipes* gehören zu den 20 stetigsten und weitverbreitetsten Laufkäferarten aus Ackerbiotopen in Baden-Württemberg (Trautner 2016).

Formicidae (Ameisen)

In den Bodenfallen fanden sich 1144 Ameisen, welche 10 verschiedenen Arten (Abb. 6B) zugeordnet werden konnten. Es handelte sich dabei zu sehr großem Anteil (65%, 746 Individuen) um *Lasius fuliginosus* (Glänzenschwarze Holzameise). Diese an Gehölzbeständen vorkommende und sich mittels Trophobie ernährende Art kommt bekanntermaßen auch in Siedlungsgebieten vor (Seifert 2007). Im Wald und „Fluss der Zeit 1/2“ konnten jeweils sechs Arten nachgewiesen werden, in Heckenabschnitt 1/2 waren es jeweils sieben. Von den nachgewiesenen Arten konnten drei Arten in allen drei untersuchten Habitattypen nach-

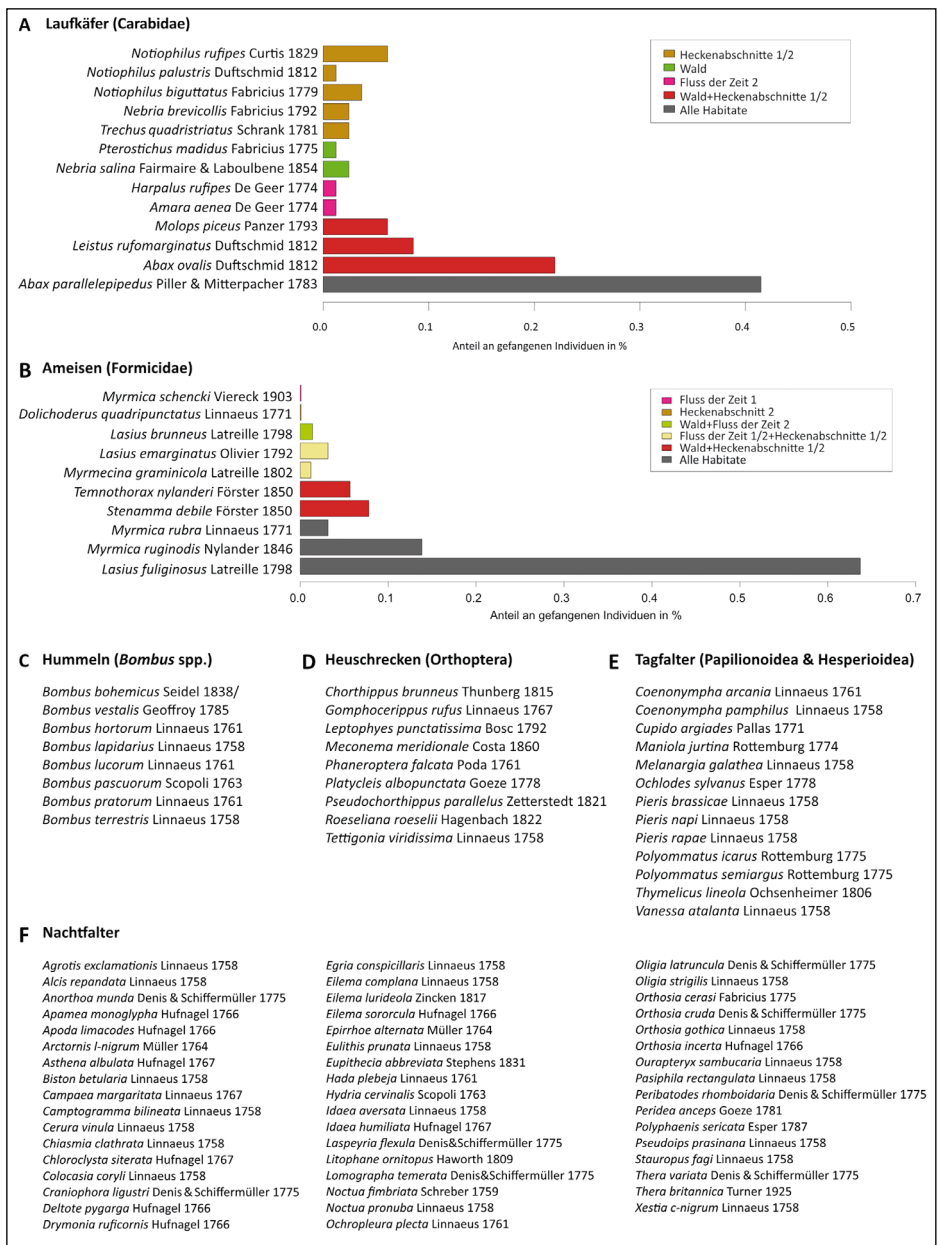


Abb. 6: Artenlisten der im Bergfriedhof Tübingen untersuchten Taxa. Für die Laufkäfer (A) und Ameisen (B), welche mittels Bodenfallen untersucht wurden, ist die prozentuale Verteilung der gefangenen Individuen angegeben. Für die Hummeln (C), Heuschrecken (D), Tagfalter (E) und Nachtfalter (F) wurden keine quantitativen Daten erhoben, weshalb für diese Taxa nur die Artenlisten angegeben wurden.

gewiesen werden, nämlich *Lasius fuliginosus*, die waldbewohnende Ameisenart *Myrmica ruginodis* (Waldknotenameise) und die eurytope Art *Myrmica rubra* (Rote Gartenameise). Bei den beiden letzteren Arten handelt es sich um Nahrungsgeneralisten (Seifert 2007). In beiden mit Gehölzen bewachsenen Habitaten (Wald und Hecke) fanden sich die vor allem in Laubwäldern vorkommenden Arten *Stenamma debile* (Kleinäugige Knotenameise) und *Temnothorax nylanderii* (Nylanders Schmalbrustameise) (Seifert 2007). Die im Heckenabschnitt 1/2 und im „Fluss der Zeit 1/2“ zu findende eurytope Art *Myrmecina graminicola* (Versteckte Knotenameise), wird in der