

Vertikalzonierung flugaktiver Empidoidea (Diptera: Empididae, Hybotidae, Dolichopodidae) in Waldökosystemen

Martina Raabe, Ulrich Irmeler und Hans Meyer

Summary

Vertical distribution of flying Empidoidea (Diptera: Empididae, Hybotidae, Dolichopodidae) in forest ecosystems.

The vertical distribution of Diptera (Empidoidea) in forest ecosystems was investigated from April 29 to October 14, 1992 in three forests (Schleswig-Holstein, North-Germany) of the morain area near Bornhöved at Lake Belau (beech and alder forest) and of the 'Geest' in the Segeberger Forst (oak forest). The flying Diptera were registered by means of window traps (totally 20), which were exposed in the low stratum, the stem region, and the canopy with 2 traps each.

Totally 3176 individuals of Empidoidea with 89 species were recorded. The 1687 Empididae consist of 33 species, the 752 Dolichopodidae had 42 species, and the 737 Hybotidae 14 species. The alder forest showed highest species richness with 26 species (79 %) of Empididae and 38 species (90 %) of Dolichopodidae. The Hybotidae preferred the oak forest with 86 % of all species.

A decrease of Empididae species richness and flying activity was observed for the beech and the alder forest from the forest floor to the canopy. Only in the oak forest species richness and flying activity decreased from the forest floor to the stem region but then increased to the canopy. Dolichopodidae generally showed a decrease from the forest floor to the canopy in the three forests.

Only few species preferred the canopy region. These are the Empididae *Ramphomyia erythrophthalma*, *R. hirsutipes*, *Empis planetica*, the Dolichopodidae *Medetera jacula* and the Hybotidae *Platypalpus australominutus*. The species generally preferring the canopy more frequently used the stem region and the forest floor in the alder forest. In contrary, the species of the forest floor occurred in higher abundances in the stem region or canopy in the oak forest. A higher part of species recorded from all the three forests (18 species) was found in the canopy of oak forest (12 species) than in the canopy of the alder forest (5 species). The different use of the strata in the three forests can be explained by the differing prey resources.

A different use of the strata by invading species from adjacent biotops was not observed or only in a small amount. A slight increase of euryoecious species with increasing height was found in the beech forest and the alder forest. Richness of species preferring lake shores or forests generally decreased with increasing height.

Einleitung

Die räumliche Verteilung von Tieren stellt eine Funktion der im Lebensraum vorhandenen Habitatstrukturen und -qualitäten dar. Dabei besteht eine enge Wechselwirkung zwischen der Struktur der Vegetation und der Fauna. Am ausgeprägtesten sind vertikale Strukturen im Ökosystem Wald mit den Horizonten Boden, Kraut-, Strauch- und Baumschicht, die sich auch in der Stratifikation von Tiergemeinschaften widerspiegeln (OVERGAARD NIELSEN 1987). Insbesondere flugaktive Tiere mit bodenlebenden Larven, wie die Empidoidea, machen ausgeprägte vertikale und horizontale Straten- und Biotopwechsel durch (DELETTRE et al. 1992). Trotz der allen Wäldern gemeinsamen Gliederung der Horizonte bestehen aber Unterschiede aufgrund edaphischer Bedingungen und forstwirtschaftlicher Eingriffe, die sich auch auf die Vegetation und ihre vertikalen Strukturen auswirken. In einem waldarmen Land wie Schleswig-Holstein, ist ein großer Teil der Wälder von geringer Ausdehnung, so daß zahlreiche Tierarten aus den angrenzenden Ökosystemen die Tiergemeinschaften der Wälder beeinflussen. Daher bestimmen Größe der Wälder und Qualität der angrenzenden Ökosysteme auch die Vertikalzonierung der Tiergemeinschaften mit.

Es ergeben sich daraus folgende Fragestellungen:

- Wie sind die Arten in Waldökosystemen vertikal verteilt?
- Gibt es Unterschiede zwischen den verschiedenen Wäldern?
- Welchen Einfluß hat die Waldgröße auf die Vertikalzonierung der Tiere?

Untersuchungsgebiete und Methoden

Für die Untersuchung wurden drei Wälder ausgewählt, die sich hinsichtlich ihres Vegetationsaufbaus, ihrer Naturnähe und Größe unterschieden. Im Raum Bornhöved, am Westufer des Belauer Sees ca. 30 km südlich von Kiel (Abb.1), wurden ein forstlich genutzter Buchenwald und ein nicht genutzter Erlenwald untersucht. Naturräumlich gesehen gehört dieses Gebiet zum Ostholsteinischen Hügelland.

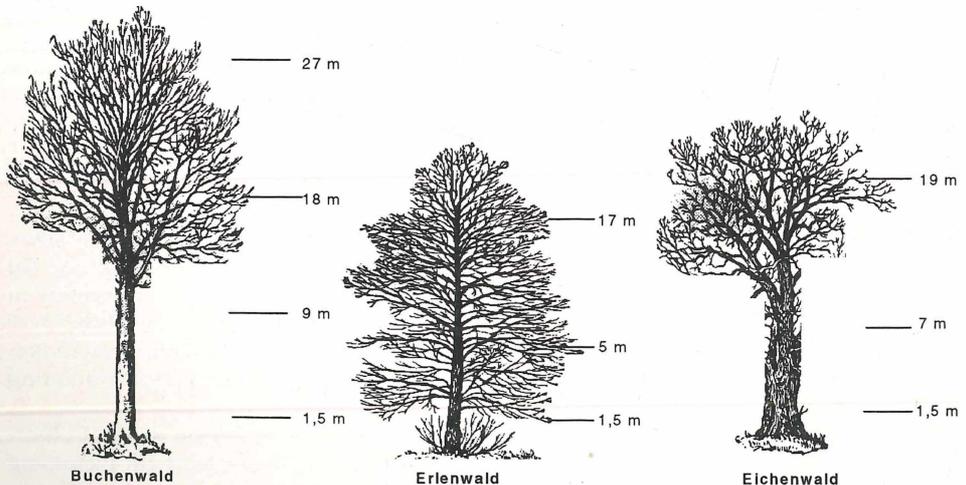


Abb. 1: Verteilung der Fensterfallen in den drei untersuchten Wäldern.

Der relativ kleinflächige Buchenwald besitzt einen 93jährigen Buchenbestand und grenzt an mehreren Seiten an agrarisch genutzte Flächen. Die letzte Durchforstung fand 1986 statt. Seitdem konnte sich keine nennenswerte Strauchschicht ausbilden. In der Krautschicht dominieren *Milium effusum* (Flattergras), *Oxalis acetosella* (Sauerklee) und *Stellaria holostea* (Große Sternmiere). Der Boden ist ein lehmig-sandiger Geschiebesand der als mittelbasische Braunerde ausgeprägt ist.

Im Erlenwald tritt in der Baumschicht neben der dominanten Art *Alnus glutinosa* (Schwarzzerle) vereinzelt auch *Prunus padus* (Traubenkirsche) auf. Charakteristische Arten der Krautschicht sind *Carex acutiformis* (Sumpf-Segge), *Phragmites australis* (Schilfrohr), *Juncus effusus* (Flatter-Binse) und *Dryopteris carthusiana* (Dorniger Wurmfarne). Der Boden des Erlenbruchwaldes ist als Nieder- und Übergangsmoor zu bezeichnen.

Der zweite Untersuchungsraum liegt ca. 10 km nord-westlich von Bad Segeberg im Segeberger Staatsforst. Dieses Gebiet, in dem ein Eichenwald untersucht wurde, gehört zum Naturraum der Holsteinischen Geest. Der lichte, ca. 60 Jahre alte Eichenwald besteht neben der Stieleiche (*Quercus robur*) auch aus *Sorbus aucuparia* (Vogelbeere) und *Rhamnus frangula* (Faulbaum). Charakterart der Zwergsträucher ist *Vaccinium myrtillus* (Heidelbeere). In der Krautschicht dominieren *Deschampsia flexuosa* (Geschlängelte-Schmiele), *Oxalis acetosella* (Sauerklee), *Trientalis europaea* (Siebenstern) und *Galium harycynicum* (Sand-Labkraut). Auf diesem Geest-Standort hat sich ein Podsol ausgebildet, der durch niedrigen pH-Wert und ein niedriges Nährstoffangebot geprägt ist.

