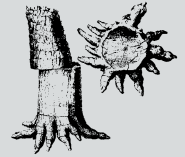


Untersuchungen zur Diversität der Neuropterida im Kronenraum des Leipziger Auwaldes¹

Laura C. Freier, Sophia Einwich-Kröner, Ronny Wolf,
Detlef Bernhard, Leipzig



Kurzfassung

Die Neuropterida gelten als verhältnismäßig wenig untersuchtes Taxon der holometabolen Insekten. Vor allem zur Abundanz der Arten im Kronenraum mitteleuropäischer Wälder ist der derzeitige Kenntnisstand sehr gering. Im Rahmen des „Leipziger Auwaldkran“-Projektes (LAK-Projekt) liefert die vorliegende Arbeit eine Zusammenfassung der Diversität der Neuropterida des Leipziger Auwaldes. Basierend auf einer Studie zu den Neuropterida des Leipziger Auwaldes aus dem Jahr 2002, dienen die Ergebnisse als Vergleichsdatensatz zur Detektion langzeitlicher Veränderungen in der Artenabundanz und -diversität.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Naturschutzgebiet „Burgau“, im Norden von Leipzig. Unter Einsatz eines Turmdrehkrans wurden im Untersuchungszeitraum (31.03. – 06.10.2016) 30 Kreuzfensterfallen in zwei verschiedenen Strata in den Baumkronen sowie zwei bodennahe Fallen montiert und in 14-tägigem Abstand geleert. Analysiert wurden 14 Bäume der Arten *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur* (jeweils acht Fallen pro Baumart) sowie *Quercus rubra*, *Acer pseudoplatanus* und *Ulmus laevis* (jeweils zwei Fallen pro Baumart). Insgesamt konnten 311 Neuropterida der Ordnungen Neuroptera (3 Familien, 14 Arten) und Raphidioptera (1 Familie, 3 Arten) registriert werden. Dominante Vertreter waren *Phaeostigma notata* (Raphidiidae; $N = 101$) und der Artenkomplex *Chrysoperla carnea* (Chrysopidae; $N = 103$). Es bestanden signifikante Unterschiede in der Artenverteilung zwischen den Baumarten, jedoch nicht zwischen den beiden untersuchten Kronenstrata. Absolut erfolgten die meisten Nachweise auf *Tilia cordata*. Unter Berücksichtigung unterschiedlicher Fallenanzahlen lag die Hauptpräsenz jedoch bei *Ulmus laevis*. Im Vergleich zum Jahr 2002 veränderte sich die Abundanz der Hauptarten signifikant. Hervorzuheben ist im Jahr 2016 das vermehrte Vorkommen der Raphidiidae (*Phaeostigma notata*) auf *Ulmus* und mehrere Erstnachweise xerothermophiler Vertreter, u. a. *Wesmaelius mortoni* und *Micromus variegatus*.

Abstract

The Neuropterida are regarded as a relatively little studied taxon of holometabolous insects. The current state of knowledge on the abundance of species in the crown region of Central European forests is very low. Within the framework of the “Leipziger Auwaldkran” Project (LAK Project) the present work provides a summary of the diversity of the Neuropterida in the alluvial forest of Leipzig. Additionally, this study allows comparisons to a former study from 2002 in this area. Therefore the results provide a data set to detect long-term changes in abundances and the diversity of neuropterid species.

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

The study area is located in the “Burgau” conservation area in the north of Leipzig. By use of a crane, 30 window traps covering two different strata were installed in the canopy and two further traps near the forest floor. They were emptied every 14 days during the investigation period (31.03. - 06.10.2016). Analyses involved 14 trees of the species *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur* (eight traps per tree), and *Quercus rubra*, *Acer pseudoplatanus* and *Ulmus laevis* (two traps per tree).

A total of 311 Neuropterida of the orders Neuroptera (3 families, 14 species) and Raphidioptera (1 family, 3 species) were recorded. Dominant representatives were *Phaeostigma notata* (Raphidiidae; $N = 101$) and the species complex *Chrysoperla carnea* (Chrysopidae; $N = 103$). Significant differences in species distribution between tree species, but not between the two crown strata were found. In absolute terms, the highest number of individuals was found on *Tilia cordata*. Considering the variable number of traps per tree species, the relative main abundance occurred on *Ulmus laevis*. Compared to 2002, the abundance of the main species had changed significantly. Moreover, in 2016, the increased occurrence of Raphidiidae (*Phaeostigma notata*) on *Ulmus* and several first evidence of xerothermophilic species, including *Wesmaelius mortoni* and *Micromus variegatus*, are noteworthy.

1 Einleitung

Die Neuropterida (= Neuroptera sensu lato) vereinen als Überordnung der Holometabola drei Insektenordnungen: Raphidioptera (Kamelhalsfliegen), Megaloptera (Großflügler, Schlammfliegen) und Neuroptera sensu stricta (Planipennia, echte Netzflügler; ASPÖCK & ASPÖCK 2007). In Mitteleuropa sind die Neuropterida mit ca. 140 Arten vertreten und genießen nur einen geringen Bekanntheitsgrad (WACHMANN & SAURE 1997). Dies ist vor allem durch die verborgene, überwiegend dämmerungs- und nachtaktive Lebensweise vieler Vertreter bedingt (ASPÖCK & ASPÖCK 1999). Trotz der Variabilität im äußeren Habitus vereint die meisten Vertreter das charakteristische namensgebende Merkmal einer netzartigen Flügeladerung, die bei vereinzelt Gruppen jedoch reduziert vorliegt (ASPÖCK et al. 1980).

Die zumeist räuberischen Larven aller Ordnungen besiedeln je nach Gruppe sowohl terrestrische als auch aquatische Biotope (ASPÖCK et al. 1980). Nach einer unterschiedlichen Anzahl von Larvalstadien erfolgt die Verpuppung zum phylogenetisch ursprünglichen Typ einer Pupa dectica (ASPÖCK & ASPÖCK 1999). Außer im Falle überwinternder Arten beschränkt sich die Lebensdauer der Imagines auf wenige Wochen bis Monate. Ihre Ernährungsweise variiert taxonabhängig zwischen räuberisch-karnivor und zusätzlich pollinophag, wohingegen sich andere strikt phytophag, pollinophag oder fungiphag ernähren (WACHMANN & SAURE 1997).

Ein Verzeichnis zum Vorkommen der Neuropterida im Raum Sachsen existiert von KLEINSTEUBER (1994). Nach diesem und nach Studiendaten von 2002 (GRUPPE 2007) sind im Leipziger Auwald Vertreter der Raphidioptera (Raphidiidae) und Neuroptera (Chrysopidae, Hemerobiidae, Coniopterygidae) zu erwarten.

Bisherige Analysen zur Verbreitung und Ökologie der Neuropterida im Kronenraum ergaben Unterschiede in der Artenzusammensetzung und -abundanz zwischen Bodennähe und Kronenraum (WACHMANN & SAURE 1997) sowie Habitatpräferenzen für Lichtbaumarten (SCHUBERT & GRUPPE 1999) und die Bevorzugung einheimischer Baumarten als Lebensraum (BRÄNDLE & BRANDL 2011). Im Rahmen dieser Arbeit soll die Diversität der Neuropterida im Kronenraum des Leipziger Auwaldes erfasst und auf diese Muster überprüft werden und so einen Vergleichsdatensatz zu der Studie von 2002 (GRUPPE 2006; GRUPPE 2007) bieten. Die Arbeit ist eingebettet in das über mehrere Jahre angelegte Leipziger Auwaldkran-Projekt, in dem die Biodiversität der Arthropoden im Kronenraum eines mitteleuropäischen Auwaldes umfassend erfasst werden soll.

