

# Entomologische Untersuchung von zwei Pfeifengraswiesen (Molinion caeruleae) im Südwesten Luxemburgs

Lisa Siebenaler<sup>1</sup>, Claire Wolff<sup>1</sup>, Fernanda Herrera-Mesías<sup>2,5</sup>, Alexander Weigand<sup>2</sup>, Axel Hochkirch<sup>3</sup>, Marcel Hellers<sup>4</sup> & Simone Schneider<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Naturschutzsyndikat SICONA, 12, rue de Capellen, L-8393 Olm (lisa.siebenaler@siconal.lu; claire.wolff@siconal.lu; simone.schneider@siconal.lu ·  <https://orcid.org/0000-0003-3761-2054>)

<sup>2</sup> Musée national d'histoire naturelle Luxembourg, 25, rue Münster, L-2160 Luxembourg (alexander.weigand@mnhn.lu ·  <https://orcid.org/0000-0001-7587-6531>, simone.schneider@mnhn.lu)

<sup>3</sup> Universität Trier, Biogeographie, D-54286 Trier (hochkirch@uni-trier.de ·  <https://orcid.org/0000-0002-4475-0394>)

<sup>4</sup> 110, rue de Welscheid, L-9090 Warken (hellersk@pt.lu ·  <https://orcid.org/0000-0002-9698-5304>)

<sup>5</sup> Ruhr-Universität Bochum, Department of Animal Ecology, Evolution, and Biodiversity, 150 Universitätsstraße, D-44780 Bochum (fernanda.herreramesias@rub.de ·  <https://orcid.org/0000-0001-8216-871X>)

Siebenaler, L., C. Wolff, F. Herrera-Mesías, A. Weigand, A. Hochkirch, M. Hellers & S. Schneider, 2022. Entomologische Untersuchung von zwei Pfeifengraswiesen (Molinion caeruleae) im Südwesten Luxemburgs. *Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois* 124 : 77-105.

Published online 5 August 2022 (ISSN 2716-750X), printed volume 6 December 2022 (ISSN 0304-9620).

**Abstract.** The insect fauna of natural and restored remnants of moor grass meadows (Molinion caeruleae), near Mamer, Luxembourg, was surveyed in 2021. The presence of butterfly species was assessed by walking predefined transects while moths were recorded by attracting them to artificial light sources. Ground living beetles, especially Carabidae, were targeted with pitfall traps. Grasshoppers were recorded using a box quadrat as well as transect counts based upon visual and bioacoustic identification. Wild bees were investigated by active collection (on and off transects) and by installing pan and vane traps. In total, we recorded 246 species, some of which are known to be characteristic inhabitants of wetland habitats. Notable species include the butterflies *Lycaena dispar* and *Adscita sticticus*, the moth *Archana sparganii*, carabids such as *Agonum emarginatum* and *Amara strenua*, the wild bee *Melitta nigricans* in addition to grasshoppers like *Stethophyma grossum* and *Conocephalus fuscus*. Two wild bee species were recorded in Luxembourg for the first time: *Andrena congruens* Schmiedeknecht, 1884 and *Hylaeus dilatatus* (Kirby, 1802). Comparing the recorded biocoenosis, a similar or even higher number of characteristic species and individuals was found on the restored moor grass meadow. These results confirm a successful restoration and underline the fact that entomological surveys are a valuable complement to floristic surveys in the evaluation process of restored habitats. Understanding the relationships and needs of the resident community facilitates the implementation of targeted habitat improvement measures.

**Keywords.** Moor grass meadows (Molinion caeruleae), biodiversity, restoration impact, Lepidoptera, Carabidae, Orthoptera, Hymenoptera.

## 1. Einleitung

Pfeifengraswiesen zählen in Luxemburg zu den seltensten, wertvollsten und am stärksten gefährdeten Graslandtypen. Sie sind sowohl nach der Fauna-Flora-Habitat-

richtlinie sowie nach dem luxemburgischen Naturschutzgesetz geschützt (LRT 6410; JOCE 1992, Mémorial 2018). Ihr Vorkommen beschränkt sich auf feuchte bis wechselfeuchte, meist basenreiche, nährstoffarme, tonige Böden (Gleye, Pseudogleye),

auf denen sich Austrocknungs- und Ver-  
nässungsphasen aufgrund ihres hohen Ton-  
gehaltes oft mehrmals im Jahr abwechseln  
(Schneider 2011). Unter den edaphischen  
Bedingungen ist auch die Nährstoffarmut  
hervorzuheben, die für die Entstehung und  
den Erhalt dieses Wiesentyps entscheidend  
ist (Nowak & Fartmann 2004, Schneider  
2011). Pfeifengraswiesen sind durch das  
Auftreten von Pflanzenarten geprägt, deren  
Blühoptimum erst im Hoch- und Spät-  
sommer liegt. Hierzu zählen in Luxem-  
burg kennzeichnende Arten des Molinion  
*caeruleae* W. Koch 1926: *Molinia caerulea*,  
*Succisa pratensis*, *Selinum carvifolia*, *Stachys*  
*officinalis* und *Serratula tinctoria*. Weiter-  
hin charakteristisch für Pfeifengraswiesen  
ist das Vorkommen von Arten verschiede-  
ner soziologischer Gruppen (Nawrath 2005,  
Schneider 2011): Pflanzenarten der Feucht-  
wiesen, der Frischwiesen, der Kleinseggen-  
riede, der Borstgrasrasen und der Trespen-  
Halbtrockenrasen kommen in ihnen vor  
(Nowak & Fartmann 2004, Schneider 2011).  
Die Entstehung dieses Wiesentyps beruht  
auf einer extensiven Nutzung mit einer ein-  
schürigen Mahd im Spätsommer (Streu-  
wiesen). Durch die späte Mahd gelangen in  
ihnen auch Arten mit später Blüte zur Reife  
und sind für sie charakteristisch.

In Luxemburg sind Pfeifengraswiesen heute  
sehr selten geworden: Die nur noch knapp  
8 ha verteilen sich auf 30 Flächen und können  
weitestgehend als Molinion-Verbandsge-  
sellschaft angesprochen werden (Schnei-  
der 2019). Ihren Verbreitungsschwerpunkt  
haben sie auf den basenreicheren Böden  
des Gutlandes; sie finden sich aber auch auf  
den sauren Böden des Öslings (Schneider et  
al. 2013, Administration de la nature et des  
forêts 2021). Neben der zunehmenden Nut-  
zungsintensivierung – verbunden mit einer  
zunehmenden Düngung, Entwässerung  
sowie früheren und häufigeren Mahdzeit-  
punkten – stellen auch Nutzungsaufgabe,  
Aufforstung, Nährstoffeintrag aus angren-  
zenden Nutzflächen und Verbauung die  
wichtigsten Gefährdungsursachen dar. Eine  
extensive und an die ursprüngliche Nut-  
zungsform angepasste Nutzung oder Pflege  
ist demnach für die Erhaltung der noch  
reliktisch verbliebenen Pfeifengraswiesen  
entscheidend.

Aufgrund des starken Rückganges und  
hohen Gefährdungsgrades ist die Wieder-  
herstellung von Pfeifengraswiesen beson-  
ders wichtig. Erhaltungs- und Wiederher-  
stellungsziele sowie konkrete Maßnahmen  
sind im Biotopschutzplan der Pfeifengras-  
wiesen sowie im Nationalen Naturschutz-  
plan enthalten (Schneider et al. 2013,  
Mémorial 2017). Landesweit werden durch  
Renaturierungen knapp 50 ha Pfeifengras-  
wiesen angestrebt.

Bedingt durch ihre besonderen Boden-  
eigenschaften sowie der seltenen und typi-  
schen Artenzusammensetzung stellen  
Pfeifengraswiesen einen wichtigen Lebens-  
raum für zahlreiche spezialisierte und des-  
halb oft gefährdete Tier- und Pflanzenar-  
ten dar (Quinger et al. 1995). Im Vergleich  
zum mehrschnittigen Wirtschaftsgrünland  
prägen hier insbesondere hygrophile, ste-  
notope Tierarten die Lebensgemeinschaft,  
deren Entwicklungszyklen oftmals beson-  
ders an den einschürigen Mährhythmus  
angepasst sind. Solche Arten sind mittler-  
weile in ganz Mitteleuropa äußerst selten  
geworden (Ellmayer & Essl 2005).

Systematische entomologische Unters-  
uchungen auf Luxemburger Pfeifengraswie-  
sen liegen derzeit kaum vor. In den Jahren  
2017 und 2018 wurden die Tag- und Nacht-  
falter in zwei ausgewählten Wiesengebieten  
untersucht. Hierbei konnte ein Drittel aller  
in Luxemburg vorkommenden Tagfalter-  
arten nachgewiesen werden (Hellers 2018,  
Schneider 2019).

Die vorliegende Untersuchung erfasst die  
Artenausstattung der Tag- und Nachtfal-  
ter, Laufkäfer, Wildbienen und Heuschre-  
cken in den Wiesengebieten „Werwelslach“  
und „Gollewiss“ im Natura 2000-Gebiet  
„Mamer-Eischtal“. Neben dem hohen flo-  
ristischen und vegetationskundlichen Wert  
der Magerwiesen soll mit dieser Erfassung  
die Qualität aus entomologischer Sicht  
betrachtet werden. Anhand der nachgewie-  
senen Lebensgemeinschaften sollen die Ent-  
wicklung und der Erhaltungszustand der  
Pfeifengraswiesen beleuchtet werden. Dabei  
steht der Vergleich zwischen einem histo-  
risch gewachsenen Molinion-Bestand und  
einer vor wenigen Jahren renaturierten, sich  
zur Pfeifengraswiese in Entwicklung befin-

dende Feuchtwiese im Fokus. Gleichzeitig soll herausgefunden werden, inwieweit Vorkommen und Individuenzahlen der untersuchten Artengruppen als Parameter zur Erfolgskontrolle eines renaturierten Lebensraumtyps herangezogen werden können.

## 2. Methoden

### 2.1. Untersuchungsgebiet

Die beiden Gebiete „Werwelslach“ und „Gollewiss“ im westlichen Gutland Luxemburgs schließen sich mit knapp 10 ha nördlich an die Ortschaft Mamer an. Mit rund 230 Blüten- und Farnpflanzen – darunter zahlreiche gefährdete Arten wie die *Scorzonera humilis* oder *Selinum carvifolia* – gehören sie zu den wertvollsten Magerwiesen in Luxemburg (Schneider 2019). Sie liegen innerhalb des 2009 ausgewiesenen Natura 2000-Gebiets „Vallée de la Mamer et de l'Eisch“ (LU0001018, Mémorial 2009a)

sowie innerhalb des am 18. Juni 2021 ausgewiesenen nationalen Naturschutzgebietes „Engelsratt/Werwelslach - RFI24“ (Abb. 1). Kennzeichnend sind hier tonige, schwach bis mäßig vergleyte Parabraunerden des Unteren Lias. Der hohe Tongehalt bedingt Staunässe, sodass ebenso Pseudogleye bis hin zu Gleyen vorzufinden sind (Service géologique 1992, Service de pédologie 1999).

Die „Gollewiss“ bezeichnet den östlichen Teil des Untersuchungsgebietes. Auf einer Fläche von 0,4 Hektar erstreckt sich die untersuchte, mit etwa 50 Arten pro 25 m<sup>2</sup> sehr artenreiche Pfeifengraswiese (Schneider 2019), die nord-östlich an einen Stieleichen-Hainbuchenwald grenzt (Abb. 2). Sie wird von einem kleinen Seitenarm der „Kielbaach“ – begleitet von einer feuchten Hochstaudenflur – südöstlich durchquert. Vegetationskundliche Erhebungen wurden im gesamten Magerwiesengebiet von Schneider (2019) durchgeführt. Bestandsprägende Arten sind fast alle kennzeichnen-

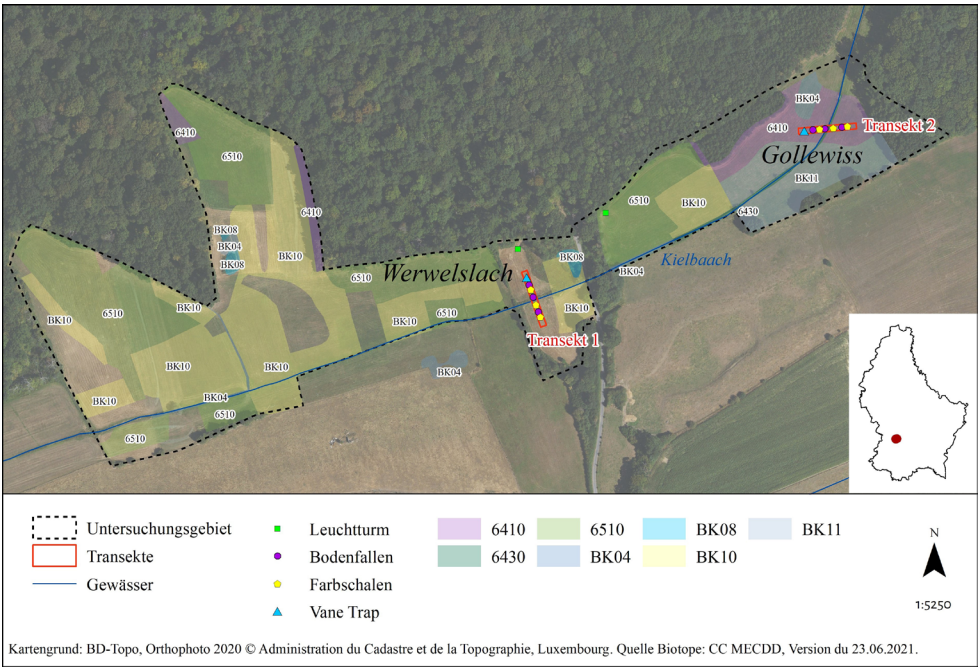


Abb. 1. Untersuchungsgebiet mit den untersuchten Flächen im „Werwelslach“ und in der „Gollewiss“ in der Gemeinde Mamer. Genaue Lage der Transekte und Probenahmestellen. Nach der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie sowie dem luxemburgischen Naturschutzgesetz (JOCE 1992, Mémorial 2018) geschützte Lebensraumtypen: 6410 = Pfeifengraswiese, 6430 = Feuchte Hochstaudenflur, 6510 = Magere Flachlandmähwiese, BK04 = Großseggenried, BK08 = Stillgewässer, BK10 = Sumpfdotterblumenwiese, BK11 = Sumpf, Niedermoor.



Abb. 2. Renaturierte Pfeifengraswiese mit Transekt 1 im „Werwelslach“. a) Sicht von Norden nach Süden. Foto: C. Wolff, 16.06.2021. b) Ausschnitt mit wiederangesiedelter *Oenanthe peucedanifolia* – drei Jahre nach der Pflanzung. Foto: S. Schneider, 15.06.2018. c) Augenscheinlich hohe Etablierungsrate von *Oenanthe peucedanifolia*. Foto: L. Siebenaler, 25.06.2021.

den Molinion-Arten: *Succisa pratensis*, *Selinum carvifolia*, *Molinia caerulea*, *Valeriana dioica*, *Oenanthe peucedanifolia*, *Stachys officinalis* und *Silvaum silaus*. Zahlreiche Magerkeitszeiger wie *Danthonia decumbens*, *Briza media*, *Luzula multiflora* und Kleinseggen des Caricion nigrae W. Koch 1926 kommen zerstreut vor. Feuchtezeiger des Calthion palustris Tüxen 1937 sind ebenfalls stark vertreten (*Carex disticha*, *Myosotis scorpioides* agg., *Lotus pedunculatus* u. a.) und zeigen die enge Verzahnung zur Calthion-Verbandsgesellschaft an. Die Calthion-, Molinion- und Arrhenatherion-Bestände des gesamten Magerwiesenkomplexes „Gol-

lewis“ werden teilweise schon seit mehr als 15 Jahren unter den Bedingungen des Vertragsnaturschutzes extensiv mit einer einmaligen – in Teilen auch zweimaligen – Mahd bewirtschaftet (Administration de la nature et des forêts 2019).