Die Untersuchungen fanden in der Zeit vom 26.4. – 14.10.1992 statt. Die Probenahmen erfolgten im 14tägigen Rhythmus. Als Tiergruppen wurden die Dipterenfamilien der Empidoidea mit den Empididae, Hybotidae und Dolichopodidae, ausgewählt, da sie durch hohe Mobilität ausgezeichnet sind und in ausreichender Individuenzahl vorkommen.

Zur Erfassung der flugaktiven Diptera wurden in den untersuchten Gebieten Fensterfallen eingesetzt, die sich gut zur Erfassung von Flugaktivitätsdichten (FÜRST & DUELLI 1988) eignen. Sie wurden in Höhen bis zu 27 Metern angebracht und in ihrer Grundkonstruktion nach dem Modell von KÜHN (vgl. MÜHLENBERG 1993) gebaut, aber wegen der erwarteten hohen Windbeanspruchung stabiler konstruiert. Die Fensterfallen bestanden aus einer 50 x 50 cm großen und 0,5 cm dicken UV-durchlässigen Plexiglasscheibe, die in einen festen Rahmen eingespannt war. Der Rahmen war je nach Untersuchungshöhe an zwei Metallstangen, die im Boden verankert wurden, oder mit Hilfe von Schellen direkt an den Metallstangen der Meßtürme befestigt. Am unteren Rand der Scheibe waren beiderseits Auffangrinnen angebracht, die mit 4%-igem Formalin als Fang- und Konservierungsflüssigkeit gefüllt waren. Als Spannungsmittel wurde Agepon zugesetzt. Im Erlenwald wurde wegen der negativen Auswirkung der Formoldämpfe auf parallellaufende Mikroklimamessungen Monoethylenglykol eingesetzt.

Zur Untersuchung der Vertikalzonierung wurden in den drei Waldbiotoptypen an Meßtürmen insgesamt 20 Fensterfallen in drei Stratenbereichen (bodennaher Bereich, Stamm- und Kronenbereich) installiert. Jeder Höhenstufe wurde mit 2 gleich ausgerichteten Parallelfallen beprobt. Im bodennahen Bereich waren die Fallen in einer Höhe von 1,5 Metern über dem Erdboden angebracht. Im Buchenwald waren aufgrund des großen Stammbereiches in 9 m und 18 m Höhe Fallen vorhanden, die aber für die Auswertung zu einer Probe zusammengefaßt wurden.

Die Lufttemperaturen lagen von Januar bis Oktober des Untersuchungsjahres etwa 1°C über dem vergleichbaren Wert des langjährigen Mittels (LM: 1961-1990). Insgesamt war das Untersuchungsjahr 1992 durch relativ milde Wintermonate (Januar bis März) gekennzeichnet, mit Temperaturen von 2-3°C über dem L.M.. Die Gesamtniederschlagsmenge im Zeitraum Januar bis Oktober 1992 der beiden Untersuchungsgebiete lag entsprechend der höheren Temperaturwerte deutlich unter der Niederschlagssumme des langjährigen

Mittels des gleichen Zeitraumes. Nach einem niederschlagsarmen Januar setzte ein extrem regenreiches Frühjahr ein. Dieser sehr feuchten Periode schlossen sich im Raum Bornhöved trockene Sommermonate (Mai bis September) an, während im Segeberger Forst die Niederschlagswerte im Mai und August etwas über dem langjährigen Mittel lagen.

Mit den Fensterfallen wird die Flugaktivitätsdichte gemessen, die im folgenden auf 1 m² Fensterfallenfläche für den Untersuchungszeitraum berechnet wurde. Für die Determination wurde folgende Literatur verwendet: CHVÁLA (1975, 1983, 1989, 1994), COLLIN (1961), NEGROBOV & STACKELBERG (1971-1979), PARENT (1938), STACKELBERG (1930-1940). Die Nomenklatur erfolgte nach CHVÁLA & KOVALEV (1989), CHVÁLA & WAGNER (1989) (Empididae und Hybotidae), CHVÁLA (1994) (*Empis*) sowie NEGROBOV 1994 (Dolichopodidae).

Ergebnisse

Artenzusammensetzung und saisonale Verteilung

Insgesamt wurden 1687 Empididae mit 33 Arten, 752 Dolichopodidae mit 42 Arten und 737 Hybotidae mit 14 Arten erfaßt. Die Empididae hatten mit 53% demnach den größten Anteil am Gesamtindividuenbestand, während die Dolichopodidae mit 47% die artenreichste Gruppe bildeten. Die höchste Artenanzahl der Empidoidea wurde im Erlenwald erreicht. Hier konnten fast doppelt so viele Arten wie an den beiden anderen Standorten festgestellt werden. Der Buchenwald und der Eichenwald wiesen in etwa die gleiche Artenanzahl auf. Von den Empididae traten 72% im Erlenwald auf, wogegen nur 23% im Eichen- und 4% im Buchenwald vorkamen. Der Eichenwald besaß eine größere Individuendichte aber geringere Artenzahlen als der Buchenwald. Während die hohe Individuenzahl im Eichenwald hauptsächlich durch die Art *Rhamphomyia erythrophthalma* mit fast 65% der dortigen Gesamtaktivitätsdichte zustande kam, war im Buchen- und Erlenwald *Empis aestiva* am häufigsten. Die im Vergleich relativ hohe Artenanzahl im Buchenwald, verbunden mit einer sehr geringen Aktivitätsdichte ist vermutlich durch den Einflug vieler Arten aus dem Erlenwald und den angrenzenden Agrarflächen zurückzuführen.

Von den Dolichopodidae kamen 71% der Individuen im Erlenwald, 22% im Eichenwald und nur 7% im Buchenwald vor. Noch deutlicher wird die Bevorzugung der Dolichopodidae für den nassen Erlenwald, wenn man die Artenzahl betrachtet. 90% der erfaßten Dolichopodidae Arten stammen aus dem Erlenwald. Im Buchenwald trat als einzige Art *Medetera apicalis* mit einer Aktivitätsdominanz von 31,4% hervor. Im Erlenwald bestimmten *Dolichopus unguulatus* und *Hercostomus metallicus* die Flugaktivität. Höchste Dominanzen erreichten im Eichenwald zwei Vertreter der Gattung *Medetera*, *Medetera apicalis* und *Medetera nitida*.

Anders als die Empididae und Dolichopodidae bevorzugten die Hybotidae den Eichenwald mit 68% der Gesamtaktivitätsdichte, gegenüber 16% im Buchen- und Erlenwald. Der geringe Anteil der Hybotidae von nur 16% am Gesamtarteninventar liegt offensichtlich in der Präferenz zahlreicher Arten für trockenere Biotope, die hier nur durch den Eichenwald repräsentiert werden. Dennoch ließen sich 6 Arten als hygrophil einstufen und nur 4 Arten als eher xerophil. Im Buchenwald waren *Oedalea stigmatella* mit über 52%, im Erlenwald *Tachypeza nubila* und *Tachydromia aemula* und im Eichenwald *Oedalea zetterstedti* die häufigsten Arten.

Tab. 1: Flugaktivitätsdichte (Ind./m² im Untersuchungszeitraum) der Empididae (*subzedent).

