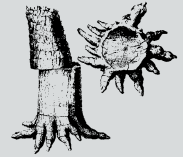


Untersuchungen zur Diversität der Mecoptera im Kronenraum des Leipziger Auwaldes¹

Laura C. Freier, Ronny Wolf, Detlef Bernhard, Leipzig



Kurzfassung

Die Mecoptera stellen ein wenig untersuchtes Taxon der Holometabola dar. Insbesondere der Kenntnisstand über ihr Vorkommen im Kronenraum mitteleuropäischer Wälder erweist sich noch als lückenhaft. Die Wiederaufnahme des „Leipziger Auwald-Kran“-Projektes (LAK – Projekt) im Jahre 2016 ermöglicht nun die gezielte Erforschung der Arthropodenfauna im Kronenraum des Leipziger Auwaldes. In diesem Rahmen liefert die vorliegende Arbeit eine erstmalige Übersicht zur Diversität der Mecoptera in diesem vielfältigen Ökosystem. Das Untersuchungsgebiet liegt im Naturschutzgebiet „Burgau“ im Norden des Leipziger Auwaldes. Unter Einsatz eines Turmdrehkrans wurden im Untersuchungszeitraum (31.03. – 06.10.2016) 30 Kreuzfensterfallen in den Baumkronen sowie zwei bodennahe Fallen montiert und in 14 – tägigem Abstand geleert. Insgesamt wurden 14 Bäume verschiedener Arten analysiert. Dabei wurden die Baumarten *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur* mit jeweils acht und *Quercus rubra*, *Acer pseudoplatanus* sowie *Ulmus laevis* mit jeweils zwei Fallen ausgestattet. Mecoptera waren mit insgesamt 475 Individuen der Gattung *Panorpa* im Gebiet vertreten. Das operationale Geschlechterverhältnis gestaltete sich mit 227 männlichen und 246 weiblichen adulten Individuen homogen (Operationales Geschlechterverhältnis = 0.92). Aufgrund der Schwierigkeit, weibliche Individuen anhand morphologischer Kriterien zu bestimmen, sollte deren Artzugehörigkeit mittels DNA – Barcoding ermittelt werden. Determinierte Männchen repräsentierten die Arten *Panorpa germanica*, *Panorpa communis* und *Panorpa vulgaris*, mit deutlicher Dominanz von *P. germanica*. Die meisten Vertreter, sowohl absolut als auch relativ pro Falle betrachtet, fanden sich auf *Tilia cordata*. Es zeigten sich signifikante Unterschiede in der Verteilung aller Individuen und der beiden Hauptarten *P. germanica* und *P. communis* zwischen den beiden untersuchten Strata des Kronenraumes. Außerdem war die relative Anzahl gefangener Individuen pro Falle im Kronenraum deutlich höher (66 %) als in Bodennähe (34 %).

Abstract

Mecoptera are a taxon of the Holometabola that is little studied. Particularly the state of knowledge about their occurrence in the crown region of Central European forests is still incomplete. The resumption of the “Leipziger Auwald-Kran” Project (LAK Project) in the year 2016 now enables the targeted investigation of the arthropod fauna in the canopy region of the Leipzig floodplain forest. In this context, the present paper provides a first overview of the diversity of Mecoptera in this diverse ecosystem. The study area is located in the natural reserve “Burgau” in the north of the “Leipziger Auwald”. Using a crane, 30 window traps covering two different strata were installed in the canopy as well as two traps close to the ground and emptied biweekly during the investigation period (31.03.–06.10.2016). A total of 14 trees belonging to different species were analysed. The tree species *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur* were provided with eight traps, respectively, while *Quercus rubra*, *Acer pseudoplatanus* and *Ulmus laevis* were each equipped with two traps.

¹ Zusammenfassung einer Bachelorarbeit, die von Laura C. Freier am Institut für Biologie der Universität Leipzig im Sommer 2017 angefertigt wurde.

Mecoptera were represented in the area with 475 individuals of the genus *Panorpa*. The operational sex ratio was homogeneous with 227 male and 246 female adults (OSR = 0.92). Due to the difficulty of determining female individuals based on morphological criteria, their species affiliation should be identified using DNA barcoding. Determined males represented the species *Panorpa germanica*, *Panorpa communis* and *Panorpa vulgaris*, with dominance of *P. germanica*. Most representatives, both absolute and relative per trap, were found on *Tilia cordata*. Significant differences in the distribution of all individuals and the two main species *P. germanica* and *P. communis* between the two strata of the canopy occurred examined. In addition, the relative number of individuals per trap in the canopy was significantly higher (66 %) than near the ground level (34 %).

1 Einleitung

Mecoptera (Schnabelfliegen, HYATT & ARMS 1891) stellen mit weltweit neun Familien und rezent 600 beschriebenen Arten aus 32 Gattungen eine vergleichsweise artenarme Ordnung der Holometabola dar (BYERS 1964). Sowohl die Morphologie als auch die Lebensweise der Familien sind sehr divers. Dennoch vereint alle Imagines der Mecoptera das namensgebende Merkmal eines schnabelförmigen Rostrums, gebildet durch die Verlängerung der Mundwerkzeuge und Verwachsung des Labrums mit dem Clypeus (BYERS & THORNHILL 1983). Systematisch stehen sie in enger Verwandtschaft zu den Siphonaptera und Diptera, mit welchen sie die Antliophora bilden (PETERS et al. 2014).

In Mitteleuropa wird die Ordnung lediglich durch die drei Familien Boreidae (Winterhafte), Bittacidae (Mückenhafte) und Panorpidae (Skorpionsfliegen) mit insgesamt nur zehn Arten vertreten. Im Leipziger Auwald sind unter Berücksichtigung des Untersuchungszeitraumes und der geografischen Höhenlage vorwiegend Vertreter der Panorpidae, Genus *Panorpa*, zu erwarten (STRESEMANN 2011).

Im Rahmen der bisherigen Forschung wurden folgende Erkenntnisse bezüglich Artenstruktur und Habitatwahl der Panorpidae gewonnen: Habituation im Kronenraum trotz eingeschränkter Flugfähigkeit (THORNHILL 1980, BYERS & THORNHILL 1983, CZECHOWSKA 1990), Abhängigkeit der räumlichen Artenverteilung von mikro-klimatischen Konditionen (DOROW 1999, RUDNICK & GRUPPE 2010), Orientierung von Artenabundanz und Generationsverhalten an der Fähigkeit zur ökologischen Einnischung (SAUER 1970, SAUER & HENSLE 1977) und die geschlechtsspezifische Verschiebung in der Saisonalität (THORNHILL 1980, BYERS & THORNHILL 1983).