Die Analyse erfolgt unter Erstellung einer Individuen- und Artenübersicht und deren deskriptiver und inferentieller statistischer Auswertung. Im Anschluss werden die Ergebnisse im Kontext folgender Arbeitshypothesen diskutiert:

1. Das Vorkommen der Neuropterida unterscheidet sich hinsichtlich der untersuchten Baumarten. Es lassen sich sowohl ubiquitäre als auch spezialisierte Arten finden.
2. Das Vorkommen der Taxa unterliegt Mustern einer vertikalen Stratifizierung. Demnach liegen sowohl Abundanz- und Artunterschiede zwischen Bodennähe und Kronenraum, als auch zwischen den unterschiedlichen Strata der Baumkronen vor.

3. Verschiedene Arten zeigen ein unterschiedliches saisonales Auftreten und spiegeln somit ihre ökologische Einmischung hinsichtlich abiotischer Faktoren und Nahrungsressourcen wider. Weiterhin unterscheiden sich die Arten in ihrem Generationsverhalten, sodass Muster monovoltiner, bivoltiner oder polyvoltiner Generationszyklen im Jahresverlauf nachweisbar sind.
4. Es existieren Unterschiede in der heutigen Artenzusammensetzung der Neuropterida und des Untersuchungsjahres 2002 (GRUPPE 2007), welche auf veränderte Umweltverhältnisse zurückzuführen sind. Die erwartete Abundanz neuer Vertreter mit Vorliebe für wärmebegünstigte Biotope im Studienjahr 2016 ist als mögliche Folge des Klimawandels zu interpretieren.

2 Material und Methoden

Der Untersuchungsraum des „Leipziger Auwaldkran“ - Projektes (LAK - Projekt) befindet sich im LSG „Leipziger Auwald“. Mittels eines 40 m hohen Turmdrehkrans wurden im Gebiet 14 Untersuchungsbäume der Arten *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Acer pseudoplatanus*, *Quercus rubra* und *Ulmus laevis* untersucht (für Details siehe FREIER et al. 2018). Vertreter der Ordnungen Neuroptera und Raphidioptera wurden anhand morphologischer Merkmale nach ASPÖCK et al. (1980) und STRESEMANN (2011) mittels eines Stereomikroskops determiniert. Gefangene Individuen der Leerungen 1–8 wurden 2016 im Rahmen einer Bachelorarbeit von SOPHIA EINWICH-KRÖNER bestimmt und in die Analysen dieser Studie aufgenommen. Da die für die Identifizierung mancher Arten unerlässliche Genitalpräparation aus Zeitgründen nicht realisierbar war, wurden betreffende Individuen nur bis zur Gattungsebene bestimmt. Zur statistischen Erfassung der Biodiversität wurden die Abundanzverteilungen der Arten, deren prozentualen Dominanzwerte entsprechend der logarithmischen Klassifikation nach ENGELMANN (1978) sowie die gebräuchlichen Diversitäts- und Similaritätsindizes nach SHANNON-WIENER, SÖRENSEN und RENKONEN ermittelt. Mittels χ^2 - Unabhängigkeitstest nach LOZÁN & KAUSCH (2004) wurde die Artenverteilung zwischen den Kronenraumstrata (obere Fallen, ca. 25 m und untere Fallen, ca. 20 m) verglichen, ein Artenhomogenitätsvergleich zwischen den Untersuchungsbaumarten und der Test auf signifikante Unterschiede zwischen den Fangergebnissen der Studienjahre 2002 und 2016 durchgeführt. Zur Berücksichtigung unterschiedlicher Fallenzahlen zwischen den Baumarten erfolgte die Berechnung anhand der relativen Individuenzahlen pro Falle eines Untersuchungsbaumes. Für die Interpretation langzeitlicher Unterschiede im Vorkommen der Neuropterida im Kontext veränderter Umweltverhältnisse wurden Klimadaten der Studienjahre 2016 und 2002 verglichen (Datensätze der Wetterstation Leipzig, Flughafen Schkeuditz; WETTERKONTOR GMBH 2017).

3 Ergebnisse

Für die Fangsaison des Jahres 2016 (31.03.–06.10.) wurden insgesamt 311 Neuropterida der Ordnungen Neuroptera und Raphidioptera dokumentiert (Tab. 1). Mit 194 Tieren entfielen auf die Neuroptera 62 % der Gesamtindividuenzahl. Innerhalb dieser Ordnung wurden die drei Familien Chrysopidae, Hemerobiidae und Coniopterygidae mit insgesamt 14 Gattungen und wiederum 14 sicher determinierten Arten nachgewiesen. Die Raphidioptera wurden ausschließlich durch Vertreter der Raphidiidae repräsentiert. Die insgesamt 117 Individuen verteilten sich auf drei Arten, wobei *Phaeostigma notata* (Abb. 1) mit 101 Tieren (86 %) dominierte. Unter den Neuroptera bildeten die Chrysopidae mit 120 Individuen den größten Anteil an der Gesamtindividuenzahl (38 %, Abb. 3). Den Hauptvertreter dieser Familie stellte der Artenkomplex *Chrysoperla carnea* (Abb. 2) mit insgesamt 103 Individuen. Auf die Familie der Coniopterygidae entfielen 41 Individuen, darunter zeigte die Gattung *Coniopteryx* die höchste Abundanz. Unter den 33 Individuen der Hemerobiidae fanden sich vorwiegend Vertreter der Gattung *Hemerobius*.



Abb. 1 Die Gefleckte Kamelhalsfliege *Phaeostigma notata* (Raphidiidae) mit einer Weichwanze der Gattung *Psallus* als Beute. Funddaten: Schönberg (Deutschland, Sachsen, Vogtlandkreis), 05/2011. Foto: M. Münch, Chemnitz.



Abb. 2 Die Gemeine Florfliege *Chrysoperla carnea* (Chrysopidae). Funddaten: Ipswich, England, Vereinigtes Königreich; 03/2014. Foto: M. Cooper, Ipswich; <https://www.flickr.com/people/m-a-r-t-i-n/>.

Tabelle 1

Gesamtartenliste der determinierten Neuropterida für den Fangzeitraum 31.03. - 06.10.2016. Tc: *Tilia cordata*, Fe: *Fraxinus excelsior*, Qro: *Quercus robur*, Qru: *Quercus rubra*, Ap: *Acer pseudoplatanus*., Ul = *Ulmus laevis*, B: Bodennahe Fallen.