Das Gebiet „Werwelslach“ bezeichnet die zweite untersuchte Fläche mit einer renaturierten Pfeifengraswiese im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets (Abb. 3). Sie grenzt östlich an eine Sumpfdotterblumenwiese mit Kleingewässer und wird von einem Gewässergraben in eine nördliche und eine südliche Hälfte geteilt. Es handelt sich hierbei um die Verlängerung des „Kiel-



Abb. 3. Bestehende Pfeifengraswiese mit Transekt 2 in der „Gollewiss“. a) Sicht von Osten nach Westen. Foto: C. Wolff, 21.07.2021. b) Blühaspekt mit *Stachys officinalis*. Foto: S. Schneider, 15.06.2018. c) Ausschnitt mit spätblühendem *Succisa pratensis*. Foto: S. Schneider, 11.06.2018.

baach“-Grabens, der auch die Fläche „Gollewiss“ durchquert. Wie in Schneider (2019) beschrieben, begann das Naturschutzsyndikat SICONA im Jahr 2015 mit der Renaturierung dieser Fläche auf 0,3 Hektar. Hierfür wurde ein ehemaliger Fichtenforst gerodet und die Baumwurzeln punktuell abgefräst. Anschließend erfolgte eine Mahdgutübertragung, wobei Spendermaterial einer nur 200 Meter entfernten Pfeifengraswiese übertragen wurde. Kleine Teilbereiche der Fläche wurden 2018 erneut aufgefräst und mit „SeedHarvester eBeetle“-Spendermaterial beimpft. Darüber hinaus erfolgten in den Jahren 2015 bis 2018 Ansiedlungen von

Jungpflanzen typischer Arten der Pfeifengraswiesen: *Selinum carvifolia*, *Oenanthe peucedanifolia*, *Succisa pratensis*, *Scorzonera humilis* und *Molinia caerulea*. Bereits 2018 konnten zahlreiche Feuchtwiesenarten und damit Zielarten erfolgreich nachgewiesen werden (Schneider 2019): z. B. *Lotus pedunculatus*, *Agrostis canina*, *Lychnis flos-cuculi*, *Cirsium palustre*, *Juncus conglomeratus*, *J. effusus*, *Carex ovalis*, *C. pallescens*, *C. flacca*, *C. nigra*, *C. disticha*, *C. vulpina*, *Luzula multiflora*, *Ranunculus flammula*, *Galium uliginosum*, *Achillea ptarmica*, *Cardamine pratensis*. Die renaturierte Pfeifengraswiese ist bislang noch nicht im nationalen Bio-

topkataster erfasst (Administration de la nature et des forêts 2021). Seit dem ersten Jahr der Renaturierung wird die Fläche jährlich – meist im Juli – gemäht. Weitere Beschreibungen zur Vegetation, den nachgewiesenen Pflanzenarten sowie zur pflanzensoziologischen Zuordnung finden sich in Schneider (2011, 2019). Die Nomenklatur der Pflanzennamen folgt Lambinon & Verloove (2015).

Für die entomologische Bestandsaufnahme im Jahr 2021 erfolgte die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes weitestgehend anhand der vorhandenen Biotoptypen. Die Untersuchung der Tagfalter, Wildbienen, Wespen, Laufkäfer und Heuschrecken erfolgte auf zwei festgelegten je 50 m langen und 5 m breiten Transekten (Abb. 1). Das Transekt 1 verlief von Nordwesten nach Südosten über die renaturierte Pfeifengraswiese der Flur „Werwelslach“ und wurde anhand des horizontal verlaufenden Grabens zentriert. Auf der „Gollewiss“ wurde das Transekt 2 innerhalb der artenreich ausgeprägten Pfeifengraswiese platziert. Es verlief von Westen nach Osten und wurde ebenfalls anhand des „Kielbaach“-Grabens auf der Fläche zentriert.

## 2.2. Tagfalter (Lepidoptera: Rhopalocera, Hesperiiidae, Zygaenidae)

Die Tagfalter-Erfassung fand auf den zwei Transekten in der Zeit von Mai bis August 2021 anhand mehrmaliger Begehungen statt (03.05., 31.05., 11.06., 21.07. und 25.08.2021). Wegen der feuchten Witterung der Sommermonate war es nicht immer möglich, regelmäßige Abstände zwischen den Begehungen einzuhalten. Diese wurden bei günstigen Wetterbedingungen nach der Methodik des Tagfalter-Monitorings (Kühn et al. 2014) durchgeführt. Die Anzahl der Arten und der Individuen wurden innerhalb eines 5 m Korridors (2,5 m zu beiden Seiten des Transektes) aufgenommen. Außerhalb der Transekte wurden zudem Zufallsbeobachtungen auf den beiden Pfeifengraswiesen-Flächen notiert. Die Nomenklatur der Rhopalocera und Hesperidiidae entspricht Settele et al. (2015) und die der Zygaenidae Ebert (1994). Informationen zum Gefährdungsstatus der Tagfalter richten sich nach der derzeit in Bearbeitung befindli-

chen Roten Liste der Tagfalter Luxemburgs (Cantú-Salazar 2022, mündliche Mitteilung).

## 2.3. Nachtfalter (Lepidoptera: Heterocera)

Die Nachtfalterfauna wurde an fünf nächtlichen Terminen (01.04., 08.05., 01.06., 15.06. und 12.08.2021) jeweils zwei Stunden lang nach Einbruch der totalen Dunkelheit mittels zweier künstlichen UV-Lichtquellen angelockt. Die Lampen wurden mit Hilfe von 12 Volt Akkus gespeist und waren im Inneren eines zylindrischen „Leuchtturms“ aus Gazestoff angebracht. Zur Untersuchung der Fläche „Werwelslach“ wurde ein Turm im Wieseneingang am nördlichen Waldrand platziert. Aufgrund von Westwind wurde der Turm am 15. Juni ausnahmsweise an den östlichen Flächenrand gestellt. Zur Untersuchung der Fläche „Gollewiss“ wurde ein Turm im westlichen Wieseneingang platziert. Der Leuchtfangabend im Mai wurde wegen eines sehr geringen Anflugs frühzeitig abgebrochen. Wegen der ungünstigen Witterung (nasskalt und viel Regen) fand zudem kein Lichtfang im Monat Juli statt.

Alle durch das Licht angelockten Falter wurden zur Bestimmung mit einer Taschenlampe angeleuchtet. Die Arten, die nicht im Gelände bestimmt werden konnten, wurden gesammelt und präpariert in die Schmetterlingssammlung von Marcel Hellers aufgenommen. Für die Bestimmung der Arten sowie für Angaben zur Ökologie wurden Koch (1972), Emmet (1996), Slamka (1997) und Razowski (2003) verwendet. Die Nomenklatur der erfassten Nachtfalter entspricht Karsholt & Razowski (1996).

## 2.4. Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae)

Eine Bestandsaufnahme der Laufkäfer erfolgte anhand von Bodenfallen. Auf den beiden eingemessenen Transekten der Pfeifengraswiesen „Werwelslach“ und „Gollewiss“ wurden jeweils drei Fallen mit einem Abstand von ca. 15 Metern zueinander in einer Reihe vergraben (vgl. Abb. 1). Insgesamt wurden somit sechs nummerierte Fallen ausgewertet. Als Fangflüssigkeit wurden je 100 ml Ethylenglykol mit einem Tropfen Spülmittel in 250 ml fassenden Messbechern verwendet. Ein lichtundurch-

lässiges Dach schützte die Fallen vor Niederschlägen. Abgesehen von jeweils einer Woche zur Mahd der Flächen, waren die Fallen 2021 von Anfang Mai bis Anfang Oktober durchgehend offen. Sie wurden nach einer Expositionszeit von je zwei Wochen geleert und mit neuer Fangflüssigkeit befüllt.

Die Bestimmung der Carabiden erfolgte anhand von Freude et al. (1976) und Lompe (2002-). Die verwendete Nomenklatur der Laufkäfer richtet sich nach Müller-Motzfeld (2004). Angaben zur Ökologie der Käfer folgen Lompe (2002-), Gesellschaft für angewandte Carabidologie (2009) und Trautner (2017). Für Luxemburg sind derzeit noch keine Rote Listen zu den unterschiedlichen Familien der Käfer verfügbar. Eine Aussage zum Gefährdungsstatus der Laufkäfer erfolgt daher anhand der Roten Liste Nordrhein-Westfalens von Hannig & Kaiser (2011).

## 2.5. Wildbienen (Hymenoptera: Apiformes)

Die Wildbienengesellschaft wurde einerseits aktiv durch Netzfang erfasst, andererseits wurden Farb- und Fensterfallen „pan and vane traps“ auf den Flächen innerhalb der zu untersuchenden Transekten installiert. Die Beprobungen fanden zwischen Ende April und Ende September 2021 statt, mit je einer Aufsammlung im Frühling, Sommer und Herbst. Die Fallengefäße waren mit 50 %-iger Propylenglykol-Wasser Mischung unter Hinzugabe eines Tropfens Spülmittel versehen (Weigand et al. 2021) und wurden nach 7 Tagen im Feld geleert. Es wurden auf jedem Transekt eine blaue Fensterfalle und je zwei UV-blaue, UV-gelbe und weiße Farbfalle aufgestellt (vgl. Abb. 1). Der aktive Netzfang dauerte je 30–45 Minuten und wurde bevorzugt bei Sonnenschein durchgeführt. Des Weiteren wurden auch im Rahmen der Transektbegehung zur Tagfalter-Erfassung (vgl. Kap. 2.1.) zusätzliche Wildbienen miterfasst, wobei die im Transekt-Korridor vorhandenen Individuen mit dem Kescher eingefangen und zur Bestimmung präpariert wurden.

Die Tiere wurden im Nationalmuseum für Naturgeschichte genetisch und morpholo-

gisch auf ihre Art hin bestimmt. Ein einzelnes Mittelbein von jedem Individuum wurde zur DNA-Isolation verwendet (Weigand & Herrera-Mesias 2020). Die DNA wurde über zwei Methoden aus dem homogenisierten Gewebe isoliert: Entweder wurde ein modifiziertes Aussalzungsprotokoll für den Verdau verwendet (Miller et al. 1988) oder es fand das DNA-Reinigungsprotokoll unter Verwendung des Maxwell® RSC PureFood GMO and Authentication Kit (Promega Application Scientists) auf einem Maxwell RSC 48-Roboter Anwendung. Die DNA-Konzentrationen jeder einzelnen Extraktion wurden mit einem Mikrovolumenspektrophotometer Trinean Xpose® gemessen.

Für die DNA-Polymerase-Kettenreaktion (PCR), die PCR-Aufreinigung und die Sanger-Sequenzierung wurden die Laborprotokolle von Cantú-Salazar et al. (2021) verwendet. Die resultierenden Chromatogramme wurden visuell inspiziert und mit Geneious Prime 2019.1.1 (Kearse et al. 2012) bearbeitet. Die endgültigen Barcodes wurden mit den im Barcode of Life Data System (bold; Ratnasingham & Hebert 2007) gespeicherten Sequenzen verglichen, um eine Identifizierung auf Artniveau zu erreichen. Exemplare, die über das DNA-Barcoding nicht identifiziert werden konnten oder die eine morphologische Kreuzvalidierung benötigten, wurden anhand der taxonomischen Schlüssel von Amiet (1996, 2004, 2007, 2010), Dathe et al. (2016) und Gokcezaade et al. (2015) bestimmt. Für die Analyse der wichtigsten Merkmale der bemerkenswertesten Entdeckungen wurde ein Keyence VHX-S660E Digital-mikroskop verwendet. Angaben zur Ökologie der Wildbienen wurden Westrich (2018) entnommen. Die Gefährdungseinstufungen der erfassten Wildbienenarten erfolgte über die Roten Listen aus Belgien (Drossart et al. 2019) und Nordrhein-Westfalen (Esser et al. 2010).

## 2.6. Heuschrecken (Orthoptera)

Die Heuschrecken-Vorkommen der Pfeifengraswiesen „Werwelslach“ und „Gollewiss“ wurden mit Hilfe zweier Methoden untersucht. Zum einen fand eine Transektbegehung statt, bei der alle gesichteten und gehörten Heuschrecken notiert wurden.

Hierbei wurde ein Fledermaus-Detektor eingesetzt, um hochfrequent rufende Arten (z. B. *Conocephalus*) optimal erfassen zu können. Des Weiteren wurde mit Hilfe eines Isolationsquadrats (1 m<sup>2</sup>) die Dichte der Heuschrecken erfasst. Das Isolationsquadrat wurde auf beiden Flächen entlang des Transektes zehn Mal geworfen, wobei alle im Isolationsquadrat befindlichen Tiere notiert wurden. Nach jedem Wurf des Isolationsquadrats wurden sämtliche darin gefangenen Heuschrecken gezählt und an Ort und Stelle wieder freigelassen. Beide Methoden wurden jeweils an drei Terminen durchgeführt: 12.06., 11.07. und 20.08.2021. Die Nomenklatur der erfassten Arten richtet sich nach Cigliano et al. (2020). Angaben zur Ökologie der Arten stammen aus Hochkirch & Klugkist (1998), Hochkirch

et al. (1999) und Bellmann et al. (2019). Die Gefährdungskategorien der Roten Liste wurden Proess & Meyer (2003) entnommen.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Tagfalter

Auf beiden Untersuchungsflächen wurden insgesamt 20 Tagfalterarten und eine Widderchenart als tagaktiver Nachtfalter mit insgesamt 36 Individuen erfasst (Tab. 1; *Pieris* sp. und *Thymelicus* sp. werden nicht als Art gezählt, da sie nur auf Gattungsniveau bestimmt werden konnten). Auf Transekt 1 im „Werwelslach“ wurden acht Arten mit insgesamt 15 Individuen gezählt, fünf weitere Arten konnten außerhalb des Transektes

Tab. 1. Artenliste und Individuenzahl der erfassten Tagfalter auf den Pfeifengraswiesen im „Werwelslach“ und der „Gollewiss“ in Mamer. T1 = Transekt 1, T2 = Transekt 2, (x) = Nachweis außerhalb des Transektes. (Sichtung und ggf. Netzfang zur Bestimmung mit anschließender Freilassung).

| Art                                                  | T1  | T2  | Gesamt |
|------------------------------------------------------|-----|-----|--------|
| <i>Adscita statices</i> (Linnaeus, 1758)             | 2   |     | 2      |
| <i>Aglais io</i> (Linnaeus, 1758)                    | 1   |     | 2      |
| <i>Aphantopus hyperantus</i> (Linnaeus, 1758)        |     | (x) | (x)    |
| <i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758)       |     | (x) | (x)    |
| <i>Aporia crataegi</i> (Linnaeus, 1758)              |     | (x) | (x)    |
| <i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus, 1758)              |     | 1   | 1      |
| <i>Aricia agestis</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) | (x) |     | (x)    |
| <i>Brenthis ino</i> (Rottemburg, 1775)               | (x) |     | (x)    |
| <i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758)        | 1   | 2   | 3      |
| <i>Cyaniris semiargus</i> (Rottemburg, 1775)         |     | 1   | 1      |
| <i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)            |     | (x) | (x)    |
| <i>Lycaena dispar</i> (Haworth, 1802)                |     | 2   | 2      |
| <i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)              | 4   | 7   | 11     |
| <i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758)          | 1   | 5   | 6      |
| <i>Ochlodes sylvanus</i> (Esper, 1777)               | (x) |     | (x)    |
| <i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)             | 1   |     | 1      |
| <i>Pieris</i> sp.                                    | 1   |     | 1      |
| <i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)         | 1   |     | 1      |
| <i>Satyrrium pruni</i> (Linnaeus, 1758)              | (x) |     | (x)    |
| <i>Thymelicus lineola</i> (Ochsenheimer, 1808)       | 1   | 1   | 2      |
| <i>Thymelicus</i> sp.                                | 2   |     | 2      |
| <i>Thymelicus sylvestris</i> (Poda, 1761)            |     | 1   | 1      |
| <i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)             | (x) |     | (x)    |
| Anzahl Arten                                         | 13  | 13  | 21     |
| Anzahl Individuen                                    | 15  | 21  | 36     |

auf dieser Fläche nachgewiesen werden. Auf Transekt 2 in der „Gollewiss“ wurden neun Arten mit einer Gesamtindividuenzahl von 21 nachgewiesen. Hier wurden weitere vier Arten in der umgebenden Fläche verzeichnet. *Coenonympha pamphilus*, *Aglais io*, *Maniola jurtina*, *Melanargia galathea* und *Thymelicus lineola* kamen auf beiden Transekten vor. *M. jurtina* war zudem auf beiden Transekten die jeweils individuenreichste Art. *Melanargia galathea* und *Coenonympha pamphilus* waren die beiden weiteren einzigen Arten, die im Untersuchungsgebiet mit mehr als zwei Individuen nachgewiesen werden konnten (6 bzw. 3). Alle anderen Arten wurden mit nur einem oder zwei Individuen auf beiden Transekten zusammen beobachtet. Als für den untersuchten Lebensraum der Pfeifengraswiese beziehungsweise des Feuchtgrünlandes im Allgemeinen typische Arten können die Tagfalter *Lycaena dispar* (Abb. 4) und *Brenthis ino* (Abb. 5) sowie die Widderchenart *Adscita statices* angeführt werden. Die letzteren beiden Arten wurden im „Werwelslach“ festgestellt, während *Lycaena dispar* auf Transekt 2 am Graben gesichtet wurde. Nur eine der nachgewiesenen Arten (*Aglais io*) steht auf der Vorwarnliste und keine Art gilt als gefährdet (Cantú-Salazar 2022, mündliche Mitteilung).