Roten Liste in der Vorwarnliste geführt (Seifert 2007, 2011). Zwei Arten der im Bergfriedhof nachgewiesenen Arten sind in der Roten Liste als gefährdet (Kategorie 3) gelistet. Dies sind *Dolichoderus quadripunctatus* (Vierpunktameise) und *Myrmica schencki* (Zahnfühler-Knotenameise). *M. schencki* bewohnt trockenes Grasland und Sandablagerungen (Seifert 2007, 2011). Auf dem Friedhof wurde die Art im „Fluss der Zeit 1“ (FL1) nachgewiesen, während *D. quadripunctatus* im Heckenabschnitt 2 erfasst wurde. Der natürliche Lebensraum dieser Art sind Laubwälder, aber auch Streuobstwiesen, Gärten und Alleen, welche alte Bäume aufweisen (Seifert 2007).

Hummeln (*Bombus* spp.)

Auf der extensiv bewirtschafteten „Bunten Wiese“ (Abb.1 BW, Abb. 2A) und an einem Lavendelbestand (Abb.1 LB, Abb.5) konnten insgesamt acht Hummelarten (Abb.6C) beobachtet werden. Unsicherheit bestand bei der Unterscheidung von *B. bohemicus* und *B. vestalis* im Feld. Diese Arten wurden daher als eine Art gezählt. Auf der „Bunten Wiese“ wurden sechs Arten beobachtet, und am Lavendelbestand fanden sich sieben Arten.

Orthoptera (Heuschrecken)

Bei den Begehungen der „Bunten Wiese“ (BW) (Abb.1 BW, Abb. 2a) konnten neun Heuschreckenarten nachgewiesen werden (Abb. 6D). Darunter fanden sich häufige und weit verbreitete Generalisten wie *Pseudochorthippus parallelus* (Gemeiner Grashüpfer) oder *Tettigonia viridissima* (Grünes Heupferd). Auch Arten der trockenwarmen Habitate wie *Platycleis albopunctata* (Westliche Beißschrecke) oder *Chorthippus brunneus* (Brauner Grashüpfer) wurden nachgewiesen (Fischer et al. 2020). In dem die Fläche begrenzenden Gehölzsaum fand sich mit *Meconema meridionale* (Südliche Eichenschrecke) auch eine baum- und strauchbewohnende Art, welche sich in den letzten Jahren in Deutschland ausgebreitet hat (Fischer et al. 2020).

