

UTE TIMMERMANN &amp; NORBERT BECKER

# Die Auswirkung der Stechmückenbekämpfung auf die Ernährung auenbewohnender Vogelarten

## Kurzfassung

In der vorliegenden Untersuchung sollte festgestellt werden, in wie weit die biologische Stechmückenbekämpfung mit *B.t.i.* (*Bacillus thuringiensis israelensis*) und die dadurch reduzierte Stechmückenzahl (Diptera, Culicidae) einen Einfluss auf die Nahrungszusammensetzung von Vögeln haben kann, die ihre Nahrung im Flug erbeuten oder von der Vegetation absammeln. Hierzu wurde mit Hilfe der Halsringmethode die Zusammensetzung der Nestlingsnahrung von in den Rheinauen brütenden Mehlschwalben (*Delichon urbica*), Teichrohrsängern (*Acrocephalus scirpaceus*), Trauerschnäppern (*Ficedula hypoleuca*), Kohlmeisen (*Parus major*) und Blaumeisen (*Parus caeruleus*) überprüft. Begleitend dazu wurde die Fluginsektenfauna mit dem Autokescher gefangen und der Anteil der verschiedenen Insektengruppen bestimmt.

Es zeigte sich, dass die Hauptaktivitätszeit der Stechmücken (bes. *Aedes vexans*) erst gegen Abend beginnt, während die im Flug jagenden Mehlschwalben etwa 60 Minuten vor Sonnenuntergang die Fütterung der Nestlinge zunehmend einstellen. Eine Probenahme in der Zeit um den Sonnenuntergang herum war bei den Vögeln nicht mehr möglich. In den Autokescherfängen, die parallel zu der Beprobung der Mehlschwalben durchgeführt wurden, also deutlich vor Sonnenuntergang, konnte nur einmal eine Stechmücke nachgewiesen werden.

In den späteren Autokescherfängen (von 30 min vor bis 30 min nach Sonnenuntergang) waren von April bis Juni nur vereinzelt Stechmücken vorhanden, im Juli stieg ihre Anzahl und nahm dann im August wieder ab. Den höchsten Anteil an der Gesamtzahl der mit dem Autokescher gefangenen Insekten erreichten die Stechmücken im Kontrollgebiet NSG Biedensand bei Sonnenuntergang im Juli mit 31,3 %. Sonst blieb ihr Anteil meist (deutlich) unter 5 %.

Die fehlende Überschneidung der Aktivitätszeiten von Vögeln und Stechmücken zeigt sich auch an dem geringen Anteil (0,09 %) der Stechmücken in den Nahrungsproben der Mehlschwalben. Die Vögel fütterten ihre Nestlinge vorzugsweise mit Blattläusen (Aphidina, bei der Erstbrut der Mehlschwalben) und Kurzflügelkäfern (Staphylinidae, bei der Zweitbrut).

Bei den Vogelarten, die ihre Beutetiere von der Vegetation absammeln, wurden in 140 Proben nur beim Teichrohrsänger 5 Stechmücken in der Nestlingsnahrung gefunden (Anteil: 5,3 %), davon waren 4 Larven. Vor allem Kohl- und Blaumeise bevorzugten Schmetterlingslarven, aber auch bei Teichrohrsänger und Trauerschnäpper war der Anteil der nicht flugfähigen Tiere (Raupen, Spinnen, Blattläuse) vergleichsweise hoch. Unter den Diptera wurden größere Exemplare bevorzugt (z.B. Tipulidae, Syrphidae).

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass der Anteil der Culicidae am Beutespektrum der untersuchten auenbewohnenden Vogelarten sehr gering ist und auch bei einem höheren Stechmückenaufkommen kaum ansteigen würde. Somit kann die Reduzierung der Stechmückenzahl durch die Bekämpfung mit *B.t.i.* keinen nachteiligen Einfluss auf die Ernährung dieser Vögel haben.

## Abstract

### The effect of the gnat control on the diet of floodplain-living species of birds.

The objective of this study was to investigate how biological mosquito control with *B.t.i.* (*Bacillus thuringiensis israelensis*) and the thereby reduced number of mosquitoes (Diptera, Culicidae) influences the diet of birds which collect their food during flight or within the vegetation.

For this purpose the neck ring method was applied to determine the nestling-food composition of *Delichon urbica*, *Acrocephalus scirpaceus*, *Ficedula hypoleuca*, *Parus major* und *Parus caeruleus* in the Upper Rhine valley. For comparison reasons the composition of flying insects was analysed with a car trap in the bird habitats.

It appeared that the main activity period of the mosquitoes (esp. *Aedes vexans*) was during dusk, while the flight-hunting *Delichon urbica* approximately 60 minutes before sundown stopped more and more feeding their nestlings. Samplings of the nestling food around sundown were not possible. The car trap samplings which accompanied the food samplings before dusk only once contained one mosquito.

In later car trap samplings (from 30 min before to 30 min after sundown) from April until June only few mosquitoes were found, their number increased in July and decreased again in August. The mosquitoes had their highest portion from the total number of insects in the untreated area NSG Biedensand at sundown in July with 31,3 %, but usually their portion stayed under 5 %.

The missing overlapping of activity periods of both birds and mosquitoes also shows itself in the low portion (0,09 %) of mosquitoes in the food samplings of *Delichon urbica*. The birds preferred feeding their nestlings with aphids (Aphidina, first brood) and Staphylinidae (second brood).

The 140 food samplings of those birds which collect their food within the vegetation contained only 5 mosquitoes (5,3%), 4 of these were larvae. Especially *Parus major* and *Parus caeruleus* preferred larvae of Lepidoptera but also in the diet of *Acrocephalus scirpaceus* and *Ficedula hypoleuca* the portion of not flying animals (caterpillars, spiders, aphids) was comparatively high. Among Diptera they preferred bigger species (e.g. Tipulidae, Syrphidae).

This study shows that the portion of mosquitoes in the diet of the investigated bird species is very low even when the mosquitoes are numerous. Therefore the reduction of the number of mosquitoes as a result of biological mosquito control with *B.t.i.* does not have a negative influence on the birds diet.

## Autoren

UTE TIMMERMANN, Dr. NORBERT BECKER, Kommunale Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage (KABS) e.V., Ludwigstr. 99, 67165 Waldsee; e-mail: kabs-gfs@t-online.de

## 1. Einleitung

In den Überschwemmungsgebieten der Oberrheinenebene treten bei Hochwasser Stechmücken (Culicidae) der Gattungen *Aedes* und *Ochlerotatus* massenhaft auf. *Aedes vexans* gilt hier als der wichtigste "Plageerreger". Die Weibchen dieser Art legen ihre Eier bei Rückgang des Hochwassers in den feuchten Schlamm. Nach erneuter Überflutung können die Larven schlüpfen und nach 9 – 13 Tagen als Imagines das Wasser verlassen.

Seit 1980 wird die "Schnakenplage" von der Kommunalen Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage e.V. (KABS) mit *Bacillus thuringiensis israelensis* (*B.t.i.*)-Präparaten bekämpft. Diese werden in die Brutgewässer der Larven appliziert und gelten wegen ihrer hohen Selektivität als umweltschonend.

Gleichwohl wird mit dem Zurückdrängen der Überschwemmungsmücken in das ökologische Gefüge der Rheinauen eingegriffen. Um die Schwere des Eingriffs in die Nahrungskette beurteilen zu können, wurden in den zurückliegenden Jahren schon vielfältige Untersuchungen durchgeführt.

So wurde die Rolle der Stechmücken als Nahrungbestandteil von Libellen (PFITZNER 1999 a u. b), Auenamphibien (BLUM et al. 1997) und Fledermäusen (ARNOLD et al. 2001, KRETSCHMER 1997) im Rahmen ökologischer Begleituntersuchungen näher beleuchtet.