Die vorliegende Arbeit setzt sich zum Ziel, die Diversität der Mecoptera im Kronenraum des Leipziger Auwaldes zu untersuchen und somit grundlegende Daten zum Vorkommen dieser wenig beachteten Insektengruppe zu erfassen. Des Weiteren sollen die oben genannten ökologischen Erkenntnisse über die Panorpidae auf ihre Gültigkeit für das Untersuchungsgebiet Leipziger Auwald analysiert werden.

Die Untersuchung erfolgt unter Erstellung einer Individuen- und Artenübersicht mit Informationen zu Leerungsdatum, Fallnummer (Index für Baumart und Stratum) und taxonomischer Einordnung mit anschließend deskriptiver und inferentieller statistischer Auswertung. Im Anschluss werden die Ergebnisse im Kontext folgender Arbeitshypothesen diskutiert:

1. Das Vorkommen der Mecoptera unterscheidet sich hinsichtlich der untersuchten Baumarten. Die Habitatwahl der Arten gestaltet sich entweder ubiquitär oder spezialisiert für konkrete Vegetationsformen bzw. Baumspesies.
2. Das Vorkommen der Taxa unterliegt Mustern einer vertikalen Stratifizierung. Demnach liegen sowohl Abundanz- und Artunterschiede zwischen Bodennähe und Kronenraumstratum als auch zwischen den unterschiedlichen Höhenlagen der Baumkronen vor.
3. Die Arten zeigen ein unterschiedliches saisonales Auftreten und spiegeln somit ihre ökologische Einnischung hinsichtlich abiotischer Faktoren und Nahrungsressourcen wider. Weiterhin unterscheiden sich die Spezies in ihrem Generationsverhalten, sodass Muster monovoltiner oder bivoltiner Generationszyklen mit intergenerischer jahreszeitlicher Verschiebung nachweisbar sind.
4. Männliche Imagines der Gattung *Panorpa* erscheinen früher und kürzer im Jahresverlauf als Weibchen, bedingt durch die höhere Mortalitätsrate im Verlauf der Sommermonate infolge von Fortpflanzungs- und Ernährungskonkurrenz.

2 Material und Methoden

Der Untersuchungsraum des „Leipziger Auwaldkran“-Projektes (LAK-Projekt) befindet sich im LSG „Leipziger Auwald“, am östlichen Rand des NSG „Burgaue“. Um Zugang zum Kronenraum des Leipziger Auwaldes zu erlangen, wurde ein 40 m hoher Turmdrehkran (Firma LIEBHERR) montiert und insgesamt 14 Bäume der Arten *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Acer pseudoplatanus*, *Quercus rubra* und *Ulmus laevis* untersucht. An jedem Baum wurden zwei bzw. vier Kreuzfensterfallen in verschiedenen Höhen (im mittleren Kronenbereich bei ca. 20 m sowie nahe der Kronenspitze bei ca. 25 m) angebracht. In den Winterlinden, Gemeinen Eschen und Stieleichen befanden sich so insgesamt jeweils acht Fallen, während Bergahorn, Roteiche und Flatterulme jeweils mit zwei Fallen beprobt wurden. Zwei weitere Kreuzfensterfallen wurden in der Strauchschicht auf ca. 2 m Höhe montiert. Die Kronenfallen wurden am 31.03.2016 angebracht und bis zum 06.10.2016 in zweiwöchigen Intervallen geleert.

Vertreter der Mecoptera wurden anhand morphologischer Merkmale nach TILLIER (2008) und STRESEMANN (2011) mittels Stereomikroskop auf Artniveau determiniert. Dies war jedoch nur für männliche Tiere möglich, da bei den weiblichen Individuen der Gattung *Panorpa* eine sichere Artdetermination nur durch Präparation der inneren Genitalplatten erfolgen kann.

Für die statistische Auswertung wurden die Abundanzverteilungen der Arten und deren prozentualen Dominanzwerte entsprechend der logarithmischen Klassifikation nach ENGELMANN (1978) ermittelt. Mittels Binomial-Test wurde die Verteilung aller Individuen und mittels χ^2 - Unabhängigkeitstest nach LOZÁN & KAUSCH (2004) die Artenverteilung zwischen den Kronenraumstrata (obere Fallen, ca. 25 m und untere Fallen, ca. 20 m) verglichen. Unter der Berücksichtigung der unterschiedlichen Fallenzahlen zwischen den Baumarten erfolgte die Berechnung anhand der relativen Individuenzahlen pro Falle eines Untersuchungsbaumes.

3 Ergebnisse

In der Fangsaison 2016 wurden insgesamt 475 Mecoptera, allesamt Vertreter der Gattung *Panorpa* (Panorpiidae) registriert. Die anhand morphologischer Merkmale sicher determinierten Männchen verteilen sich auf die drei Arten *Panorpa germanica*, *Panorpa communis* und *Panorpa vulgaris* (Tab. 1.). Die Biodiversitätsanalysen auf Artebene basieren ausschließlich auf Daten der männlichen Individuen. Analysen der insgesamt dokumentierten Mecoptera beziehen sich auf die Gesamtindividuenzahl und inkludieren auch die weiblichen Individuen.

Mit 227 (48 %) männlichen und 246 (52 %) weiblichen Individuen lag ein leicht zu Gunsten der Weibchen verschobenes, aber im Grunde homogenes Geschlechterverhältnis vor (Tab. 1). Zwei Individuen waren aufgrund abgetrennter Abdomen keinem Geschlecht zuzuordnen und nicht determinierbar (gelistet als *Panorpa spec.*).



Abb. 1

Männchen einer Skorpionsfliege *Panorpa spec.* Funddaten: Thüringer Wald, Klingelbach oberhalb Geraberg; E6/2014. Foto: R. Bellstedt, Gotha.



Abb. 2

Weibchen einer Skorpionsfliege *Panorpa spec.* Funddaten: Thüringer Wald, Klingelbach oberhalb Geraberg; E6/2014. Foto: R. Bellstedt, Gotha.

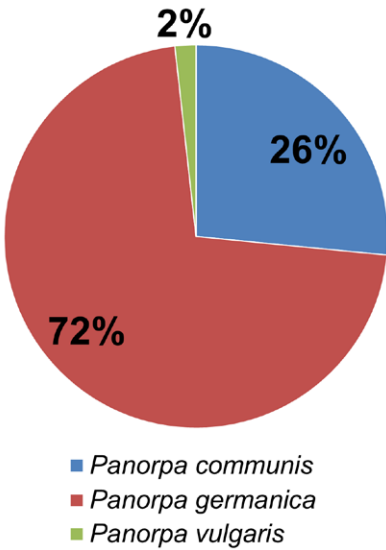


Abb. 3

Relative Häufigkeiten der im Leipziger Auwald nachgewiesenen *Panorpa*-Arten (männliche Individuen, N = 227). Darstellung der Fangergebnisse aus Fallen des Kronenraumes und Bodennähe.