Papilionoidea et Hesperioidea (Tagfalter)

Bei den Begehungen der Flächen: „Bunte Wiese“ (Abb.1 BW, Abb. 2a), Urnenbeisetzungsstätte (Abb.1 UB, Abb.4) und Lavendel-Bestand (Abb.1 LB, Abb.5) konnten insgesamt 13 Tagfalterarten (Abb.6E) festgestellt werden. Auf der „Bunten Wiese“ wurden neun Arten nachgewiesen, während in den hauptsächlich mit nicht heimischen dekorativ blühenden Zierpflanzen bepflanzten und gärtnerisch gepflegten Blütenarrangements der Urnenbeisetzungsstätte sieben Arten zu finden waren. An der Urnenbeisetzungsstätte fanden sich häufige und weit verbreitete Arten wie *Polyommatus icarus* (Hauhechel-Bläuling), *Pieris rapae* (Kleiner Kohl-Weißling) und *Maniola jurtina* (Großes Ochsenauge) (Settele 2015). Die Art *Ochlodes sylvanus* (Rostfarbiger Dickkopffalter), welche im Grasland, an Waldsäumen, Böschungen und auf Brachen vorkommt (Settele 2015), konnte nur an der Urnenbeisetzungsstätte, nicht aber auf der „Bunten Wiese“ nachgewiesen werden. Auf der „Bunten Wiese“ fanden sich als graslandbewohnende Arten *Coenonympha pamphilus* (Kleines Wiesenvögelchen) und *Cupido argiades* (Kurzschwänziger Bläuling), welche nicht an der Urnenbeisetzungsstätte beobachtet werden konnten, sowie weitere eurytope Arten wie *Melanargia galathea* (Schachbrettfalter) (Settele 2015). Von den gefundenen Arten gilt *Cupido argiades* (Kurzschwänziger Bläuling)

als gefährdet. Sie wird in der Vorwarnliste der Roten Liste geführt (Reinhardt & Bolz 2011).

Nachtfalter Larven

Bei dem Kescherfang auf der konventionell gemähten Wiese konnte nur die Art *Agrochola litura* (Schwarzflecken Herbsteule) gefunden werden. Auf der „Bunten Wiese“ (Abb. 1 BW, Abb. 2A) konnten die folgenden fünf Arten nachgewiesen werden: *Agrochola litura* (Schwarzflecken Herbsteule), *Orthosia gothica* (Gothica-Kätzcheneule), *Deltote pygarga* (Waldrasen-Grasmoteneulchen), *Xestia c-nigrum* (Schwarzes C) und *Autographa gamma* (Gammaeule).

Nachtfalter Imagines

Insgesamt konnten durch Lichtfang auf der „Bunten Wiese“ (Abb. 1 BW, Abb. 2A) 50 Nachtfalterarten aus neun Familien nachgewiesen werden (Fig. 6F). Darunter waren die besonders beeindruckenden Arten *Cerura vinula* (Großer Gabelschwanz), *Moma alpium* (Seladoneule) und *Ourapteryx sambucaria* (Nachtschwalbenschwanz).

Diskussion

Für die Untersuchungen wurden Habitate ausgewählt, für die bekannt ist, dass sie eine hohe Insektenvielfalt beherbergen und bei welchen auch für die untersuchten Taxa eine hohe Artenvielfalt zu erwarten war (David 2010, Gokcezade et al. 2018, Fischer et al. 2020, Seifert 2007, Settele 2015, Trautner 2016). Gleichzeitig sind solche (semi-)natürlichen und künstlich angelegten Habitate potenziell für die Insektenfauna relevant.