Fallenstandort	Tc	Fe	Qro	Qru	Ap	Ul	B	Σ
Fallen pro Baum	2	2	2	2	2	2	-	
Anzahl der Fallen	8	8	8	2	2	2	2	32
Raphidioptera, Raphidiidae								
<i>Phaeostigma notata</i>	7	47	14	1	3	29	-	101
<i>Subilla confinis</i>	2	5	-	-	-	1	-	8
<i>Xanthostigma xanthostigma</i>	-	4	-	-	1	3	-	8
Gesamt	9	56	14	1	3	33	0	117
Neuroptera, Chrysopide								
<i>Hypochrysa elegans</i>	2	1	2	1	1	3	-	10
<i>Nineta flava</i>	1	2	-	-	-	-	-	3
<i>Chrysotropia ciliata</i>	-	-	1	-	-	-	1	2
<i>Cunctochrysa albolineata</i>	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Chrysoperla carnea</i>	48	20	22	4	3	5	1	103
Nicht bestimmbar Chrysopidae	-	-	-	1	-	-	-	1
Gesamt	52	23	25	6	4	8	2	120
Neuroptera, Hemerobiidae								
<i>Drepanopteryx phalaenoides</i>	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Hemerobius humulinus</i>	-	-	1	-	1	-	-	2
<i>Hemerobius marginatus</i>	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Hemerobius spec.</i>	10	-	1	-	-	-	1	12
<i>Micromus variegatus</i>	1	-	1	-	-	-	1	3
<i>Symphorobius spec.</i>	-	-	2	-	-	-	-	2
<i>Symphorobius klapaleki</i>	1	-	1	-	-	-	-	2
<i>Symphorobius elegans</i>	1	-	1	-	-	-	-	2
<i>Symphorobius pigmaeus</i>	-	-	4	-	-	-	-	4
<i>Wesmalius mortoni</i>	1	1	-	-	-	-	-	2
Nicht bestimmbar Hemerobiidae	-	-	2	-	-	-	-	2
Gesamt	16	1	13	0	1	0	2	33
Neuroptera, Coniopterygidae								
<i>Aleuropteryx spec.</i>	-	-	5	-	1	-	-	6
<i>Coniopteryx spec.</i>	10	-	10	1	-	-	-	21
<i>Conwentzia cf. psociformis</i>	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Conwentzia spec.</i>	-	1	8	-	-	-	-	9
<i>Heliococonis spec.</i>	-	-	3	-	1	-	-	4
Gesamt	10	1	27	1	2	0	0	41
Gesamte Anzahl an Individuen	87	81	79	8	10	41	4	311
Gesamte Artenzahl	12	7	10	3	4	5	3	17

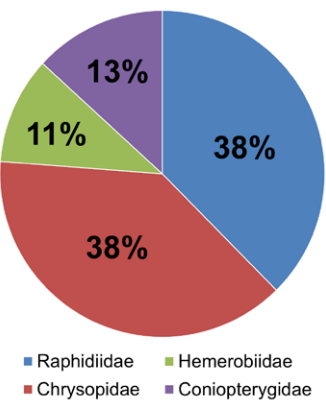


Abb. 3
Relative Häufigkeiten der im Leipziger Auwald nachgewiesenen Familien der Neuropterida.

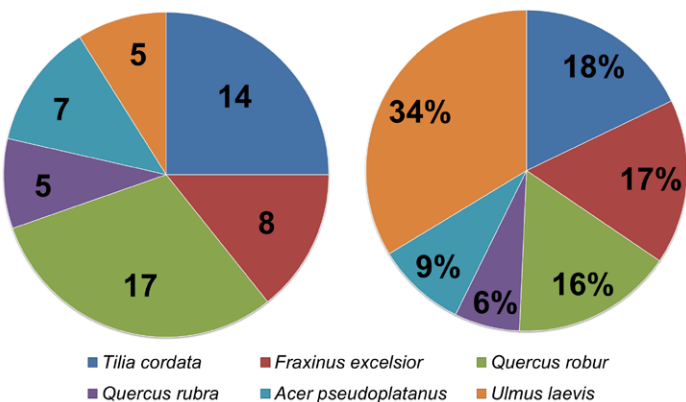


Abb. 4
Gegenüberstellung von Anzahl nachgewiesener Arten der Neuropterida (links) und den relativen Häufigkeiten der Individuen pro Falle (rechts) im Kronenraum der untersuchten Baumarten.

2.1. Räumliche Muster des Artenvorkommens im Kronenraum

Ein Vergleich des Artenvorkommens zwischen den sechs Untersuchungsbaumarten ergab deutliche Unterschiede. Die größte Artenzahl fand sich auf *Tilia cordata* mit 12 Spezies, gefolgt von *Quercus robur* mit zehn Arten (Tab. 1, Abb. 4 li.). Bei einer identischen Fallenanzahl von acht Kronen-Kreuzfensterfallen war das Artenspektrum auf *Fraxinus excelsior* mit sieben Spezies bereits deutlich geringer. Die drei anderen Baumarten *Acer pseudoplatanus*, *Ulmus laevis* und *Quercus rubra* verzeichneten die geringste Artenvielfalt mit jeweils fünf, vier und zwei Spezies, wobei berücksichtigt werden muss, dass diese Baumarten nur mit jeweils zwei Fallen beprobt wurden. Die Gesamtindividuenzahl war auf der artenreichsten *Tilia cordata* maximal (87), gefolgt von *Fraxinus excelsior* (81) und *Quercus robur* (79).

Auch bei diesem Aspekt müssen die unterschiedlichen Fallenanzahlen zwischen den untersuchten Baumarten berücksichtigt werden. Für einen objektiven Vergleich wurde daher die relative Individuenzahl einer Baumart pro Falle ermittelt (Abb. 4 re.). Markant war in diesem Fall der höchste Wert für *Ulmus laevis* (34 %).

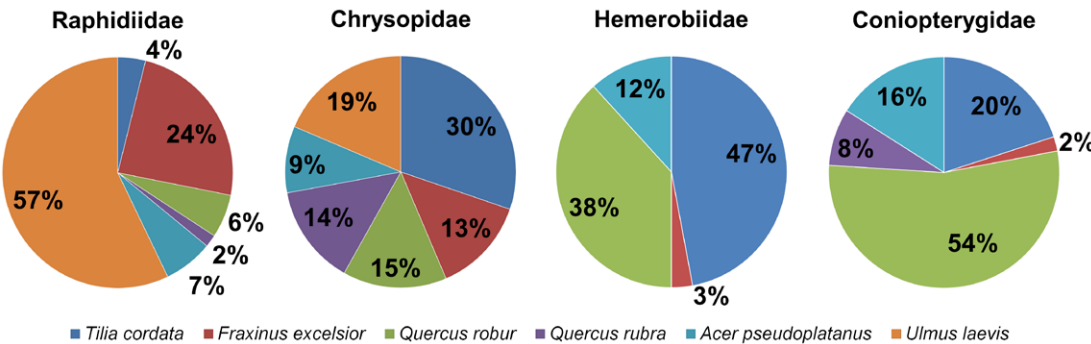


Abb. 5 Relative Verteilung der Familien der Neuropterida auf den untersuchten Baumarten. Von links nach rechts: Neuroptera, Raphidioptera, Hemerobiidae, Coniopterygidae.

Neben Unterschieden in den Arten- und Individuenzahlen variierten die Baumarten in der Artenzusammensetzung. Die Verteilung der Chrysopidae gestaltete sich relativ homogen. Die höchsten absoluten Individuenzahlen lagen für *Tilia cordata* vor, gefolgt von *Fraxinus excelsior* und *Quercus robur*. Bei Betrachtung der relativen Individuenzahlen pro Falle (Abb. 5) lag die Hauptpräsenz weiterhin bei *Tilia cordata*, aber nun gefolgt von *Ulmus laevis*.