Die drei dokumentierten Arten *Panorpa germanica*, *Panorpa communis* und *Panorpa vulgaris* wiesen ein heterogenes Muster in der Verteilung auf, wobei *P. germanica* mit 162 männlichen Individuen (71,3 %) die meist abundante Art repräsentierte (Abb. 3). *P. communis* wurde mit 60 Vertretern registriert, für *P. vulgaris* lagen nur vier Nachweise vor.

Entsprechend der logarithmischen Klassifikation nach ENGELMANN (1978) war *Panorpa germanica* als eudominant, *Panorpa communis* als dominant und *Panorpa vulgaris* als rezedent einzuordnen.

3.1. Räumliche Muster des Artenvorkommens im Kronenraum

Das Vorkommen der Mecoptera variierte deutlich zwischen den Untersuchungsbaumarten. Mit 196 Fängen wurden absolut die meisten Individuen auf *Tilia cordata* registriert, gefolgt von *Fraxinus excelsior* mit 116 Individuen und *Quercus robur* mit 74 Individuen (Tab. 1, Abb. 4 li.). Die geringsten Nachweise entfielen auf *Ulmus laevis*, *Acer pseudoplatanus* und *Quercus rubra*, auf welchen jedoch nur jeweils zwei Fallen installiert waren. Aus diesem Grund empfiehlt sich für einen objektiven Vergleich der Baumarten die Betrachtung der relativen Individuenzahl pro Falle eines Untersuchungsbaumes (Abb. 4 re.). Demnach verblieb die Hauptabundanz bei *Tilia cordata* (29 %), nun aber gefolgt von *Ulmus laevis* (23 %). Die geringsten relativen Individuenzahlen entfielen auf die beiden *Quercus*-Arten.

Tabelle 1

Artenliste der determinierten Mecoptera (Panorpidae) für den Fangzeitraum 31.03. – 06.10.2016 mit ihrer Verteilung auf den Untersuchungsbaumarten. Tc = *Tilia cordata*, Fe = *Fraxinus excelsior*, Qro = *Quercus robur*, Qru = *Quercus rubra*, Ap = *Acer pseudoplatanus*, Ul = *Ulmus laevis*, B = Bodennahe Fallen, M = Männchen, W = Weibchen, nd = nicht auf Artebene determinierbar.

Fallenstandort	Tc	Fe	Qro	Qru	Ap	Ul	B	M	W
Fallen pro Baum	2	2	2	2	2	2	-		
Anzahl der Fallen	8	8	8	2	2	2	2		
Mecoptera, Panorpidae									
<i>Panorpa communis</i>	23	15	10	2	2	8	-	60	nd
<i>Panorpa germanica</i>	65	52	27	-	7	7	4	162	nd
<i>Panorpa vulgaris</i>	1	-	2	-	1	-	-	4	nd
<i>Panorpa spec.</i>	107	49	34	3	19	23	13	1	246
Gesamtindividuenzahl	196	116	74	5	29	38	17	227	246

Neben Unterschieden in der Häufigkeit variierten die drei Arten bezüglich ihres Vorkommens auf den Untersuchungsbaumarten. *Panorpa communis* wurde auf allen sechs Baumarten nachgewiesen, wobei die höchste Abundanz mit 23 Individuen auf *Tilia cordata* vorlag (Tab. 2). Unter relativer Betrachtung der Nachweise pro Falle einer Baumart verschob sich die Hauptpräsenz mit einem Drittel zu *Ulmus laevis* (Abb. 5). Ähnlich gestaltete sich das Vorkommen von *Panorpa germanica*, welche jedoch nicht auf *Quercus rubra* nachgewie-

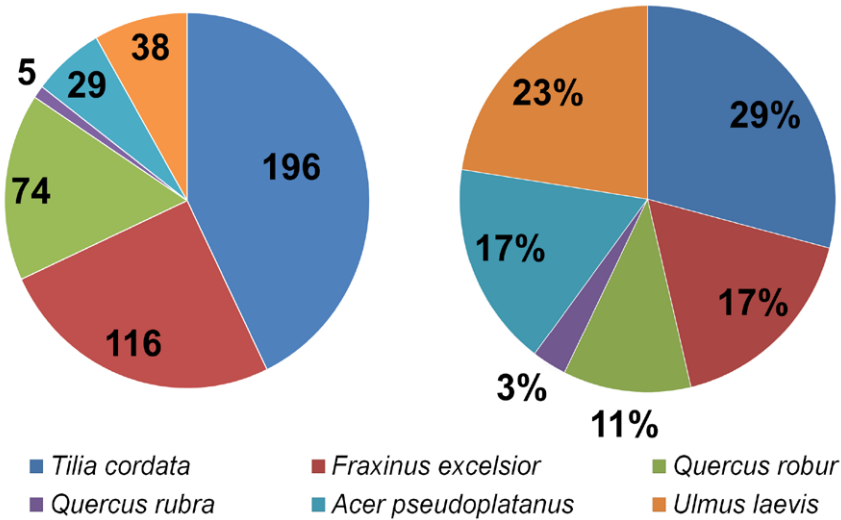


Abb. 4
Gegenüberstellung von totaler Individuenzahl (links) und relativer Individuenzahl (rechts) nachgewiesener Mecoptera (Panorpidae) pro Falle der sechs Untersuchungsbaumarten.

sen wurde (Tab. 2). Mit absolut 65 Individuen und unter Betrachtung der Fänge pro Falle lagen die meisten Nachweise für *Tilia cordata* vor (32 %), gefolgt von *Fraxinus excelsior* mit 26 % (Abb. 5). Als einzige der drei Arten konnte *Panorpa germanica* auch im Strauchstratum mittels bodennaher Kreuzfensterfallen sicher determiniert werden. Die Einzelfunde der vier Vertreter von *Panorpa vulgaris* erfolgten auf *Acer pseudoplatanus*, *Tilia cordata* und *Quercus robur*.