Seit 1989 wurde auch die Zusammensetzung der Fluginsektenfauna in den Auengebieten untersucht. Mit diesem Ansatz sollte die potenzielle Alternativnahrung für im Flug nach Insekten jagende Tiere in Stechmückenbrutgebieten festgestellt werden. Die vorliegende Untersuchung der Nahrungszusammensetzung von auenbewohnenden Vögeln wurde zunächst im Zusammenhang mit diesen Untersuchungen durchgeführt und dann um solche Vogelarten erweitert, die ihre Nahrungstiere in der Vegetation aufsammeln.

Die Daten stammen aus den Jahren 1991 bis 1994, waren aber bisher unveröffentlicht. Die anhaltende Kritik an der Umweltverträglichkeit der *B.t.i.*-Methode bewog uns jedoch dazu, diese Untersuchungsergebnisse nun zu veröffentlichen.

## 2. Methoden, Untersuchungsgebiete und Zielorganismen

### 2.1 Die Halsringmethode

Zwischen dem 4. und ca. 8. Lebenstag wurden den Jungvögeln Halsringe aus isoliertem Kupferdraht (0,15 mm) um den Hals gelegt. Am günstigsten ist die Zeit, wenn die Kiele der Konturfedern gerade aus der Haut wachsen. Zu diesem Zeitpunkt sind die Tiere schon robust genug und der Sitz der Halsringe lässt sich noch gut kontrollieren. Die Drahtringe wurden gerade so fest

um den Hals geschlungen, dass die Nestlinge die relativ großen Nahrungsballen nicht mehr verschlucken, aber noch gut atmen konnten.

Die Halsschlingen blieben für ca. 30-45 min angelegt, um den Elterntieren Gelegenheit zu geben, alle Jungen zu füttern. Danach wurden die Nahrungsballen mit einem Grashalm aus dem Schnabel gezogen und in Alkohol (75 %) überführt. Nach dem Abnehmen der Halsringe wurden die Nestlinge für abgetöteten Wachsmaden (*Galleria melonella*) gefüttert. Schwächere Tiere wurden nicht beprobt, aber trotzdem gefüttert.

Um eine Schädigung der Nestlinge zu vermeiden, wurden die Probenahmen von erfahrenen Mitarbeitern der Staatlichen Vogelschutzwarte Karlsruhe und des Ecosystem-Institutes, Bad Rappenau, mit Sondergenehmigung durchgeführt. Durch die vorsichtige Handhabung kam bei einer über 300fachen Anwendung kein einziger Jungvogel zu Schaden.

Die Nahrungsproben bei den im Flug jagenden Mehlschwalben wurden immer gegen Abend genommen, da die Hauptaktivitätszeit der häufigsten Stechmücken (bes. *Aedes vexans*) während der Dämmerung ist und sich demnach zu dieser Zeit die meisten Stechmücken als potenzielle Beutetiere in der Luft befinden.

### 2.2 Die Autokeschermethode

Beim Autokescher handelt es sich um ein Insektennetz, das auf einem Autodach befestigt wird. Hier wurde ein Autokescher mit einer rechteckigen Öffnung von 90 x 47 cm und einer Maschenweite von 1 mm benutzt. Dieser wurde auf einem Dachgepäckträger montiert, so dass sich der untere Rand ca. 150 cm über dem Boden und 15 cm über dem Autodach befand. Das Netz verengt sich nach hinten zu einer runden Öffnung mit 6,4 cm Durchmesser und angenähtem Klettband. Daran kann ein Fangbeutel aus Planktonnetzstoff befestigt werden, dessen Öffnung mit dem Gegenstück des Klettbandes versehen ist.

Eine Fahrtgeschwindigkeit von ca. 30 km/h erwies sich als ausreichend, um Insekten, die im Bereich der Netzöffnung flogen, in den Fangbeutel zu befördern. Bei höherem Tempo bestand die Gefahr, dass die Tiere wegen des Luftstaus vor dem Netz erst gar nicht in das Netzzinnere gelangten. Eine niedrigere Geschwindigkeit hätte eine Flucht der Insekten vor oder aus dem Autokescher begünstigt.

Ein Entkommen der Tiere aus dem Fangbeutel nach Beendigung der Fahrt wurde dadurch verhindert, dass sich das Netz, das während der Fahrt aufgebläht war, beim Anhalten absenkte und über die hintere Querstange des Dachgepäckträgers abknickte, so dass die Öffnung verschlossen war. Den Fangbeutel, in dem sich die Insekten angesammelt hatten, konnte man nach Ende der Fahrt mühelos abnehmen und mitsamt dem Fang in ein Glas mit überführen, in dem die Tiere mit Essigsäureethylester abgetötet wurden. Auf diese Weise erhielt man sämtliche Insekten, die

mit dem Autokescher gefangen wurden, ohne sie zu beschädigen und ohne ihnen die Möglichkeit zur Flucht zu bieten.

Aufgrund der Verhaltensweisen der Stechmücken (Culicidae) und basierend auf den Ergebnissen der letzten beiden Untersuchungsjahre wurde jede Fangstrecke einmal monatlich jeweils eine halbe Stunde vor, während und eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang abgefahren. Während der Beprobung der Mehlschwalben (*Delichon urbica*) wurden zeitlich parallel dazu zusätzliche Autokescherfänge vorgenommen.

Da die Uhrzeit nicht unmittelbar auf den Zeitpunkt des Sonnenuntergangs rückschließen lässt, wurden die einzelnen Autokescherfänge nummeriert, um ihre zeitliche Einordnung zu erleichtern:

- 0 = parallel zur Beprobung der Mehlschwalben (unabhängig vom Sonnenuntergang, vor den regulären Fängen)
- 1 = 30 min vor Sonnenuntergang
- 2 = zum kalendarischen Sonnenuntergang
- 3 = 30 min nach Sonnenuntergang

### 2.3 Abiotikmessungen

Die meteorologischen Faktoren, die hauptsächlich die Flugaktivität der Stechmücken (Culicidae) bestimmen, sind Lichtintensität, Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Wind. Deshalb wurden diese abiotischen Bedingungen begleitend zu den Autokescherfängen festgehalten. Die Messungen wurden jeweils vor Beginn eines Autokescherfanges bzw. einer Fangserie vorgenommen. Die Windstärke wurde empirisch in drei Stufen eingeteilt:

- I = Windstille
- II = schwacher Wind
- III = starker Wind

### 2.4 Untersuchungsgebiete und Zielorganismen

Sämtliche Untersuchungsgebiete liegen in der Nähe von Stechmückenbrutgewässern in der Oberrheinebene.

Um die Nahrungszusammensetzung von Vögeln zu erforschen, die ihre Nahrung in der Vegetation auf sammeln, wurden die Nestlinge von Teichrohrsänger (*Acrocephalus scirpaceus*), Trauerschnäpper (*Ficedula hypoleuca*), Kohlmeise (*Parus major*) und Blaumeise (*Parus caeruleus*) beprobt. Hauptuntersuchungsgebiete waren die Mannheimer Riedwiesen, die Schwetzingener Wiesen, sowie Karlsruhe Rappenwört. Dort befinden sich etliche Schilfgebiete und Stechmückenbrutgewässer in unmittelbarer Nähe.