Die anderen drei Familien besaßen sowohl in ihren absoluten als auch in ihren relativen Individuenzahlen pro Falle eine heterogene Habitatverteilung. Fast die Hälfte aller Raphidioptera wurde auf *Fraxinus excelsior* nachgewiesen und nur ein verschwindend geringer Anteil auf *Quercus rubra* und *Acer pseudoplatanus* (Tab. 1). Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Fallenanzahlen verschob sich die Hauptabundanz mit 58 % stark zu *Ulmus laevis* (Abb. 5). Die Hemerobiidae und Coniopterygidae verzeichneten die höchsten absoluten Individuenzahlen auf *Tilia cordata* und *Fraxinus excelsior* (Tab. 1). Bezogen auf die Individuenzahlen pro Falle verschob sich jedoch die Abundanz beider Familien zur Baumart *Quercus robur* neben *Tilia cordata* (Abb. 5).

Unter Anwendung des χ^2 - Testes wurde ein signifikanter Unterschied der Artenkonstellation zwischen den sechs Baumarten detektiert ($\chi^2 = 51,85$ Signifikanzschranke = 43,23, $df = 20$, $\alpha = 0,1$ %).

2.2. Alpha-Diversitätsindex nach SHANNON-WIENER

Die größte Alpha-Diversität wies *Quercus robur* mit dem höchsten H_s von 2,237 auf (Tab. 2). Das Ergebnis bedingte sich durch die hohe Gesamtarten- bzw. höchste Taxazahl bei gleichzeitiger Homogenität der Gruppenverteilung unter allen vier Familien (Tab. 1). Die geringste Alpha-Diversität besaß *Ulmus laevis* mit dem niedrigsten H_s von 0,975. So war die Taxazahl dieser Baumart mit fünf moderat hoch, jedoch reduzierte sich die Homogenität der Artenverteilung durch die starke Dominanz von *Phaeostigma notata* (80 %) bei gleichzeitigem Fehlen von Vertretern der Hemerobiidae und Coniopterygidae.

Tabelle 2
 α -Diversitätsindex nach SHANNON-WIENER der analysierten Baumarten. *Anmerkung:* Die Berechnung des Index basiert auf allen dokumentierten Taxa einer Baumart, inklusive der nur bis zur Genusebene oder nicht determinierbaren Gruppen.

Baumart	H_s
<i>Quercus robur</i>	2,237
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1,643
<i>Tilia cordata</i>	1,613
<i>Quercus rubra</i>	1,386
<i>Fraxinus excelsior</i>	1,236
<i>Ulmus laevis</i>	0,975

2.3. Räumliche Verteilung in verschiedenen Strata

Um Abundanzunterschiede der Neuropterida-Taxa zwischen den verschiedenen Strata zu detektieren, wurde mittels χ^2 - Test auf signifikante Unterschiede zwischen den oberen (ca. 25 m Höhe) und unteren Fallen (ca. 20 m Höhe) getestet. Unter Einbezug aller Arten und Gattungen ergab die Textstatistik $\chi^2 = 26,04$ ($df = 24$, $\alpha = 5,0$ %, Signifikanzschranke 36,42). Demnach lagen keine signifikanten Unterschiede im Vorkommen der Neuropterida zwischen den Strata des Kronenraumes vor.

Weiterhin bestanden deutliche Unterschiede zwischen den Fangzahlen der Kreuzfensterfallen des Kronenraumes und des bodennahen Stratum. Allerdings bedarf es an dieser Stelle der Berücksichtigung, dass die bodennahen Fallen in ihrer Anzahl (2) im Vergleich zu jenen des Kronenraumes (30) unterrepräsentiert waren und erst am 26.05.2016 installiert wurden. So wurden 307 Neuropterida (98,7 %) im Kronenraum gefangen, während mittels bodennaher Fallen nur vier Individuen verschiedener Arten der Familien Chrysopidae und Hemerobiidae erfasst wurden. Die Familien Raphidiidae und Coniopterygidae konnten ausschließlich im Kronenraum nachgewiesen werden.

2.4. Saisonale Muster des Vorkommens im Kronenraum

Die Fangzahlen der späten Frühjahr- bis mittleren Sommermonate waren allgemein höher als zu Beginn und Ende der Leerungssaison (Tab. 3). Die saisonale Verteilung zeigte einen markanten Peak zur vierten Leerung (11.05.–25.05.2016) mit einem Fang von insgesamt 89 Individuen (Abb. 6).

Tabelle 3

Anzahl der mittels Kreuzfensterfallen im Kronenraum gefangenen Neuropterida pro Leerung. Ra. = Raphidiidae, Chr. = Chrysopidae, He. = Hemerobiidae, Con. = Coniopterygidae

Leerung	Zeitraum	Ra.	Chr.	He.	Con.	Σ
01.	31.03.–12.04.16	0	11	1	0	12
02.	12.04.–02.05.16	0	6	0	0	6
03.	26.04.–11.05.16	4	9	0	1	14
04.	11.05.–25.05.16	82	5	3	8	98
05.	25.05.–08.06.16	26	3	1	6	36
06.	08.06.–22.06.16	3	5	6	9	23
07.	22.06.–06.07.16	2	29	3	4	38
08.	06.07.–21.07.16	0	22	3	0	25
09.	21.07.–04.08.16	0	12	3	6	21
10.	04.08.–17.08.16	0	6	2	1	9
11.	17.08.–31.08.16	0	5	4	1	10
12.	31.08.–14.09.16	0	3	2	1	6
13.	14.09.–06.10.16	0	2	3	4	9
Gesamt	31.03.–06.10.16	117	118	31	41	307

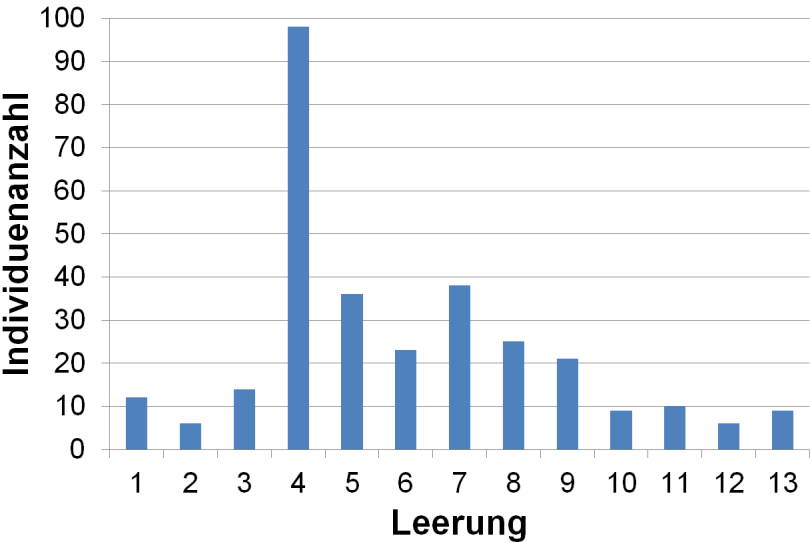


Abb. 6
Saisonale Abundanz der Neuropterida über den Gesamtzeitraum (31.03.–06.10.2016). Dargestellt ist die absolute Anzahl mittels Kreuzfensterfallen im Kronenraum gefangener Individuen pro Leerung.