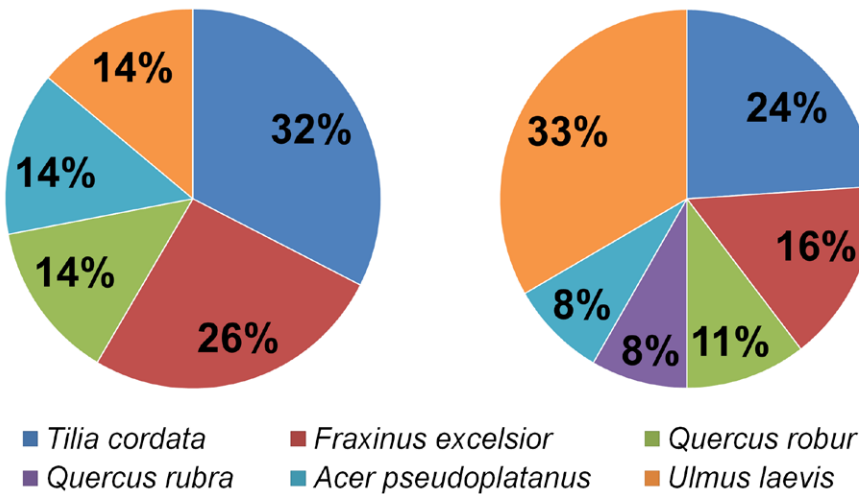


Abb. 5
Relative Verteilung von *P. communis* (links) und *P. germanica* (rechts) pro Falle einer Untersuchungsbaumart.

3.2. Räumliche Verteilung in verschiedenen Strata

Die Fangergebnisse des Kronenraumes und des Strauchstratums unterschieden sich deutlich. So wurde der Großteil der Mecoptera ($N = 458$) mittels Kronen-Kreuzfensterfallen erfasst, wohingegen auf die bodennahen Fallen nur 17 Individuen, darunter vier sicher determinierbare *Panorpa germanica* - Männchen, entfielen (Tab. 2). Ein objektiver Vergleich im Abundanzmuster zwischen Strauchstratum und Kronenraum war an dieser Stelle jedoch nur eingeschränkt möglich, da nur zwei bodennahe Fallen montiert wurden und deren Aushang erst am 26.05.2016 erfolgte.

Um Abundanzunterschiede der Mecoptera (Panorpidae) zwischen den Strata des Kronenraumes zu untersuchen, wurde zum einen mittels Binomial-Test auf eine unterschiedliche Verteilung aller gezählten Individuen zwischen oberen (ca. 25 m Höhe) und unteren Fallen (ca. 20 m Höhe) getestet. Anhand des hoch signifikanten p - Wertes (Tab. 2) waren die Tiere insgesamt häufiger im höheren Stratum vertreten. Zum anderen wurde mittels χ^2 - Test ein hoch signifikanter Unterschied in der Verteilung männlicher Individuen der Hauptarten *Panorpa germanica* und *Panorpa communis* zwischen oberen und unteren Fallen nachgewiesen. Demnach trat *P. germanica* vermehrt im oberen Kronenraum (ca. 25 m) und *P. communis* vorwiegend in niederen Höhen (ca. 20 m) auf.

Tabelle 2

Anzahl gefangener Mecoptera (Panorpidae) in den oberen (ca. 25 m) und unteren (ca. 20 m) Kreuzfensterfallen und Ergebnisse des Binomial- sowie des χ^2 - Tests zur Analyse der vertikalen Stratifizierung. *Anmerkung: Die Gesamtindividuenzahl umfasst alle Nachweise im Kronenraum, d. h. inklusive der weiblichen, nicht auf Artebene determinierten Individuen.

Art	Obere Fallen	Untere Fallen	Σ
<i>Panorpa germanica</i>	104	54	158
<i>Panorpa communis</i>	25	35	60
<i>Panorpa vulgaris</i>	4	0	4
Gesamtindividuenzahl*	259	199	458
Binomialtest (Gesamtindividuenzahl)	$p = 0,0058$; hoch signifikant		
χ^2 -Test (<i>P. germanica</i> , <i>P. communis</i>)	$\chi^2 = 10,61$; hoch signifikant (df = 1, $\alpha = 1,0\%$)		

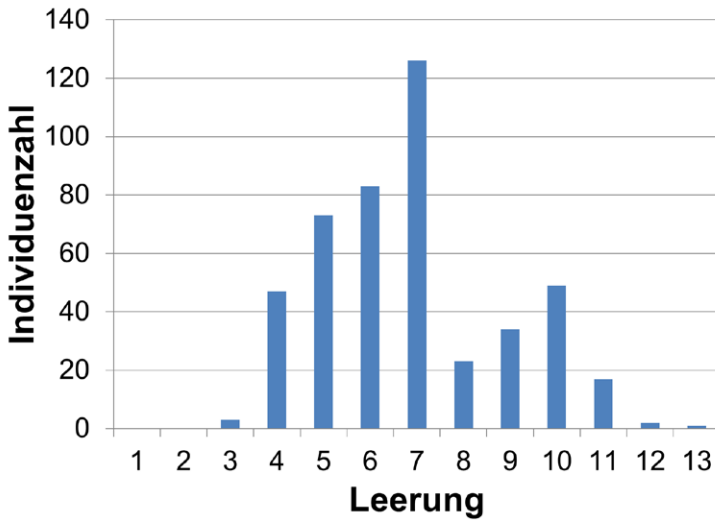
3.3. Saisonale Muster des Vorkommens

Neben der Habitatverschiedenheit wiesen die Panorpidae saisonale Unterschiede im Vorkommen auf (Tab. 3). Erste Vertreter wurden ab Anfang Mai (Leerung 3) dokumentiert, woraufhin die Gesamtindividuenzahl bis zu den Sommermonaten kontinuierlich anstieg (Abb. 6). Ende Juni erfolgten die meisten Nachweise. So erreichte die Individuenzahl in der siebenten Leerung mit $N = 131$ ihr Maximum, was knapp einem Drittel aller gefangenen Panorpidae entsprach. Dieses Muster wiederholte sich in abgeschwächter Form während der Monate Juli bis August. Zum Ende des Fangzeitraumes (Leerung 12 - 13) erfolgten nur noch Einzelnachweise.

Tabelle 3

Anzahl gefangener Mecoptera (Panorpidae) pro Leerung (Fangzeitraum 31.03.–06.10.2016). Angabe der totalen Individuenzahl N und Anzahl pro Art. Auflistung inkl. Fänge in den bodennahen Fallen.