Als Beispiel für luftjagende Insektenfresser wurde die Zusammensetzung der Nestlingsnahrung von Mehlschwalben (*Delichon urbica*) untersucht. Im Unterschied z.B. zu Rauchschnäppern bauen diese jedoch geschlossene Nester in Form eines Kugelsegmentes. Die Einflugöffnung dieser Nester ist zu klein, um die

Jungen herausnehmen zu können. Deshalb können nur Kunstnester beprobt werden, die einen Zugriff von oben gestatten. Die hier beprobten 75 Kunstnester hängen im Hofgut Petersau/Frankenthal in einem geschützten Innenhof. Sie waren im Untersuchungszeitraum zu 90 % belegt. Petersau liegt zwischen Rheinkilometer 434 und 436 auf der pfälzischen Rheinseite. Die Mehlschwalbenkolonie ist ca. 250 m vom Rhein entfernt. Potenzielle Brutplätze von *Aedes vexans* befinden sich in ca. 300 m Entfernung, sie werden jedoch nur in Jahren mit großen Hochwasserspitzen überschwemmt. Die tiefer gelegenen Brutplätze (ca. 1,5 km entfernt) wurden im Untersuchungsjahr mit *B.t.i.* bekämpft. "Hausmücken" (v.a. *Culex pipiens*) konnten sich in unmittelbarer Nähe der Kolonie entwickeln (z.B. in Regentonnen und Pferdetränken).

Mit dem Autokescher wurde die Zusammensetzung der Fluginsektenfauna in der Umgebung der Mehlschwalbenkolonie über drei unterschiedlichen Strecken beprobt: Strecke A (halboffen), Strecke B (offen) und Strecke C (offen).

Die Umgebung des Hofgutes Petersau ist stark durch den Menschen geprägt. Die untersuchten Nester der Vogelarten, die ihre Nahrung von der Vegetation absammeln lagen dagegen in Naturschutzgebieten. Es ist wahrscheinlich, dass sich die Insekten- bzw. Stechmückenpopulation dieser Gebiete unterscheidet. Zum Vergleich wurden daher noch in zwei weiteren Gebieten Autokescherfänge durchgeführt: in den Naturschutzgebieten Biedensand und Mannheimer Riedwiesen.

Das Naturschutzgebiet Biedensand liegt etwa zwischen Rheinkilometer 438 und 440 auf der hessischen Rheinseite. Die Fangstrecke in diesem Gebiet diente als Kontrollstrecke, da ihre Umgebung von der Stechmückenbekämpfung ausgenommen war. Zum weitaus größten Teil handelt es sich um halboffenes Gelände, ähnlich der Probestrecke in den Riedwiesen und Strecke A in Petersau. Der Weg liegt in unmittelbarer Nähe von Gewässern, in denen die Überschwemmungsmücken 1991 gute Entwicklungsmöglichkeiten hatten.

Die Mannheimer Riedwiesen liegen etwa bei Rheinkilometer 412 auf baden-württembergischer Seite. Hier wurden Nestlinge von Vögeln beprobt, die ihre Nahrung von der Vegetation absammeln. Die Probestrecke ist halboffen. Bei sehr hohen Pegelständen können die Riedwiesen weitflächig überflutet werden und gute Entwicklungsmöglichkeiten für Überschwemmungsmücken bieten. Das Hochwasser von 1991 reichte dafür jedoch nicht aus. In den semipermanenten Gewässern am Rande der Fangstrecke wurden nur *Culex*- und *Anopheles*-Larven gefunden, die nicht zu den Überschwemmungsmücken zählen und deshalb nicht bekämpft wurden.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Ergebnisse der Abiotikmessungen

In der Phase zwischen einer halben Stunde vor und einer halben Stunde nach Sonnenuntergang sinken Lichtintensität und Temperatur, während sich die Luftfeuchtigkeit erhöht. Die Messungen, die unabhängig vom Sonnenuntergang, vor dieser Phase, durchgeführt wurden (begleitend zu den Autokescherfängen Nr. 0), fielen entsprechend höher bzw. tiefer aus.

Die größten Unterschiede zwischen den frühen Messungen (Fänge Nr. 0) und den Messungen um den kalendarischen Sonnenuntergang herum zeigen sich bei der Lichtintensität (s. Abb. 1). Die Ergebnisse der Abiotikmessungen im Einzelnen können in den Tabellen 4-6 nachgelesen werden.

#### 3.2 Einfluss der abiotischen Faktoren auf die Flugaktivität

Die abiotischen Faktoren (Lichtintensität, Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Wind) beeinflussen das Verhalten der Insekten und der Vögel. Gerade gegen Abend ändern sich einige dieser Parameter schnell. Nach LEWIS & TAYLOR (1964) ist die Lichtintensität normalerweise der Faktor, der die Flugzeit der Insekten bestimmt, während die Temperatur die Zahl der flugaktiven Insekten beeinflusst. Diese Beobachtung konnte in der vorliegenden Untersuchung weitgehend bestätigt werden. Bei den Autokescherfängen lässt sich beobachten,

dass bei kühleren Temperaturen die Zahl der flugaktiven Insekten in der Stunde um den kalendarischen Sonnenuntergang herum kontinuierlich abnimmt. Bei Temperaturen über ca. 12 °C ist um diese Zeit meist nochmals ein Anstieg der Insektenzahl zu beobachten. Wie sich auch schon in unseren (unveröffentlichten) Untersuchungen der vorangegangenen Jahren zeigte, sind hierfür vor allem die Nematocera (besonders die Chironomidae) verantwortlich.

Die Hauptaktivitätszeit der häufigsten Stechmücken (v.a. *Aedes vexans*) beginnt mit Sonnenuntergang, was durch die Ergebnisse der Autokescherfänge belegt wird. Vorher ist ihre Abundanz deutlich geringer. Dies wurde auch schon in früheren Untersuchungen festgestellt (KNIGHT & HENDERSON 1967).

Bei den beprobten Mehlschwalben wurde beobachtet, dass sie in der Regel 10 - 15 Minuten vor Sonnenuntergang, wenn die Lichtintensität schnell abnimmt, die Nester zum Schlafen aufsuchten. Bei 17 Beobachtungen im Juli und August wurden während des Sonnenuntergangs nur noch vereinzelt flugaktive Mehlschwalben beobachtet. Spätestens zwei Minuten nach Sonnenuntergang waren alle Nachzügler im Nest.

Bei Windgeschwindigkeiten von mehr als 1 Meile/h können Autokescherfänge bis auf 20 % reduziert werden (BIDLINGMAYER 1967a). Nach BIDLINGMAYER (1985) ist jedoch die Windrichtung bei abwechslungsreichem Gelände, das von mehreren Seiten windgeschützt ist, selten von Bedeutung.