### 3.2. Nachtfalter

Auf den beiden Flächen im „Werwelslach“ und in der „Gollewiss“ wurden insgesamt 143 Nachtfalterarten mit 537 Individuen beobachtet (Tab. 2). Im „Werwelslach“



Abb. 4. *Lycaena dispar* Männchen (Großer Feuerfalter). Foto: C. Wolff, 21.07.2021, „Gollewiss“, Mamer.



Abb. 5. *Brenthis ino* (Mädesüß-Perlmutterfalter) auf *Succisa pratensis* (Gewöhnlicher Teufelsabbiss), einer typischen Art der Pfeifengraswiesen. Foto: L. Siebenaler, 25.06.2021, „Werwelslach“, Mamer.

Tab. 2. Artenliste und Individuenzahl der erfassten Nachtfalter (Lichtfang) auf den Pfeifengraswiesen im „Werwelslach“ und der „Gollewiss“ in Mamer.

| Art                                                         | „Werwelslach“ | „Gollewiss“ | Gesamt |
|-------------------------------------------------------------|---------------|-------------|--------|
| <i>Acleris variegana</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)     |               | 1           | 1      |
| <i>Acrobasis consociella</i> (Hübner, 1813)                 | 2             |             | 2      |
| <i>Acrobasis repandana</i> (Fabricius, 1798)                |               | 1           | 1      |
| <i>Acronicta aceris</i> (Linnaeus, 1758)                    | 1             |             | 1      |
| <i>Agapeta hamana</i> (Linnaeus, 1758)                      | 6             | 6           | 12     |
| <i>Aglia tau</i> (Linnaeus, 1758)                           | 1             |             | 1      |
| <i>Agriopis marginaria</i> (Fabricius, 1777)                | 10            | 7           | 17     |
| <i>Agriphila straminella</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) | 3             | 3           | 6      |
| <i>Agriphila tristella</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)   | 1             |             | 1      |
| <i>Agrotis exclamationis</i> (Linnaeus, 1758)               |               | 1           | 1      |

Tab. 2. (Fortsetzung)

| Art                                                            | „Werwelslach“ | „Gollewiss“ | Gesamt |
|----------------------------------------------------------------|---------------|-------------|--------|
| <i>Amphipyra pyramidea</i> (Linnaeus, 1758)                    | 5             |             | 5      |
| <i>Ancylis mitterbacheriana</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) | 1             |             | 1      |
| <i>Anticlea badiata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)         |               | 1           | 1      |
| <i>Aphomia sociella</i> (Linnaeus, 1758)                       | 1             |             | 1      |
| <i>Apoda limacodes</i> (Hufnagel, 1766)                        | 3             |             | 3      |
| <i>Apotomis betuletana</i> (Haworth, 1811)                     | 1             |             | 1      |
| <i>Archanara sparganii</i> (Esper, 1790)                       | 1             |             | 1      |
| <i>Arctia caja</i> (Linnaeus, 1758)                            | 1             |             | 1      |
| <i>Arctia fuliginosa</i> (Linnaeus, 1758)                      | 5             | 5           | 10     |
| <i>Argyresthia spinosella</i> Stainton, 1849                   | 2             |             | 2      |
| <i>Autographa gamma</i> (Linnaeus, 1758)                       | 1             |             | 1      |
| <i>Bactra lancealana</i> (Hübner, 1799)                        | 2             |             | 2      |
| <i>Biston strataria</i> (Hufnagel, 1767)                       | 1             |             | 1      |
| <i>Bombyx (Macrothylacia) rubi</i> (Linnaeus, 1758)            |               | 1           | 1      |
| <i>Bryotropha terrella</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)      | 1             | 1           | 2      |
| <i>Cabera exanthemata</i> (Scopoli, 1763)                      | 1             | 1           | 2      |
| <i>Cabera pusaria</i> (Linnaeus, 1758)                         | 1             |             | 1      |
| <i>Calliteara pudibunda</i> (Linnaeus, 1758)                   | 1             | 1           | 2      |
| <i>Caloptilia alchimiella</i> (Scopoli, 1763)                  | 3             | 2           | 5      |
| <i>Caloptilia robustella</i> Jäckh, 1972                       | 1             |             | 1      |
| <i>Campaea margaritata</i> (Linnaeus, 1767)                    | 4             | 2           | 6      |
| <i>Camptogramma bilineata</i> (Linnaeus, 1758)                 | 4             | 3           | 7      |
| <i>Catoptria falsella</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)       |               | 1           | 1      |
| <i>Catoptria verellus</i> (Zincken, 1817)                      |               | 1           | 1      |
| <i>Celypha lacunana</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)         | 8             | 7           | 15     |
| <i>Cerastis rubricosa</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)       | 3             | 2           | 5      |
| <i>Chloroclysta siterata</i> (Hufnagel, 1767)                  | 1             |             | 1      |
| <i>Cnephasia asseclana</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)      | 1             |             | 1      |
| <i>Cnephasia incertana</i> (Treitschke, 1835)                  | 1             |             | 1      |
| <i>Cnephasia stephensiana</i> (Doubleday, 1849)                | 1             |             | 1      |
| <i>Coleophora caespititiella</i> Zeller, 1839                  | 1             | 1           | 2      |
| <i>Coleophora gryphipennella</i> (Hübner, 1796)                | 2             |             | 2      |
| <i>Coleophora otidipennella</i> (Hübner, 1817)                 | 2             |             | 2      |
| <i>Colocasia coryli</i> (Linnaeus, 1758)                       | 1             |             | 1      |
| <i>Colostygia pectinataria</i> (Knoch, 1781)                   | 7             | 5           | 12     |
| <i>Conistra vaccinii</i> (Linnaeus, 1761)                      | 6             |             | 6      |
| <i>Cosmia trapezina</i> (Linnaeus, 1758)                       | 2             |             | 2      |
| <i>Cosmorhoe ocellata</i> (Linnaeus, 1758)                     | 1             |             | 1      |
| <i>Crambus lathoniellus</i> (Zincken, 1817)                    | 1             |             | 1      |
| <i>Cryphia algae</i> (Fabricius, 1775)                         | 1             |             | 1      |
| <i>Cyclophora linearia</i> (Hübner, 1799)                      | 1             |             | 1      |
| <i>Cyclophora punctaria</i> (Linnaeus, 1758)                   |               | 1           | 1      |
| <i>Diachrysia chrysitis</i> (Linnaeus, 1758)                   | 1             |             | 1      |
| <i>Diacrisia sannio</i> (Linnaeus, 1758)                       | 1             | 1           | 2      |
| <i>Diarsia mendica</i> (Fabricius, 1775)                       | 1             | 1           | 2      |
| <i>Diurnea fagella</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)          | 15            | 25          | 40     |
| <i>Drymonia dodonaea</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)        |               | 6           | 6      |

Tab. 2. (Fortsetzung)

| Art                                                            | „Werwelslach“ | „Gollewiss“ | Gesamt |
|----------------------------------------------------------------|---------------|-------------|--------|
| <i>Drymonia obliterata</i> (Esper, 1785)                       | 5             |             | 5      |
| <i>Ectropis crepuscularia</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)   | 1             |             | 1      |
| <i>Eidophasia messingiella</i> (Fischer von Röslerstamm, 1839) | 1             |             | 1      |
| <i>Eilema depressa</i> (Esper, 1787)                           | 3             | 4           | 7      |
| <i>Eilema lurideola</i> (Zincken, 1817)                        | 2             | 1           | 3      |
| <i>Eilema sororcula</i> (Hufnagel, 1766)                       | 6             |             | 6      |
| <i>Elachista monosemiella</i> Rössler, 1881                    | 3             |             | 3      |
| <i>Elegia similella</i> (Zincken, 1818)                        | 1             |             | 1      |
| <i>Elophila nymphaeata</i> (Linnaeus, 1758)                    | 2             |             | 2      |
| <i>Emmetia marginea</i> (Haworth, 1828)                        | 1             |             | 1      |
| <i>Endotricha flammealis</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)    | 3             | 4           | 7      |
| <i>Epirrhoe alternata</i> (Müller, 1764)                       | 2             |             | 2      |
| <i>Eudonia mercurella</i> (Linnaeus, 1758)                     | 3             | 4           | 7      |
| <i>Eupithecia abbreviata</i> Stephens, 1831                    | 11            | 10          | 21     |
| <i>Eupithecia virgaureata</i> Doubleday, 1861                  | 1             | 2           | 3      |
| <i>Eupsilia transversa</i> (Hufnagel, 1766)                    | 3             | 2           | 5      |
| <i>Furcula furcula</i> (Clerck, 1759)                          | 1             |             | 1      |
| <i>Habrosyne pyritoides</i> (Hufnagel, 1766)                   | 1             |             | 1      |
| <i>Harpella forficella</i> (Scopoli, 1763)                     |               | 2           | 2      |
| <i>Hedya nubiferana</i> (Haworth, 1811)                        | 2             |             | 2      |
| <i>Hedya pruniana</i> (Hübner, 1799)                           | 2             | 2           | 4      |
| <i>Herminia tarsicrinalis</i> (Knoch, 1782)                    |               | 1           | 1      |
| <i>Hypena proboscidalis</i> (Linnaeus, 1758)                   |               | 1           | 1      |
| <i>Hypomecis punctinalis</i> (Scopoli, 1763)                   | 3             |             | 3      |
| <i>Idaea aversata</i> (Linnaeus, 1758)                         | 5             | 2           | 7      |
| <i>Idaea biselata</i> (Hufnagel, 1767)                         | 2             | 1           | 3      |
| <i>Idaea dimidiata</i> (Hufnagel, 1767)                        | 2             |             | 2      |
| <i>Jodis lactearia</i> (Linnaeus, 1758)                        |               | 1           | 1      |
| <i>Korscheltellus lupulinua</i> (Linnaeus, 1758)               | 4             | 5           | 9      |
| <i>Lampropteryx suffumata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)   | 2             | 1           | 3      |
| <i>Ligdia adustata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)          |               | 2           | 2      |
| <i>Lomaspilis marginata</i> (Linnaeus, 1758)                   | 3             |             | 3      |
| <i>Lomographa temerata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)      | 3             | 2           | 5      |
| <i>Luquetia lobella</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)         | 1             |             | 1      |
| <i>Lycia hirtaria</i> (Clerck, 1759)                           |               | 1           | 1      |
| <i>Lymantria dispar</i> (Linnaeus, 1758)                       | 1             | 2           | 3      |
| <i>Macaria alternata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)        | 1             | 1           | 2      |
| <i>Macaria liturata</i> (Clerck, 1759)                         |               | 1           | 1      |
| <i>Mesapamea secalis</i> (Linnaeus, 1758)                      | 1             | 2           | 3      |
| <i>Monopis obviella</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)         | 1             |             | 1      |
| <i>Mythimna albipuncta</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)      | 4             | 2           | 6      |
| <i>Noctua comes</i> Hübner, 1813                               | 5             |             | 5      |
| <i>Noctua janthina</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)          | 2             |             | 2      |
| <i>Noctua pronuba</i> (Linnaeus, 1758)                         | 7             | 3           | 10     |
| <i>Ochroleura plecta</i> (Linnaeus, 1761)                      | 1             | 1           | 2      |
| <i>Oligia fasciuncula</i> (Haworth, 1809)                      |               | 3           | 3      |
| <i>Oligia latruncula</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)        | 5             |             | 5      |

Tab. 2. (Fortsetzung)

| Art                                                          | „Werwelslach“ | „Gollewiss“ | Gesamt |
|--------------------------------------------------------------|---------------|-------------|--------|
| <i>Orthosia incerta</i> (Hufnagel, 1766)                     | 1             | 1           | 2      |
| <i>Orthosia cerasi</i> (Fabricius, 1775)                     | 3             | 2           | 5      |
| <i>Orthosia cruda</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)         | 25            | 40          | 65     |
| <i>Orthosia gothica</i> (Linnaeus, 1758)                     | 1             | 6           | 7      |
| <i>Orthotaenia undulana</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)   | 1             |             | 1      |
| <i>Pandemis cerasana</i> (Hübner, 1786)                      | 1             |             | 1      |
| <i>Paraswammerdamia albicapitella</i> (Scharfenberg, 1805)   | 1             | 1           | 2      |
| <i>Pechipogo strigilata</i> (Linnaeus, 1758)                 | 2             |             | 2      |
| <i>Peribatodes secundaria</i> (Linnaeus, 1758)               |               | 1           | 1      |
| <i>Phycita roborella</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)      | 1             | 1           | 2      |
| <i>Pleuroptya ruralis</i> (Scopoli, 1763)                    | 5             | 3           | 8      |
| <i>Pseudoips prasina</i> (Linnaeus, 1758)                    | 1             |             | 1      |
| <i>Ptilodon capucina</i> (Linnaeus, 1758)                    | 1             |             | 1      |
| <i>Pyrausta despicata</i> (Scopoli, 1763)                    |               | 1           | 1      |
| <i>Rivula sericealis</i> (Scopoli, 1763)                     | 4             | 5           | 9      |
| <i>Scoliopteryx libatrix</i> (Linnaeus, 1758)                | 1             |             | 1      |
| <i>Scoparia basistrigalis</i> Knaggs, 1866                   | 1             |             | 1      |
| <i>Scoparia conicella</i> (de La Harpe, 1863)                | 1             |             | 1      |
| <i>Scopula immutata</i> (Linnaeus, 1758)                     | 2             | 1           | 3      |
| <i>Spilonota ocellana</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)     | 1             |             | 1      |
| <i>Spilosoma lubricipeda</i> (Linnaeus, 1758)                | 4             | 6           | 10     |
| <i>Teleiodes luculella</i> (Hübner, 1813)                    | 4             |             | 4      |
| <i>Teleiodes vulgella</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)     |               | 1           | 1      |
| <i>Telephila schmidtellus</i> (Heyden, 1848)                 | 1             |             | 1      |
| <i>Tethea or</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)              | 1             |             | 1      |
| <i>Thyatira batis</i> (Linnaeus, 1758)                       | 1             | 5           | 6      |
| <i>Tinea semifulvella</i> Haworth, 1828                      | 1             |             | 1      |
| <i>Tortricodes alternella</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) |               | 3           | 3      |
| <i>Tortrix viridana</i> Linnaeus, 1758                       | 2             | 2           | 4      |
| <i>Trachycera advenella</i> (Zincken, 1818)                  | 1             |             | 1      |
| <i>Triaxomera parasitella</i> (Hübner, 1796)                 |               | 1           | 1      |
| <i>Watsonalla binaria</i> (Hufnagel, 1767)                   | 1             |             | 1      |
| <i>Xanthorhoe montanata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)   | 1             |             | 1      |
| <i>Xanthorhoe spadicearia</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) | 1             | 1           | 2      |
| <i>Xestia c-nigrum</i> (Linnaeus, 1758)                      | 2             |             | 2      |
| <i>Xestia sexstrigata</i> (Haworth, 1809)                    | 1             |             | 1      |
| <i>Xestia triangulum</i> (Hufnagel, 1766)                    |               | 1           | 1      |
| <i>Xylocampa areola</i> (Esper, 1789)                        | 1             |             | 1      |
| <i>Yponomeuta plumbella</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)   | 1             |             | 1      |
| Anzahl Individuen                                            | 305           | 232         | 537    |
| Anzahl Arten                                                 | 120           | 72          | 143    |

wurden mit 120 Spezies (305 Individuen) rund 84 % der Arten nachgewiesen, wohin- gegen in der „Gollewiss“ mit 72 Arten (232 Individuen) nur rund 50 % der Arten angetroffen wurden. *Orthosia cruda* und

*Diurnea fagella* wurden in beiden Gebie- ten am häufigsten erfasst. Der größte Teil der angelockten Falter ist an Hecken, Gebüsch und Wälder, aber auch an meso- phile Wiesen gebunden. Nur ein Bruch-



Abb. 6. *Archanara sparganii*, eine Eulenfalterart, die typisch für Kleingewässer ist – wie das, was sich an die untersuchte Pfeifengraswiese anschließt. Foto: M. Hellers, 12.08.2021, „Werwelslach“, Mamer.