Carabidae (Laufkäfer)

Bei der Interpretation der gefundenen Arten und Artenzahlen muss berücksichtigt werden, dass sich das Auftreten einer Laufkäferart sowie ihre Aktivitätsdichte in einem Gebiet sehr kleinräumig unterscheiden können. Gründe hierfür sind abiotische Faktoren wie Feuchtigkeit, Lichtintensität und pH-Wert sowie die Struktur der Vegetation und deren kleinräumige Veränderungen (Antvogel & Bonn 2001). Ein weiterer Punkt ist, dass nur ein relativ kleiner Ausschnitt der verschiedenen Habitattypen des Friedhofs beprobt wurde und somit sehr lokal vorkommende Laufkäferarten eventuell nicht erfasst wurden. Um ein noch genaueres Bild von den vorkommenden Arten und deren Verteilung zu erhalten, müsste die Arteninventarisierung mittels Bodenfallen über mehrere Jahre fortgeführt bzw. ein größeres Gebiet untersucht werden.

Bei der festgestellten Laufkäferfauna fanden sich in den Heckenabschnitten wenige Offenlandarten, was aufgrund der auf dieser Seite an den Friedhof angrenzenden Ackerflächen zu erwarten gewesen wäre. Ursache hierfür ist wahrscheinlich der ausgeprägte Baumheckencharakter dieser Hecke. Durch die Kombination von Offenland- und Waldarten wurde in den Hecken eine höhere Artenanzahl als in reinen Waldhabitaten erwartet. In den zwei Heckenabschnitten wurden jedoch nur je fünf Laufkäferarten gefunden, im Waldgebiet sechs. Insgesamt wurden bei den Laufkäfern keine seltenen oder spezialisierten Arten festgestellt.

Formicidae (Ameisen)

Zu den Abundanzen der festgestellten Ameisenarten ist generell keine quantitative Aussage möglich, auch nicht bei längeren Beobachtungsperioden von mehreren Jahren. Denn neben den generell schon hohen Schwankungen der Abundanz einer Art von Jahr zu Jahr (wie bei Insekten generell), kommt hinzu, dass die festgestellte Abundanz stark vom Abstand der Bodenfallen zu der Ameisenkolonie abhängig ist (Mühlenberg 1989). So ist zum Beispiel die sehr hohe Abundanz von *Lasius fuliginosus* auch dadurch zu erklären, dass sich eine Falle in unmittelbarer Nähe zu einer Kolonie befand. In Mitteleuropa weisen besonders trocken-warme

und strukturreiche Habitate (z. B. mit Steinen und Totholz) eine artenreiche Ameisenfauna auf (Seifert 2007). Solche Habitate findet man teilweise auch auf dem Bergfriedhof. So finden sich hier vielfältige Mikrohabitate wie mit alten Einzelbäumen bestandene Rasenflächen, Hecken, Grabsteine und dem besonders xerothermen „Fluss der Zeit“. Die beiden gefährdeten Arten *Myrmica schencki* (Zahnfühler-Knotenameise) und *Dolichoderus quadripunctatus* (Vierpunktameise) sowie die auf der Vorwarnliste befindliche Art *Myrmecina graminicola* (Versteckte Knotenameise) wurden in diesen Lebensräumen aufgefunden, während im geschlossenen Wald nur häufige, nicht gefährdete Arten auftraten. Die festgestellte Anzahl der Arten unterschied sich in den drei untersuchten Gebieten kaum (in Wald und „Fluss der Zeit 1/2“ waren es sechs Arten, in den Hecken 1/2 je sieben).

Für weitere Untersuchungen wäre es interessant, die Untersuchung der Ameisenfauna auf weitere typische Habitate des Friedhofs wie Erdgräber, Urnenbeisetzungsstätten oder Rasenflächen auszuweiten.

Hummeln (*Bombus* spp.)

Am Lavendelbestand fanden sich mit acht Arten nahezu gleich viele Arten wie auf der „Bunten Wiese mit sieben Arten. Bei den nachgewiesenen Arten handelte es sich um häufig vorkommende eurytope Nahrungsgeneralisten sowie um ebenfalls häufige Offenlandbewohner (Gokcezade et al. 2018).