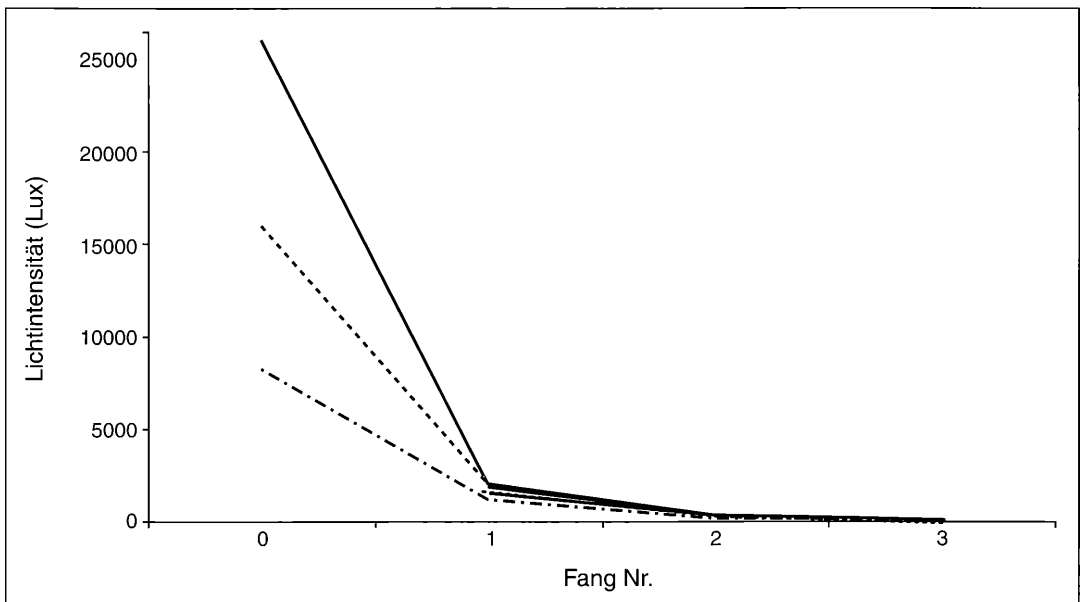


Abbildung 1. Rückgang der Lichtintensität während der Autokescherfänge bei Petersau – 0 = frühe Messung (unabhängig vom Sonnenuntergang); 1 = Messung 30 min vor dem kalendarischen Sonnenuntergang; 2 = Messung zum kalendarischen Sonnenuntergang; 3 = Messung 30 min nach dem kalendarischen Sonnenuntergang.

### 3.3 Zusammensetzung der Autokescherfänge

**Strecke A, Petersau:** In der Nähe der beprobten Mehlschwalbenkolonie, enthielt der größte Fang auf der 1 km langen Strecke A (am 21.6., Nr. 2) bei 20,1 °C, 61 % Luftfeuchte, 170 Lux und Windstille bei Sonnenuntergang 6 796 Insekten. Davon waren 6 472 Nematocera mit 6 356 Chironomidae. Der kleinste Fang auf Strecke A (24.5., Nr. 3) enthielt 63 Insekten bei 10,7 °C, 45 % Luftfeuchte, 9 Lux und Windstille eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang. Er setzte sich zusammen aus 60 Nematocera (48 Chironomidae), 2 Lepidoptera und 1 Coniopterygidae (Planipennia).

Im Schnitt wurden 1 520 Insekten pro Fang gezählt. Meist bildeten die Nematocera die größte Gruppe. Unter den Nematocera waren die Chironomidae fast in jedem Fang die häufigste Familie. Nur in den Fängen am 21.6. (Nr. 1) bei 20,9 °C, 55 % Luftfeuchte, 1 400 Lux sowie Windstille (eine halbe Stunde vor Sonnenuntergang) und am 25.6. (Nr. 0) bei 28,6 °C, 43 % Luftfeuchte, 26 000 Lux und schwachem Wind (2h 10min vor Sonnenuntergang) waren die Homoptera, hauptsächlich Aphidina, am häufigsten vertreten.

Bei Temperaturen unter ca. 12 °C nahm die Gesamtzahl der gefangenen Tiere zum Sonnenuntergang hin ab. Bei höheren Temperaturen nahm die Insektenzahl zum Sonnenuntergang hin zu und erst danach wieder ab.

Im April, Juni, Juli und August wurden vereinzelt Stechmücken gefangen, aber immer erst ab Sonnenuntergang. Die höchste Stechmückenzahl (15) wurde am 16.7. eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang bei einer Temperatur von 17,7 °C, einer relativen Luftfeuchte von 62,5 %, 8 Lux und schwachem Wind gezählt. Dabei handelte es sich um 14 *Aedes vexans* Weibchen und 1 *Culex pipiens/torrentium* Weibchen, zusammen nehmen sie einen Anteil von 1,3 % am Gesamtfang ein (s. Tab. 4).

**Strecke B, Petersau:** Auch auf der 1 km langen Strecke B wurden am 21.6. (Nr.2) bei 20,1 °C, 61 % Luftfeuchte, 170 Lux und Windstille bei Sonnenuntergang die meisten Insekten gefangen. Auf dieser offeneren Strecke waren es jedoch nur 751 Tiere, davon 699 Nematocera und 660 Chironomidae. Der kleinste Fang am 29.4. (Nr. 3) enthielt bei 12 °C, 30 % Luftfeuchte, 3 Lux und starkem Wind eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang nur 23 Insekten, dabei handelte es sich ausschließlich um Chironomidae.

Durchschnittlich wurden hier 208 Tiere pro Fang gezählt. In der Regel spielten hier die Nematocera (v.a. Chironomidae) ebenfalls die größte Rolle. Nur am 25.6. (Nr. 0) waren bei 28,6 °C, 43 % Luftfeuchte, 26 000 Lux und schwachem Wind 2h 10min vor Sonnenuntergang die Homoptera (Aphidina) sowie am 16.7. (Nr.1) bei 22 °C, 46,4 % Luftfeuchte, 1 700 Lux und schwachem Wind eine halbe Stunde vor Sonnenuntergang die Brachycera (v.a. Drosophilidae) die individuenreichste Gruppe.

Auch hier bestätigte sich die Beobachtung, dass die Gesamtzahl der Insekten bei Temperaturen über ca. 12 °C zum Sonnenuntergang hin nochmals ansteigt, während sie bei niedrigeren Temperaturen um diese Zeit kontinuierlich fällt.

Auf Strecke B wurden im Juni, Juli, August und September vereinzelt Stechmücken gefangen. Die höchste Zahl erreichten sie am 12.8. nach Sonnenuntergang (Fang Nr. 3). Es handelte sich dabei um 12 *Culex pipiens pipiens* Männchen, 1 *Culex pipiens/torrentium* Weibchen und 1 *Anopheles maculipennis* s.l. Weibchen, die zusammen einen Anteil von 6,5 % am Gesamtfang ausmachten. Die meisten *Aedes vexans* Weibchen wurden hier, wie bei Strecke A, im Juli gefangen (9 Exemplare, entspricht 4,2 % vom Gesamtfang, s. Tab. 4).

**Strecke C, Petersau:** Da Strecke C nur 0,8 km lang ist (Länge der Ersatzstrecke D = 0,25 km, Ersatzstrecke E = 1 km), müssen die Fangzahlen zum Vergleich auf 1 km Streckenlänge umgerechnet werden. Im Gegensatz zu den anderen beiden Fangstrecken bei Petersau wurden hier am 25.6. (Nr. 2) bei 23,3 °C, 64 % Luftfeuchte, 330 Lux und schwachem Wind bei Sonnenuntergang die meisten Insekten (2 800 Tiere/km) gefangen. Davon waren 2 030 Tiere/km Nematocera mit 1 945 Tieren/km Chironomidae. Die wenigsten Insekten (68 Tiere/km) wurden am 29.4. (Nr. 3) eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang bei 12 °C, 30 % Luftfeuchte, 3 Lux und starkem Wind gezählt. Dabei handelte es sich, wie bei Strecke B ausschließlich um Chironomidae.

Im Schnitt wurden auf Strecke C 612 Tiere/km gefangen. Hier waren ebenfalls, mit Ausnahme des 25.6. (Nr.0), die Nematocera am häufigsten. Wie bei den Strecken A und B waren auch hier die Chironomidae die größte Nematocerenfamilie und am 25.6. (Nr. 0) waren die Homoptera (bes. Aphidina) die individuenreichste Insektengruppe.

Auch bei dieser Strecke zeigte sich, dass die Insektenzahl bei Temperaturen über ca. 12 °C zum Sonnenuntergang hin nochmals anstieg während sie bei niedrigeren Temperaturen sank. Nur am 24.5. stieg bei 11,6 °C die Zahl der Insekten bei Sonnenuntergang nochmals leicht an.

Im Juni, Juli und August waren vereinzelt Stechmücken in den Autokescherfängen enthalten. Es handelte sich dabei jedoch nur jeweils um 1 oder 2 Exemplare (meist *Aedes vexans* Weibchen), die einen Anteil von 0,06 bis 2,6 % des Gesamtfanges ausmachten (s. Tab. 4).