Arten	Buche	Erl	Eiche	Gesamt	Dominanz
<i>Empis aestiva</i>	24,5	672,6	6,6	703,7	eudominant
<i>Empis chiroptera</i>	1,5	1,3	4,0	6,8	*
<i>Empis livida</i>	0,5	1,3	-	1,8	*
<i>Empis nuntia</i>	0,5	5,3	-	5,8	*
<i>Empis opaca</i>	-	0,6	-	0,6	*
<i>Empis planetica</i>	2,0	1,3	-	3,3	*
<i>Empis tessellata</i>	-	6,0	-	6,0	*
<i>Empis woodi</i>	1,0	-	-	1,0	*
<i>Hilara chorica</i>	-	0,6	-	0,6	*
<i>Hilara discoidales</i>	-	4,6	-	4,6	*
<i>Hilara fuscipes</i>	0,5	3,3	-	3,8	*
<i>Hilara intermedia</i>	-	13,3	1,3	14,6	rezedent
<i>Hilara interstincta</i>	0,5	7,3	-	7,8	*
<i>Hilara litorea</i>	-	-	7,3	7,3	*
<i>Hilara maura</i>	-	6,6	-	6,6	*
<i>Hilara monedula</i>	-	8,0	-	8,0	*
<i>Hilara nigrina</i>	-	1,9	-	1,9	*
<i>Hilara obscura</i>	-	2,6	-	2,6	*
<i>Hilara setosa</i>	-	3,3	-	3,3	*
<i>Rhamphomyia albohirta</i>	-	0,6	-	0,6	*
<i>Rhamphomyia anomalipennis</i>	-	-	3,3	3,3	*
<i>Rhamphomyia crassirostris</i>	2,0	12,0	-	14,0	rezedent
<i>Rhamphomyia pilifer</i>	1,0	-	-	1,0	*
<i>Rhamphomyia erythropterna</i>	2,5	9,3	168,0	179,8	eudominant
<i>Rhamphomyia gibba</i>	-	2,6	30,6	33,2	subdominant
<i>Rhamphomyia hirsutipes</i>	-	-	36,0	36,0	subdominant
<i>Rhamphomyia longipes</i>	2,0	10,6	-	12,6	rezedent
<i>Rhamphomyia subcinerascens</i>	2,5	-	-	2,5	*
<i>Rhamphomyia sulcata</i>	3,5	14,0	1,3	18,8	rezedent
<i>Rhamphomyia sulcatella</i>	2,0	4,0	-	6,0	*
<i>Rhamphomyia sulcatina</i>	1,0	-	-	1,0	*
<i>Rhamphomyia tarsata</i>	1,0	6,0	0,6	7,6	*
<i>Rhamphomyia tibiella</i>	-	0,6	-	0,6	*
Individuenzahl gesamt	48,5	800,6	259,3	1108,4	
Artenzahl	17	26	10	33	

Tab. 2: Flugaktivitätsdichte (Ind./m² im Untersuchungszeitraum) der Dolichopodidae (*subrezent).

Arten	Buche	Erle	Eiche	Gesamt	Dominanz
<i>Argyra argyria</i>	-	1,3	-	1,3	*
<i>Argyra diaphana</i>	-	5,3	-	5,3	rezedent
<i>Argyra elongata</i>	-	1,3	-	1,3	*
<i>Argyra leucocephala</i>	-	0,6	-	0,6	*
<i>Campsicnemus curvipes</i>	-	1,3	-	1,3	*
<i>Campsicnemus pumilio</i>	-	0,6	-	0,6	*
<i>Campsicnemus scambus</i>	-	5,9	-	5,9	rezedent
<i>Chrysotus gramineus</i>	3,5	10,6	10,6	24,7	dominant
<i>Dolichopus atripes</i>	-	0,6	-	0,6	*
<i>Dolichopus brevipennis</i>	-	0,6	2,6	3,2	*
<i>Dolichopus campestris</i>	-	1,3	-	1,3	*
<i>Dolichopus claviger</i>	-	2,6	-	2,6	*
<i>Dolichopus linearis</i>	-	1,3	0,6	1,9	*
<i>Dolichopus longicornis</i>	4,0	32,0	2,0	38,0	dominant
<i>Dolichopus nigricornis</i>	-	2,0	-	2,0	*
<i>Dolichopus pennatus</i>	-	13,3	0,6	13,9	subdominant
<i>Dolichopus picipes</i>	-	2,0	-	2,0	*
<i>Dolichopus plumipes</i>	-	4,0	-	4,0	*
<i>Dolichopus popularis</i>	-	26,6	-	26,6	dominant
<i>Dolichopus simplex</i>	-	4,6	1,3	5,9	rezedent
<i>Dolichopus unguulatus</i>	0,5	78,6	-	79,1	eudominant
<i>Hercostomus aerosus</i>	0,5	0,6	0,6	1,7	*
<i>Hercostomus brevicornis</i>	-	4,0	4,6	8,6	rezedent
<i>Hercostomus celer</i>	-	2,6	0,6	3,2	*
<i>Hercostomus chalybeus</i>	-	12,6	-	12,6	subdominant
<i>Hercostomus cupreus</i>	-	4,0	-	14,0	subdominant
<i>Hercostomus germanus</i>	-	0,6	-	0,6	*
<i>Hercostomus metallicus</i>	0,5	85,3	-	85,8	eudominant
<i>Hercostomus vivax</i>	1,0	0,6	4,6	6,2	rezedent
<i>Hypophyllus obscurellus</i>	-	1,3	-	1,3	*
<i>Medetera apicalis</i>	11,0	3,3	27,3	41,6	dominant
<i>Medetera nitida</i>	-	-	35,3	35,3	dominant
<i>Medetera jacula</i>	4,5	8,6	5,3	18,4	subdominant
<i>Medetera spec. (1)</i>	1,0	-	-	1,0	*
<i>Medetera spec. (2)</i>	0,5	-	-	0,5	*
<i>Medetera spec. (3)</i>	-	-	3,3	3,3	*
<i>Rhaphium crassipes</i>	-	2,0	-	2,0	*
<i>Sciapus platypterus</i>	6,0	8,0	2,0	16,0	subdominant
<i>Sciapus wiedemanni</i>	1,0	4,6	3,3	8,9	rezedent
<i>Syntormon rufipes</i>	-	0,6	-	0,6	*
<i>Systemus bipartitus</i>	0,5	0,6	-	1,1	*
<i>Systemus pallipes</i>	-	1,4	0,2	2,4	*
Individuenzahl gesamt	35,0	348,0	106,6	489,6	
Artenzahl	14	38	17	42	

Die hauptsächliche Flugaktivität der Empidoidea lag in der Zeit von Mitte Mai bis Ende Juli mit einem Maximum vom 10.6. - 8.7.. Für diese Periode wurde die maximale Flugaktivität einiger Arten der Unterfamilie der Empidinae ermittelt, zu denen die Gattungen *Empis*, *Rhamphomyia* und *Hilara* zählen. Danach zeichnete sich eine deutliche Ab-

nahme der Individuenzahlen ab. Einzige Ausnahme bildete der Eichenwald, der gegen Ende des Besammlungszeitraumes nochmals einen Anstieg der Aktivitätsdichte aufwies. Dies erklärt sich durch das hohe Auftreten von zwei typischen Herbstarten der Familie der Empididae, *Rhamphomyia erythrophthalma* und *Rhamphomyia hirsutipes*, die gemeinsam schwärmen. Bei *R. hirsutipes* handelt es sich dabei nach COLLIN (1961) möglicherweise um eine mutante Form, die an einigen Orten zusammen mit der Hauptform (*Rhamphomyia erythrophthalma*) auftritt (EMEIS 1970). Die außergewöhnlich hohe Aktivitätsdichte im Erlenwald während der Zeit vom 10.6. – 8.7. war vor allem auf *Empis aestiva*, eine häufige Sommerart, zurückzuführen.

Tab. 3: Flugaktivitätsdichte (Ind./m² im Untersuchungszeitraum) der Hybotidae (* subrezedent).