2.5. Datenvergleich der LAK-Studien von 2002 und 2016

Im Rahmen des LAK-Projektes erfolgte bereits im Jahr 2002 eine Studie zur Neuropterida-Fauna des Leipziger Auwaldes (GRUPPE 2007). Zur Detektion langfristiger Veränderungen im Vorkommen und Abundanzmuster der Neuropterida wurden die Nachweise von 2016 mit den registrierten Arten von 2002 (GRUPPE 2007) verglichen. Im Jahr 2002 wurden insgesamt 306 Neuropterida der Familien Raphidiidae, Chrysopidae, Hemerobiidae und Coniopterygidae mit 24 sicher identifizierten Arten nachgewiesen. Mit insgesamt 311 Individuen derselben Familien und 17 eindeutig determinierbaren Arten hat sich das Artenspektrum bei einer identischen Größenordnung der Gesamtindividuenzahl zum Jahr 2016 reduziert (Tab 4). Das räumliche Abundanzmuster der Neuropterida blieb beinahe unverändert. Allerdings verzeichnete das relative Vorkommen der einzelnen Familien deutliche Unterschiede zwischen den Studienjahren (Abb. 7). Diese Dissimilarität resultierte vor allem aus Veränderungen im Abundanzmuster der Raphidiidae. Während die Familie 2002 lediglich 17 % der Neuropterida repräsentierte, wurden 2016 mehr als doppelt so viele Raphidiidae gefangen. Unter den Neuroptera nahmen sowohl die Anzahl nachgewiesener Arten als auch die absolute Individuenzahl zwischen den Untersuchungsjahren ab. Die deutlichsten Abundanzunterschiede zeigten die Chrysopidae. Für diese Familie wurden 2002 insgesamt 171 Individuen aus neun Arten dokumentiert. Die Artenzahl reduzierte sich 2016 auf fünf bei einer Gesamtindividuenzahl von 120 (Tab. 4). In beiden Studienjahren stellte der Artenkomplex *Chrysoperla carnea* den Hauptvertreter. Fünf zusätzliche Arten der Hemerobiidae (u. a. *Sympherobius klapaleki*, *Sympherobius pygmaeus*) und drei neue Gattungen der Coniopterygidae (*Aleuropteryx*, *Conwentzia*, *Heliococonis*) konnten 2016 registriert werden. Jedoch repräsentierten die Gattungen *Hemerobius* und *Coniopteryx* sowohl 2002 als auch 2016 die Hauptvertreter dieser beiden Familien. Durch die Veränderungen im relativen Auftreten der Spezies gelten die 2002 noch als subdominant und dominant klassifizierten Hauptvertreter *Phaeostigma notata* und *Chrysoperla carnea* nun als eudominant. Zur objektiven Beurteilung der Veränderungen im Vorkommen der Neuropterida wurde mittels χ^2 - Homogenitätstest auf signifikante Abundanzunterschiede der im Jahr 2016 dominanten und subdominanten Hauptvertreter (*Chrysoperla carnea*, *Phaeostigma notata*, *Coniopteryx spec.*, *Hemerobius spec.*, *Hypochrysa elegans*) getestet. Mit einer Teststatistik von $\chi^2 = 47,93$ galten die Unterschiede im Artenvorkommen zwischen den Studienjahren als höchst signifikant (Tab. 4).

Um Unterschiede im Vorkommen der Neuropterida bezüglich veränderter Umweltverhältnisse zu analysieren, wurden Wetterdaten der Untersuchungsjahre 2002 und 2016 miteinander verglichen (WETTERKONTOR GMBH 2017). Die Datensätze zeigten Unterschiede zwischen den Studienjahren. So lag die Jahresmitteltemperatur von 2016 um 0,6 °C und die jährliche Sonnenscheindauer um knapp 250 h höher, der Jahresniederschlag hingegen um 200 l / m² niedriger als im Jahr 2002.

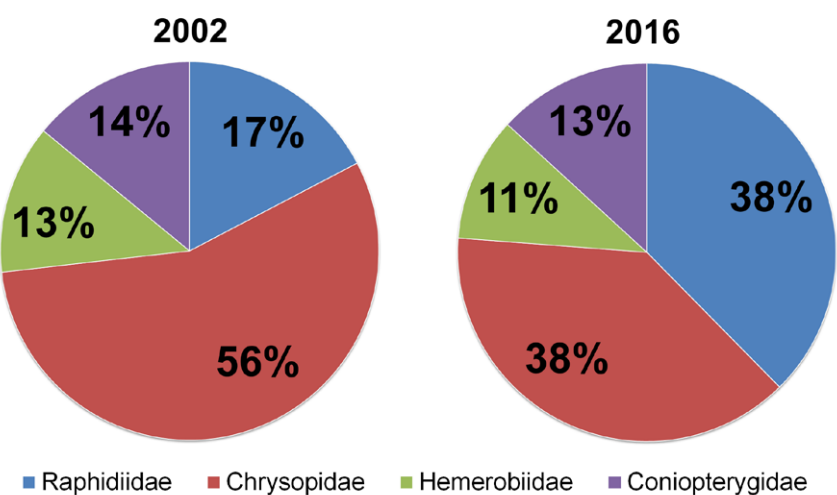


Abb. 7
Gegenüberstellung der relativen Abundanzverhältnisse nachgewiesener Familien der Neuropterida der Studienjahre 2002 und 2016.

Tabelle 4

Vergleich der 2016 dokumentierten Arten und deren Nachweis im Jahr 2002. Die vollständige Artenliste von 2002 ist der Veröffentlichung von GRUPPE (2007) zu entnehmen. *Anmerkung: „Gesamt“ beschreibt die Summe aller im Jahr 2002 dokumentierter Individuen; 2016 nicht mehr nachgewiesene Taxa sind nicht in dieser Tabelle gelistet.

Studienjahr	2016	2002
Raphidioptera, Raphidiidae		
<i>Phaeostigma notata</i>	101	29
<i>Subilla confinis</i>	8	21
<i>Xanthostigma xanthostigma</i>	8	3
Gesamt	117	53
Neuroptera, Chrysopidae		
<i>Hypochrysa elegans</i>	10	24
<i>Nineta flava</i>	3	9
<i>Chrysotropia ciliata</i>	2	14
<i>Cunctochrysa albolineata</i>	1	3
<i>Chrysoperla carnea</i>	103	84
Nicht bestimmbar Chrysopidae	1	-
Gesamt	120	171*
Neuroptera, Hemerobiidae		
<i>Drepanopteryx phalaenoides</i>	1	1
<i>Hemerobius humulinus</i>	2	8
<i>Hemerobius marginatus</i>	1	1
<i>Hemerobius spec.</i>	12	-
<i>Micromus variegatus</i>	3	-
<i>Symphorobius spec.</i>	2	-
<i>Symphorobius klapaleki</i>	2	-
<i>Symphorobius elegans</i>	2	23
<i>Symphorobius pygmaeus</i>	4	-
<i>Wesmalus mortoni</i>	2	-
Nicht bestimmbar Hemerobiidae	2	-
Gesamt	33	39*
Neuroptera, Coniopterygidae		
<i>Aleuropteryx spec.</i>	6	-
<i>Coniopteryx spec.</i>	21	42
<i>Conwentzia cf. psociformis</i>	1	-
<i>Conwentzia spec.</i>	9	-
<i>Heliococonis spec.</i>	4	-
Gesamt	41	43*
Gesamte Anzahl an Individuen	311	306
Gesamte Artenzahl	17	24
X²-Test df = 4 α = 0,1 % Signifikanzschranke = 18,47 X² = 47,39		

4 Diskussion

Die räumliche Verteilung der Neuropterida wurde unter der Hypothese unterschiedlichen Vorkommens der Arten zwischen den Untersuchungsbaumarten analysiert. Anhand der erhobenen Daten können diese Annahmen bestätigt werden (Tab. 1, Abb. 4, Abb. 5). Jedoch bedarf es für den Vergleich zwischen den Baumarten stets der Berücksichtigung, dass sich die Untersuchungs bäume mit unterschiedlicher Fallenzahl im Datensatz repräsentieren.