Leerung	Zeitraum	N	<i>P. communis</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>P. germanica</i>	<i>P. spec.</i>
01.	31.03.–12.04.16	0	0	0	0	0
02.	12.04.–02.05.16	0	0	0	0	0
03.	02.05.–11.05.16	3	0	0	1	2
04.	11.05.–25.05.16	47	8	2	15	22
05.	25.05.–08.06.16	80	7	0	19	54
06.	08.06.–22.06.16	84	13	1	35	35
07.	22.06.–06.07.16	131	21	0	53	57
08.	06.07.–21.07.16	23	2	0	7	14
09.	21.07.–04.08.16	36	3	0	14	19
10.	04.08.–17.08.16	49	6	1	15	27
11.	17.08.–31.08.16	19	0	0	2	17
12.	31.08.–14.09.16	1	0	0	0	1
13.	14.09.–06.10.16	2	0	0	2	0
Gesamt	31.03.– 06.10.16	475	60	4	163	248

**Abb. 6**

Saisonale Abundanz der Mecoptera (Panorpidae) über den Gesamtzeitraum (31.03. - 06.10.2016). Die Darstellung vereint die absoluten Fangzahlen für Kronenraum- und bodennahe Fallen pro Leerung.

Weiterhin wurde die Saisonalität von *Panorpa* bei den Geschlechtern untersucht (Tab. 4, Abb. 7). Sowohl Männchen als auch Weibchen traten kontinuierlich über den gesamten Flugzeitraum auf. So zeigten beide Geschlechter im Grunde den gleichen jahreszeitlichen Zyklus, der sich aus der saisonalen

Verteilung der Gesamtindividuenzahl ergab. Während sich die Nachweise der Männchen bereits ab Mitte August (Leerung 10) auf Einzelfunde beschränkten, waren weibliche Individuen bis Ende August und somit zwei Wochen länger mit repräsentativen Anzahlen dokumentierbar. Allgemein zeigte das jahreszeitliche Muster jedoch kaum geschlechtsspezifische Variationen. Lediglich Anfang Juni (Leerung 5) waren einmalig fast doppelt so viele weibliche Vertreter präsent, während in den beiden folgenden Leerungen (Leerung 6 und 7) mehr männliche Vertreter auftraten.

Tabelle 4

Anzahl gefangener männlicher und weiblicher Panorpidae pro Leerung (Fangzeitraum 31.03. - 06.10.2016). Auflistung inkl. Fänge in den bodennahen Fallen.

Leerung	Zeitraum	Männchen	Weibchen
01.	31.03.–12.04.16	0	0
02.	12.04.–02.05.16	0	0
03.	02.05.–11.05.16	1	2
04.	11.05.–25.05.16	25	22
05.	25.05.–08.06.16	27	53
06.	08.06.–22.06.16	49	35
07.	22.06.–06.07.16	74	57
08.	06.07.–21.07.16	9	13
09.	21.07.–04.08.16	17	19
10.	04.08.–17.08.16	22	26
11.	17.08.–31.08.16	1	17
12.	31.08.–14.09.16	0	2
13.	14.09.–06.10.16	2	0
Gesamt	31.03.– 06.10.16	227	246

3.4. Phänologie und Habitatwahl der Hauptarten

Zur Detailanalyse räumlicher und zeitlicher Muster im Vorkommen der Panorpidae wurde die Phänologie der beiden Hauptarten *Panorpa germanica* und *Panorpa communis* nach Saisonalität und Habitatwahl aufgeschlüsselt (Abb. 8).

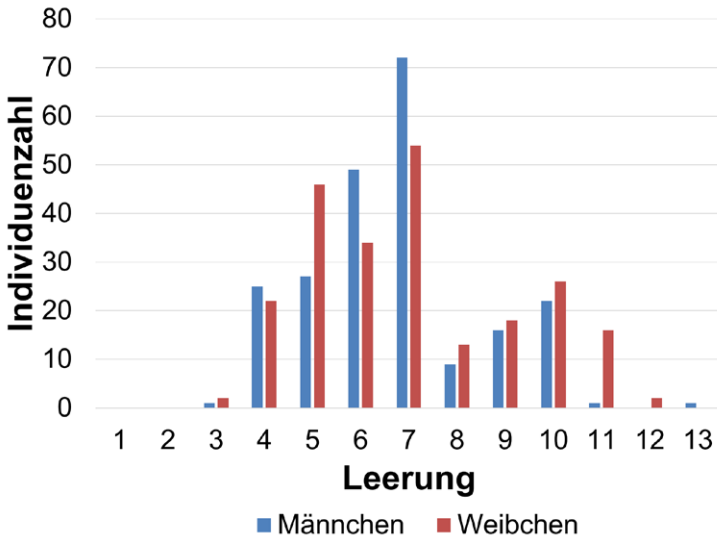


Abb. 7
Saisonale Abundanz männlicher und weiblicher Panorpidae über den Gesamtzeitraum (31.03. - 06.10.2016). Die Darstellung vereint die absoluten Fangzahlen für Kronenraum- und bodennahe Fallen pro Leerung.

Auffällig war die hohe Übereinstimmung im saisonalen Vorkommen beider Arten, welche in Addition die jahreszeitlichen Variationen der Gesamtindividuenzahl bedingte. Demnach verzeichneten die Individuenzahlen in beiden Fällen ab erstmaligem Nachweis zu Beginn Mai bis Mitte Juni einen stetigen Anstieg bis zu einem Maximum in der siebenten Leerung (22.06. - 06.07.2016). Dabei wurden die meisten Individuen auf *Tilia cordata* registriert. Eine eindeutige Präferenz für eine konkrete Baumart war jedoch nicht abzuleiten, es erfolgten lediglich wenig Nachweise auf beiden *Quercus*-Arten. Die abundantere Art *Panorpa germanica* wurde im Gegensatz zu *Panorpa communis* auch in der zweiten Saisonhälfte ab der achten Leerung auf *Quercus robur* nachgewiesen. Letztere dominierte in diesem Zeitraum vorerst auf *Ulmus laevis* und schließlich auf *Tilia cordata*. Die nachweisliche Flugzeit beider Arten variierte leicht. *Panorpa germanica* wurde von Anfang Mai und vereinzelt bis Anfang Oktober (Leerung 3 - 13) nachgewiesen. Hingegen war *Panorpa communis* erst 14 Tage später erstmalig und nur bis Mitte August (Leerung 4 - 10) dokumentierbar.