Arten	Buche	Erle	Eiche	Gesamt	Dominanz
<i>Drapetis parilis</i>	-	-	0,6	0,6	*
<i>Hybos culiciformes</i>	9,5	0,6	3,3	13,4	suddominant
<i>Oedalea flavipes</i>	7,5	3,3	22,6	33,4	dominant
<i>Oedalea stigmatella</i>	39,0	-	31,3	70,3	eudominant
<i>Oedalea zetterstedti</i>	8,0	8,6	238,0	254,6	eudominant
<i>Platypalpus agilis</i>	-	-	0,2	0,6	*
<i>Platypalpus australominutus</i>	1,0	0,6	0,6	2,2	*
<i>Platypalpus candicans</i>	-	5,3	-	5,3	rezedent
<i>Platypalpus ciliaris</i>	-	0,6	0,6	1,2	*
<i>Platypalpus longiseta</i>	1,0	4,6	-	5,6	rezedent
<i>Platypalpus minutus</i>	0,5	5,3	0,6	6,4	rezedent
<i>Tachydromia aemula</i>	-	20,0	2,0	22,0	subdominant
<i>Tachydromia annulimana</i>	1,0	5,3	4,6	10,9	rezedent
<i>Tachypeza nubila</i>	7,0	22,0	10,0	39,0	dominant
Individuenzahl gesamt	74,5	76,6	315,3	466,4	
Artenzahl	9	11	12	14	

Vertikalzonierung der Artenanzahlen und der Gesamtaktivitätsdichte

Die Artenanzahlen der Empidoidea nahm mit zunehmender Höhe deutlich ab, wobei die Abnahme im Erlenwald am stärksten ausgeprägt war. Die einzelnen Familien zeigten jedoch erkennbare Unterschiede in der Vertikalzonierung. Die Empididae waren z.B. im Eichenwald über den ganzen Vertikalgradienten relativ gleichmäßig verteilt, während die Dolichopodidae im Erlenwald die größten Unterschiede zwischen bodenahem Bereich und Kronenregion aufwiesen. Insgesamt waren von den 33 Arten der Empididae 39 % in allen Höhenstufen und nur 18 % in einem Stratum nachzuweisen. Bei den Hybotidae nutzten 28 % der Arten alle Horizonte und 43% nur ein Stratum. Die Höhenpräferenzen waren bei den Dolichopodidae am stärksten ausgeprägt. Ungefähr 14 % der Dolichopodidae-Arten wurden in allen Höhenstufen, aber 69 % nur in einer Höhenstufe gefunden.

Auch die Flugaktivitätsdichte aller Empidoidea war in Bodennähe am höchsten. Allerdings war die Vertikalstruktur der Flugaktivitätsdichte im Eichenwald anderes als im Buchen- und Erlenwald. Im Eichenwald kam die hohe Flugaktivitätsdichte in Bodennähe fast ausschließlich durch die Hybotidae zustande, während dort die Empididae in der Kronenregion die höchsten Flugaktivitätsdichten erreichten. Diese hohe Aktivitäts-

dichte ist auf das dominante Auftreten von *Rhamphomyia erythrophthalma* im Eichenwald zurückzuführen, die allein 49% der Individuen aller Standorte im Kronenbereich ausmachte.

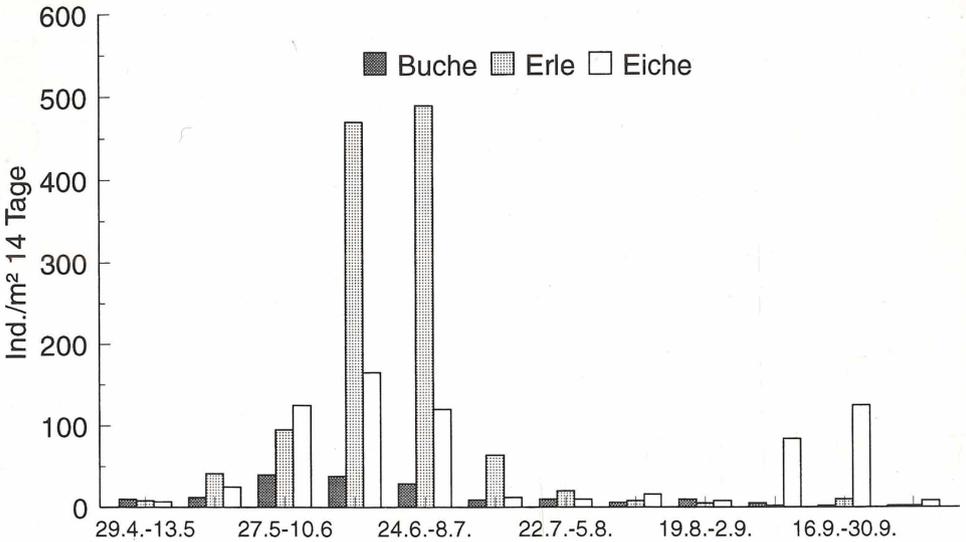


Abb. 2: Jahresdynamik der Flugaktivität der Empidoidea in den drei untersuchten Wäldern.

Von den 89 Arten der Empidoidea, die sich auf die Höhenpräferenz untersuchen ließen, wurde keine Art ausschließlich in der Stamm- oder Kronenregion gefunden. Dagegen wurden 31 Arten nur in den Fensterfallen in Bodennähe erfaßt. Besonders ausgeprägt war die Präferenz des bodennahen Horizontes bei den Dolichopodidae, von denen über 50 % der Arten nur in diesem Stratum nachgewiesen wurden, während dies bei den Empididae nur 15 % waren.

Zu den wenigen Arten mit einer Präferenz für die oberen Strata des Waldes zählen die Empididae *Ramphomyia erythrophthalma*, *R. hirsutipes*, *Empis planetica*, die Dolichopodidae *Medetera jacula* und die Hybotidae *Platypalpus australominutus*. Von diesen Arten waren *Platypalpus australominutus* und *Empis planetica* so selten, daß die Höhenpräferenz nicht als gesichert angesehen werden kann. Drei weitere Arten, *Rhamphomyia subcinerascens*, *R. sulcata* und *Hybos culiciformis*, kamen noch im gesamten Höhengradienten des Waldes relativ gleichmäßig vor. Die übrigen Arten sind entweder ausschließlich oder hauptsächlich im bodennahen Horizont zu finden.

Die verschiedenen Arten nutzen jedoch die Waldstrata in den drei untersuchten Wäldern nicht gleichmäßig. Vielmehr scheint vom Erlenwald über den Buchenwald zum Eichenwald die Nutzung des oberen Stratum zuzunehmen. Dies ist sowohl bei Arten mit Präferenz der oberen als auch der unteren Strata zu sehen (Abb. 4). Die Empididae *Rhamphomyia erythrophthalma* und die Dolichopodidae *Medetera jacula* kommen im Erlenwald relativ gleichmäßig verteilt über alle Strata vor, präferieren aber im Eichenwald deutlich die Kronenregion. Selbst Arten mit fast ausschließlicher Nutzung des bodennahen Stratum wie *Tachypeza nubila*, die im Buchenwald mit 100 % und im Erlenwald mit 97 % der Individuen in der bodennahen Region vorkam, war im Eichenwald mit 30 % der Individuen noch in der Stammregion zu finden (Abb. 5).

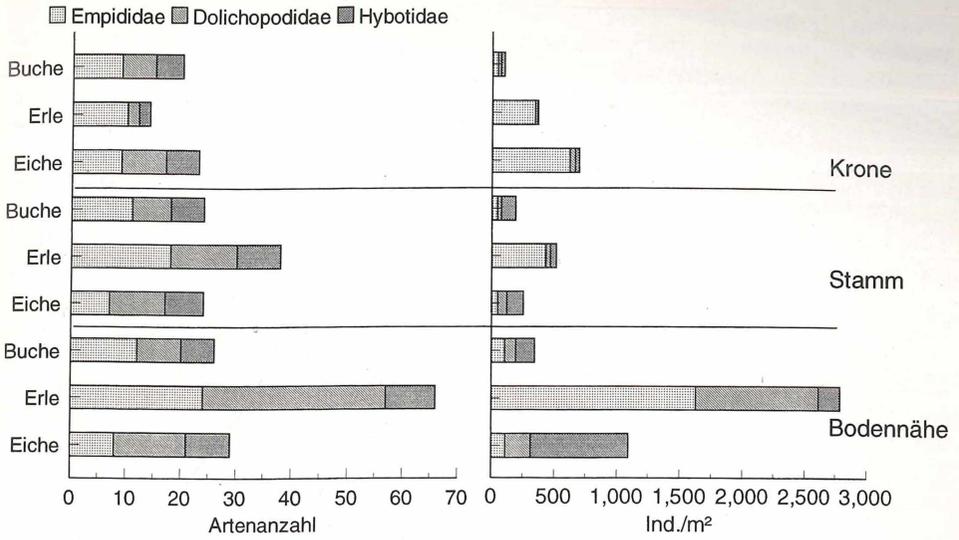


Abb. 3: Vertikale Verteilung der Artenanzahl (links) und der Flugaktivitätsdichte (rechts) für den Untersuchungszeitraum in den drei Wäldern.