Abb. 7. *Arctia caja* (Brauner Bär) ist auf Magerwiesen weit verbreitet, jedoch durch die intensivere Landwirtschaft seltener geworden. Foto: M. Hellers, 22.07.2009, Bissen.

teil der aufgetretenen Arten sind typische Feuchtgebietsarten, deren Raupen entweder an Sumpf- und Feuchtwiesenarten leben, oder Falter, die gerne an feuchteren Stellen fliegen: *Bactra lancealana*, *Elachista monosemiella*, *Eidophasia messingiella*, *Coleophora caespititiella*, *Elophila nymphaeata* und *Archanara sparganii* (Abb. 6). Weitere bemerkenswerte und seltenere Arten sind: *Telephila schmidtiiellus*, *Scoparia conicella*, *Lycia hirtaria*, *Idaea dimidiata*, *Furcula furcula*, *Diarsia mendica*, *Diacrisia sannio* und *Arctia caja* (Abb. 7).

### 3.3. Laufkäfer

Auf den Pfeifengraswiesen „Gollewiss“ und „Werwelslach“ wurden insgesamt 19 Lauf-

käferarten mit 235 Individuen erfasst (Tab. 3). Mit 12 bzw. 14 Arten wurde auf den beiden Transekten eine annähernd vergleichbare Artenvielfalt anhand von Barberfallen festgestellt. Die Anzahl der Individuen war jedoch auf dem Transekt 2 „Gollewiss“ mit 129 Individuen um 12 % höher als auf dem Transekt 1 der renaturierten Fläche „Werwelslach“ mit 106 Individuen. In Bezug auf die Artenzusammensetzung der erfassten Laufkäfergemeinschaft dominieren neun hydrophile sowie fünf xerophile Offenlandarten. *Poecilus versicolor* und *Poecilus cupreus* waren auf den beiden Transekten am individuenreichsten vertreten. Nur zwei Arten (*Amara makolskii* und *Carabus granulatus*) kommen bevorzugt in Waldlebensräumen vor. Typische Arten der Feucht- und Nassbiotope sind die ausschließlich auf Transekt 1 erfassten Arten *Chlaenius nigricornis* und der stenotope an diesen Lebensraum gebundene *Agonum emarginatum*. *Pterostichus anthracinus* wurde mit 14 Individuen am häufigsten auf Transekt 2 nachgewiesen (nur 1 Individuum auf Transekt 2). Nach der Roten Liste Nordrhein-Westfalens (Hannig & Kaiser 2011) gilt die hydrophile Art *Amara strenua* in der angrenzenden Region Deutschlands als ausgestorben oder verschollen. Die xerophile Art *Amara kulti* ist dagegen stark gefährdet. Auf der Vorwarnliste stehen in NRW der auf Transekt 2 erfasste *Carabus monilis* sowie *Chlaenius nigricornis*. *Carabus monilis* ist eine der wenigen Laufkäferarten, die aufgrund ihrer Seltenheit auch in Luxemburg geschützt ist (Mémorial 2009b).

### 3.4. Wildbienen

Insgesamt wurden auf den Versuchsflächen 100 Individuen gesammelt, die 48 Wildbienenarten zuzuordnen sind (Tab. 4). Dabei wurden nur vier Arten (*Andrena decipiens*, *A. nitida*, *Anthidium manicatum*, *Bombus pascuorum*) bei den Transektbegehungen von Transekt 2 erfasst; alle anderen wurden durch die Fallen und weitere aktive Netzfänge auch außerhalb der Transekte erfasst. Auf Transekt 1 wurden im „Werwelslach“ 36 Arten nachgewiesen (bei 60 Individuen) und auf Transekt 2 der „Gollewiss“ waren es 26 Arten (40 Individuen). Die häufigste

Tab. 3. Artenliste und Individuenzahl der erfassten Laufkäfer auf den Pfeifengraswiesen im „Werwelslach“ und der „Gollewiss“ in Mamer. T1 = Transekt 1, T2 = Transekt 2. Rote Liste Nordrhein-Westfalen (RL NRW) nach Hannig & Kaiser (2011): \* = ungefährdet, V = Vorwarnliste, 2 = stark gefährdet, 0 = ausgestorben oder verschollen, k.A. = keine Angabe. Artenzahl der RL = Anzahl an Arten mit Gefährdungskategorie (ungefährdete Arten und Arten mit unzureichender Datengrundlage ausgeschlossen). Die Ökologie der Arten (Ö) richtet sich nach Lompe (2002-), der Gesellschaft für angewandte Carabidologie (2009) und TrautnerTrautner (2017): W = Wald, O = Offenland, F = Feucht- und Nassbiotope, s = stenotop, x = xerophil, h = hygrophil.

| Art                                              | RL NRW | Ö  | T1  | T2  | Gesamt |
|--------------------------------------------------|--------|----|-----|-----|--------|
| <i>Agonum emarginatum</i> (Gyllenhal, 1827)      | *      | Fs | 1   |     | 1      |
| <i>Amara communis</i> (Panzer, 1797)             | *      | Ox |     | 3   | 3      |
| <i>Amara kulti</i> Fassati, 1947                 | 2      | Ox | 9   |     | 13     |
| <i>Amara lunicollis</i> Schiødte, 1837           | *      | Ox |     | 1   | 1      |
| <i>Amara makolskii</i> Roubal, 1923              | k.A.   | W  |     | 2   | 2      |
| <i>Amara strenua</i> Zimmermann, 1832            | 0      | Oh | 4   | 2   | 2      |
| <i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1787) | *      | Oh |     | 2   | 2      |
| <i>Bembidion properans</i> (Stephens, 1828)      | *      | Oh |     | 1   | 1      |
| <i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758         | *      | W  | 5   | 8   | 13     |
| <i>Carabus monilis</i> Fabricius, 1792           | V      | Ox |     | 1   | 1      |
| <i>Chlaenius nigricornis</i> (Fabricius, 1787)   | V      | F  | 2   |     | 2      |
| <i>Clivina fossor</i> (Linnaeus, 1758)           | *      | Oh | 1   | 1   | 2      |
| <i>Dyschirius globosus</i> (Herbst, 1784)        | *      | Oh | 1   |     | 1      |
| <i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792)      | *      | Oh | 4   | 28  | 32     |
| <i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824)         | *      | Ox | 34  | 38  | 72     |
| <i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)         | *      | Oh | 43  | 27  | 70     |
| <i>Pterostichus anthracinus</i> (Illiger, 1798)  | *      | F  | 1   | 14  | 15     |
| <i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)   | *      | Oh |     | 1   | 1      |
| <i>Pterostichus vernalis</i> (Panzer, 1796)      | *      | Oh | 1   |     | 1      |
| Anzahl Individuen                                |        |    | 106 | 129 | 235    |
| Anzahl Arten                                     | 4      |    | 12  | 14  | 19     |

Art war *Bombus pascuorum* (10 Individuen), gefolgt von *Bombus terrestris* (8) und *Andrena nitida* (7). 52 % der erfassten Wildbienenarten (25/48) wurden nur durch ein einziges Exemplar nachgewiesen. Der Gefährdungsstatus der meisten Arten ist als „nicht gefährdet“ bzw. „ungefährdet“ einzustufen (Tab. 4). Ausnahmen bilden insbesondere die fünf Hummel-Arten *Bombus bohemicus*, *B. lucorum*, *B. vestalis* (allesamt auf der Vorwarnliste Belgiens; Drossart et al. 2019) *B. humilis* (vom Aussterben bzw. stark bedroht) und *B. sylvarum* (stark gefährdet bzw. bedroht). Weitere Arten gelten als bedroht oder stehen bereits auf einer der beiden Vorwarnlisten.

Hervorzuheben sind zudem die beiden Arten *Andrena congruens* Schmiedeknecht,

1884 und *Hylaeus dilatatus* (Kirby, 1802), deren Funde Erstnachweise für Luxemburg sind (vgl. Herrera-Mesías & Weigand 2021, Cantú-Salazar et al. 2021). Ein einzelnes weibliches Exemplar von *A. congruens* wurde anhand der Beschreibungen von Amiet et al. (2010) identifiziert (Abb. 8); es konnte allerdings kein DNA-Barcode erstellt werden. Die Art ist nach der Roten Liste NRW (Esser et al. 2010) vom Aussterben bedroht. Ein einzelnes weibliches Exemplar von *H. dilatatus* wurde mittels DNA-Barcoding identifiziert und anhand der Beschreibungen von Dathe et al. (2016) morphologisch bestätigt (Abb. 9). Die Datengrundlage zur Einschätzung des Gefährdungsstatus der Art ist unzureichend.

Tab. 4. Artenliste der erfassten Wildbienen auf den Pfeifengraswiesen im „Werwelslach“ und der „Gollewiss“ in Mamer. T1 = Transekt 1, T2 = Transekt 2 (Netzfänge, Farb- und Fensterfallen). Rote Liste Nordrhein-Westfalen (RL NRW) nach Esser et al. (2010): 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, G = Gefährdung unbekannten Ausmaßes, V = Vorwarnliste, \* = ungefährdet. Rote Liste Belgien (RL B) nach Drossart et al. (2019): LC = least concern (nicht gefährdet), DD = data deficient (Datengrundlage unzureichend), NA = not applicable (nicht anwendbar), NT = near threatened (Vorwarnliste), VU = vulnerable (gefährdet), EN = endangered (bedroht), CR = critically endangered (stark bedroht), Artenzahl der RL = Anzahl an Arten mit Gefährdungskategorie (ungefährdete Arten und Arten mit unzureichender Datengrundlage ausgeschlossen). Die beiden Erstnachweise für Luxemburg sind mit \*\* markiert.

| Art                                                 | RL NRW | RL B | T1 | T2 | Gesamt |
|-----------------------------------------------------|--------|------|----|----|--------|
| <i>Andrena carantonica</i> Pérez, 1902              | *      | LC   | 1  | 1  | 2      |
| <i>Andrena chrysosceles</i> (Kirby, 1802)           | *      | LC   | 1  | 1  | 2      |
| <i>Andrena cineraria</i> (Linnaeus, 1758)           | *      | LC   |    | 2  | 2      |
| <i>Andrena congruens</i> Schmiedeknecht, 1884 **    | 1      |      | 1  |    | 1      |
| <i>Andrena decipiens</i> Schenck, 1861              |        | NA   |    | 1  | 1      |
| <i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799                | *      | LC   | 2  | 2  | 4      |
| <i>Andrena fulva</i> (Müller, 1766)                 | *      | LC   | 1  | 1  | 2      |
| <i>Andrena fulvata</i> Stoeckhert, 1930             | G      | NA   | 1  |    | 1      |
| <i>Andrena haemorrhoa</i> (Fabricius, 1781)         | *      | LC   | 2  | 4  | 6      |
| <i>Andrena lagopus</i> Latreille, 1809              |        |      | 1  |    | 1      |
| <i>Andrena nitida</i> (Müller, 1776)                | *      | LC   | 4  | 3  | 7      |
| <i>Andrena subopaca</i> Nylander, 1848              | *      | LC   | 2  |    | 2      |
| <i>Andrena vaga</i> Panzer, 1799                    | *      | LC   |    | 1  | 1      |
| <i>Anthidium manicatum</i> (Linnaeus, 1758)         | *      | LC   |    | 1  | 1      |
| <i>Bombus bohemicus</i> Seidl, 1838                 | *      | NT   | 2  | 2  | 4      |
| <i>Bombus humilis</i> Illiger, 1806                 | 1      | CR   | 1  |    | 1      |
| <i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus, 1758)           | *      | LC   | 1  | 1  | 2      |
| <i>Bombus lucorum</i> (Linnaeus, 1761)              | *      | NT   | 2  |    | 2      |
| <i>Bombus norvegicus</i> (Sparre-Schneider, 1918)   | 3      | VU   | 1  |    | 1      |
| <i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli, 1763)             | *      | LC   | 7  | 3  | 10     |
| <i>Bombus pratorum</i> (Linnaeus, 1761)             | *      | LC   | 2  |    | 2      |
| <i>Bombus ruderals</i> (Müller, 1776)               | 2      | EN   |    | 3  | 3      |
| <i>Bombus rupestris</i> (Fabricius, 1793)           | *      | EN   | 1  |    | 1      |
| <i>Bombus sylvarum</i> (Linnaeus, 1761)             | 2      | CR   | 1  | 1  | 2      |
| <i>Bombus sylvestris</i> (Lepeletier, 1832)         | *      | LC   |    | 1  | 1      |
| <i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)           | *      | LC   | 5  | 3  | 8      |
| <i>Bombus vestalis</i> (Geoffroy in Fourcroy, 1785) | *      | NT   |    | 1  | 1      |
| <i>Chelostoma florissomne</i> (Linnaeus, 1758)      | *      | LC   |    | 1  | 1      |
| <i>Colletes cunicularius</i> (Linnaeus, 1761)       | *      | LC   |    | 1  | 1      |
| <i>Dasypoda hirtipes</i> (Fabricius, 1793)          | V      | LC   | 1  |    | 1      |
| <i>Eucera nigrescens</i> Pérez, 1879                | 3      | EN   | 1  |    | 1      |
| <i>Halictus langobardicus</i> Blüthgen, 1944        |        |      |    | 1  | 1      |
| <i>Halictus scabiosae</i> (Rossi, 1790)             | *      | LC   | 2  |    | 2      |
| <i>Hoplitis adunca</i> (Panzer, 1798)               | V      | LC   | 1  |    | 1      |
| <i>Hoplitis leucomelana</i> (Kirby, 1802)           | *      | LC   | 1  |    | 1      |
| <i>Hylaeus dilatatus</i> (Kirby, 1802)**            |        | DD   | 1  |    | 1      |
| <i>Hylaeus gredleri</i> Förster, 1871               | *      | DD   | 1  |    | 1      |
| <i>Lasioglossum laticeps</i> (Schenck, 1868)        | *      | LC   | 2  |    | 2      |

Tab. 4. (Fortsetzung)

|                                                |    |    |    |    |     |
|------------------------------------------------|----|----|----|----|-----|
| <i>Lasioglossum lativentre</i> (Schenck, 1853) | 3  | LC |    | 1  | 1   |
| <i>Lasioglossum malachurum</i> (Kirby, 1802)   | 2  | LC | 1  |    | 1   |
| <i>Lasioglossum pauxillum</i> (Schenck, 1853)  | *  | LC | 1  |    | 1   |
| <i>Lasioglossum zonulum</i> (Smith, 1848)      | V  | LC | 1  | 1  | 2   |
| <i>Megachile ligniseca</i> (Kirby, 1802)       | *  | LC | 1  |    | 1   |
| <i>Melitta nigricans</i> Alfken, 1905          | 2  | LC | 2  |    | 2   |
| <i>Nomada fabriciana</i> (Linnaeus, 1767)      | *  | LC | 1  | 1  | 2   |
| <i>Nomada flava</i> Panzer, 1798               | *  | LC | 1  | 1  | 2   |
| <i>Osmia bicolor</i> (Schränk, 1781)           | V  | LC | 3  |    | 3   |
| <i>Osmia bicornis</i> (Linnaeus, 1758)         | *  | LC |    | 1  | 1   |
| Anzahl Individuen                              |    |    | 60 | 40 | 100 |
| Anzahl Arten                                   | 14 | 9  | 36 | 26 | 48  |

Die Hälfte der Arten nistet endogäisch in selbstgegrabenen Hohlräumen, während ein Viertel der Arten ihr Nest oberirdisch in vorhandenen Hohlräumen wie Insektenfraßgängen, in der Krautschicht oder in markhaltigen Pflanzenstängeln anlegt. Die restlichen Arten leben parasitisch. Sieben der Wildbienenarten gelten aufgrund ihres

oligolektischen Pollensammelverhaltens als Spezialisten: *Andrena lagopus* (Brassicaceae), *Andrena vaga* (*Salix* sp.), *Chelostoma florissomne* (Ranunculaceae), *Dasypoda hirtipes* (Asteraceae), *Eucera nigrescens* (Fabaceae, insbesondere *Vicia sepium*), *Hoplitis adunca* (*Echium* sp.) und *Melitta nigricans* (*Lythrum salicaria*).