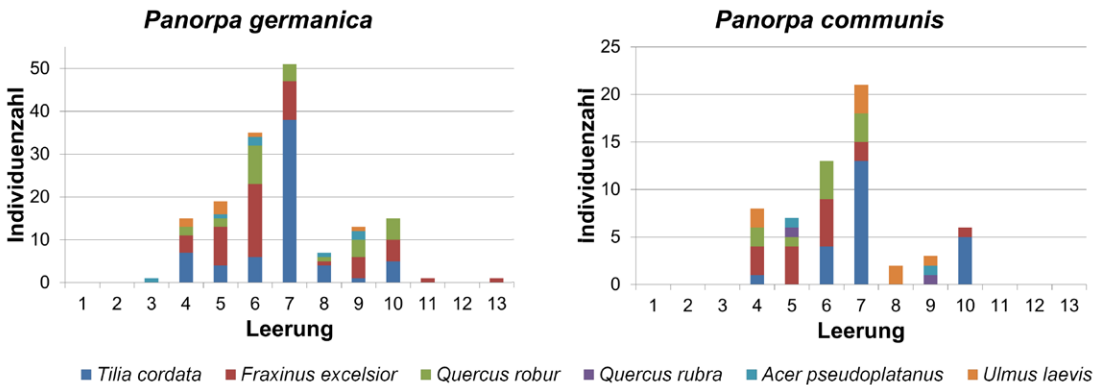


Abb. 8
Phänogramme und Habitatwahl der beiden Hauptarten von *Panorpa*. Links: *Panorpa germanica*. $N_{Krone} = 158$ (70,58 %, eudominant), rechts: *Panorpa communis*. $N_{Krone} = 60$ (26,90 %, dominant). Darstellung der saisonalen Abundanz (Individuenzahl pro Leerung) und räumlichen Verteilung (Untersuchungsbaumarten). Die Darstellung inkludiert ausschließlich die Nachweise des Kronenraumes.

4 Diskussion

4.1. Individuenzahlen und Artenabundanz in Bezug zur Habitatwahl

Die Individuen- und Artenabundanz der Mecoptera wurde unter der Hypothese unterschiedlichen Vorkommens auf den analysierten Baumarten, im Zusammenhang mit einer Habitatspezifität, untersucht. Weiterhin wurden Häufigkeitsunterschiede zwischen den Strata des Kronenraumes und zwischen der Kronen- und Strauchschicht des Leipziger Auwaldes statuiert. Die vorliegenden Daten bestätigen Unterschiede in der Häufigkeit der nachgewiesenen Arten. So wurden annähernd drei Viertel der Mecopteren durch *Panorpa germanica* vertreten, nur ein Viertel entfiel auf *Panorpa communis*, während für *Panorpa vulgaris* nur vier Einzelfunde vorlagen (Tab. 1, Abb. 3). Der geringe Nachweis von *Panorpa vulgaris* ist überraschend, da diese euryök eingenischte Spezies als die ökologisch toleranteste und potenteste *Panorpa*-Art Deutschlands gilt und insbesondere gegenüber *Panorpa communis* zumeist erhöhte Populationsdichten aufweist (SAUER & HENSLE 1977). Durch sorgfältige Determination anhand morphologischer Merkmale können Bestimmungsfehler als Ursache der wenigen Nachweise ausgeschlossen werden. Die niedrige Abundanz muss daher ökologisch zu begründen sein. So gelten allgemein mikroklimatische Faktoren wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Helligkeit als verantwortlich für die räumliche Verteilung der *Panorpa*-Arten in Bio- bzw. Monotopen (RUDNICK & GRUPPE 2010). Für *Panorpa vulgaris*, welche trotz erhöhter ökologischer Plastizität ein warmes, trockenes Mikroklima präferiert (SAUER & HENSLE 1977), bietet der durch eher feuchte und kühle Bedingungen charakterisierte Auwald Leipzigs vermutlich weniger Möglichkeiten zur erfolgreichen Nischenbesetzung. Da bisher keine weiteren Untersuchungen zur Mecoptera-Fauna im Leipziger Auwald existieren, kann diese Vermutung erst mittels Folgestudien bestätigt werden.

Da Panorpidae durch ihre eingeschränkte Flugfähigkeit nur langsame Kurzstrecken- oder Sprungflüge ausüben (DOROW 1999, RUDNICK & GRUPPE 2010), wird für *Panorpa* eine starke Bindung an die Kraut- und Strauchschicht ihres Biotops postuliert (BYERS & THORNHILL 1983). Dass die Arten jedoch auch in Kronen hoher Bäume habitieren, wurde bereits in einer früheren Untersuchung gezeigt (CZECHOWSKA 1990) und kann durch diese Studie auch für den Leipziger Auwald bestätigt werden. Bei dieser war die Abundanz im Kronenraum sogar überraschenderweise um ein Vielfaches höher als in Bodennähe (Tab. 2). Weiterhin verschob sich das allgemeine Vorkommen signifikant zu den höheren Baumkronenschichten über 25 m. Es ist jedoch anzunehmen, dass die tatsächlichen Häufigkeiten in der Strauchschicht mindestens ähnlich zu jenen des Kronenraumes und somit höher sind, als die Fangzahlen implizieren. Bedingt durch die Lebensweise und Ökologie von *Panorpa* ist es sehr unwahrscheinlich, dass die Arten in Bodennähe derart wenig präsent sind. So gewähren Kraut- und Strauchschicht optimale Lebens- und Mikroklimabedingungen sowie Schutz vor Extremen (GRUPPE & AISTLEITNER 2011). Durch die nekrophage Ernährungsweise erfolgt die Nahrungssuche von *Panorpa* außerdem vorwiegend am Boden oder in der Strauch- und Krautschicht (THORNHILL 1980). Folgestudien sollten sich daher auch auf die Abundanz von *Panorpa* im bodennahen Raum unter einheitlichen Untersuchungsbedingungen, d. h. einer höheren Zahl an Fallen auch in der Strauchschicht konzentrieren, um objektive Informationen zur Stratifizierung der Gattung und Arten zu erhalten.