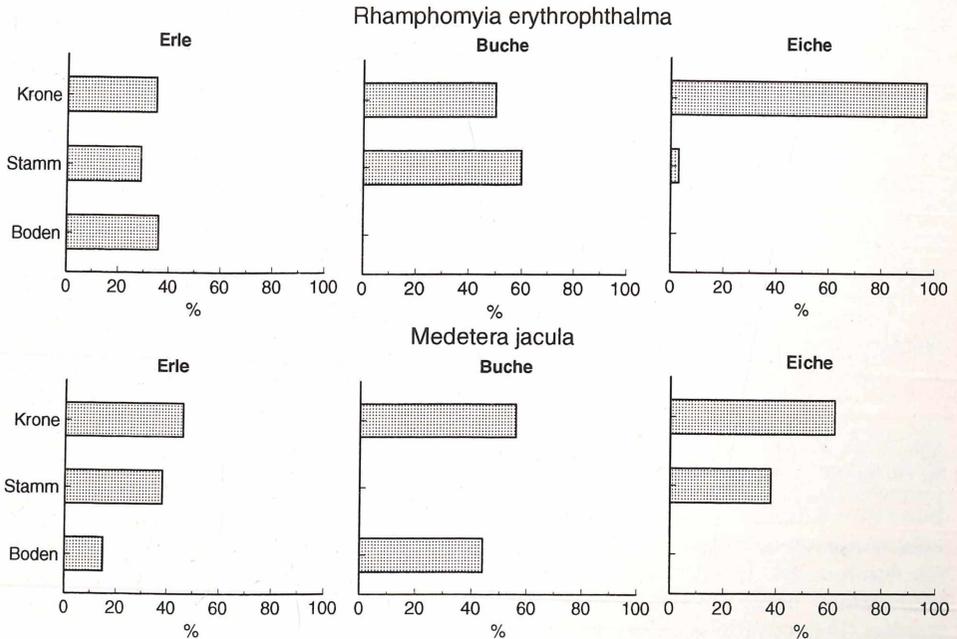


Abb. 4: Vertikale Verteilung in den drei untersuchten Wäldern von *Rhamphomyia erythrophthalma* und *Medetera jacula* mit Präferenz für den Kronenraum.

Von den 18 Arten, die keine Präferenz für die Kronenregion zeigen, aber in allen drei Wäldern gemeinsam vorkommen, sind im Erlen- und Buchenwald 5 Arten, im Eichenwald dagegen 10 Arten über den ganzen Höhengradienten verteilt (Tab. 4). Im Erlenwald waren von diesen 18 Arten nur 5 in der Kronenregion vertreten, im Buchenwald 9 und im Eichenwald 12. Im Stammbereich war diese Unterschied zwischen den Wäldern kaum noch zu erkennen. Während im Buchen- und Eichenwald 10 der 18 Arten auch die Stammregion nutzten, waren es im Erlenwald mit 14 Arten nur wenig mehr. Vier Arten nutzen im Eichenwald deutlich mehr Straten als im Buchen- und Erlenwald. *Empis chiroptera* kommt im Erlenwald nur im bodennahen Horizont, im Buchenwald im bodennahen und Stamm-Horizont, im Eichenwald zusätzlich noch im Kronenraum vor. Die Hybotidae *Oedalea flavipes* und *O. zetterstedti* sowie die Dolichopodidae *Sciapus wiedemanni* treten im Erlen- und Buchenwald nur in der Boden- und Stammregion, im Eichenwald aber auch in der Kronenregion auf. Dagegen konnte keine Art gefunden werden, die eindeutig im Erlenwald einen größeren vertikalen Raum nutzt als im Eichenwald. Arten, die in mehr Straten des Erlenwaldes als des Eichenwaldes vorkamen, waren im Eichenwald mit so wenigen Individuen vertreten, daß die Ableitung der Stratenpräferenz nicht möglich war.

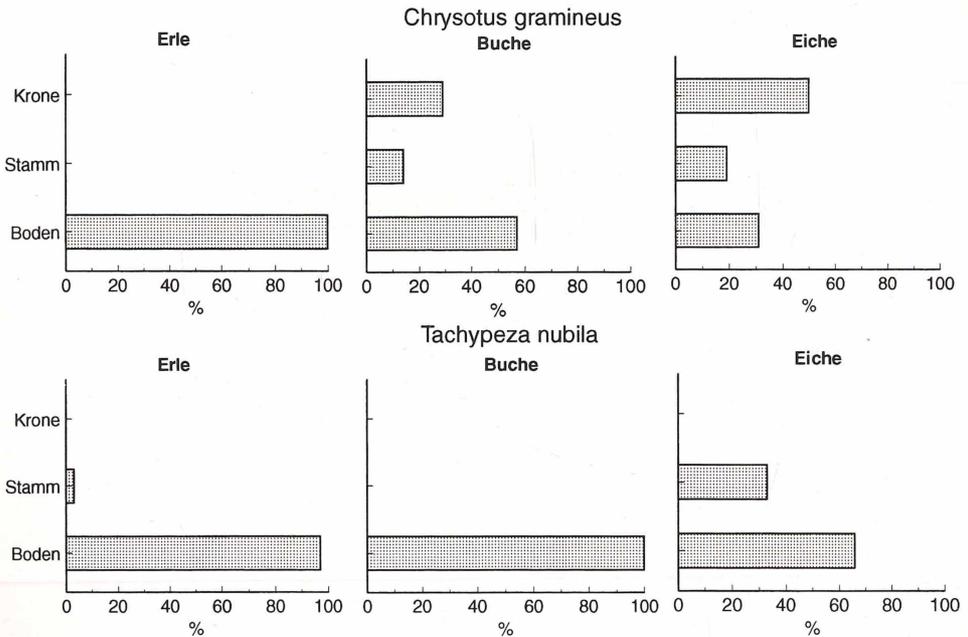


Abb. 5: Vertikale Verteilung in den drei Wäldern von *Chrysotus gramineus* ohne deutliche Präferenz für ein Stratum und *Tachypeza nubila* mit Präferenz für die bodennahe Region.

Es wurde zunächst angenommen, daß Arten mit geringer Feuchtepräferenz die höheren Straten des Waldes besser nutzen können und daher ihr Dominanzanteil im Kronenraum höher sei als im Bodenhorizont. Dies konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. Die xerophilen Arten nahmen mit ca. 22% im Bodenbereich einen höheren Dominanzanteil als im Kronenraum mit 6% ein. Dagegen läßt die Verteilung der Biotoppräferenztypen einen Zusammenhang mit der Vertikalverteilung vermuten (Abb. 6). Insgesamt besaßen die silvicolen Arten in dem großen Waldareal des Segeberger

Forstes einen höheren Anteil als im kleinflächigen Bornhöveder Gebiet. Hier traten mehr *praticole* und *ripicole* Arten auf als dort. Der Dominanzanteil der *silvicolen* Arten nimmt zusätzlich mit zunehmender Höhe ab. Dafür konnte mit zunehmender Höhe ein steigender Anteil *euryöker* oder *praticoler* Arten festgestellt werden. Im Eichenwald stieg der Anteil *euryöker* Arten von 17 % im Bodenhorizont auf 23 % in der Kronenregion, im Buchenwald von 19 % auf 28 % und im Erlenwald waren die Anteile in beiden Horizonten gleich. Besonders im Buchenwald fällt der hohe Anteil *praticoler* Arten auf, da dieses Gebiet unmittelbar an ein größeres Grünland grenzt. Dagegen scheinen die *ripicolen* Arten die unteren Horizonte des Erlenwaldes zu bevorzugen, da sie dort zur Kronenregion hin abnehmen und in den übrigen Wäldern nur sehr vereinzelt auftraten.