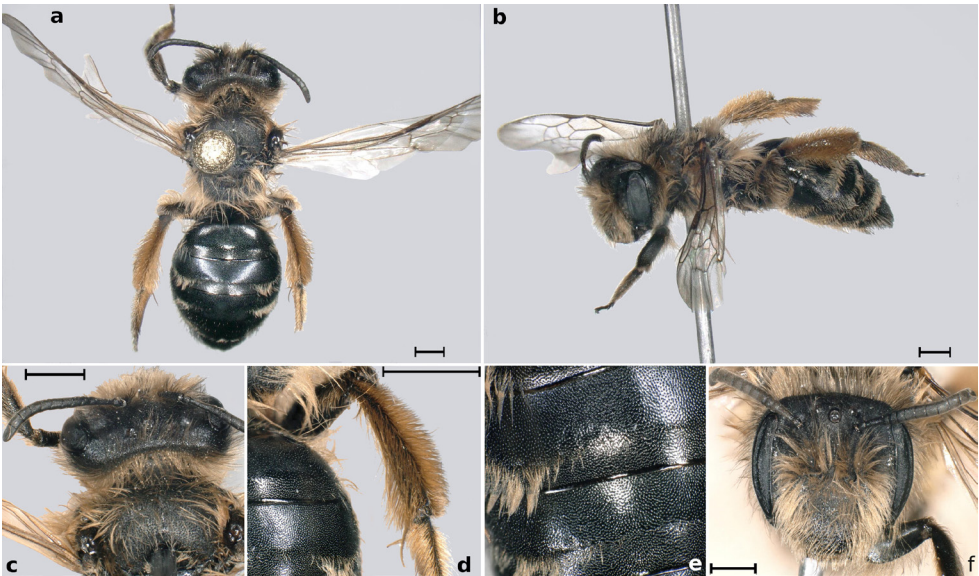


Abb. 8. *Andrena congruens* Schmiedeknecht, 1884 wurde als Erstnachweis für Luxemburg auf der renaturierten Pfeifengraswiese „Werwelslach“ in Mamer erfasst (Gesamtlänge = 10 mm, Maßstab = 1 mm, ein Mittelbein wurde für die DNA-Extraktion verwendet und ein weiteres wird am MNHNL aufbewahrt). a) Dorsalansicht; b) Lateralansicht; c) Gesichtsfurche, Fühler und Scutum; d) Hintertibia und T1; e) Punkturen und Haarbänder auf T2 und T3; f) Vorderansicht des Kopfes. Fotos: F. Herrera-Mesías. Vergrößerung: x20-x200. Hintergrund bearbeitet mit GIMP 2.8.22 (The GIMP Development Team 2020).

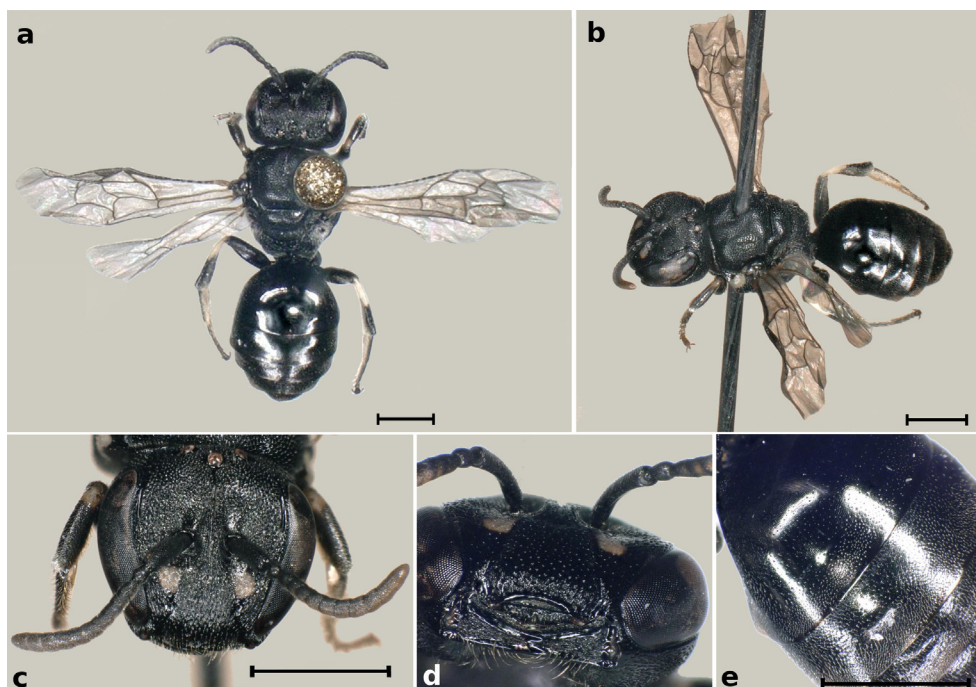


Abb. 9. *Hylaeus dilatatus* (Kirby, 1802) wurde als Erstnachweis für Luxemburg auf der renaturierten Pfeifengraswiese „Werwelslach“ in Mamer erfasst (Gesamtlänge = 5,6 mm, Maßstab = 1 mm, ein Mittelbein wurde für die DNA-Extraktion verwendet und ein weiteres wird am MNHNL aufbewahrt). a) Dorsalansicht; b) Lateralansicht; c) Frontalansicht des Kopfes; d) Mandibeln und Zähne; e) Oberflächenpunkturen und Mikrostrukturen auf T1 und T2. Fotos: F. Herrera-Mesías. Vergrößerung: x20-x200. Hintergrund bearbeitet mit GIMP 2.8.22 (The GIMP Development Team 2020).

### 3.5. Heuschrecken

Im Untersuchungsgebiet wurden insgesamt zehn Heuschreckenarten auf den Pfeifengraswiesen der „Gollewiss“ und dem „Werwelslach“ nachgewiesen (Tab. 5). Darunter befanden sich einige typische, in Feuchtgebieten lebende Arten wie *Stethophyma grossum* (Sumpfschrecke, Abb. 10), *Conocephalus fuscus* (Langflügelige Schwertschrecke) und *Tetrix subulata* (Säbeldornschrecke, Abb. 11). Auf Transekt 1 der renaturierten Pfeifengraswiese „Werwelslach“ konnte nur *Tetrix subulata* nicht nachgewiesen werden. *Gryllus campestris* (Feldgrille) wurde auf beiden Flächen nicht direkt auf den Transekten gesichtet, sondern in 20–30 m Entfernung gehört. Zwei der nachgewiesenen Arten haben einen Gefährdungsstatus laut der Roten Liste Luxemburgs (Proess & Meyer 2003): *Roeseliana roeselii* (Roesels Beißschrecke) gilt als extrem selten (R) und

*Gryllus campestris* als gefährdet (VU). Bei den übrigen Arten handelt es sich um typische Arten von Grünlandflächen und Brachen: *Pseudochorthippus parallelus* (Gemeiner Grashüpfer) ist auf den meisten Grünlandflächen sowie an Wegrändern zu finden und kommt sowohl auf feuchten als auch auf trockenen Flächen vor. *Chorthippus dorsatus* (Wiesengrashüpfer) ist auf nahezu allen Grünlandflächen zu finden, wohingegen *Chorthippus albomarginatus* (Weißrandiger Grashüpfer) vor allem auf feuchten und frischen Grünlandflächen vorkommt. Eine hohe, dichte Staudenvegetation benötigen Arten wie *Chrysochraon dispar* (Große Goldschrecke), *Roeseliana roeselii* und *Conocephalus fuscus*, die ausschließlich an den Säumen der Fläche „Werwelslach“ gefunden wurden. *Tettigonia viridissima* (Grünes Heupferd) benötigt eine Kombination aus Grünlandvegetation und höheren Strukturen (Stauden, Büsche und Bäume).

Tab. 5. Artenliste und Individuenzahl der während der Transektbegehung und mit dem Isolationsquadrat erfassten Heuschrecken auf den Pfeifengraswiesen im „Werwelslach“ und der „Gollewiss“ in Mamer. T1 = Transekt 1, T2 = Transekt 2, (x) = Nachweis außerhalb des Transektes. Gefährdung nach Angaben der Roten Liste Luxemburgs (RL LU) nach Proess & Meyer (2003): LC = least concern (nicht gefährdet), VU = vulnerable (gefährdet), R = extremely rare (extrem selten). Die am 12.06.2021 erfassten Grashüpfer-Nymphen wurden unter „Gomphocerinae“ zusammengefasst. Artenzahl der RL = Anzahl an Arten mit Gefährdungskategorie (ungefährdete Arten ausgeschlossen).

| Art                                                     | RL LU | Isolations-quadrat |    | Transekt-begehung |    | Gesamt |     |
|---------------------------------------------------------|-------|--------------------|----|-------------------|----|--------|-----|
|                                                         |       | T1                 | T2 | T1                | T2 | T1     | T2  |
| <i>Chorthippus albomarginatus</i> (De Geer, 1773)       | LC    | 3                  | 1  | 2                 | 1  | 5      | 2   |
| <i>Chorthippus dorsatus</i> (Zetterstedt, 1821)         | LC    | 9                  | 2  | 5                 | 5  | 14     | 7   |
| <i>Chrysochraon dispar</i> (Germar, 1834)               | LC    |                    |    | 4                 | 3  | 4      | 3   |
| <i>Conocephalus fuscus</i> (Fabricius, 1793)            | LC    | 6                  | 1  | 4                 |    | 10     | 1   |
| <i>Gryllus campestris</i> Linnaeus, 1758                | VU    |                    |    |                   |    | (x)    | (x) |
| <i>Pseudochorthippus parallelus</i> (Zetterstedt, 1821) | LC    | 21                 | 8  | 7                 | 11 | 28     | 19  |
| <i>Roeseliana roeselii</i> (Hagenbach, 1822)            | R     | 22                 | 8  | 30                | 12 | 52     | 20  |
| <i>Stethophyma grossum</i> (Linnaeus, 1758)             | LC    | 4                  | 3  | 11                | 5  | 15     | 8   |
| <i>Tettigonia viridissima</i> (Linnaeus, 1758)          | LC    | 2                  |    | 2                 | 1  | 4      | 1   |
| <i>Tetrix subulata</i> (Linnaeus, 1758)                 | LC    |                    | 3  |                   |    |        | 3   |
| Gomphocerinae                                           |       | 10                 | 2  | 8                 | 3  | 18     | 5   |
| Anzahl Individuen                                       |       | 77                 | 28 | 73                | 41 | 150    | 69  |
| Anzahl Arten                                            | 2     | 7                  | 7  | 8                 | 7  | 9      | 10  |

Nymphen dieser Art wurden auf den Grünlandflächen gefunden und später im Saumbereich der Fläche „Werwelslach“ gehört.

Bei den Isolationsquadrat-Erfassungen zeigte sich, dass die Heuschreckendichten auf Transekt 1 „Werwelslach“ generell höher waren als auf Transekt 2. Dieses Muster ist auch bei Betrachtung der einzelnen Arten zu erkennen, mit Ausnahme von *Tetrix sub-*

*ulata*, die nur in einem Isolationsquadrat-Wurf gefunden wurde.

Die Transektbegehungen bestätigten die Ergebnisse der Isolationsquadrat-Erfassungen. Auch hier zeigten sich höhere Heuschreckendichten auf Transekt 1 der renaturierten Pfeifengraswiese „Werwelslach“ verglichen mit Transekt 2 der Pfeifengraswiese „Gollewiss“. Bei der Betrachtung der artspezifischen



Abb. 10. *Stethophyma grossum* (Sumpfschrecke) – einer der typischen Vertreter magerer Feuchtwiesen. Foto: L. Siebenaler, 20.08.2021, „Werwelslach“, Mamer.



Abb. 11. *Tetrix subulata* (Säbeldornschröcke), Männchen. Die Art ist im besonderen Maße an Feuchtgebiete gebunden. Foto: A. Hochkirch, 29.04.2017, Aveler Tal, Trier.

Ergebnisse zeigte sich für nahezu alle Arten eine höhere Dichte auf Transekt 1 der Renaturierungsfläche als auf Transekt 2. Lediglich bei *Pseudochorthippus parallelus* war es umgekehrt und *Chorthippus dorsatus* hatte gleich hohe Zahlen auf beiden Transekten.

## 4. Diskussion

### 4.1. Tagfalter

Das Arteninventar umfasste überraschenderweise nur 20 Tagfalterarten sowie einer Widderchenart, was bei einem zusammenhängenden Komplex aus artenreichen Grünlandflächen dieser Größe doch relativ wenig ist. Einige weit verbreitete Arten, die auf den Untersuchungsflächen zu erwarten gewesen wären, konnten nicht nachgewiesen werden. Frühere Begehungen von Hellers (2018) konnten auf der „Gollewiss“ zusätzlich *Pieris napi* und im „Werwelslach“ neun weitere Arten nachweisen: *Araschnia levana*, *Anthocharis cardamines*, *Aporia crataegi*, *Cyaniris semiargus*, *Gonepteryx rhamni*, *Lasiommata megera*, *Leptidea sinapis/juvernica*-Komplex, *Pieris napi* und *Pyrgus malvae*. Dahingegen wurden damals *Aricia agestis*, *Brenthis ino*, *Lycaena dispar*, *Satyrrium pruni* und *Thymelicus lineola* nicht nachgewiesen. Der ausgebliebene Nachweis der oben genannten Arten im Jahr 2021 ist weniger auf eine Lebensraumveränderung als vielmehr auf die schlechten Wetterbedingungen zurückzuführen; der überdurchschnittlich kühle und nasse Mai sowie anschließende Regenperioden (MeteoLux 2021) dürften die Entwicklung der Tagfalter beeinträchtigt haben. Die einhergehenden niedrigen Individuenzahlen unterstützen diese Vermutung.

Der größte Teil der Faltersichtungen erfolgte bei der Transektbegehung im Juli. Dies war das einzige Begehungsdatum, wo zugleich eine Vielzahl von Kräutern auf den Flächen blühten und die Wetterbedingungen sonnig und windstill waren. Die Begehungen im Mai und August erbrachten keinerlei Nachweise. Die Zufallsbeobachtungen außerhalb der Transekte und zu zusätzlichen Zeitpunkten ermöglichten eine komplementäre und somit vollständigere Abbildung der Tagfalterfauna des Untersuchungsgebietes.