**Strecke A, B und C, Petersau:** Außer den Nematocera spielten bei allen drei Strecken in Petersau während des Untersuchungszeitraums v.a. Homoptera (bes. Aphidina), Brachycera und Coleoptera (bes. Staphylinidae) eine Rolle. Die Hymenoptera (v.a. Apocrita) waren besonders bei Strecke A noch in nennenswerter Zahl vertreten. Die anderen Gruppen kamen nur mit wenigen Individuen vor.

**Riedwiesen:** Beim NSG Mannheimer Riedwiesen handelt es sich um eines der Gebiete, in denen die Untersuchung der in der Vegetation auf sammelnden Insektenfresser durchgeführt wurde. Auf der 1,3 km langen, halboffenen Strecke durch die Riedwiesen enthielt der individuenreichste Fang (19.7 Nr. 3) bei 19,1 °C, 51 % Luftfeuchte, 5 Lux und Windstille eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang 1 615 Insekten, was etwa 1242 Tieren pro km Fangstrecke entspricht. Davon waren 1172 Tiere/km Nematocera mit 1086 Tieren/km Chironomidae. Der kleinste Fang am 26.4. (Nr. 3) beinhaltete bei 10,1 °C, 46 % Luftfeuchte, 13 Lux und starkem Wind eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang nur 12 Tiere (entspricht ca. 9 Tiere/km). Davon waren ca. 8 Tiere/km Nematocera (v.a. Chironomidae).

Durchschnittlich wurden auf den Riedwiesen 402 Tiere gefangen. Das entspricht ca. 309 Tieren pro km Fangstrecke. Wie bei Petersau bildeten die Nematocera (v.a. Chironomidae) deutlich die größte Gruppe. Nur am 19.7. (Nr. 1) bei 20,8 °C, 49 % Luftfeuchte, 1 600 Lux und starkem Wind 30 Minuten vor Sonnenuntergang waren die Brachycera häufiger.

Die bei Petersau gemachte Beobachtung, dass die Insektenzahl nur bei Temperaturen ab ca. 12 °C um den Sonnenuntergang herum nochmals ansteigt, konnte hier bestätigt werden.

Am 23.5. wurde die Anzahl der Fänge verdoppelt, indem die Strecke jeweils hin- und zurück abgefahren

wurde (s. Abb. 2). So konnte ein detaillierteres Bild bezüglich des zeitlichen Auftretens der einzelnen Insektengruppen erhalten werden. Bei einer Temperatur von 12 °C, einer Luftfeuchte von 40 %, 280 Lux und schwachem Wind wurde ein deutlicher Anstieg der Anzahl der Chironomidae bei Sonnenuntergang beobachtet. Die Individuenzahl der Brachycera, die jedoch in viel geringerer Zahl auftraten, nahm dagegen ab. Am 19.7. stieg die Zahl der Chironomidae und damit die Gesamtzahl bei 19,1 °C, 51 % Luftfeuchte, 5 Lux und Windstille sogar noch eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang stark an. An diesem Tag muss allerdings angemerkt werden, dass vorher starker Wind herrschte, der sich erst nach Sonnenuntergang legte.

Im Mai, Juni, Juli und August wurden in den Riedwiesen ab dem Sonnenuntergang vereinzelt Stechmücken gefangen. Eine höhere Anzahl erreichten die Culicidae nur am 19.7 (Nr. 3). Bei 19,1 °C, 51 % Luftfeuchte, 5 Lux und Windstille wurden 23 Stechmücken gefangen, was ca. 18 Tieren pro km Fangstrecke entspricht. Es handelte sich dabei um 10 *Aedes vexans* Weibchen, 4 *Culex pipiens/torrentium* Weibchen, je 2 *Aedes vexans* Männchen, *Aedes cinereus* Weibchen und *Aedes cinereus* Männchen sowie je 1 *Aedes rossicus* Weibchen, *Anopheles maculipennis* s.l. Weibchen und *Culex pipiens pipiens* Männchen. Zusammen hatten sie einen Anteil am Gesamtfang von 1,4 %. Das Artenspektrum

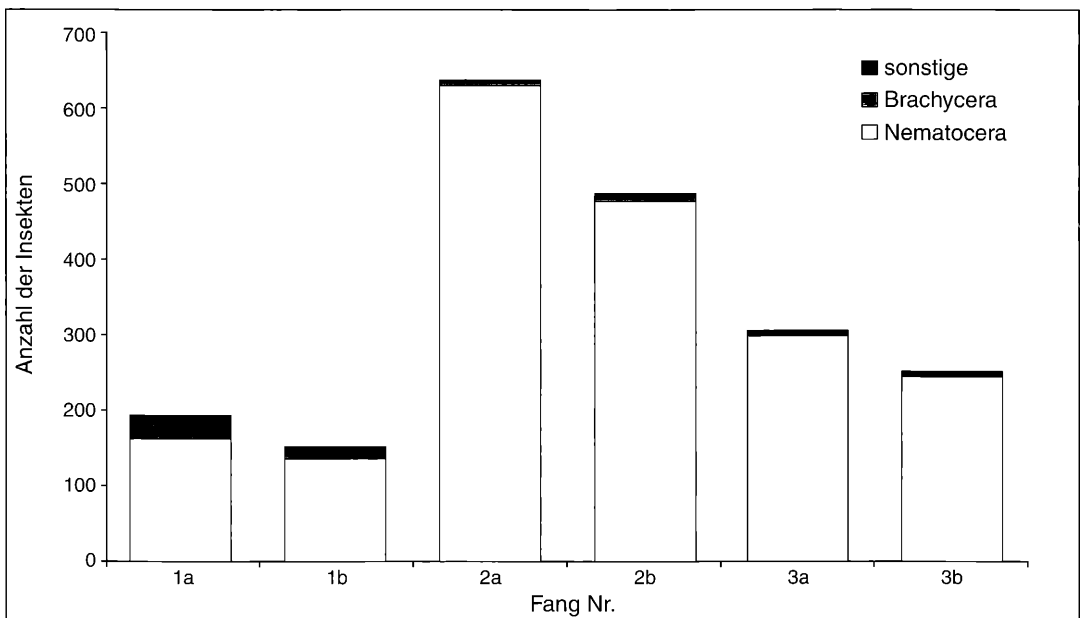


Abbildung 2. Zusammensetzung der Autokescherfänge am 23.5.1991 im NSG Riedwiesen. Anstieg der Anzahl der Nematocera zum Sonnenuntergang (Fang Nr. 2a) und gleichzeitiger Rückgang der in geringerer Anzahl vertretenen Brachycera. – 1 = Messung 30 min vor dem kalendarischen Sonnenuntergang (a = Hinfahrt, b = Rückfahrt); 2 = Messung zum kalendarischen Sonnenuntergang (a = Hinfahrt, b = Rückfahrt); 3 = Messung 30 min nach dem kalendarischen Sonnenuntergang (a = Hinfahrt, b = Rückfahrt).

war mit 6 Arten höher als bei den Fangstrecken bei Petersau (3 Arten, s. auch Tab. 5).