Orthoptera (Heuschrecken)

Aufgrund zeitlicher Beschränkungen wurden die drei Begehungen zwischen Juli und August durchgeführt anstatt wie empfohlen innerhalb des Spätsommers (August bis September), so dass bei den Begehungen noch zahlreiche Larvenstadien vorgefunden wurden (Detzel 1992). Dies könnte zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Artenzahl geführt haben. Die gefundene Heuschreckenfauna war mit neun verschiedenen Heuschreckenarten nicht sehr divers, aber auch nicht artenarm. Die untersuchte „Bunte Wiese“ wies Eigenschaften wie unterschiedliche Vegetationshöhen und -strukturen (Grasland mit Heckensaum) (und damit einhergehende unterschiedliche mikroklimatische Bedingungen) auf, die sich positiv auf die Heuschreckenvielfalt auswirken (Fischer et al. 2020). Entsprechend dieser Eigenschaften fanden sich neben den eurytopen Arten auch Arten der trockenwarmen Graslandhabitate (*Platycleis albopunctata* (Westliche Beißschrecke), *Chorthippus brunneus* (Brauner Grashüpfer), *Gomphocerippus rufus* (Rote Keulenschrecke)) sowie ein Gehölzbewohner (*Meconema meridionale* (Südliche Eichenschrecke)).

Papilionoidea et Hesperioidea (Tagfalter)

Auf der extensiv gemähten „Bunten Wiese“ wurden während fünf Begehungen insgesamt 10 Schmetterlingsarten nachgewiesen, während bei vier Begehungen der künstlichen Urnenbeisetzungsstätte sieben Arten erfasst wurden. Weitere systematische Untersuchungen verschiedener Blütenpflanzenkombinationen aus heimischen und nicht heimischen Pflanzenarten hinsichtlich ihres entomologischen Wertes für blütenbesuchende Insekten wären lohnend, um konkrete Vorschläge für insektenfreundliche Friedhofsbepflanzungen erarbeiten zu können. Insgesamt weisen die im Bergfriedhof gefundenen Schmetterlingsarten ein relativ großes Habitatspektrum auf.

Nachtfalter (Larven und Imagines)

Insgesamt konnten auf dem Bergfriedhof 50 Arten von Nachtfaltern nachgewiesen werden. Keine der gefundenen Arten steht auf der Roten Liste und gilt als selten. Dennoch sind 50 vorkommende Arten nicht unerheblich und naturschutzrelevant. Die vorkommenden Larven sind typische Wiesenbewohner und ernähren sich von verschiedenen Gräsern und Kräutern.

Orthosia gothica und *Xestia c-nigrum* konnten sowohl als Imago als auch als Larve nachgewiesen werden und können deshalb als autochthon angesehen werden. Der gefundene Unterschied in der Artenzahl der Larven zwischen intensiv (nur eine Art) und extensiv gemähter Wiese (fünf Arten) spricht für eine Extensivierung des Mähkonzepts auf Friedhofswiesen auf maximal zwei Mahdtermine pro Jahr.

Fazit

Anhand der vorgestellten Untersuchung konnte am Beispiel des Tübinger Bergfriedhofs gezeigt werden, dass naturnahe gestaltete Friedhöfe einen wichtigen Beitrag zur Förderung von Insekten inklusive gefährdeter Arten leisten können. Dabei sind sowohl bereits vorhandene natürliche Strukturen (z.B. Waldinseln, Hecken) als auch künstlich geschaffene Biotopstrukturen (z.B. extensiv gemähte Wiesen, künstlich angelegte Kiesbetten) von Bedeutung und sollten bei einer naturschutzgerechten Friedhofsgestaltung berücksichtigt werden. Dabei spielen insbesondere folgende Maßnahmen eine Rolle (Tab. 2).

Tab. 2: Maßnahmen zur Förderung der Insektenvielfalt im Bergfriedhof Tübingen.