Verglichen mit anderen Studien (CZECHOWSKA 1990; GRUPPE & SCHUBERT 2001; GRUPPE et al. 2004) fiel die dokumentierte Artenanzahl im Kronenraum des Leipziger Auwaldes 2016, wie bereits auch 2002 (GRUPPE 2007), relativ gering aus. Entsprechend der Habitat-Heterogenitäts-Hypothese korrelieren Artenzusammensetzung und -reichtum der Neuropterida positiv mit der Baumartenheterogenität (GRUPPE & SOBEK 2011). Demnach verwundert es nicht, dass im Hartholzauen-geprägten Leipziger Auwald (*Fraxino-Ulmetum*) weniger Arten der Neuropterida auftraten, als in Mischwäldern mit höherer Zahl an verschiedenen Baumarten.

Die nachgewiesenen Unterschiede bezüglich Artenspektrum (Abb. 4 li.), relativer Individuenzahl (Abb. 4 re.) und Alpha - Diversität (SHANNON-WIENER-Index, Tab. 2) zwischen den Baumarten verweisen auf Habitatpräferenzen der Neuropterida (ASPÖCK et al. 1980). Auffällig ist die höhere Artenzahl auf den einheimischen Baumarten *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior* und *Quercus robur* im Vergleich zum Neophyten *Quercus rubra*. Die Präferenz für indigene Baumarten wurde bereits in mehreren Studien zur Neuropterida-Fauna Deutschlands nachgewiesen (SAURE 2005, BRÄNDLE & BRANDL 2011, GRUPPE 2013) und deutet sich nach den vorliegenden Ergebnissen auch für den Leipziger Auwald an. Weiterhin wurde in vorangegangenen Studien die Bevorzugung von Baumarten mit lichter Kronenstruktur, beispielsweise Eiche, gegenüber solchen mit geschlossenem Kronendach für Neuropterida festgestellt (SCHUBERT & GRUPPE 1999; GRUPPE 2006; GRUPPE 2007). Dieses Muster zeigen auch die vorliegenden Ergebnisse für den Leipziger Auwald, wonach die heimische Lichtbaumart *Quercus rubra* die höchste Alpha - Diversität ($H_s = 2,237$) durch ein breites Artenspektrum (zehn von 17 Spezies, bzw. 17 von 25 Taxa) und moderat hohen relativen Individuenzahlen (18 %) verzeichnete.

Vertreter der Hemerobiidae und Coniopterygidae wurden im Vergleich zu anderen Studien (GRUPPE et al. 2004; GRUPPE & MÜLLER 2007) im Leipziger Auwald sowohl 2016 als auch 2002 (GRUPPE 2007) selten dokumentiert. Bedingt durch die verborgene Lebensweise und geringe Körpergröße werden diese Familien meist übersehen oder bleiben in Analysen unbeachtet (WACHMANN & SAURE 1997). Sowohl die Coniopterygidae als auch die Hemerobiidae wurden nicht auf *Ulmus laevis*, letztere ebenfalls nicht auf *Quercus rubra* nachgewiesen. Die hauptvertretenen Gattungen der beiden Familien *Hemerobius* und *Coniopteryx* zeigten eine noch stärkere Habitatpräferenz für die Baumarten *Tilia cordata* und *Quercus robur*. Da einige *Coniopteryx*-Arten als charakteristisch für Eichenbestände gelten (GRUPPE & ZEHETMAIR 2011), erklärt sich das Vorkommen zu 50 % auf *Quercus*. Auch einige *Hemerobius*-Arten gelten als spezialisiert für *Quercus* (ASPÖCK et al. 1980, SZENTKIRÁLYI 2001). Wahrscheinlich richtet sich das Abundanzmuster jedoch auch für diese Vertreter nicht spezifisch nach der Baumart, sondern orientiert sich an der Verfügbarkeit von Nahrungsressourcen. Larven und Imagoes beider Familien sind zoophag. Coniopterygidae ernähren sich von Sternorrhyncha (Aphidoidea, Coccoidea) und Acari, Hemerobiidae präferieren Aphidoidea (SAURE 1996; WACHMANN & SAURE 1997). Da über 200 Aphidoidea- und 100 Coccoidea-Arten *Quercus* als Wirtspflanzen nutzen (SZENTKIRÁLYI 2001), liegt eine Korrelation im Vorkommen der Gattungen *Hemerobius* und *Coniopteryx* in diesem Zusammenhang nahe.

Bezüglich der Stratifizierung wurde mehrfach festgestellt, dass Neuropterida in der Kronenregion wesentlich höhere Abundanz zeigen als in bodennahen Strata (WACHMANN & SAURE 1997, SCHUBERT & GRUPPE 1999, DUELLI et al. 2002, GRUPPE et al. 2004, GRUPPE 2006). Ein Vergleich der Fangzahlen zwischen den Fallen des Kronenraumes und des Strauchstratums bestätigen diese Differenzen auch für den Leipziger Auwald. Wie bereits erwähnt, fallen durch die geringere Anzahl und dem späteren Erstaushang die Fangzahlen der bodennahen Kreuzfensterfallen jedoch kausal geringer aus. Allerdings sind die geringen Nachweise in Bodennähe insofern überraschend, da viele Neuropterida-Spezies als häufige Vertreter an Kraut- und Strauchbiotopen gelten (ASPÖCK et al. 1980). Jedoch befanden sich die zwei bodennahen Fallen an relativ freien Standorten. Da Neuropterida oft nur kurze Flatterflüge ausüben (WACHMANN & SAURE 1997), wurden sich ausschließlich nahe Sträuchern oder Gebüsch anhaltende Tiere eventuell nicht erfasst.

Zusammenfassend gestaltet sich die Detektion klarer Habitatpräferenzen der Neuropterida als kompliziert. Die meisten Vertreter zeigen oft nur eine eindeutige Vorliebe für Nadel- oder Laubbaumarten (WACHMANN & SAURE 1997). Infolge opportunistischer Ressourcennutzung sind viele in Baumkronen vorkommende Neuropterida nur schwach mit einem spezifischen Habitat assoziiert (SZENTKIRÁLYI 2001; GRUPPE 2008). So sind die bestimmenden Faktoren des räumlichen Vorkommens vielfältig und inkludieren Mikroklima, Ausprägungen der Kronenstruktur und additive Futterquellen bzw. Beuteabundanz von zoophager Arten (GRUPPE & SOBEK 2011). Zusätzlich fallen Aspekte wie Tarnvermögen, die Verteilung von Paarungspartnern und geeignete Substrate für die Eiablage ins Gewicht (GRUPPE 2007).