**Biedensand (Kontrollstrecke):** Auf der 1 km langen, größtenteils halboffenen Strecke im NSG Biedensand, waren die individuenärmsten Fänge zu verzeichnen. Der größte Autokescherfang (17.7., Nr. 1) enthielt bei 18,9 °C, 59 % Luftfeuchte, 1 000 Lux und schwachem Wind eine halbe Stunde vor Sonnenuntergang nur 455 Insekten. Davon waren 185 Nematocera, 133 Brachycera, je 52 Coleoptera und Hymenoptera/Apocrita, 19 Homoptera, 7 Lepidoptera, 4 Psocoptera, 2 Heteroptera und 1 Trichoptera. Im kleinsten Fang am 25.4. (Nr. 3) befanden sich bei 7,6 °C, 54 % Luftfeuchte, 7 Lux und schwachem Wind 30 Minuten nach Sonnenuntergang nur 4 Tiere: 3 Nematocera und 1 Hymenoptera. Im Schnitt wurden im Biedensand 207 Insekten gefangen. Obwohl die geringen Fanggrößen v.a. auf eine geringe Anzahl von Chironomidae im Vergleich zu den anderen Untersuchungsgebieten zurückzuführen ist, bildeten die Nematocera meist die größte Gruppe. Lediglich am 22.5. (Nr. 1a) waren die Brachycera bei 17,9 °C, 48 % Luftfeuchte, 1 150 Lux und starkem Wind häufiger als, und am 9.8. (Nr. 1) bei 23,5 °C, 44 % Luftfeuchte, 600 Lux und Windstille 30 Minuten vor Sonnenuntergang in gleicher Anzahl wie die Nematocera vertreten. Innerhalb der Nematocera waren die Chironomidae in der Regel dennoch die häufigste

Familie. Am 25.4. (Nr. 2 und 3) sowie am 27.6. (Nr. 3) war dies nicht der Fall. Hier wurden jedoch insgesamt besonders wenige Insekten gefangen. Hier kann die Beobachtung, die bei Petersau und auf den Riedwiesen bezüglich des temperaturabhängigen Anstiegens der Insektenzahl um den Sonnenuntergang herum gemacht wurde, weitgehend bestätigt werden. In diesem Gebiet zeigt sich, dass diese Beobachtung in erster Linie auf die Chironomidae zutrifft. Am 22.5. wurden (wie in den Riedwiesen) doppelte Fänge durchgeführt (s. Abb. 3). Bei 16,8 °C, 47 % Luftfeuchte, 190 Lux und starkem Wind stieg v.a. die Anzahl der Nematocera (bes. Chironomidae) bei Sonnenuntergang an, während die Zahl der Brachycera, Coleoptera und Hymenoptera sich reduzierte. Die gleiche Beobachtung wurde am 17.7. und 9.8. gemacht. Im Mai und Juni wurden nur einzelne Stechmücken gefangen, im Juli stieg ihre Zahl deutlich an, um danach im August wieder abzufallen. Am 17.7. (Nr. 2) waren die Culicidae bei 19,3 °C, 53 % Luftfeuchte 40 Lux und schwachem Wind bei Sonnenuntergang mit 131 Exemplaren sogar die häufigste Insektengruppe. Es handelte sich dabei um 105 *Aedes vexans* Männchen, 17 *Aedes vexans* Weibchen, 6 *Aedes cinereus* Weibchen, 2 *Aedes cinereus* Männchen und 1 *Anopheles maculipennis* s.l. Weibchen. Zusammen machten sie 31,3 % vom Gesamtfang aus. Die Artenzahl der Stechmücken im Biedensand war mit 7 noch etwas höher als in den Riedwiesen (s. Tab. 6).

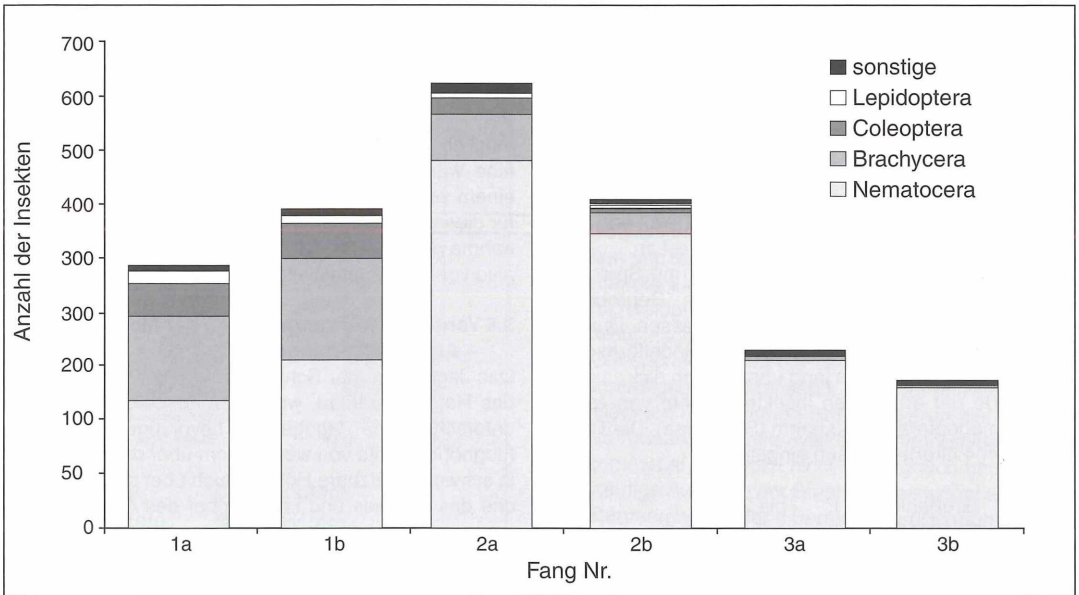


Abbildung 3. Zusammensetzung der Autokescherfänge am 22.5.1991 im NSG Biedensand. Anstieg der Anzahl der Nematocera zum Sonnenuntergang (Fang Nr. 2a) und gleichzeitiger Rückgang der in geringerer Anzahl vertretenen Brachycera und Coleoptera. – 1 = Messung 30 min vor dem kalendarischen Sonnenuntergang (a = Hinfahrt, b = Rückfahrt); 2 = Messung zum kalendarischen Sonnenuntergang (a = Hinfahrt, b = Rückfahrt); 3 = Messung 30 min nach dem kalendarischen Sonnenuntergang (a = Hinfahrt, b = Rückfahrt).

### 3.4 Die Stechmücken in den Autokescherfängen

Die genauen Fangzahlen sowie die prozentualen Anteile der Culicidae in den Autokescherfängen sind in den Tabellen 4-6 zusammengefasst. Von April bis Juni spielten die Stechmücken bei der Zusammensetzung der Fluginsektenfauna praktisch keine Rolle. Sie wurden nur vereinzelt beobachtet. Außer bei Strecke B in Petersau, wo im August eine größere Zahl *Culex pipiens pipiens*-Männchen gefangen wurden, wurden auf allen Strecken im Juli die meisten Stechmücken gefangen. Dann war stets *Aedes vexans* die häufigste Art. Beim Hofgut Petersau erreichten die Stechmücken im April einen maximalen Anteil am Gesamtfang von 0,1 %, im Juni 0,3 %, im Juli 4,2 % und im August 6,5 %. Im Mai wurden keine Stechmücken gefangen. Im NSG Riedwiesen wurden im April keine Stechmücken gefangen, im Mai maximal 0,6 %, im Juni 0,4 %, im Juli 1,4 % und im August 0,3 %.

Auch im NSG Biedensand (Kontrollgebiet) wurden im April keine Stechmücken gefangen. Der maximale Anteil der Culicidae betrug im Mai 0,6 %, im Juni 4 %, im Juli 31,3 % und im August 5,5 %.

### 3.5 Beutespektrum der Mehlschwalben

Insgesamt wurde ca. 200 mal versucht, Nahrungsproben von Nestlingen zu nehmen. Da jedoch die Halsringe im Interesse der Vögel relativ locker angelegt waren, wurden die Nahrungsballen öfter verschluckt, so dass nur 97 Proben ausgewertet werden konnten.