Habitattyp	Verbesserungsvorschlag
Künstliche Habitate	„Fluss der Zeit“ über manuelle Methoden frei von Vegetation halten, um die gefährdeten Ameisenart <i>M. schencki</i> zu fördern Anlegen von Wegen aus gehäckseltem Holz (statt Beton). Der sich bildende Holzmulm bietet einen Lebensraum, in dem sich verschiedene Insektenlarven entwickeln können. Auch noch in häufig begangenen Wegen können sich z.B. Hirsch- und Nashornkäferlarven entwickeln (David 2010) Verwendung gebietsheimischer und mehrjähriger Pflanzenarten für die Bepflanzung der Erdgräber und Urnenbeisetzungsstätten Anpflanzen von Kopfweiden z.B. entlang von Wegen. Mit der Zeit entstehen Höhlen, in denen sich Holzmulm ansammelt. Dieser bietet Lebensraum für viele Insektenlarven (David 2010)
Extensiv bewirtschaftete Wiesen	Maximal zweimal jährliche Mahd mit Balkenmähtechnik unter Einhaltung einer Mahdhöhe von mindestens 10 cm; erste Mahd nicht vor Mitte Juni, wobei über den Winter 10% der Fläche als Überwinterungsstrukturen für Insekten ungemäht bleiben sollte; von hier aus kann im kommenden Jahr zudem eine Rückbesiedlung der gemähten Fläche erfolgen Anlegen von mehrjährigen Blühstreifen
Wald/Baumbestand	Nutzungsverzicht des Baumbestandes Totholz nicht entfernen
Hecken	Hecken mit Schlehe, Weißdorn, Hasel und Wildrosen bepflanzen sowie das Auf-den-Stock-Setzen der Hecke alle 10-15 Jahre (Westphal & Schneevoigt 2011). Die genannten Arten bieten einer besonders hohen Anzahl verschiedener Insektenarten Nahrung und Habitat
Sonstige Maßnahmen	Information der Öffentlichkeit via aufgestellter Informationstafeln, um die Akzeptanz für die durchgeführten Maßnahmen zu erhöhen (vgl. Unterweger et al. 2014) (Abb.2b)
Beleuchtung	Zum Schutz der Nachtfalter LED-Straßenlampen mit einer Farbtemperatur von maximal 3000 Kelvin

Danksagung

Unser Dank gilt Bernd Walter von der Friedhofsverwaltung der Stadt Tübingen für die Möglichkeit der Freilandfassungen auf dem Friedhofsgelände. Das Regierungspräsidium Tübingen erteilte die Ausnahmegenehmigung zum Fang und Töten der Insekten.