Die Gegenüberstellung des vorliegenden Datensatzes mit den Ergebnissen der LAK-Studie von 2002 (GRUPPE 2007) bestätigt die Hypothese zu Unterschieden im Artenvorkommen. Die Gesamtindividuenzahl zwischen den Studienjahren gestaltet sich nahezu identisch (Individuenzahlen im Kronenraum: $N_{2002} = 306$, $N_{2016} = 307$). Differenzen bestehen jedoch hinsichtlich der Artenanzahl (2002: 24 Spezies, 2016: 17 Spezies) und -verteilung sowie den Dominanzverhältnissen der dokumentierten Hauptarten. Für einen objektiven Vergleich der Variationen müssen allerdings die Studiendesignunterschiede berücksichtigt werden.

Hervorzuheben ist, dass im Jahr 2016 auffällig mehr Raphidiidae durch vermehrtes Vorkommen von *Phaeostigma notata* ($N_{2002} = 29$, $N_{2016} = 101$) dokumentiert wurden (Tab. 4). Infolgedessen verschoben sich die relativen Abundanzverhältnisse der vier nachgewiesenen Familien der Neuropterida stark (Abb. 7). Gleichzeitig wurden 2016 weniger Vertreter der Chrysopidae erfasst ($N_{2002} = 171$, $N_{2016} = 120$). Die Anzahl nachgewiesener Hemerobiidae ($N_{2002} = 39$, $N_{2016} = 32$) und Coniopterygidae ($N_{2002} = 42$, $N_{2016} = 41$) variierte hingegen kaum. Im Vergleich zu 2002 wurden 2016 allerdings mehrere Taxa aus jeder Familie der Neuropterida nicht mehr nachgewiesen (*Chrysopa viridana*, *Chrysoperla pallida*, zwei *Dichochrysa*-Arten, vier *Hemerobius*-Arten, *Wesmaelius nervosus*, *Parasemidalis fuscipennis* und drei *Coniopteryx*-Arten). Ein Grund hierfür könnte jedoch darin liegen, dass im Jahr 2016 einige Vertreter der Hemerobiidae und Coniopterygidae oft nur bis zur Gattungsebene determinierbar waren, diese aber von GRUPPE (2007) häufiger auf Artniveau bestimmt wurden. Im Jahr 2016 wurden zusätzlich Vertreter der Hemerobiidae (*Micromus variegatus*, *Sympherobius klapaleki*, *Sympherobius pygmaeus* und *Wesmaelius mortoni*) nachgewiesen sowie Gattungen der Coniopterygidae (*Aleuropteryx*, *Conwentzia* und *Heliococonis*). Sowohl diese Erst- als auch die erwähnten Fehlnachweise implizieren jedoch nicht automatisch Veränderungen in der Artenzusammensetzung zwischen den Untersuchungsjahren.

In diesem Zusammenhang ist die Hypothese, dass sich langzeitliche Unterschiede im Vorkommen der Neuropterida aus veränderten Umweltbedingungen ableiten, mit Vorsicht und kritisch zu prüfen. Ein Vergleich der Wettercharakteristika zwischen den Untersuchungsjahren zeigt Unterschiede in der Jahresmitteltemperatur und der jährlichen Sonnenscheindauer, die 2016 um 0,6 °C bzw. um knapp 250 h höher lagen als 2002, während der Jahresniederschlag um 200 l / m² niedriger ausfiel. Inwiefern die Veränderungen in der Artenkonstellation auf den Klimawandel zurückzuführen sind, lässt sich erst durch weitere Studien über längere Zeiträume überprüfen. Analysen zur Klimaentwicklung in Sachsen ermittelten jedoch seit den 1960er Jahren sowohl einen Anstieg der mittleren Jahrestemperatur sowie mehr Sommertage als auch sinkende Niederschlagsmengen im Laufe der letzten fünf Dekaden (BERNHOFER et al. 2015). Damit wäre es möglich, diese Tendenzen im Bezug zum Klimawandel zu interpretieren. So gelten die 2016 erstmalig nachgewiesenen Taxa *Aleuropteryx spec.* und *Conwentzia cf. psociformis* (Coniopterygidae), sowie *Wesmaelius mortoni*, *Micromus variegatus* und *Sympherobius pygmaeus* (Hemerobiidae) als Vertreter bevorzugt wärmebegünstigter Biotope (ASPÖCK et al. 1980). Kompliziert gestaltet sich in dieser Hinsicht jedoch die Interpretation des vermehrten Vorkommens von *Phaeostigma notata* (Raphidiidae) im Jahr 2016. Laut Literatur meidet diese Art, bei einer ausgeprägten Präferenz für Coniferales, trocken-warme Areale bzw. erscheint sie in diesen mit nur geringen Populationsdichten (ASPÖCK et al. 1974). Außerdem bevorzugen viele der 2016 nicht mehr nachgewiesenen Arten, beispielsweise *Chrysopa viridana* und *Dichochrysa spec.*, ebenfalls erhöhte Temperaturen und Trockenhabitate (ASPÖCK et al. 1980, WACHMANN & SAURE 1997). Demnach sollten der Anstieg in der Jahresmitteltemperatur und die abnehmenden Jahresniederschläge zum Jahr 2016 deren Vorkommen prinzipiell fördern. Eine Veränderung im langzeitlichen Artenvorkommen ist demnach nicht allein auf Folgen des Klimawandels zurückführbar. Für aussagekräftige Ergebnisse ist es nötig, die klimatischen Verhältnisse und deren Verände-

rungen in Zukunft kontinuierlich zu dokumentieren und in diesem Zusammenhang das Artenvorkommen exakt zu untersuchen. Der strikte Vergleich zwischen 2002 und 2016, ohne Informationen zum Neuropterida-Vorkommen in dem Zwischenzeitraum von 14 Jahren, ermöglicht keine eindeutige Interpretation. Durch die Dynamik des fließenden Wassers geprägt, charakterisieren sich Auwälder generell durch hohe Luft- und Bodenfeuchtigkeit, insbesondere während der Sommermonate (WIEDEMANN 2002). Die für den Gesamtraum Leipzig dokumentierten Klimaveränderungen, möglicherweise infolge der globalen Erwärmung, können demnach nicht uneingeschränkt für das Mikroklima des Leipziger Auwaldes geltend gemacht werden. In diesem Zusammenhang erwies es sich als sinnvoll, direkt am Standort erhobene Klimadaten für die Analysen zu benutzen.