Die Bevorzugung gewisser Baumarten als Kronenraumhabitat bestätigt sich anhand der Verteilungsunterschiede zwischen den Untersuchungsbäumen (Tab. 1, Abb. 4). Die Gattung *Panorpa* scheint einheimische Baumarten zu favorisieren. So fanden sich in absoluter und relativer Häufigkeit pro Falle die meisten Individuen auf *Tilia cordata*, sie zeigten aber auch erhöhte Abundanz auf *Fraxinus excelsior* und *Ulmus laevis*. Hingegen wurden auf dem Neophyten *Quercus rubra* die geringsten Fangzahlen registriert. Die Habitatwahl der Hauptarten *Panorpa communis* und *Panorpa germanica* zeigte eine hohe Übereinstimmung, jedoch mit Differenzen in der Präferenz für die oben genannten Hauptbaumarten (Abb. 5). So bevorzugte *P. communis* vor allem *Ulmus laevis*, *P. germanica* hingegen *Tilia cordata*. Generell bieten die Pflanzenarten unterschiedliche mikroklimatische Verhältnisse wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Helligkeit. Diese physioplastischen Faktoren determinieren maßgeblich das Vorkommen und gewährleisten eine ökologische Einnischung bei syntopen Artenvorkommen (SAUER 1970). *Panorpa germanica* stellt als mesoöke Art vor allem Anspruch an sonnig-warme Biotope, gilt aber als weniger eng eingenischt als die stenöke und feucht-kühle Schattenhabitate bevorzugende Art *Panorpa communis* (DOROW 1999). Demnach wäre für *Panorpa germanica* eine

Präferenz für Lichtbaumarten wie *Quercus* mit lichter Kronenstruktur zu erwarten, beide Arten dominierten aber gleichermaßen auf den Schattenbaumarten *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior* und *Ulmus laevis* mit eher geschlossenem Kronendach. Eine räumliche Nischentrennung im Kontext der ökologischen Ansprüche vollzog sich jedoch zwischen den Höhenlagen des Kronenraumes. So unterschied sich das Vorkommen der Arten signifikant zwischen den oberen und unteren Fallen, wobei *P. germanica* häufiger im oberen, besonnteren Raum auftrat (Tab. 2). *P. communis* hingegen wurde vermehrt in den unteren Fallen und somit unter schattigerem und kühlerem Mikroklima dokumentiert. Die spezifische Bevorzugung verschiedener Höhenlagen im Kronenraum ermöglicht die Koexistenz der Arten beim Vorkommen im selben Habitat und bei Nutzung der gleichen Nahrungsressourcen.

4.2. Saisonales Vorkommen im Kontext der ökologischen Einnischung

Die Hypothese saisonaler Muster im Vorkommen der Mecoptera (Panorpidae) bestätigt sich anhand der jahresrhythmischen Verteilung der Gesamtindividuenzahl (Tab. 3, Abb. 6). So trat die Gattung *Panorpa* ab Anfang bzw. Mitte Mai bis Ende September bzw. Anfang Oktober (Leerung 3 - 13) auf, was im Einklang mit Literaturangaben zur Flugzeit von April bis September steht (DOROW 1999). Dabei verweist das dizyklische Erscheinen in den Saisonhälften auf das typische Muster zweier diskreter Jahrgenerationen der nachgewiesenen Arten (SAUER 1970, SAUER & HENSLE 1977, MEURISSE & MAGIS 1989).

Wie typisch für viele Taxa der Insecta detektierten feldökologische Studien geschlechtsspezifische Unterschiede in der Saisonalität auch bei *Panorpa* (THORNHILL 1980, BYERS & THORNHILL 1983). Gewöhnlich treten Männchen eher in Erscheinung und prädominieren in der frühen Saison, bedingt durch die höhere männliche Mortalitätsrate (MAMPE & NEUNZIG 1965, THORNHILL 1980) im Verlauf der Sommermonate infolge von Nahrungs- und Fortpflanzungskonkurrenz (BYERS & THORNHILL 1983). Eine derartig saisonale Geschlechterverteilung bestätigte sich im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht, so gestaltete sich die jahreszeitliche Verteilung von Männchen und Weibchen im Grunde similär (Tab. 3, Abb. 7). Warum die typische Verschiebung der Geschlechterhäufigkeit in der vorliegenden Studie nicht nachweisbar war, kann derzeit nicht eindeutig formuliert werden und sollte daher in Folgestudien konkreter beobachtet werden.

Analysen zur Phänologie wurden für die Hauptarten *Panorpa germanica* und *Panorpa communis* durchgeführt (Abb. 8). Unterschiede im saisonalen Auftreten ermöglichen neben differenzierter mikrogeografischer Einnischung die Koexistenz mehrerer *Panorpa*-Spezies bei Besetzung desselben Habitats (SAUER & HENSLE 1977, THORNHILL 1980). Demnach zeigen die Imaginalgenerationen der Arten gewöhnlicherweise ein zeitlich verschobenes Auftreten und spezifische jahreszeitliche Schwankungen in der Populationsdichte (SAUER & HENSLE 1977, DOROW 1999). Für den Leipziger Auwald unterschieden sich die Arten jedoch nicht substantiell in ihrer saisonalen Abundanz. So verhielten sich die zeitlichen Muster der Arten vollständig deckungsgleich und besaßen lediglich Unterschiede in den Populationsdichten, da die Anzahl gefangener *P. germanica* konstant höher war. Beide *Panorpa*-Arten zeigten den charakteristischen, hochsommerlichen Peak (BYERS & THORNHILL 1983) in Kombination mit dem typisch bivoltinen Generationsverhalten (SAUER 1970, SAUER & HENSLE 1977, MEURISSE & MAGIS 1989). Bedingt durch ihre ökologischen Ansprüche bildet *P. communis* nicht immer eine zweite Sommergeneration aus, bzw. ist diese stets von niedrigerer Individuenzahl (SAUER & HENSLE 1975), so auch in dieser Studie. Dieser Mechanismus verhindert, dass Nachkommen dieser kühlesthermen Art während des Hochsommers zu hohen Temperaturen und Trockenheit ausgesetzt werden, an die sie nicht adaptiert sind (SAUER & HENSLE 1977). Laut Literatur tritt *P. germanica* hingegen in der Regel mit zwei gleichstarken Generationen in Erscheinung (SAUER 1970, DOROW 1999). In der vorliegenden Studie bildete auch diese Art jedoch nur eine kleinere zweite Sommergeneration. Dies begründet sich offenbar durch das Verhältnis der vorherrschenden mikroklimatischen Verhältnisse im Untersuchungsjahr, welche als bestimmende Faktoren für die Transition des präimaginalen Stadiums zur Imago gelten (SAUER 1970, CZECHOWSKA 1990). Wahrscheinlich entsprachen die klimatischen Bedingungen der Sommermonate im Jahr 2016 nicht dem Optimum der mesözischen und thermophilen Art *P. germanica* und bedingten die maßgeblich kleinere zweite Generation. Da die Gattung *Panorpa* vorwiegend nekrophag lebt, spielt die Vegetationsart im ernährungsökologischen Kontext nur eine indirekte Rolle (RUDNICK & GRUPPE 2010). Allerdings kann sich die saisonale Präferenz einer Baumart an deren Blütezeit und der damit verbundenen Anlockung anderer Insekten orientieren, da sich

so die Abundanz der Beute, vorwiegend tote und geschwächte weichhäutige Diptera (THORNHILL 1980, BYERS & THORNHILL 1983), erhöht. Weiterhin kann das Nahrungsspektrum um eine phytophage Komponente durch Zusatzernährung von Pollen, Fruchtsäften oder Nektar erweitert werden (THORNHILL 1980, DOROW 1999). Dies erklärt, dass die meisten Nachweise von *Panorpa communis* und *Panorpa germanica* während der höchsten Populationsdichten zwischen Juni bis Juli (BYERS & THORNHILL 1983) auf *Tilia cordata* erfolgten. Der Zeitraum entspricht der Hauptblütezeit dieser Baumart (JÄGER 2011), sodass davon auszugehen ist, dass die Individuen dieses Habitat zur zusätzlichen Ernährung von Lindenpollen oder Nektar bevorzugt aufsuchten.