Tab. 4: Flugaktivitätsdichten (Ind./m² im Untersuchungszeitraum) in den unterschiedenen Waldstraten von 18 in allen drei Wäldern vorkommenden Arten (Bod: Boden-, Sta: Stamm-, Kro: Kronenregion).

	Erle			Buche			Eiche		
	Bod.	Sta.	Kro.	Bod.	Sta.	Kro.	Bod.	Sta.	Kro.
<i>Empis aestiva</i>	1390	340	288	70	14	14	10	6	4
<i>Empis chiroptera</i>	4	.	.	4	2	.	2	4	6
<i>Rhamphomyia sulcata</i>	14	4	2	4	4	6	2	.	2
<i>Rhamphomyia tarsata</i>	10	8	.	2	.	2	2	.	.
<i>Chrysotus gramineus</i>	32	.	.	8	2	4	10	6	16
<i>Dolichopus longicornis</i>	90	6	.	14	.	2	6	.	.
<i>Hercostomus vivax</i>	.	2	.	4	.	.	10	2	2
<i>Medetera apicalis</i>	8	2	.	24	20	.	50	28	4
<i>Sciapus platypterus</i>	12	4	8	24	.	.	6	.	.
<i>Sciapus wiedemanni</i>	12	2	.	2	2	.	2	6	2
<i>Systemus pallipes</i>	.	2	.	.	2	.	4	.	.
<i>Hybos culiciformes</i>	.	2	.	16	6	16	4	.	6
<i>Oedalea flavipes</i>	2	8	.	16	14	.	40	24	4
<i>Oedalea zetterstedti</i>	6	20	.	18	14	.	654	46	14
<i>Platypalpus australominutus</i>	.	2	.	.	.	2	.	.	2
<i>Platypalpus minutus</i>	12	.	4	.	.	4	.	.	2
<i>Tachydromia annulimana</i>	12	.	4	.	2	2	.	14	.
<i>Tachypeza nubila</i>	64	2	.	28	.	.	20	10	.

Diskussion

Die vorliegende Untersuchung der Empidoidea zeigt starke Unterschiede in Artenzahl und Aktivitätsdichte zwischen den drei Standorten. Die höchste Artenzahl mit 75 von 89 insgesamt erfaßten Arten sowie die höchste Flugaktivitätsdichte (60% der Gesamtaktivitätsdichte), wurden im Erlenwald ermittelt. Die Gesamtartenzahl im Buchenwald und im Eichenwald war mit 40 bzw. 39 Arten wesentlich geringer. Ebenso war die gemessene Aktivitätsdichte der beiden Standorte im Vergleich zum Erlenwald deutlich niedriger. So entfielen auf den Eichenwald eine Aktivitätsdichte von 32% und auf den Buchenwald lediglich 8% der Gesamtaktivitätsdichte. Diese Unterschiede lassen sich in erster Linie auf die unterschiedlichen mikroklimatischen und edaphischen Bedingungen zurückführen. Der Erlenwald zeichnet sich durch eine ausgeprägte Strauch- und Krautschicht aus. Außerdem präferieren die meisten Arten der Dolichopodidae und Empididae feuchte

Lebensbedingungen (EMEIS 1970, MEYER & HEYDEMANN 1990). Auch der Eichenwald hat eine ausgeprägte Kraut- und Strauchschicht, ist aber ein relativ trockener Geeststandort. Entsprechend sind hier nur wenige, hauptsächlich xerophile Arten der Gattung *Oedalea* (Hybotidae) sowie acidophile *Rhamphomyia*-Arten (Empididae) zu finden. Der Buchenwald hat aufgrund der letzten Durchforstung keine nennenswerte Kraut- und Strauchschicht. Die geringe Flugaktivitätsdichte im Buchenwald von ca. 8% der Gesamtaktivitätsdichte wird vermutlich auch durch diese Strukturarmut der Vegetationsschichtung hervorgerufen.

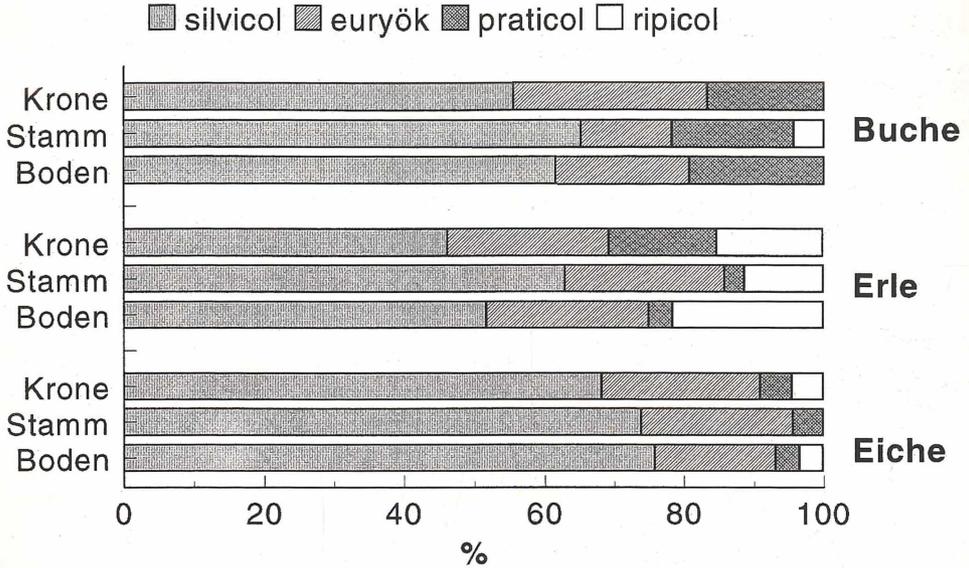


Abb. 6: Verteilung der Arten mit bestimmter Biotopräferenz entlang des Vertikalgradienten in den drei untersuchten Wäldern.

Vertikalwanderungen zwischen Boden und Kronenraum sind hauptsächlich von phytophagen Arten mit bodenlebenden Larven und phytophagen Adulten (OVERGAARD NIELSEN 1978, SCHAURMANN 1973) oder von Spinnen bekannt, die entlang der Stämme saisonale Vertikalwanderungen durchmachen (ALBERT 1982). Dagegen sind Untersuchungen zur Nutzung verschiedener Waldhorizonte durch flugaktive Insekten selten, und sie wurden zum Teil mit Lockfallen vorgenommen, die keine Aussagen über die Höhenpräferenzen zulassen (OVERGAARD NIELSEN 1987, SAURE & KIELHORN 1993).

Die Höhenverteilung der Empididae/Hybotidae unterschied sich deutlich von der der Dolichopodidae. Bei den Empididae war die Anzahl der Arten, die sich lediglich in einer Höhenstufe aufhielten, mit 18 % der Arten am geringsten. Dies ist auf den Biotopwechsel vieler Arten während der Paarungszeit zurückzuführen (DELETTRE et al 1992). Außerdem benötigen sie aufgrund ihres Schwarmflugverhaltens bei der Partnerfindung windgeschützte und optisch auffällige Biotopstrukturen. Im Gegensatz dazu zeigte die Familie der Dolichopodidae ein anderes vertikales Verteilungsmuster. Von insgesamt 42 Dolichopodidae-Arten war der Anteil der Arten in einer Höhenstufe mit 69%

(30 Arten) am größten. Dies liegt an dem fehlenden Schwarmflugverhalten der Dolichopodidae und ihrer raptorischen Laufaktivität in der bodennahen Vegetationsschicht, wo sie Jagd auf pollenverzehrende Insekten machen (CHVALA 1983). Daher halten sich die meisten Dolichopodidae bereits in einem Bereich von 0-10 cm über dem Boden auf (POLLET & GROOTAERT 1991).