Der Vergleich der beiden Transekte ergab nur kleine Unterschiede, was insgesamt als positiv zu bewerten ist: Insgesamt scheint die Habitatqualität der Renaturierungsfläche sehr ähnlich der alten gewachsenen Pfeifengraswiese zu sein. Auf der „Gollewiss“ kamen die beiden typischen Grasland-Arten *Maniola jurtina* und *Melanargia galathea* jedoch in höheren Abundanzen als im „Werwelslach“ vor. Dies könnte daran liegen, dass in der „Gollewiss“ ein größerer zusammenhängender Lebensraum mit einer höheren Anzahl an Nektar- und Wirtspflanzen vorliegt (Curtis et al. 2015) als auf der kleineren Fläche im „Werwelslach“, die durch Hecken von dem im Westen angrenzenden artenreichen Grünland abgetrennt wird. Allerdings befindet sich im „Werwelslach“ eine Feuchtbrache um einen Weiher, die durch ihr Vorkommen von *Filipendula ulmaria* (Mädesüß) höchstwahrscheinlich von *Brenthis ino* als Larvalhabitat genutzt wird (Settele et al. 2015). Diese Art konnte im Mähwiesen-Komplex der „Gollewiss“ nämlich nicht nachgewiesen werden, wo vergleichbare Brachen fehlen. *Adscita stictes* wurden ebenfalls nur im „Werwelslach“ nachgewiesen, müsste theoretisch aber auch in der „Gollewiss“ vorhanden sein. Eine exklusive Art der „Gollewiss“ hingegen war *Lycaena dispar*, von der zwei Männchen in der höherwüchsigen Feuchtvegetation des Grabens beobachtet wurden. Die Fläche im „Werwelslach“ müsste den Lebensraumansprüchen dieser Art rein theoretisch ebenfalls gerecht werden, weil auch hier die zur Eiablage benötigten *Rumex*-Pflanzen vorliegen, gepaart mit einer extensiven Mähwiesennutzung (Proess et al. 2016).

Wenn man in Luxemburg eine Tagfalterart als spezifische Art der Pfeifengraswiesen anführen möchte, so wäre dies *Euphydryas aurinia*, dessen Raupen sich von *Succisa pratensis* ernähren. *E. aurinia* ist in Luxemburg allerdings nur von xerothermen Standorten bekannt, wo die Raupen *Scabiosa columbaria* als Futterpflanze nutzen. Sein aktuelles Vorkommen ist momentan auf zwei isolierte Populationen in Tétange und Rumlange begrenzt (Herr & Cungs 2021) – in der Gegend um Mamer wurde der Falter zuletzt 1917 gesichtet (MNHNL 2022-).

## 4.2. Nachtfalter

Die im Rahmen dieser Studie erfasste Anzahl an Nachtfalterarten fiel mit nur 143 Arten den Erwartungen entgegen ziemlich gering aus. In Bezug auf die strukturelle Beschaffenheit des Untersuchungsgebietes beherbergen vergleichbare Lebensräume meist eine höhere Anzahl von an feuchte Lebensräume gebundenen Arten (Steiner et al. 2014). Es liegt nahe, dass die ungewöhnlich langandauernde Schlechtwetterperiode im Jahr 2021 (MeteoLux 2021) eine erhebliche Rolle bei der Diversität der erfassten Arten gespielt hat. Bei höheren Temperaturen und weniger Tau wären womöglich weitere Arten ans Licht gekommen als dies der Fall war. Insbesondere die an den Leuchtabenden festgestellte rasche Abkühlung mit anschließender Taubildung kann die Ergebnisse der Isolationsquadrat-Erfassungen als Zeichen für eine geringere Aktivität der Nachtfalter gedeutet werden (Steiner 1994). Des Weiteren könnte die Witterung auch dafür verantwortlich sein, dass mehrere Sommerarten ihre Flugzeit frühzeitig beendet haben und somit nicht oder nur teilweise an den Leuchtabenden erfasst werden konnten. Auch die Gegebenheit, dass im Monat Juli wegen ungünstiger Witterung (nasskalt und viel Regen) nicht geleuchtet werden konnte, hat die Anzahl der erfassten Arten womöglich negativ beeinflusst.

Auf den Pfeifengraswiesen im „Werwelslach“ und in der „Gollewiss“ wurde eine ähnliche Anzahl an typischen und an Feuchtgebiete gebundene Nachtfalter nachgewiesen. Die renaturierte Pfeifengraswiese im „Werwelslach“ wies im Vergleich zur bestehenden Pfeifengraswiese der „Gollewiss“ jedoch nicht nur eine erhöhte Anzahl auf, sondern beherbergte auch etwas anspruchsvollere Arten. Diese Gegebenheit sollte in diesem Fall jedoch nicht als Indiz für bessere Lebensraumeigenschaften herangezogen werden, da sowohl die Wetterbedingungen 2021 wie auch die bei diesen Bedingungen ungünstige Position des Leuchtturms zur Untersuchung der Fläche „Gollewiss“ die Vollständigkeit der hier erfassten Nachtfalterarten bezweifeln lässt. Nichtsdestotrotz spricht der Nachweis von einigen bemerkenswerten und seltener gewordenen Arten (*Eidophasia*

*messingiella*, *Telephila schmidtellus*, *Scoparia conicella*, *Elophila nymphaeata*, *Lycia hirtaria*, *Idaea dimidiata*, *Furcula furcula*, *Archana sparganii*, *Diarsia mendica*, *Diacrisia sannio* und *Arctia caja*) für das Vorhandensein von wertvollen Lebensraumeigenschaften auf den untersuchten Pfeifengraswiesen. Weitere Untersuchungen wären in Bezug auf eine Vervollständigung der Artennachweise sehr aufschlussreich.

## 4.3. Laufkäfer

Die Zusammensetzung der Laufkäferzönose im „Werwelslach“ und auf der „Gollewiss“ war mit 19 Arten im Vergleich zu anderen Offenlandbiotopen erwartungsgemäß relativ gering (Tietze 1972, Trautner 2017). Auf Grund der hohen Niederschlagsmengen im Jahr 2021 (MeteoLux 2021) waren die zur Erfassung der Laufkäfer eingesetzten Bodenfallen des Öfteren mit Wasser gefüllt und somit nur noch bedingt in der Lage, hereinfallende Käfer aufzunehmen. Auch die Tatsache, dass insgesamt nur zwei Flächen miteinander verglichen wurden, erklärt eine geringere Artenanzahl im Vergleich zu Studien größerer Feuchtgebietskomplexe, wie sie z. B. von Siebenaler et al. (2020) durchgeführt wurden. Die für Pfeifengraswiesen auf Untergründen mit hohem Tongehalt typischen, sich mehrmals im Jahr abwechselnden Austrocknungs- und Vernässungsphasen (Schneider 2011) setzen zudem eine besondere Anpassung der Arten an unterschiedliche Feuchtigkeitsregime voraus. Böden, die zu winterlichen Dauerüberstauungen – gefolgt von temporären sommerlichen Überflutungen – neigen, sind nur bedingt als Entwicklungsstätte für bodenbewohnende Larven der Carabiden geeignet. Der Bestand an Laufkäfern wird an solchen Standorten oftmals durch eine permanente Einwanderung gewährleistet (Tietze 1972). Das Vorhandensein von überwiegend euryöken Arten mit einer Verbreitung, die von frisch-trockenen bis zu feuchten Offenlandstandorten reicht, entspricht demnach den stark wechselnden Grundwasserständen während der Vegetationsperiode und veranschaulicht die besonderen Lebensraumeigenschaften der untersuchten Flächen.

In Bezug auf eine Gegenüberstellung der renaturierten Pfeifengraswiese „Werwelslach“ und der bestehenden Pfeifengraswiese „Gollewiss“ konnten nur geringfügige Unterschiede in den Artenzusammensetzungen und deren Individuenzahlen beobachtet werden. Auf der renaturierten Pfeifengraswiese „Werwelslach“ wurde eine für den gewünschten Lebensraumtyp typische Artengemeinschaft festgestellt, wobei nahezu keine Art anhand ihrer ökologischen Ansprüche an den ehemaligen Fichtenforst erinnert. Das Vorkommen von typischen Feuchtgebietsarten wie *Agonum emarginatum*, *Chlaenius nigricornis* und *Pterostichus anthracinus* sowie seltenen hydrophilen Offenlandarten wie *Amara strenua* setzen das Vorhandensein geeigneter Lebensraumstrukturen auf der renaturierten Pfeifengraswiese voraus (Lompe 2002-, Trautner 2017).

#### 4.4. Wildbienen

48 (14 %) der in Luxemburg bislang bekannten 351 Wildbienenarten konnten im „Werwelslach“ und in der „Gollewiss“ nachgewiesen werden. Hinsichtlich ihres Sozialverhaltens, der Nistplatzwahl und -materialien sowie dem Pollensammelverhalten unterscheiden sich diese Arten, wobei die Hälfte solitäre, polylektische und in unterirdischen selbst gegrabenen Hohlräumen nistende Arten darstellen. Keine der Arten ist durch ihre Lebensweise z. B. durch Spezialisierung auf den Pollen einer bestimmten Pflanzenart strikt an Pfeifengraswiesen oder andere magere Feuchtwiesen per se gebunden. *Melitta nigricans* ist durch ihre Bindung an *Lythrum salicaria* allerdings eine typische Art der Hochstaudenfluren (Westrich 2018), wie sie entlang des Grabens der „Kielbaach“ vorzufinden sind. Eine an nur eine Pflanzenart gebundene Wildbiene ist zudem *Hoplitis adunca*, die exklusiv an *Echium vulgare* Pollen sammelt. Aus dem Untersuchungsgebiet ist allerdings kein Vorkommen des Natternkopfes bekannt, so dass dieser Fund etwas überraschend ist (MNHNL 2022-). Es ist anzunehmen, dass *Andrena vaga* die Wiese in der „Gollewiss“ zum Nisten nutzt und zur Nahrungssuche die Blüten der Weiden (*Salix* sp.) in den umgebenden Baumbeständen und Wäldern aufsucht. Die restlichen oligo-

lektischen Arten sind an Pflanzenfamilien (Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae und Ranunculaceae) gebunden, von denen eine Vielzahl an Vertreter in den Pfeifengraswiesen als auch in den anderen artenreichen Grünlandbeständen im Untersuchungsgebiet vorhanden sind. Durch ihre enge Bindung an ausgewählte Lebensräume sind diese Spezialisten (bis auf *Andrena vaga*) offensichtlich gefährdeter als die restlichen generalistischen Arten. Davon werden auch vier auf den konsultierten Roten Listen von Belgien (Drossart et al. 2019) und Nordrhein-Westfalen (Esser et al. 2010) geführt. Die für Luxemburg neu nachgewiesene generalistische Art *Andrena congruens* gilt in Nordrhein-Westfalen als stark gefährdet. Westrich (2018) gibt an, dass *A. congruens* vermutlich nur im Süden Deutschlands weit verbreitet ist und dort nur sehr selten in Lagen unter 500 m vorkommt. Zudem gibt es derzeit zu wenige Funddaten, um eine Beurteilung des Lebensraumes dieser Offenlandart zu machen.

Hinsichtlich der Nistplatzwahl ist der große Anteil an unterirdisch nistenden Arten in Feuchtwiesen auf den ersten Blick doch überraschend, da bei bodenbrütenden Bienen meist von trockenen Standorten berichtet wird. So ist die Annahme zunächst groß, dass die Nester sich auf die weniger feuchten Bereiche der Untersuchungsflächen konzentrieren, wie etwa entlang oder an der Uferwand des Grabens, an Maulwurfshügeln oder sonstigen Störstellen. Dies unterstreicht die Wichtigkeit von Mikrohabitaten und einer kleinräumigen Verzahnung unterschiedlicher Lebensräume. Sie ist besonders bei Wildbienen wichtig, die auf kleinstem Raum sowohl Nistplatz, -materialien und Nahrung vorfinden müssen. Allerdings führen Antoine & Forrest (2021) eine große Spannweite in puncto Bodenfeuchte bei bodennistenden Bienen an, die von trocken über nass bis sogar zeitweise überflutet reicht. Westrich (2018) gibt an, dass über die genauen edaphischen und mikroklimatischen Eigenschaften der von Bodenbrütern benötigten Substrate noch nicht genug bekannt ist. Weitere Forschung hinsichtlich dieser Punkte fordern auch Antoine & Forrest (2021). Insgesamt benötigen die nachgewiesenen Arten eine Vielzahl unterschiedlicher Blütenpflanzen, deren Vor-

kommen und Vielfalt vor allem im extensiv genutzten Grünland gegeben ist (Schneider 2011). Die bisher durchgeführte extensive Nutzung sollte daher unbedingt weitergeführt werden. Für die gefährdete Art *Eucera nigrescens* wird diese Bewirtschaftungsweise von Westrich (2018) explizit als vorteilhaft genannt. Die Kombination der offenen Wiesenflächen mit dem besonnten, süd-exponierten Waldrand und den Hecken im „Werwelslach“ ist zusätzlich für Arten, die in Totholz oder Schneckenhäusern nisten (*Osmia bicolor*) interessant (Westrich 2018). Es dürfte an der kleinräumigen Kombination all dieser Elemente auf der renaturierten Fläche im „Werwelslach“ liegen, dass hier mehr Arten nachgewiesen wurden als in der „Gollewiss“.

#### 4.5. Heuschrecken

Basierend auf der Zusammensetzung der Heuschreckenfauna erwiesen sich die beiden untersuchten Transekte „Werwelslach“ und „Gollewiss“ als nahezu identisch. Auf Transekt 2 „Gollewiss“ konnte lediglich *Tetrix subulata* nicht nachgewiesen werden. Diese Art ist jedoch generell schwierig zu erfassen, da sie sehr klein ist und nicht singt. Dass nur wenige Exemplare mittels Isolationsquadrat auf Transekt 1 nachgewiesen werden konnten, liegt wohl an der Gegebenheit, dass die Art feuchte offene Störstellen präferiert, wie sie an Uferbereichen von Tümpeln, Suhlen oder in Fahrspuren von Traktoren zu finden sind (Hochkirch et al. 1999) und ihr Vorkommen daher meist sehr punktuell ist. Generell sind Dornschröcken bei Heuschreckenerfassungen oft unterrepräsentiert. Ein Nachweis mit Hilfe der angewandten Methoden (Isolationsquadrat/Transektbegehung) war demnach nur durch Zufall möglich. Die außerhalb der Transekte nachgewiesene Feldgrille ist an sich keine typische Art von Feuchtwiesen; sie besiedelt meist trockene bis frische Lebensräume. Ihr Nachweis spricht dafür, dass sich diese früher seltene Art inzwischen wieder deutlich ausgebreitet hat (MNHNL 2022-). Auf der Roten Liste Luxemburgs wird sie zwar noch als gefährdet (VU) geführt (Proess & Meyer 2003); dies dürfte bei einer Aktualisierung vermutlich – in Bezug auf ihre aktu-

elle Verbreitung – geändert werden. Auch für einige typische Grünlandarten (*Chorthippus dorsatus* und *C. albomarginatus*) ist eine zunehmende Verbreitung aus den letzten Jahrzehnten bekannt. Dies gilt ebenso für die Feuchtgebietsart *Stethophyma grossum* und die Grünlandart *Roeseliana roeselii*, die in Proess & Meyer (2003) als extrem selten (R) gelistet werden.