Dank

Unser Dank geht an Ronny Richter, Kevin Schade und Stefan Schaffer für die Arbeiten am Leipziger Auwaldkran. Weiterhin danken wir den Bachelor- und Master-Absolventen von 2016 und 2017 Elsa Adolphi, Sophia Einwich-Kröner, Hendrik Geyer, Lisa Hahn, Maria Kahler, Jan Möhring, Friederike Säring, Xaver Schenk sowie den Mitarbeitern der AG Molekulare Systematik und Evolution der Tiere (Universität Leipzig) für das Sortieren der Fallen. Wir danken auch Herrn Maik Hausotte (Stadt Leipzig, Amt für Umweltschutz) für die naturschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung für diese Untersuchung.

Laura C. Freier möchte sich zudem ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. Martin Schlegel, Leiter der AG Molekulare Evolution & Systematik der Tiere (Universität Leipzig) für die Bereitstellung des Bachelorarbeitsthemas im Rahmen des LAK-Projektes sowie die Übernahme des Gutachtens bedanken.

Literatur

- BYERS, G. W. (1964): Families and genera of Mecoptera. – Proceedings of the XIIth International Congress of Entomology: 123 S.; London.
- BYERS, G. W. & R. THORNHILL (1983): Biology of the Mecoptera. – Annual Review of Entomology, **28**(1): 203–228.
- CZECHOWSKA, W. (1990): Mecopterans (Mecoptera, Panorpidae) of Linden-Oak-Hornbeam and thermophilous oak Forests of the Mazovian Lowland. – Fragmenta Faunistica, **34**(7): 95–119.
- DOROW, W. H. O. (1999): Mecoptera (Schnabelfliegen). In: FECHTNER, G.; DOROW, W. H. O. & J.-P. KOPELKE (Hrsg.): Naturwaldreservate in Hessen, **5**(2/1): 657–677, Frankfurt am Main.
- ENGELMANN, H. D. (1978): Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. – Pedobiologia, **18**: 378–380.
- GRUPPE, A. & U. AISTLEITNER (2011): Beitrag zur Kenntnis der Arteninventare und ökologischen Ansprüche der Netzflügler (Neuropterida) und Skorpionsfliegen (Mecoptera) in Vorarlberg, Austria occ. – inatura – Forschung online, **1**: 1–8.
- JÄGER, E. (2011): Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband. 944 S.; Heidelberg (Spektrum Akademischer Verlag).
- LOZÁN, J. L. & H. KAUSCH, H. (2004): Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler. 304 S.; Hamburg (Wissenschaftliche Auswertungen, Universität Hamburg, Institut für Hydrobiologie).
- MAMPE, C. D. & H. H. NEUNZIG (1965): Larval descriptions of two species of *Panorpa* (Mecoptera: Panorpidae), with notes on their biology. – Annals of the Entomological Society of America, **58**(6): 843–849.
- MEURISSE, X. & N. MAGIS (1989): Precisions about phenology of *Panorpa* Linné, 1758 of the Belgian fauna (Insecta: Mecoptera). – Bulletin en Annalen van de Koninklijke Belgische Vereniging voor Entomologie, **125**: 265–272.
- PETERS, R. S.; MEUSEMANN, K.; PETERSEN, M.; MAYER, C.; WILBRANDT, J.; ZIESMANN, T.; DONATH, A.; KJER, K. M.; ASPÖCK, U.; ASPÖCK, H.; ABERER, A.; STAMATAKIS, A.; FRIEDRICH, F.; HÜNEFELD, F.; NIEHUIS, O.; BEUTEL, R. G. & B. MISOF (2014): The evolutionary History of holometabolous Insects inferred from transcriptome-based Phylogeny and comprehensive morphological Data. – BMC Evolutionary Biology, **14**(1): 52.
- RUDNICK, K. & A. GRUPPE (2010): Skorpionsfliegen (Panorpa) aus Mecklenburg-Vorpommern (Insecta: Mecoptera, Panorpidae). – Virgo, Mitteilungsblatt des Entomologischen Vereins Mecklenburg, **13**(1): 41–46.
- SAUER, K. P. (1970): Zur Monotopbindung einheimischer Arten der Gattung *Panorpa* (Mecoptera) nach Un-

tersuchungen im Freiland und im Laboratorium. – Zoologische Jahrbücher Abteilung für allgemeine Zoologie und Physiologie der Tiere, **97**: 201-284.

SAUER, K. P. & R. HENSLE (1975): *Panorpa communis* L. und *Panorpa vulgaris* Imhoff und Labram, zwei Arten. – Cellular and Molecular Life Sciences, **31**(4): 428–430.

SAUER, K. P. & R. HENSLE (1977): Reproduktive Isolation, ökologische Sonderung und morphologische Differenz der Zwillingsarten *Panorpa communis* L. und *P. vulgaris* Imhoff und Labram (Insecta, Mecoptera). – Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research, **15**(3): 169–207.

STRESEMANN, E. (2011): Exkursionsfauna von Deutschland, Wirbellose: Insekten. 976 S.; Heidelberg (Spektrum Akademischer Verlag).

TILLIER, P. (2008): Contribution à l'étude des Mécoptères de France. Deuxième partie: clé de détermination des *Panorpa* de France (Mecoptera Panorpidae). – L'Entomologiste **64**(1): 21–30.

THORNHILL, R. (1980): Competition and Coexistence among *Panorpa* Scorpionflies (Mecoptera: Panorpidae). – Ecological Monographs, **50**(2): 179–197.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Museums für Naturkunde Chemnitz](#)

Jahr/Year: 2018

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Freier Laura C., Wolf Ronny, Bernhard Detlef

Artikel/Article: [Untersuchungen zur Diversität der Mecoptera im Kronenraum des Leipziger Auwaldes 107-118](#)