Insgesamt war die Nutzung höherer Waldhorizonte relativ gering. Von den 89 erfaßten Arten der Empidoidea bevorzugten 73 % den bodennahen Bereich. Die Präferenzen für den Stamm- und Kronenbereich lagen mit jeweils nur 8% deutlich hinter dem Bodennbereich zurück. Für 11% konnte keine Präferenzhöhenstufe festgestellt werden. Bereits OVERGAARD NIELSEN (1987) hat eine geringe Dichte flugaktiver Dipteren im Kronenraum festgestellt und dies mit dem Windeinfluß besonders im offenen, windexponierten Stammbereich in Zusammenhang gebracht. Saisonale Änderungen in der Stratennutzung wurden auf die Windgeschwindigkeit im Stammbereich zurückgeführt. Mit zunehmendem Laubfall im Herbst verlagerte sich die Verteilung der Insekten vom sonst windgeschützten Kronenbereich zur bodennahen Region. Im Frühjahr war der umgekehrte Trend zu erkennen.

JOHNSON (1957) beschrieb einen annähernd linearen, negativen Gradienten zwischen dem log der Dichte und dem log der Höhe, wobei die Verteilung im Luftraum das Ergebnis eines kontinuierlichen Diffusionsprozesses mit ständigem Austausch der Individuen in beide Richtungen sein soll. Der Einfluß der Windverhältnisse auf das vertikale Verteilungsprofil von Insekten wurde auch von LEWIS (1966) hervorgehoben. Danach ist die Bewegung flugaktiver Insekten im Raum abhängig vom Flugverhalten und der Luftbewegung (LEWIS 1966). In der bodennahen Luftschicht ist die Windbewegung langsam genug, sodaß die Flugrichtung der Insekten nicht mehr beeinflußt wird (TAYLOR 1958). Dieser Bereich variiert je nach Flugvermögen der einzelnen Arten, der Windgeschwindigkeit und der Fähigkeit der Insekten, sich schnell wieder orientieren zu können.

Dieser Faktorenkomplex bewirkt daher wahrscheinlich, daß die angrenzenden Ökosysteme nur einen geringen Einfluß auf die Vertikalstruktur der Dipteren in den Wäldern ausüben. Ein Einflug aus angrenzenden Agrarbiotopen läßt sich besonders für den Buchenwald durch den hohen Anteil praticoler Arten nachweisen. Alle Höhenbereiche des Buchenwaldes werden aber relativ gleichmäßig von dieser Gruppe genutzt. Insgesamt scheinen die euryöken Arten höhere Luftschichten für ihre Verbreitungsflüge etwas häufiger zu nutzen als silvicole und ripicole Arten wie aus dem leichten Anstieg des Anteils euryöker Arten in den oberen Waldhorizonten hervorgeht. Nur im Erlenwald treten in der Kronenregion neben den euryöken auch praticole Arten mit einer erkennbaren Bevorzugung der Kronenregion auf.

Nach PENG et al. (1992) ist aber auch die Struktur der Vegetationsschichtung maßgebend für die vertikale Raumverteilung der Insekten. Die räumliche Verteilung von insgesamt 14 verschiedenen Diptera-Familien zeigte, daß sich die Mehrzahl der Familien, mit nur einer Ausnahme, bevorzugt in der Nähe des Baumes aufhielten. Die Vertikalzonierung der Familie der Empididae und Dolichopodidae ergab jedoch im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit, daß sich die meisten der Individuen im mittleren Höhenbereich aufhielten. Vertreter der Dolichopodidae waren zudem mit hohen Abundanzen im freien Luftraum, direkt am Stamm und auf den Blättern zu finden. Dies führen PENG et al. (1992) auf die prädatorische Lebensweise der Dolichopodidae zurück. PENG et al. (1992) messen aufgrund ihrer Ergebnisse einer reichstrukturierten Vegetation mit Sträuchern und Bäumen eine hohe Bedeutung für die Verteilung der Dipteren bei. KENNEDY & SOUTHWOOD (1984) finden allerdings bei ihren Untersuchungen zur Artenzahl baumbewohnender Insekten höchste Korrelationen zur Verbreitung und wesentlich geringere zur Höhe der Wirtsbäume.

Einige Phänomene der Vertikalverteilung der untersuchten Empidoidea lassen sich jedoch nicht mit dem Windeinfluß und der Vegetationsstruktur in Verbindung bringen. Die unterschiedliche Nutzung der Waldhorizonte im Erlen- und Eichenwald durch dieselben Arten läßt sich weder allein durch unterschiedliche Windverhältnisse noch durch eine unterschiedliche Vegetationsstruktur erklären. Beide Wälder weisen eine relativ ähnliche Stratifizierung der Vegetation auf. Der Windeinfluß könnte zwar in der Stammregion des Erlenwaldes, wegen seiner offenen Exposition zum Belauer See, aber nicht in der Kronenregion größer sein als im Eichenwald. Die Nutzung höherer Strata im Eichenwald trifft auch für die mehr hygrophilen Dolichopodidae zu, die in den oberen Horizonten des Waldes auf ungünstigere Lebensbedingungen stoßen. Möglicherweise hängt daher die unterschiedliche Stratennutzung der Wälder auch mit den Ernährungsbedingungen in den Wäldern zusammen. Im Erlenwald ist eine reiche Bodenfauna an Dipteren, insbesondere verschiedene Mückenfamilien (IRMLER 1995), vorhanden, die bei bodennaher Jagd einen ausreichenden Beuterwerb garantiert. Im Eichenwald ist die Bodenfauna aufgrund der sauren Bodenverhältnisse dagegen nur gering entwickelt, während die phytophage Fauna mit Gallwespen (z.B. *Noterus quercus-baccarum*) zahlreich vorkommt.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Vertikalstruktur von Dipteren in Wäldern einem Wirkungsgefüge sehr verschiedener Einflußfaktoren unterliegt. Die Artenvielfalt in den verschiedenen Strata wird sowohl durch die Verhaltensweise der einzelnen Arten als auch durch die Stärke des Windeinflusses, die Vegetationsstruktur und -schichtung, die Art der angrenzenden Ökosysteme und die Nahrungsbedingungen geprägt. Hauptsächlich euryöke und praticole Arten scheinen Verbreitungsflüge in höheren Luftschichten durchzuführen, nicht dagegen die silvicolen und ripicolen Arten. Vielseitige, großflächig in Verbindung stehende Waldbiotope mit geringer Isolationswirkung, reicher Struktur mit Strauch- und verschiedenen Baumschichten könnten positive Auswirkungen auf die Artenvielfalt silvicoler Arten und ihre vertikale Ausbreitung haben.

Zusammenfassung

Die vertikale Verteilung von Dipterenpopulationen (Empidoidea) im Luftraum von Waldökosystemen wurde in drei verschiedenen Wäldern (Schleswig-Holstein, Norddeutschland) im Bereich des Jungmoränengebietes bei Bornhöved am Belauer See (Buchen- und Erlenwald) und auf der Geest im Segeberger Forst (Eichenwald) in der Zeit vom 29.4. – 14.10. 1992 untersucht. Die flugaktive Dipterenfauna wurde mit Hilfe von Fensterfallen (insgesamt 20) erfaßt, die in drei Höhenstufen (bodennaher Bereich, Stamm- und Kronenregion) mit jeweils 2 Fallen verteilt waren.

Von den Empidoidea wurden insgesamt 3176 Individuen registriert, die mit 89 Arten vorkamen. Dabei entfielen auf die Familie der Empididae 1687 Individuen mit 33 Arten, auf die Familie der Dolichopodidae 752 Individuen mit 42 Arten und auf die Familie der Hybotidae 737 Individuen mit 14 Arten. Die höchste Artenanzahl der Empididae mit 26 Arten (79%) von den insgesamt 33 Arten und der Dolichopodidae mit 38 Arten (90%) der insgesamt 42 Arten wurde im Erlenwald nachgewiesen. Die meisten Arten der Familie der Hybotidae bevorzugten dagegen mit 86% den Eichenwald.