Die Gesamtabundanz der Heuschrecken war auf der renaturierten Fläche „Werwelslach“ höher als auf der bestehenden Pfeifengraswiese „Gollewiss“. Mit der Isolationsquadrat-Methode wurden von nahezu allen Arten – mit Ausnahme der Säbeldornschröcke – mehr Individuen auf der renaturierten Fläche „Werwelslach“ gefunden als auf der bestehenden Pfeifengraswiese „Gollewiss“. Auch bei den Transektbegehungen zeigte sich ein ähnliches Bild: Hier waren die Dichten allerdings generell etwas ähnlicher. Dies war insbesondere bei der dritten Begehung auffällig, die nach der Mahd der Fläche stattfand. Die insgesamt höheren Dichten auf der Renaturierungsfläche könnten mit dem Mahdregime in Verbindung stehen. So waren Teilbereiche der Fläche „Werwelslach“ bei der dritten Begehung noch nicht gemäht, wodurch hier mehr Heuschrecken zu finden waren. Des Weiteren kann jedoch auch die erhöhte Strukturvielfalt auf der untersuchten Fläche „Werwelslach“ sowie in deren unmittelbaren Umfeld als mögliche Begründung angesehen werden. Höhere Individuenzahlen sind auf der Fläche „Werwelslach“ insbesondere bei Arten mit strukturellen Ansprüchen an die nähere Umgebung bemerkbar. Hierzu zählen in Bezug auf eine dichte, hohe Staudenvegetation – wie sie z. B. an den Ufern des Stillgewässers im „Werwelslach“ zu finden ist – *Conocephalus fuscus*, *Roeseliana roeselii* und *Chrysochraon dispar* sowie *Tettigonia viridissima*, die eine Kombination aus Grünlandvegetation und höheren Strukturen (Stauden, Büsche und Bäume) benötigt (Hochkirch & Klugkist 1998, Bellmann et al. 2019).

Heuschrecken sind die wichtigsten Primärkonsumenten in Offenland-Ökosystemen (Odum et al. 1962, Joern 1982) und gelten als hervorragende Bioindikatoren für den Zustand von Grünlandflächen (Báldi &

Kisbenedek 1997). Anhand der im Rahmen dieser Studie erfassten Heuschreckenfauna können die Renaturierungsmaßnahmen der Pfeifengraswiese auf der Flur „Werwelslach“ als sehr erfolgreich gewertet werden. Sowohl die Zusammensetzung als auch die Abundanz der auf Transekt 1 erfassten Arten erreichte oder übertraf die auf Transekt 2 nachgewiesenen Heuschreckenzone der bestehenden Pfeifengraswiese „Gollewiss“. Hierbei ist insbesondere die robuste Populationsstärke der Sumpfschrecke auf beiden Transekten zu erwähnen, die als Zielart für vergleichbare Feuchtgrünlandflächen angesehen werden kann. Die Sumpfschrecke ist auf eine winterliche Überflutung ihrer Eier angewiesen und demnach in besonderem Maße an diesen Lebensraum gebunden (Bellmann et al. 2019). Das Vorkommen von weiteren spezialisierten Arten der Feuchtwiesen, die empfindlich gegenüber Änderungen von Mahd und Beweidung reagieren, unterstützt diese Aussage zusätzlich. Demnach können die nachgewiesenen Arten *Tetrix subulata* und *Conocephalus fuscus* als Zielarten für die Renaturierung von Feuchtgrünland gewertet werden (Alignan et al. 2014, Rada et al. 2014).

## 5. Schlussfolgerung

Mit der vorliegenden Studie konnte eine bemerkenswerte Biozönose auf zwei Pfeifengraswiesen im Südwesten Luxemburgs nachgewiesen werden. In Hinblick auf bisher bekannte Untersuchungen (Hellers 2018) sowie angesichts der Lebensraumeigenschaften im Magerwiesenkomplex „Werwelslach-Gollewiss“ wäre jedoch eine noch höhere Anzahl an Arten innerhalb einiger Gruppen im Untersuchungsgebiet zu erwarten gewesen (Steiner et al. 2014, Settele et al. 2015, Trautner 2017). Insbesondere bei den Tag- und Nachtfaltern sowie bei den Laufkäfern liegt eine allgemeine Beeinträchtigung der Fangzahlen durch hohe Niederschlagsmengen im Jahr 2021 (MeteoLux 2021) als Erklärung für eine geringere Artenzahl nahe. Nichtsdestotrotz gelangen im Rahmen dieser Studie mehrere Nachweise von Arten – darunter einige Rote Liste-Arten –, die aufgrund ihrer Ökologie in besonderem

Maße an die seltenen Pfeifengraswiesen gebunden sind und demnach deren Schutzstatus auf nationaler wie auch auf internationaler Ebene untermauern. In der entomologischen Gegenüberstellung der untersuchten Pfeifengraswiesen zeichnete sich die renaturierte Fläche im „Werwelslach“ bei allen untersuchten Gruppen durch eine vergleichbare oder gar höhere Artenvielfalt und Individuenzahlen aus. Dabei sind zahlreiche Nachweise von Arten zu nennen, die als Zielarten für die Renaturierung von Feuchtgrünland angesehen werden können. Hierzu zählen die Tagfalterart *Brenthis ino* und die Widderchenart *Adscita sticticus* sowie die nur selten in Luxemburg nachgewiesene Nachtfalterart *Archanara sparganii*. Bei den Wildbienen ist die von Blutweidenrich (*Lythrum salicaria*) abhängige *Melitta nigricans* zu nennen und es gelangen zudem sogar Erstnachweise für Luxemburg von *Andrena congruens* und *Hylaeus dilatatus*. Typische Feuchtgebietsarten bei den erfassten Laufkäfern sind *Agonum emarginatum* und *Chlaenius nigricornis* sowie die seltene hydrophile Art *Amara strenua*. Bei den Heuschrecken sind eine robuste Population der Zielart *Stethophyma grossum* sowie mehrere Nachweise von *Conocephalus fuscus* besonders hervorzuheben.

Auf der ursprünglichen Pfeifengraswiese „Gollewiss“ ist überdies der Nachweis von *Lycaena dispar* bemerkenswert. Er gilt als Ziel- und Kennart der Feuchtwiesen und ist eine der drei Tagfalterarten in Luxemburg, die nach der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie geschützt sind (Proess et al. 2016). Auch das Vorkommen von *Tetrix subulata*, die als Zielart für Feuchtgrünland zu bewerten ist, sollte an dieser Stelle erwähnt werden.

Die hohen Arten- und Individuenzahlen aller untersuchten Artengruppen auf der renaturierten Pfeifengraswiese könnten auch im Zusammenhang mit der angewandten Renaturierungsmethode stehen. Mit dem Spendermaterial – in Form von frischem Mahdgut sowie mit dem Seedharvester geerntete Samen – können auch Insekten- und -larven von der Spenderfläche übertragen worden sein. Dieses wurde bereits in zahlreichen Untersuchungen zu Renaturierungen von Offenlandlebensräu-

men nachgewiesen (Elias & Thiede 2008, Braun 2016, Sommer & Zehm 2020). Des Weiteren ist auch von einem positiven Einfluss der umgebenden Strukturelemente wie etwa eine höhere – teilweise brachliegende – Vegetation an Ufer- und Saumbereichen (Stauden, Büsche und Bäume) oder des Stillgewässers auszugehen. Die Diversität der vorhandenen Artengemeinschaft steht im direkten Zusammenhang zu Heterogenität der vorhandenen Mikrostrukturen und der Pflanzenartenvielfalt (Tews et al. 2004). In Fartmann et al. (2019) werden neben der Habitatgröße auch dessen Konnektivität als Schlüsselfaktoren für das Überleben von Insekten in den fragmentierten Landschaften von heute angesehen. Nährstoffarmut und eine hohe Habitatheterogenität sind u. a. aktuell Mangelfaktoren in vielen Habitaten. Sie sind aber elementar für viele Insekten, insbesondere für gefährdete Arten. Dieses Defizit gilt es durch ein geeignetes Management und die Renaturierung von Habitaten zu beheben (Fartmann et al. 2019). In Landschaften, in denen viele Habitate degradiert sind oder gar zerstört wurden, kann die Renaturierung von Lebensräumen einen wichtigen Beitrag zur langfristigen Erhaltung der Zielarten leisten (Fartmann 2017, Kollmann et al. 2019).

Die erfolgreiche Renaturierung der Pfeifengraswiese im „Werwelslach“ konnte bereits im Hinblick auf die Pflanzenartenzusammensetzung mit der Etablierung zahlreicher Ziel- sowie Kennarten nachgewiesen werden (Schneider 2019). Anhand vorliegender Untersuchung kann dies erfreulicherweise auch aus entomologischer Sicht bestätigt werden. Zahlreiche Arten aus den erfassten entomologischen Gruppen weisen einen hohen Anpassungsgrad an die spezifischen Eigenschaften dieses einzigartigen Lebensraumes auf und sprechen für eine hohe Lebensraumqualität der untersuchten Renaturierungsfläche. Angesichts des akuten Biodiversitätsverlustes, in der sich der Artenschwund trotz großer Anstrengungen des Naturschutzes dramatisch fortsetzt, sind umfassende Untersuchungen zu allen Artengruppen und deren Abhängigkeiten untereinander von höchster Bedeutung (Fartmann 2017). Die Ergebnisse dieser Studie verdeutlichen den Wert von

Renaturierungsmaßnahmen, wie sie vom Naturschutzsyndikat SICONA für die Pfeifengraswiese im „Werwelslach“ umgesetzt wurden. In Hinblick auf den europa- und weltweiten starken Rückgang der Insekten (Biesmeijer et al. 2006, Hallmann et al. 2017, Altermatt et al. 2019, Seibold et al. 2019, Cardoso et al. 2020) gewinnt die Wiederherstellung von seltenen Lebensräumen zunehmend an Bedeutung, da sie direkt an das Vorkommen von hochspezialisierten Arten – die an solche immer seltener werdenden Lebensräume gebunden sind – gekoppelt ist. Entomologische Untersuchungen sollten demnach auch zukünftig neben floristischen Erfassungen zur Erfolgskontrolle von Renaturierungsprojekten herangezogen werden, um eine naturschutzfachlich umfassende Bewertung der geschaffenen Lebensraumeigenschaften und ein darauffolgendes angepasstes Habitatmanagement zu gewährleisten. Kleine habitatverbessernde Maßnahmen, wie das Verbleiben von Altgrasinseln oder -streifen inmitten der Mähwiese und die Anlage von Brachestreifen entlang des Grabens der „Kielbaach“, können den seltenen Lebensraumtyp Pfeifengraswiese und dessen Habitateignung zusätzlich optimieren. Die von Siebenaler et al. (2020) für vergleichbare (Feucht-)Mähwiesenkomplexen vorgeschlagene mosaikartige Staffelmahd zur Förderung der Heuschrecken- und Tagfalterarten kann auch auf Pfeifengraswiesen angewendet werden. Proess et al. (2016) geben diese Bewirtschaftung auch zur Förderung von *Lycanea dispar* an, der als Schirmart für das Untersuchungsgebiet der vorliegenden Studie genannt werden kann.

Gleichermaßen ist auch ein weiteres entomologisches bzw. faunistisches Monitoring der Flächen „Gollewiss“ und „Werwelslach“ von hoher Bedeutung, um die zukünftige Entwicklung der erfassten Insektenpopulationen weiterhin zu beobachten und ggf. notwendige Eingriffe in der Nutzung bzw. Pflege der Wiesenflächen frühzeitig zu ermöglichen. Ein solches Monitoring würde zur Erweiterung des Wissensstandes über Bestäuber in Luxemburg beitragen. Ebenso sollten – wie bereits in Siebenaler et al. (2021) darauf hingewiesen wurde – für die untersuchten Arthropodengruppen Rote Listen als bedeutendes Instrument des

Artenschutzes erstellt bzw. erneuert sowie stark gefährdete oder besondere Arten unter Schutz gestellt werden.

## Danksagung

Die Autoren danken insbesondere der Gemeinde Mamer und dem Ministerium für Umwelt, Klima und nachhaltige Entwicklung für die Projektfinanzierung. Fanny Schaul und Emma Weimann gilt unser Dank für die Leerung der Barberfallen und die GPS-Einmessung der Transekte und Fallen. Zudem bedanken wir uns bei der zoologischen Abteilung des Nationalmuseums für Naturgeschichte Luxemburg für die Mitarbeit bei der Erfassung der Wildbienen-gemeinschaft, ebenso Loïc Hellers für seine Unterstützung bei der morphologischen Auswertung sowie Tabea Theis und Frida Pallapies für ihre Beiträge zur Feld- und Laborarbeit zu den Wildbienen. Wir danken Erwin Schneider für die kritische Durchsicht des Manuskripts. Unser Dank gilt des Weiteren Claude Meisch für die wertvollen Anmerkungen.

## Literatur

Administration de la nature et des forêts, 2019. Application Biodiversité – Version 4–13 (Février 2019). Unveröffentlichte Datenbank der Vertragsnaturschutzflächen nach der „Biodiversitätsverordnung“. Administration de la Nature et des Forêts (ANF), Luxembourg.

Administration de la nature et des forêts, 2021. Internetportal Geoportail, Katalog – Offenland-Biotopkataster – Version du 27.05.2021. Administration de la nature et des forêts (ANF), Luxembourg. URL: <https://www.geoportail.lu> [Zugriff am 30.06.2021].

Alignan, J.-E., J.-F. Debras & T. Dutoit, 2014. Effects of ecological restoration on Orthoptera assemblages in a Mediterranean steppe rangeland. *Journal of Insect Conservation* 18: 1073–1085. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9717-6>.

Altermatt, F., B. Baur, Y. Gonseth, E. Knop, E. Mitchell, G. Pasinelli, D. Pauli & L. Pellisier, 2019. Disparition des insectes en Suisse et conséquences éventuelles pour la société et l'économie. Swiss Academy of Natural Sciences, Berne, 7 pp.

Amiet, F., 1996. Hymenoptera, Apidae, 1. Teil. Allgemeiner Teil, Gattungsschlüssel, die Gattungen *Apis*, *Bombus* und *Psithyrus*. Schweizerische Entomologische Gesellschaft, Neuchâtel, 98 pp.

Amiet, F., M. Herrmann, A. Müller & R. Neumeyer, 2004. Fauna Helvetica 9. Apidae 4: *Anthidium*, *Chelostoma*, *Coelioxys*, *Dioxys*, *Heriades*, *Lithurgus*, *Megachile*, *Osmia*, *Stelis*. 9. Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF), Neuchâtel, 273 pp.

Amiet, F., M. Herrmann, A. Müller & R. Neumeyer, 2007. Fauna Helvetica 20. Apidae 5: *Ammobates*, *Ammobatoides*, *Anthophora*, *Blastes*, *Ceratina*, *Dasypoda*, *Epeoloides*, *Epeolus*, *Eucera*, *Macropis*, *Melecta*, *Melitta*, *Nomada*, *Pasites*, *Tetralonia*, *Thyreus*, *Xylocopa*. 5. Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF), Neuchâtel, 356 pp.

Amiet, F., M. Herrmann, A. Müller & R. Neumeyer, 2010. Fauna Helvetica 26. Apidae 6: *Andrena*, *Melitturga*, *Panurginus*, *Panurgus*. Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF) & Schweizerische Entomologische Gesellschaft (SEG), Neuchâtel, 316 pp.

Antoine, C.M. & J.R. Forrest, 2021. Nesting habitat of ground-nesting bees: a review. *Ecological Entomology* 46: 143–159. <https://doi.org/10.1111/een.12986>.

Báldi, A. & T. Kisbenedek, 1997. Orthopteran assemblages as indicators of grassland naturalness in Hungary. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 66: 121–129.

Bellmann, H., F. Rutschmann, C. Roesti & A. Hochkirch, 2019. Der Kosmos Heuschreckenführer. Franckh Kosmos Verlag, Stuttgart, 432 pp.

Biesmeijer, J.C., S.P.M. Roberts, M. Reemer ... W.E. Kunin, 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science (New York, N.Y.)* 313: 351–354. <https://doi.org/10.1126/science.1127863>.

Braun, T., 2016. Artenreiches Grünland durch Mahdgutübertragung – Zehnjährige Erfahrungen im Rhein-Kreis Neuss. *Natur in NRW* 4/16: 18–21.

Cantú-Salazar, L., S. Vray, L. L'Hoste, A. Jakubzik & F. Herrera-Mesias, 2021. An addition to the list of wild bee fauna of Luxembourg: *Nomada kohli* Schmiedeknecht, 1882 (Hymenoptera, Apidae), with a list of the species of the genus *Nomada* Scopoli, 1770 recorded in the country. *Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois* 123: 195–204.