Literatur

- Antvogel, H., Bonn, A. (2001): Environmental parameters and microspatial distribution of insects: a case study of carabids in an alluvial forest. – *Ecography* 24 (4), 470–482.
- Buchholz, S., Blick, T., Hannig, K., Kowarik, I., Lemke, A., Otte, V. (2016): Biological richness of a large urban cemetery in Berlin. Results of a multi-taxon approach. – *Biodiversity data journal* (4), e7057.
- David, W. (2010): Lebensraum Totholz. Gestaltung und Naturschutz im Garten. – Pala-Verlag, 123–171
- Detzel, P. (1992): Heuschrecken als Hilfsmittel in der Landschaftsökologie. In: Trautner, J., (Hg.) (1992): Arten- und Biotopschutz in der Planung: methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. BVDL-Tagung Bad Wurzach, 9. – 10. November 1991. Berufsverband der Landschaftsökologen Baden-Württemberg; BVDL-Tagung, Weikersheim. – Margraf (Ökologie in Forschung und Anwendung, 5).
- Fischer, J., Steinlechner, D., Zehm, A. (2020): Die Heuschrecken Deutschlands und Nordtirols. Bestimmen – beobachten – schützen. 2., korrigierte Auflage – Quelle & Meyer Verlag Wiebelsheim.
- Freude, H., Klausnitzer, B., Müller-Motzfeld, G. (Hg.) (2012): Adephaga; 1. Carabidae (Laufkäfer). (Die Käfer Mitteleuropas, begründet von Heinz Freude, Fortgeführt von Bernhard Klausnitzer; Bd. 2) 2. erweiterte Auflage, Heidelberg-Elsevier Spektrum Akademischer Verlag.
- Grimm, N., Faeth, S., Golubiewski, N., Redman, C., Wu, J., Bai, X., Briggs, J. (2008): Global change and the ecology of cities. – *Science* 319 (5864), 756–760.
- Gokceazade, J., Gereben-Krenn, B., Neumayer, J. (2018): Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, 2. durchgesehene Auflage – Wiebelsheim Quelle & Meyer Verlag.
- Hermann, G. (1992): Tagfalter und Widderchen – Methodisches Vorgehen bei Bestandsaufnahmen zu Naturschutz- und Eingriffsplanungen. In: Trautner, J., (Hg.) (1992): Arten- und Biotopschutz in der Planung: methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. BVDL-Tagung Bad Wurzach, 9. – 10. November 1991. Berufsverband der Landschaftsökologen Baden-Württemberg; BVDL-Tagung, Weikersheim. – Margraf (Ökologie in Forschung und Anwendung, 5).
- Kühn, E., Musche, M., Harpke, A., Feldmann, R., Betzler, B., Wiemers, M., Hirneisen, N., Settele, J. (2014): Tagfalter-Monitoring Deutschland. – *Oedipus* 27, 1–47.
- LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2018): Arten, Biotope, Landschaft-Schlüssel zum Erfassen, Beschreiben, Bewerten. 5. ergänzte und überarbeitete Auflage, Karlsruhe. – LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
- Löki, V., Deák, B., Lukács, A., Balázs, M. (2019): Biodiversity potential of burial places – A review on the flora and fauna of cemeteries and churchyards. – *Global Ecology and Conservation* 18, e00614.
- Mühlenberg, M., Bogenrieder, A. (1989): Freilandökologie, 2., neu bearb. Aufl., Heidelberg. – Quelle & Meyer (Uni-Taschenbücher UTB für Wissenschaft Biologie, 595).
- Nielsen, A., van den Bosch, M., Maruthaveeran, S., van den Bosch, C. (2014): Species richness in urban parks and its drivers: A review of empirical evidence. – *Urban Ecosystems* 17 (1), 305–327.
- Reinhardt, R., Bolz, R. (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Tagfalter (Rhopalocera) (Lepidoptera: Papilionoidea et Hesperioidea) Deutschlands. In: Binot-Hafke, M., Balzer, S., Becker, N., Gruttker, H., Haupt, H., Hofbauer, N., Ludwig, G., Matzke-Hajek, G., Strauch, M. (Bearb.): Rote Liste der gefährdeten Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 3: Wirbellose Tiere (Teil 1). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (3), 167–194.
- Schwenninger, H. (1992): Methodisches Vorgehen bei Bestandserhebungen von Wildbienen im Rahmen landschaftsökologischer Untersuchungen. In: Trautner, J. (Hg.) (1992): Arten- und Biotopschutz in der Planung: methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. BVDL-Tagung Bad Wurzach, 9. – 10. November 1991. Berufsverband der Landschaftsökologen Baden-Württemberg; BVDL-Tagung, Weikersheim. – Margraf (Ökologie in Forschung und Anwendung, 5).
- Seifert, B. (2007): Die Ameisen Mittel- und Nordeuropas, 1. Auflage, Tauer – Iutra Verlags- und Vertriebsgesellschaft
- Seifert, B. (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Ameisen (Hymenoptera: Formicidae) Deutschlands. In: Binot-Hafke, M., Balzer, S., Becker, N., Gruttker, H., Haupt, H., Hofbauer, N., Ludwig, G., Matzke-Hajek, G., Strauch, M. (Bearb.): Rote Liste der gefährdeten Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 3: Wirbellose Tiere (Teil 1), Bonn (Bundesamt für Naturschutz). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (3), 469–487.