Die Empididae wiesen im Buchenwald und Erlenwald eine kontinuierliche Abnahme der Gesamtartenzahlen und der Gesamtaktivitätsdichte mit zunehmender Höhe auf. Nur im Eichenwald nahm sowohl die Artenzahl, als auch die Flugaktivität vom bodennahen Untersuchungsbereich bis zum Stammbereich ab, stieg aber in der Kronenregion wieder an. Bei den Dolichopodidae war an allen drei untersuchten Standorten eine deutliche Ab-

nahme der Artenzahlen und der Flugaktivität vom Bodenbereich bis zur Kronenregion zu verzeichnen.

Nur für wenige Arten konnte eine Präferenz für die Kronenregion gefunden werden. Es waren die Empididae *Ramphomyia erythrophthalma*, *R. hirsutipes*, *Empis planetica*, die Dolichopodidae *Medetera jacula* und die Hybotidae *Platypalpus australominutus*. Im Erlenwald wird von Arten des Kronenraumes auch der Stamm- oder bodennahe Bereich verstärkt genutzt. Im Gegensatz dazu kommen Arten des bodennahen Bereiches im Eichenwald mehr in der Stammregion vor. Insgesamt sind von den Arten, die in allen drei untersuchten Wäldern vorkommen (18 Arten), im Eichenwald mehr Arten in der Kronenregion (12 Arten) zu finden als im Erlenwald (5 Arten). Die verschiedene Raumnutzung in den drei Wäldern wird mit dem unterschiedlichen Nahrungsangebot erklärt.

Eine unterschiedliche Raumnutzung von biotopfremden Arten konnte nicht oder nur in geringem Ausmaß festgestellt werden. So ist eine leichte Erhöhung euryöker Arten mit zunehmender Höhe festzustellen. Ripicole und silvicole Arten nehmen mit zunehmender Höhe dagegen etwas ab.

Literatur

- ALBERT, R. (1982): Untersuchungen zur Struktur und Dynamik von Spinnengesellschaften verschiedener Vegetationstypen im Hoch-Solling. Hochschulsammlung Naturwissenschaft: Biologie, 16.
- CHVÁLA, M. (1975): The Tachydromiinae (Dipt. Empididae) of Fennoscandia and Denmark I. Faun. Ent. Scand. 3, 336 pp.
- CHVÁLA, M. (1983): The Empidoidea (Diptera of Fennoscandia and Denmark II: General part. The Family Hybotidae, Atelestidae and Microphoridae. Faun. Ent. Scand. 12, 279 pp.
- CHVÁLA, M. (1989): Monograph of Northern and Central European species of *Platypalpus* (Diptera, Hybotidae), with data on occurrence in Czechoslovakia. Acta. Univ. Carol. Biol. 32, 209-376.
- CHVÁLA, M. (1994): The Empidoidea (Diptera) of Fennoscandia and Denmark III: Genus *Empis*. Faun. Ent. Scand. 29, 192 pp.
- CHVÁLA, M. & KOVALEV, V. (1989): Hybotidae. In: SOOS, A. & PAPP, L. (eds.) Catalogue of Palearctic Diptera. Amsterdam, Elsevier, 174-227.
- CHVÁLA, M. & WAGNER, R. (1989): Empididae. In: SOOS, A. & PAPP, L. (eds.) Catalogue of Palearctic Diptera. Amsterdam, Elsevier, 228-336.
- COLLIN, J.E. (1961): British Flies VI: Empididae. Cambridge Univ. Press, 782 pp..
- DELETTRE, Y., TRÉHEN, P. & GROOTAERT, P. (1992): Space heterogeneity, space use and short-range dispersal in Diptera: A case study. Landscape Ecol. 6, 175-181.
- EMEIS, W. (1970): Zur Verbreitung und Ökologie der Empididae (Ins. Dipt.) in Schleswig-Holstein. Schr. Naturw. Ver. Schleswig-Holstein 40, 79-96.
- FÜRST, R. & DUELLI, P. (1988): Fensterfallen und Klebgitterfallen im Vergleich. Die flugaktive Insektenfauna einer Kiesgrube. Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent. 6, 194-199.
- IRMLER, U. (1995): Die Stellung der Bodenfauna im Stoffhaushalt schleswig-holsteinischer Wälder. Faun.-Ökol. Mitt. Suppl. 18, 1-198.
- JOHNSON, C.G. (1957): The Distribution of insects in the air and the empirical relation of density to height. J. Anim. Ecol. 26, 479-494.
- KENNEDY, C.E.J. & SOUTHWOOD, T.R.E. (1984): The number of species of insects associated with british trees: a re-analysis. J. animal ecol. 53, 455-478.
- LEWIS, T. (1966): An analysis of components of wind affecting the accumulation of flying insects near artificial windbreaks. Ann. appl. Biol. 58, 365-370.
- MEYER, H. & HEYDEMANN, B. (1990): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Dolichopodiden und Empididen (Diptera, Dolichopodidae u. Empididae, Hybotidae) in Küsten- und Binnenlandbiotopen Schleswig-Holsteins. Faun.-Ökol. Mitt. 6, 147-172.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. 3. Aufl., Heidelberg, Wiesbaden. 512 S..

- NEGROBOV, O.P. & STACKELBERG, A. v. (1971): Dolichopodidae. In: LINDNER, E. (Hrg.) Fliegen der Paläarktischen Region. 29, 225-530.
- NEGROBOV, O.P. (1991): Dolichopodidae - Platypezidae. In: SOOS, A. & PAPP, L. (eds.) Catalogue of Palearctic Diptera. Amsterdam, Elsevier, 11-139.
- OVERGAARD NIELSEN, B. (1978): Aspects of the population ecology and energetics of some beech leaf-eating insects. *Natura Jutlandica* 20, 259-272.
- OVERGAARD NIELSEN, B. (1987): Vertical distribution of insect populations in the free air space of beech woodland. *Ent. Meddr.* 54, 169-178.
- PENG, R.K., SUTTON, S.L. & FLETCHER, C.R. (1992): Spatial and temporal distribution patterns of flying Diptera. *J. Zool. Lond.* 228, 329-340.
- POLLET, M. & GROOTAERT, P. (1991): Horizontal and vertical distribution of Dolichopodidae (Diptera) in a woodland ecosystem. *J. Nat. Hist.* 25, 1297-1312.
- SAURE, C & KIELHORN, K.-H. (1993): Netzflügler als Bewohner der Kronenregion von Eiche und Kiefer (Neuroptera: Coniopterygidae, Hemerobiidae, Chrysopidae). *Faun.-Ökol.Mitt.* 6, 391-402.
- SCHAUERMANN, J. (1973): Zum Energieumsatz phytophager Insekten im Buchenwald. II. Die produktionsbiologische Stellung der Rüsselkäfer (Curculionidae) mit rhizophagen Larvenstadien. *Oecologia* 13, 313-350.
- STACKELBERG, A. (1930-1940): Dolichopodidae. In: LINDNER, E. (Hrg.) Fliegen der Paläarktischen Region. 29, 1-224, Taf. 1-12.
- TAYLOR, L.R. (1958): Aphid dispersal and diurnal periodicity. *Proc. Linn. Soc. London* 169, 58.

Adressen der Verfasser:

Dipl. Biol. Martina Raabe
An der B4, D-24568 Nützen/Springhirsch

Dr. Ulrich Irmeler
Ökologie-Zentrum Kiel, Universität,
Schauenburgerstr. 112, D-24118 Kiel

Dr. Hans Meyer
Forschungsstelle f. Ökosystemforschung u. Ökotechnik, Universität,
Olshausenstr. 40, D-24098 Kiel

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Faunistisch-Ökologische Mitteilungen](#)

Jahr/Year: 1995-1999

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Raabe Martina, Irmeler Ulrich, Meyer Hans

Artikel/Article: [Vertikalzonierung flugaktiver Empidoidea \(Diptera: Empididae, Hybotidae, Dolichopodidae\) in Waldkosystemen 93-108](#)