Am 19.6. wurden ca. 35 Nestlingen 35-55 Minuten vor Sonnenuntergang Halsringe angelegt und 10 Minuten vor bis 5 Minuten nach Sonnenuntergang wieder abgenommen. Obwohl Alttiere wiederholt in unterschiedlichen Abständen die Nester anfliegen, konnte keine Probe genommen werden. Die Ursache wurde bei den folgenden Beprobungen klar, die ca. 2 Stunden vor Sonnenuntergang begannen. Die Fütterung der Jungen wurde etwa 60-15 Minuten vor Sonnenuntergang eingestellt. Davor flog alle 3-15 Minuten ein Alttier mit Nahrung das Nest an.

Von den sehr gut zusammenhaltenden, mit Speichel verklebten Nahrungsballen der ersten Beprobung wurden 37 nach Länge und Breite vermessen. Durchschnittlich waren die regurgitierten, spindelförmigen Nahrungsballen 12,8 mm lang und 5,5 mm dick.

Die Größe der erbeuteten Insekten reichte von ca. 1 mm (Hymenoptera) bis 13,5 mm (Syrphidae). Die Tiere wurden in 4 Größenklassen eingeteilt:

Größenklasse I:	bis 2 mm
Größenklasse II:	> 2 mm bis 5 mm
Größenklasse III:	> 5 mm bis 9 mm
Größenklasse IV:	> 9 mm

Es zeigte sich, dass die weitaus meisten Tiere der Größenklasse 2 zugeordnet werden konnten. Dabei handelte es sich vor allem um Blattläuse (Größenklasse I und II) und Staphylinidae.

Im Juni wurden die Nahrungsballen der Erstbrut untersucht. Am 21. Juni lag der Anteil der Aphidina bei 69 %. Die Nematocera stellten mit ca. 10 % und die Brachycera mit ca. 8 % die nächstgrößten Gruppen (s. Tab. 1).

Am 25. Juni waren die Aphidina mit 89 % vertreten und die Nematocera mit 3 %. Alle anderen Gruppen waren mit weniger als 2 % beteiligt (s. Tab. 1).

Bei den Brachycera kamen vor allem Chloropidae, Phoridae, Anthomyiidae, Syrphidae und Empididae vor, bei den Nematocera machten Chironomidae und Sciaridae den Hauptteil aus.

Mitte August, bei der Zweitbrut, kamen Blattläuse nur vereinzelt vor. Dafür war der Anteil der Käfer enorm gestiegen. Am 12.8. und 13.8. hatten die Staphylinidae einen Anteil von 24 % und 45 %. Sonstige Käfer (vor allem Chrysomelidae, Coccinellidae und Anthicidae) erreichten 11 %. Wieder stellten die Dipteren die zweithäufigste Gruppe. Zu den bereits genannten Familien kamen als häufigste Brachycera die Drosophilidae hinzu (s. Tab. 2).

Die starke Verschiebung der Individuenzahlen der einzelnen Insektengruppen von der Erst- zur Zweitbrut wurde schon öfter belegt (VON GUNTEN 1961, 1962). Sie hängt mit den jahreszeitlich verschiedenen Schwarmphasen der Insekten zusammen.

In etlichen Nahrungsballen fanden sich Schnecken-schalenteile oder vollständige kleine Schnecken. Sie wurden vermutlich an den Trinkplätzen aufgenommen. Die in der Nahrung vorkommenden Spinnen waren ausschließlich juvenile Araneae, zu deren Verbreitungsstrategie das Fliegen mit Hilfe fein gesponnener "Fallschirme" gehört.

Bei 6 761 ausgewerteten Tieren wurden nur 6 Stechmücken gefunden: 2 *Aedes vexans*, 3 *Culex spec.* und eine war nicht mehr determinierbar. Dies entspricht einem prozentualen Anteil von ca. 0,1 %. Der Grund für diesen geringen Anteil liegt darin, dass eine Probeaufnahme nur deutlich vor Sonnenuntergang möglich war, also vor der Hauptaktivitätszeit der Stechmücken.

### 3.6 Vergleich: Nahrungsproben der Mehlschwalben – Autokescherfänge

Das Jagdgebiet der Schwalben lag ca. 2 km rings um das Hofgut Petersau, wobei an verschiedenen Tagen unterschiedliche Jagdgebiete bevorzugt wurden. Die Flughöhe reichte von wenigen cm über dem Boden bis in schwer schätzbare Höhen. Auch über der Wasserfläche des Rheines und im Innenhof des Gutes wurden jagende Vögel beobachtet.

Im Gegensatz dazu befand sich der Autokescher in einer definierten Höhe und erfasste die Insektenfauna über drei verschiedenen Wegen in der direkten Umgebung des Hofgutes in dem die Nestlinge beprobt wurden.

Die Beobachtungen bezüglich der Aktivitätszeit der Mehlschwalben zeigen, dass zum Vergleich mit den



Nahrungspalten nur die parallel zur Beprobung der Vögel durchgeführten Autokescherfänge (Nr. 0) herangezogen werden können. Da die Schwalben die Fütterung der Nestlinge ab ca. 60 Minuten vor Sonnenuntergang zunehmend einstellen, werden in den um den Sonnenuntergang herum durchgeführten Autokescherfängen auch Tiere gefangen, die als Nahrungsorganismen nicht in Frage kommen. Zu diesen Tieren zählen auch die Stechmücken, so dass, selbst bei Massenaufkommen von *Aedes vexans* nur wenige Tiere gefressen werden können.

Die drei Fangstrecken erwiesen sich als signifikant verschieden. Über unterschiedlichem Gelände ist demnach eine unterschiedliche Insektenfauna zu finden. Diese Ungleichverteilung kann z.B. mikroklimatische oder geländemorphologische Ursachen haben.

Die Autokescherfänge zeigten die potenziell jagdbare Fluginsektenfauna in diesen jeweils eng begrenzten Ausschnitten auf. Der Vergleich der Autokescherfänge untereinander zeigt, wie sich die Anteile der verschiedenen Insektengruppen verschieben.

Die Jagdergebnisse der Vögel wichen deutlich davon

ab. Die Tiere jagten also in anderen Gebieten oder Höhen oder fingen bevorzugt bestimmte Insekten. Dies kann nicht unterschieden werden.

Die selektive Nahrungswahl bei der Mehlschwalbe wurde bereits 1975 von BRYANT festgestellt, wobei die Abweichung der Nahrung vom Insektenangebot während der Nestlingsaufzucht der Erst- und Zweitbrut am größten war.

Gemeinsam waren den Autokescherfängen und den Nahrungsproben jedoch, dass im Juni die Homoptera (besonders Aphidina) die größte Gruppe darstellten (Autokescher 55 %, Nahrungsproben 81 %). Weitere wichtige Gruppen waren Nematocera (Autokescher 13 %, Nahrungsproben 6 %) und Brachycera (Autokescher 13 %, Nahrungsproben 5 %). Unter den Nematocera nahmen die Chironomidae in den Autokescherfängen ca. 66 % (entspricht ca. 9 % des Gesamtffanges) und in den Nahrungsproben ca. 87 % (entspricht ca. 5 % der Gesamtzahl) ein. Danach kamen die Coleoptera (Autokescher 13 %, Nahrungsproben 3 %), siehe Abbildung 4.

Im August wurden die Blattläuse in den Nahrungsproben weitgehend durch Käfer (36 %) ersetzt, vor allem Staphylinidae (davon 68 %, entspricht 22 % der Gesamtzahl). Der Anteil der Käfer in der Nahrung war ca. viermal so hoch wie in den Autokescherfängen (9 % Käfer, davon 37 % Staphylinidae, entspricht 3,5 % des Gesamtffanges).