- Settele, J., Steiner, R., Reinhardt, R., Feldmann, R., Hermann, G. (2015): Schmetterlinge. Die Tagfalter Deutschlands: 3. aktualisierte Auflage, Stuttgart (Hohenheim). – Ulmer (Ulmer Naturführer).
- Steiner, A., Ratzel, U., Top-Jensen, M., Fibiger, M. (2014): Die Nachtfalter Deutschlands. Ein Feldführer. – Østermarie (Bugbook Publishing). 878 S., 76 Farbtafeln.
- Trautner, J. (1992): Laufkäfer Methoden der Bestandsaufnahme und Hinweise für die Auswertung bei Naturschutz- und Eingriffsplanung. In: Trautner, J., (Hg.) (1992): Arten- und Biotopschutz in der Planung: methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. BVDL-Tagung Bad Wurzach, 9.–10. November 1991. Berufsverband der Landschaftsökologen Baden-Württemberg; BVDL-Tagung. Weikersheim. – Margraf (Ökologie in Forschung und Anwendung, 5).
- Trautner, J. (Hg.) (2016): Die Laufkäfer Baden-Württembergs. Unter Mitarbeit von Michael Bräunicke, Stuttgart. – Verlag Eugen Ulmer.
- Universitätsstadt Tübingen (2020): Bergfriedhof – World Wide Web electronic publication www.tuebingen.de/30292.html#30295 [15.11.2022].
- Unterweger, P., Ade, J., Braun, A., Koltzenburg, M., Kricke, C., Schnee, L., Wastian, L., Betz, O. (2013): Langfristige Etablierung extensiver Grünflächenpflege in Stadtgebieten. Die Initiative „Bunte Wiese“ der Stadt Tübingen. in Korn, H., Feit, U. (Bearb.): Treffpunkt Biologische Vielfalt XII: interdisziplinärer Forschungsaustausch im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt, 89–94.
- Unterweger, P., Braun, A., Koltzenburg, M., Betz, O. (2014): Die Initiative Bunte Wiese – Für mehr Artenvielfalt auf öffentlichem Grün. In: Biodiversität und Klima – Vernetzung der Akteure in Deutschland X. Ergebnisse und Dokumentation des 10. Workshops. – BFN-Skripten 357, 53–54.
- Unterweger, P., Braun, A., Boess, R., Koltzenburg, M., Betz, O. (2015): Langfristige Etablierung extensiver Grünflächenpflege in Stadtgebieten. Vorstellung der Initiative „Bunte Wiese“ der Stadt Tübingen. – DGaE-Nachrichten 29 (2), 73–80.
- Unterweger, P. A., Schrode, N., Betz, O. (2017): Urban nature: perception and acceptance of alternative green space management and the change of awareness after provision of environmental information. A chance for biodiversity protection. – urban science, 1, 24
- Westphal, U., Schneevoigt, M. (2011): Hecken – Lebensräume in Garten und Landschaft. Ökologie, Artenvielfalt, Praxis. 1. Aufl. Darmstadt. – Pala-Verlag, 106–152

Kleine Mitteilungen

***Trichoferus campestris* (Faldermann 1835) in Ludwigsburg eingebürgert**

Am 28.7.2017 fand meine Frau an unserem Gartenfenster in Ludwigsburg-Neckarweihingen einen Cerambyciden, den ich weder mit „Die Käfer Mitteleuropas“ (FHL 1966), den „Longhorn Beetles“ (Bense 1995) oder „Fauna Germanica, Käfer“ (Reitter 1912) bestimmen konnte. U. Bense bestimmte mir diesen Bockkäfer dankenswerterweise als *Trichoferus campestris* und veröffentlichte ihn zusammen mit weiteren aus Deutschland bekannten Funden (Bense 2017). Neben Verschleppungen dieser Art durch eingeführtes Holz wurde auch bereits eine mögliche Ansiedlung in Deutschland nicht ausgeschlossen.

Neben dem oben erwähnten Fund konnte zwei Jahre später am 05.8.2019 an derselben Stelle (Fenster zum Garten) ein weiterer *Trichoferus*, den mir J. Reibnitz als die gleiche Art bestätigte, gefunden werden. Ein drittes Exemplar konnte am 24.7.2022, wieder an der oben erwähnten Stelle, sichergestellt werden. Das vierte Tier wurde schließlich von meiner Frau an einem Vormittag am 30.7.2022 in unserem Garten an einem kleinen Apfelbaum gefunden. Der erste Nachweis war ein Weibchen, die restlichen drei Männchen.

Dass drei Tiere das erleuchtete Fenster anfliegen, bestätigt einmal mehr, dass die Art dämmerungs- und/oder nachtaktiv ist. Dass *Trichoferus campestris* in drei aufeinander folgenden Jahren (2017, 2019 und 2022) in meinem Garten gefunden werden konnte, lässt den Schluß zu, dass sich die Art zumindest stellenweise in Deutschland eingebürgert hat.

Rainer Flindt, Dietrich-Bonhoeffer-Weg 16, 71642 Ludwigsburg