- Cardoso, P., P.S. Barton, K. Birkhofer ... M.J. Samways, 2020. Scientists' warning to humanity on insect extinctions. *Biological Conservation*: 108426. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108426>.
- Cigliano, M.M., H. Braun, D.C. Eades & D. Otte, 2020. Orthoptera Species File Online, Version 5.0/5.0. URL: <http://orthoptera.speciesfile.org> [Zugriff am 14.01.2021].
- Curtis, R.J., T.M. Brereton, R.L.H. Dennis, C. Carbone & N.J.B. Isaac, 2015. Butterfly abundance is determined by food availability and is mediated by species traits. *Journal of Applied Ecology* 52: 1676–1684. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12523>.
- Dathe, H.H., E. Scheuchl & E. Ockermüller, 2016. Illustrierte Bestimmungstabelle für die Arten der Gattung *Hylaeus* F. (Maskenbienen) in Deutschland, Österreich und der Schweiz. *Entomologica Austriaca*, Supplement 1, 51 pp.
- Drossart, M., P. Rasmont, P. Vanormelinger ... D. Michez, 2019. Belgian Red List of bees. Belgian Science Policy 2018 (BRAIN-be – Belgian Research Action through Interdisciplinary Networks). Presse universitaire de l'Université de Mons, Mons, 140 pp.
- Ebert, G., 1994. Die Schmetterlinge Baden-Württembergs – Band 3. Nachtfalter I. Eugen Ulmer, Stuttgart, 518 pp.
- Elias, D. & S. Thiede, 2008. Verfrachtung von Heuschrecken (Insecta: Ensifera et Caelifera) mit frischem Mähgut im Wulfener Bruch (Sachsen-Anhalt). *Hercynia N. F.* 41: 253–262.
- Ellmayer, T. & F. Essl, 2005. Lebensraumtypen des Anhangs I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Günstiger Erhaltungszustand der Natura 2000-Schutzgüter. Umweltbundesamt Natur und Naturschutz. Studien der Wiener Umweltschutzabteilung (MA 22) 61, 618 pp.
- Emmet, A.M., 1996. The Moths and Butterflies of Great Britain and Ireland, Volume III, Yponomeutidae – Elachistidae. Harley Books, Colchester, Essex, 452 pp.
- Esser, J., M. Fuhrmann & C. Venne, 2010. Rote Liste und Gesamtartenliste der Wildbienen und Wespen (Hymenoptera: Apidae, Crabronidae, Sphecidae, Ampulicidae, Pompilidae, Vespidae, Tiphiidae, Sapygidae, Mutillidae, Chrysididae) Nordrhein-Westfalens. *Ampulex* 2: 5–60.
- Fartmann, T., 2017. Überleben in fragmentierten Landschaften – Grundlagen für den Schutz der Biodiversität Mitteleuropas in Zeiten des globalen Wandels. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 49(9): 277–282.
- Fartmann, T., D. Poniatowski, G. Stuhldreher & M. Streitberger, 2019. Insektenrückgang und -schutz in den fragmentierten Landschaften Mitteleuropas. *Natur und Landschaft* 49(6/7): 261–270. <https://doi.org/10.17433/6.2019.50153703.261-270>.
- Freude, H., K.W. Harde & G.A. Lohse, 1976. Die Käfer Mitteleuropa. Aephaga 1, Band 2. Goecke und Evers, Krefeld, 301 pp.
- Gesellschaft für angewandte Carabidologie, 2009. Lebensraumpräferenzen der Laufkäfer Deutschlands – Wissensbasierter Katalog – Angewandte Carabidologie – Supplement V. Gesellschaft für angewandte Carabidologie (GAC), 45 pp.
- Gokcezaade, J.F., B.-A. Gereben-Krenn, J. Nemayer & H.W. Krenn, 2015. Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Österreichs, Deutschlands und der Schweiz (Hymenoptera, Apidae). *Linzer Biologische Beiträge* 47(1): 5–42.
- Hallmann, C.A., M. Sorg, E. Jongejans ... H. de Kroon, 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS one* 12: e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>.
- Hannig, K. & M. Kaiser, 2011. Rote Liste und Artenverzeichnis der Laufkäfer – Carabidae – in Nordrhein-Westfalen – In: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen. *LANUV-Fachbericht* 36: 159–222.
- Herrera-Mesías, F. & A. Weigand, 2021. Updates to the checklist of the wild bee fauna of Luxembourg as inferred from revised natural history collection data and fieldwork. *Biodiversity Data Journal* 9: e64027. <https://doi.org/10.3897/BDJ.9.e64027>.
- Hellers, M., 2018. Erfassungen der Tag- und Nachtfalter sowie Kleinschmetterlinge in vier ausgewählten Grünlandgebieten Luxemburgs: „Bitschenheck“, „Werwelslach“, „Heedchen“, „Rouer“. Unveröffentlichte Daten im Auftrag des Naturschutzsyndikates SICONA, Olm.
- Herr, J. & J. Cungs, 2021. Plan d'action – Damier de la succise (*Euphydryas aurinia*). Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable, Administration de la nature et des forêts, 15 pp.
- Hochkirch, A., M. Folger, S. Länder, C. Meyer, M. Papen & M. Zimmermann, 1999. Habitatpräferenzen von *Tetrix subulata* (Linnaeus, 1758) und *Tetrix tenuicornis* (Sahlberg, 1893)

- in einer Sandkuhle bei Bremen (Orthoptera: Tetrigidae). *Articulata* 14: 31–43.
- Hochkirch, A. & H. Klugkist, 1998. Die Heuschrecken des Landes Bremen – ihre Verbreitung, Habitate und ihr Schutz (Orthoptera: Saltatoria). *Abhandlungen Naturwissenschaftlicher Verein Bremen* 44: 3–73.
- JOCE, 1992. Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. *Amtsblatt der Europäischen Union* N° 206: 7–50.
- Joern, A., 1982. Distribution, densities, and relative abundances of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in a Nebraska sandhills prairie. *The Prairie Naturalist* 14: 37–45.
- Karsholt, O. & J. Razowski, 1996. The Lepidoptera of Europe. A Distributional Checklist. Apollo Books, Stenstrup, 380 pp.
- Kearse, M., R. Moir, A. Wilson ... A. Drummond, 2012. Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics* 28: 1647–1649. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts199>.
- Koch, M., 1972. Wir bestimmen Schmetterlinge. Band 3: Eulen. Neumann Verlag, Radebeul, 260 pp.
- Kollmann, J., A. Kirmer, S. Tischew, N. Hölzel & K. Kiehl, 2019. Renaturierungsökologie. Springer Spektrum, Berlin, XVIII, 374 pp.
- Kühn, E., M. Musche, A. Harpke, R. Feldmann, B. Metzler, M. Wiemers, N. Hirneisen & J. Settele, 2014. Tagfalter-Monitoring Deutschland. Oedippus Band 27. Pensoft Publishers, Sofia–Moscow, 48 pp.
- Lambinon, J. & F. Verloove (collab. L. Delvosalle, B. Toussaint, D. Geerinck, I. Hoste, F. Van Rossum, B. Cornier, R. Schumacker, A. Vanderpoorten & H. Vannerom), 2015. Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (Pteridophytes et Spermatophytes). Sixième édition. Edition du Jardin botanique Meise, Meise, CXXXIX + 1195 pp.
- Lompe, A., 2002-. Die Käfer Europas – Ein Bestimmungswerk im Internet. Nienburg/Weser. URL: <http://coleonet.de> [Zugriff am 10.12.2021].
- Mémorial, 2009a. Règlement grand-ducal du 6 novembre 2009 portant désignation des zones Règlement grand-ducal du 6 novembre 2009 portant désignation des zones spéciales de conservation. *Mémorial A, Recueil de législation du Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg* N° 220: 3834–3898.
- Mémorial, 2009b. Règlement grand-ducal du 9 janvier 2009 concernant la protection intégrale et partielle de certaines espèces animales de la faune sauvage. *Mémorial A, Recueil de législation du Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg* N° 4: 34–41.
- Mémorial, 2017. Décision du Gouvernement en Conseil du 13 janvier 2017 relative au plan national concernant la protection de la nature 2017–2021 et ayant trait à sa première partie intitulée « Stratégie nationale Biodiversité ». *Mémorial A, Recueil de législation du Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg* N° 194: 1–37.
- Mémorial, 2018. Loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles et modifiant 1° la loi modifiée du 31 mai 1999 portant institution d'un fonds pour la protection de l'environnement; 2° la loi modifiée du 5 juin 2009 portant création de l'Administration de la nature et des forêts; 3° la loi modifiée du 3 août 2005 concernant le partenariat entre les syndicats de communes et l'État et la restructuration de la démarche scientifique en matière de protection de la nature et des ressources naturelles. *Mémorial A, Recueil de législation du Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg* N° 771: 1–48.
- MeteoLux, 2021. Annuaire climatologique – Aeroport Luxembourg-Findel (WMO 06590). Administration de la navigation aérienne, Luxembourg/Findel, 291 pp.
- Miller, S.A., D.D. Dykes & H.F. Polesky, 1988. A simple salting out procedure for extracting DNA from human nucleated cells. *Nucleic Acids Research* 16: 1215. <https://doi.org/10.1093/nar/16.3.1215>.
- MNHN, 2022-. Recorder-Lux, Datenbank über das Naturerbe des Großherzogtums Luxemburg, Nationalmuseum für Naturgeschichte Luxemburg. <https://mdata.mnhn.lu> [Zugriff am 18.01.2022].
- Müller-Motzfeld, G., 2004. Band 2, Adephaga 1: Carabidae (Laufkäfer). – In: Freude, H., K.W. Harde, G. A. Lohse & B. Klausnitzer (Eds). Die Käfer Mitteleuropas. 2. Auflage. Spektrum-Verlag, Heidelberg/Berlin, 521 pp.
- Nawrath, S.M., 2005. Flora und Vegetation des Grünlandes im südöstlichen Taunus und seinem Vorland. Dissertation an der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main, 114 pp.
- Nowak, B. & T. Fartmann, 2004. Molinion caeruleae. – In: Burkhart M., H. Dierschke,

- N. Hölzel, B. Nowak & T. Fartmann. Molinio-Arrhenatheretea (E1) – Kulturgrasland und verwandte Vegetationstypen. Teil 2: Molinietalia – Futter- und Streuwiesen feucht-nasser Standorte und Klassenübersicht Molinio-Arrhenatheretea. *Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands* 9: 62–82.
- Odum, E.P., C.E. Connell & L.B. Davenport, 1962. Population energy flow of three primary consumer components of old-field ecosystems. *Ecology* 43: 88–96.
- Proess, R. & M. Meyer, 2003. Rote Liste der Heuschrecken Luxemburgs. *Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois* 104: 57–66.
- Proess, R., E. Rennwald & S. Schneider, 2016. Zur Verbreitung und Ökologie des Großen Feuerfalters (*Lycaena dispar* Haworth, 1803) im Südwesten und Westen Luxemburgs. *Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois* 118: 89–110.
- Quinger, B., U. Schwab, A. Ringler, M. Bräu, Strohwasser R. & J. Weber, 1995. Landschaftspflegekonzept Bayern – Lebensraumtyp Streuwiesen. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) und Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL). Alpeninstitut GmbH, Band II.9, Bremen, 396 pp.
- Rada, S., M. Mazalová, J. Šipoš & T. Kuras, 2014. Impacts of Mowing, Grazing and Edge Effect on Orthoptera of Submontane Grasslands: Perspectives for Biodiversity Protection. *Polish Journal of Ecology* 62: 123–138.
- Ratnasingham, S. & P.D.N. Hebert, 2007. bold: The Barcode of Life Data System. *Molecular Ecology Notes* 7: 355–364. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.01678.x>.
- Razowski, J., 2003. Tortricidae of Europe (Lepidoptera), Volume 2: Olethreutinae. František Slamka, Bratislava, 301 pp.
- Schneider, S., 2011. Die Graslandgesellschaften Luxemburgs – Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg. Ferrantia, 66, Luxembourg, 303 pp.
- Schneider, S., 2019. Magerwiesen, Heiden und Niedermoore – Artenreiche Graslandgebiete im Südwesten und Westen Luxemburgs. *Tuexenia Beiheft* 12: 189–277.
- Schneider, S., S. Naumann & C. Junck, 2013. Plan national pour la protection de la nature, Plans d'actions habitats - Prairies à Molinie/Pfeifengraswiesen (Molinion caeruleae). Ministère du Développement durable et des Infrastructures, Département de l'environnement, Luxembourg, 11 pp.
- Seibold, S., M.M. Gossner, N.K. Simons ... W.W. Weisser, 2019. Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature* 574: 671–674. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1684-3>.
- Service de pédologie, 1999. Bodenkundliche Detailkarte auf topographischem Hintergrund. 7 Kartenblätter im Maßstab 1:25.000 (1964–1999). Administration des ponts et chaussées, Service géologique, Luxembourg. URL: <http://www.geoportail.lu> [Zugriff am 23.01.2022].
- Service géologique, 1992. Carte géologique générale du Luxembourg. Administration des ponts et chaussées, Service géologique, Luxembourg. URL: <http://www.geoportail.lu> [Zugriff am 23.01.2022].
- Settele, J., R. Steiner, R. Reinhardt, R. Feldmann & G. Hermann, 2015. Schmetterlinge – Die Tagfalter Deutschlands. Eugen Ulmer, Stuttgart, 256 pp.
- Siebenaler, L., C. Wolff, A. Steinbach-Zoldan, J.-W. Zoldan, A. Hochkirch, M. Steinmetz & S. Schneider, 2020. Insektenfauna der Feuchtwiesenkomplexe um die „Bartringer Houbaach“ – Entwicklung innerhalb 25 Jahren. *Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois* 122: 163–196.
- Siebenaler, L., C. Wolff, A. Weigand, F. Herrera Mesías, N. Schneider, C. Braunert, R. Gerend & S. Schneider, 2021. Untersuchung ausgewählter Arthropodengruppen auf der renaturierten Heidefläche „Heedchen“ in der Gemeinde Kehlen, Luxemburg. *Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois* 123: 137–180.
- Slamka, F., 1997. Die Zünslerartigen Mitteleuropas (Pyraloidea). František Slamka, Bratislava, 112 pp.
- Sommer, M. & A. Zehm, 2020. Hochwertige Lebensräume statt Blühflächen – In wenigen Schritten zu wirksamem Insektenschutz. *Naturschutz und Landschaftsplanung (NuL)* 53: 20–27. <https://doi.org/10.1399/NuL.2021.01.02>.
- Steiner, A., 1994. Anlockung durch Licht. – In: Ebert, G. (Hrsg.): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Ulmer Verlag, Band 3, Stuttgart, 518 pp.
- Steiner, A., U. Ratzel, M. Top-Jensen & M. Fibiger, 2014. Die Nachtfalter Deutschlands. Ein Feldführer. BugBook Publishing, Oestermarie, 878 pp.
- Tews, J., U. Brose, V. Grimm, K. Tielbörger, M.C. Wichmann, M. Schwager & F. Jeltsch, 2004. Animal species diversity driven by habitat

- heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography* 31: 79–92. <https://doi.org/10.1046/j.0305-0270.2003.00994.x>.
- Tietze, F., 1972. Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der Laufkäfer (Coleoptera - Carabidae) des Grünlandes im Süden der DDR. I. Teil Die Carabiden der untersuchten Lebensorte. *Hercynia N. F.* 10: 3–76.
- Trautner, J. (Ed.), 2017. Die Laufkäfer Baden-Württembergs – Band 1 & 2. Eugen Ulmer, Stuttgart, 848 pp.
- Weigand, A. & F. Herrera-Mesías, 2020. First record of the wild bee *Eucera* (*Tetralonia*) *alticincta* (Lepeletier, 1841) in Luxembourg. *Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois* 122: 141–146.
- Weigand, A.M., N. Desquitz, H. Weigand & N. Szucsich, 2021. Application of propylene glycol in DNA-based studies of invertebrates. *Metabarcoding and Metagenomics* 5: e57278. <https://doi.org/10.3897/mbmg.5.57278>.
- Westrich, P., 2018. Die Wildbienen Deutschlands. Eugen Ulmer, Stuttgart, 821 pp.