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, 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

- ASPÖCK, H.; RAUSCH, H.; & U. ASPÖCK (1974): Untersuchungen über die Ökologie der Raphidiopteren Mitteleuropas (Insecta, Neuropteroidea). – *Journal of Applied Entomology*, **76**(1-4): 1–30.
- ASPÖCK, H.; ASPÖCK, U. & H. HÖLZEL (1980): Die Neuropteren Europas. Band I. 495 S.; Goecke & Evers, Krefeld.
- ASPÖCK, H.; HÖLZEL, H. & U. ASPÖCK (2001): Kommentierter Katalog der Neuropterida (Insecta: Raphidioptera, Megaloptera, Neuroptera) der Westpaläarktis. – *Denisia*, **2**: 1–606.
- ASPÖCK, U. & H. ASPÖCK (1999): Kamelhäse, Schlammfliegen, Ameisenlöwen... Wer sind sie? (Insecta: Neuropterida: Raphidioptera, Megaloptera, Neuroptera). – *Stapfia* **60**: 1–34.
- ASPÖCK, U. & H. ASPÖCK (2007): Verbliebene Vielfalt vergangener Blüte. Zur Evolution, Phylogenie und Biodiversität der Neuropterida (Insecta: Endopterygota). – *Denisia*, **20**: 451–516.
- BERNHOFER, C.; FRANKE, J.; FISCHER, S.; KIRSTEN, L.; KÖRNER, P.; KOSTROWSKI, D.; PRASSE, H.; SCHALLER, A. & T. DONIX (2015): Analyse der Klimaentwicklung in Sachsen. – *Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie*, **3**: 194 S.
- BRÄNDLE, M. & R. BRANDL (2011): Species richness of insects and mites on trees: expanding southwood. – *Journal of Animal Ecology*, **70**: 491–504.
- CZECHOWSKA, W. & H. GARBARCZYK (1990): Mecopterans (Mecoptera, Panorpidae) of Linden-Oak-Hornbeam and thermophilous oak forests of the Mazovian Lowland: assumptions, extent, aims, areas and methods of studies and the obtained material. – *Fragmenta Faunistica*, **32**(1): 5–12.
- DUELLI, P.; OBRIST, M. K. & P. F. FLUCKIGER (2002): Forest edges are biodiversity hotspots - also for Neuroptera. – *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, **48**(2): 75–87.
- ENGELMANN, H. D. (1978): Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. – *Pedobiologia*, **18**: 378–380.
- FREIER, L. C.; WOLF, R. & D. BERNHARD (2018): Untersuchungen zur Diversität der Mecoptera im Kronenraum des Leipziger Auwaldes. – *Veröffentlichungen des Museums für Naturkunde Chemnitz*, **41**: xxx–xxx.
- GRUPPE, A. (2006): Diversität von Neuropteren in Baumkronen. – *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen*, **55**(3/4): 109–114.
- GRUPPE, A. (2007): Spatial Distribution of Neuropterida in the LAK Stand: significance of host tree specificity“. In: UNTERSEHER, M.; MORAWETZ, W.; KLOTZ, S. & E. ARNDT (Hrsg.): *The canopy of a temperate floodplain forest*,

results from five years of research at the Leipzig canopy crane: 91–96.

GRUPPE, A. (2008): Diversity of Neuropterida in mixed forest stands in Germany (Raphidioptera: Raphidiidae, Neuroptera: Chrysopidae, Hemeerobiidae, Coniopterygidae). In: FLOREN, A. & J. SCHMIDL (Hrsg.): Canopy arthropod research in Central Europe: 145–156. Nürnberg (Bioform).

GRUPPE, A. (2013): Neuropteren auf nicht einheimischen Baumarten. – DGaE Nachrichten, Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie e.V., **27**(1): 21–23.

GRUPPE, A. & J. MÜLLER (2007): Distribution of Neuropterida in beech dominated forests in southern Germany. – *Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara*, **8**: 145–152.

GRUPPE, A. & H. SCHUBERT (2001): The distribution and biodiversity of Neuropterida in different strata of forest sites (Insecta, Neuropterida). – *Beiträge zur Entomologie*, **51**(2): 519–530.

GRUPPE, A. & S. SOBEK (2011): Effect of tree species diversity on the Neuropterid community in a deciduous forest. – *Acta Entomologica Slovenica*, **19**(1): 17–28.

GRUPPE, A. & T. ZEHETMAIR (2011): Nachweise von Staubhaften in Bayern. – *Beiträge zur bayerischen Entomofaunistik*, **11**: 39–48.

GRUPPE, A.; GOSSNER, M. & U. SIMON (2004): Neuropteren in Wäldern Schwabens und Oberbayerns (Insecta: Neuropterida). – *Beiträge zur bayerischen Entomofaunistik*, **6**: 243–254, Bamberg.

KLEINSTEUBER, E. (1994): Vorläufiges Verzeichnis der Schlammfliegen (Megaloptera), Kamelhalsfliegen (Raphidioptera), Netzflügler (Planipennia) und Schnabelfliegen (Mecoptera) des Freistaates Sachsen. – *Mitteilungen Sächsischer Entomologen*, **27**: 17–19.

LOZÁN, J. L. & H. KAUSCH (2004): *Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler*. 304 S.; Hamburg (Wissenschaftliche Auswertungen, Universität Hamburg, Institut für Hydrobiologie).

SAURE, C. (1996): Die Kamelhalsfliegen (Raphidioptera) der Mark - Beitrag zur Tierwelt von Brandenburg und Berlin. – *Entomologische Nachrichten und Berichte*, **40**(2): 75–82.

SAURE, C. (2005): Rote Liste und Gesamtartenliste der Kamelhalsfliegen, Schlammfliegen und Netzflügler (Raphidioptera, Megaloptera, Neuroptera) von Berlin. In: *Der Landesbeauftragte für Naturschutz und Landschaftspflege/Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (Hrsg.): Rote Listen der gefährdeten Pflanzen und Tiere von Berlin*. CD-ROM.

SCHUBERT, H. & A. GRUPPE (1999): Netzflügler der Kronenregion - Bemerkenswerte Funde und Habitatspräferenzen (Neuropteroidea). – *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen*, **48**(3/4): 91–96.

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

SZENTKIRÁLYI, F. (2001): Lacewings in vegetables, forests, and other crops. – In: McEWEN, P. K.; NEW, T. R. & A. E. WHITTINGTON (Hrsg.): *Lacewings in the crop environment*: 239–291.

WACHMANN, E. & C. SAURE (1997): *Netzflügler, Schlamm- und Kamelhalsfliegen. Beobachtung und Lebensweise*. 160 S.; Augsburg (Naturbuch-Verlag).

WETTERKONTOR GMBH (2017a): *Wetterrückblick Leipzig (Station Leipzig Flughafen*

Schkeuditz): Jahres-/Monatswerte von 2002 und 2016. <http://www.wetterkontor.de/de/wetter/deutschland/monatswerte-station.asp> (15.08.2017).

WETTERKONTOR GMBH (2017b): *Wetterrückblick Leipzig (Station Leipzig Flughafen Schkeuditz): Wettercharakteristika 2002*. <http://www.wetterkontor.de/de/wetter/deutschland/rueckblick.asp?id=163&datum=14.08.2002&t=8> (15.08.2017).

WETTERKONTOR GMBH (2017c): *Wetterrückblick Leipzig (Station Leipzig Flughafen Schkeuditz): Wettercharakteristika 2016*. <http://www.wetterkontor.de/de/wetter/deutschland/rueckblick.asp?id=163&datum=14.08.2016&t=8> (15.08.2017).

WIEDEMANN, M. (2002): *Leipziger Auwald - Informationen über Geschichte, Ausdehnung, Boden und Klima des Waldes*. <https://max-wiedemann.de/> (02.09.2017).

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., Einwich-Kröner Sophia, Wolf Ronny, Bernhard Detlef

Artikel/Article: [Untersuchungen zur Diversität der Neuropterida im Kronenraum des Leipziger Auwaldes 119-132](#)