In den Autokescherfängen waren die Nematocera mit ca. 51 % im August am häufigsten. Daran hatten die Chironomidae einen Anteil von 85 %, was 43 % des Gesamtffanges entspricht (s. Abb. 5).

Am zweithäufigsten waren sowohl in den Autokescherfängen (23 %) als auch in der Nestlingsnahrung (27 %) die Brachycera.

In den Untersuchungen der vorangegangenen Jahre hatte sich gezeigt, dass die Staphylinidae bevorzugt auf von Bäumen gesäumten Fangstrecken gefangen wurden und dass sich ihre Anzahl gegen Abend mit abnehmender Lichtintensität stark verringerte. Demnach überschneiden sich die Aktivitätszeiten der Staphylinidae wohl insgesamt stärker mit denen der Vögel als die der Chironomidae oder gar der Culicidae.

Im Kontrollgebiet Biedensand, auf einer teilweise dicht von Bäumen beschatteten Strecke, waren die Staphylinidae genauso häufig wie die Chironomidae. Das Datenmaterial ist jedoch nicht umfangreich genug, um das häufige Auftreten der Staphylinidae sicher auf dicht von Bäumen bestandene Bereiche zurückzuführen und damit auf ein bevorzugtes Fanggebiet der Mehlschwalben schließen zu können.

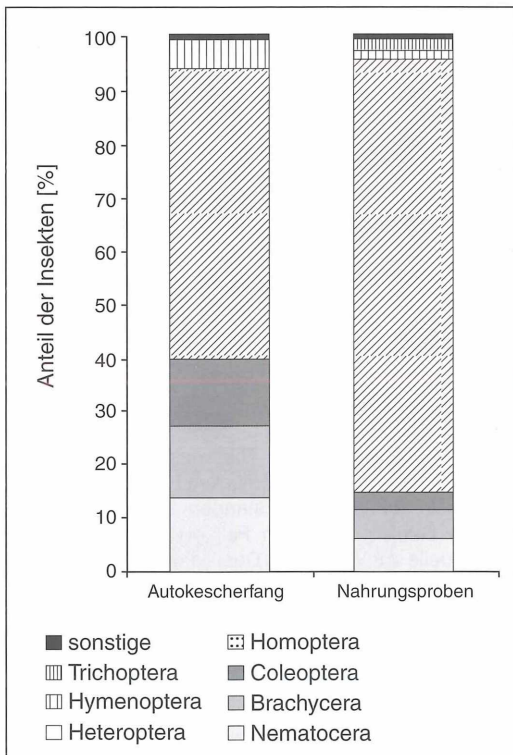


Abbildung 4. Zusammensetzung der Nahrungsproben bei den Mehlschwalben-Nestlingen vom 21. und 25.6.1991 bei Petersau (Erstbrut) sowie der parallel dazu durchgeführten Autokescherfänge Nr. 0 (Strecken A, B und C) vom 25.6.1991 bei Petersau.

### 3.7 Beutespektrum der die Vegetation absammelnden Vogelarten

Bei den Vogelarten, die ihre Nahrungstiere in der Vegetation aufsammeln und keine Kolonien bilden, war die Probenahme aufwändiger als bei den Mehlschwalben,

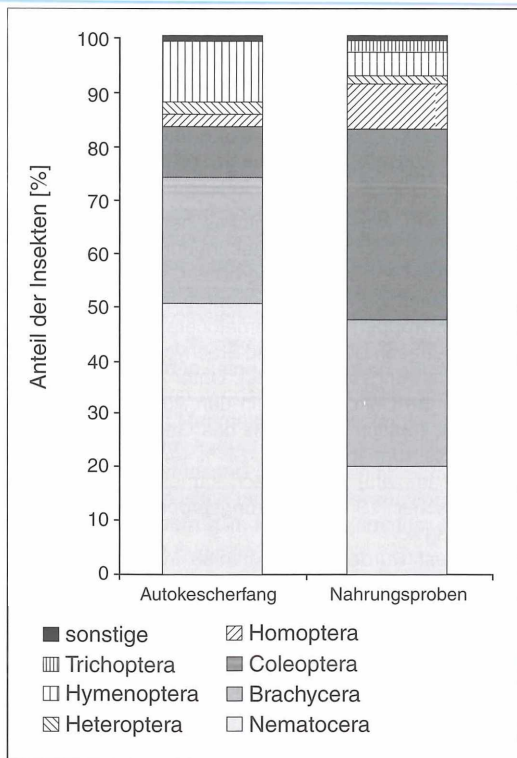


Abbildung 5. Zusammensetzung der Nahrungsproben bei den Mehlschwalben – Nestlingen vom 12. und 13.8.1991 bei Petersau (Zweitbrut) sowie der parallel dazu durchgeführten Autokescherafänge Nr. 0 (Strecken A, B und C) vom 12. und 13.8.1991 bei Petersau.

da immer nur einzelne Nester beprobt werden konnten. Um eine ausreichende Datenmenge zu erhalten, mussten die Proben, die während des gesamten Sommers genommen wurden, zusammengefasst werden. Daher kann keine Aussage über jahreszeitliche Veränderungen gemacht werden.

Durch die Autokescherafänge und die Beprobung der Mehlschwalben wurde deutlich, dass sich die verfügbare Insektenfauna im Jahresverlauf jedoch ständig ändert. Dies sollte aber zur Beantwortung der Frage, ob Stechmücken eine wichtige Nahrungsquelle für die untersuchten Vogelarten darstellen, keine Rolle spielen, da es hierbei zunächst nicht wichtig war, zu welcher Jahreszeit die Stechmücken gefressen wurden. Insgesamt wurden 140 Nahrungsproben bei Vögeln genommen, die ihre Nahrung aus der Vegetation absammeln. Mit zusammen 80 Proben stellten Teichrohrsänger (*Acrocephalus scirpaceus*) und Trauerschnäpper (*Ficedula hypoleuca*) den Schwerpunkt der Untersuchung dar. Außerdem wurden die Proben von Kohlmeise (*Parus major*) und Blaumeise (*Parus caeruleus*) ausgewertet. Die Nahrungsproben von Dorngras-

mücke (*Sylvia communis*) und Kleiber (*Sitta europaea*) konnten aufgrund ihrer geringen Anzahl nicht in die Auswertung mit einbezogen werden.

Beim Teichrohrsänger stellten die Blattläuse (Aphidina) 29 % der Nestlingsnahrung. Diese hohe Individuenzahl war jedoch auf drei ausschließlich aus Blattläusen bestehenden Nahrungsproben zurückzuführen. Mit 17 % waren die Diptera die nächst größere Gruppe, gefolgt von den Lepidoptera mit 12 %.

In den Nahrungsproben des Trauerschnäppers stellten Diptera (19 %) und Hymenoptera (17 %) den größten Anteil. Die nächst größere Gruppe waren die Coleoptera mit 11 %.

Die Kohlmeisen verfütterten hauptsächlich Schmetterlingslarven an ihre Jungen (51 %). Die Käfer machten 11 %, die Diptera und unbestimmbaren Insekten jeweils 9 % der Nahrungsproben aus.

Bei den Blaumeisen betrug der Anteil der Schmetterlingslarven sogar 95 %, die restlichen 5 % stellten die Araneidea.

Nur in den Nahrungsproben der Teichrohrsänger konnten 5 Culicidae nachgewiesen werden, davon waren 4 Larven. Der Anteil der Stechmücken in der Nahrung der Teichrohrsänger betrug 5,3 %.

Der Anteil der nicht flugfähigen Tiere war in den Nahrungsproben von Vögeln, die die Vegetation absammeln vergleichsweise hoch. Während bei Teichrohrsänger und Trauerschnäpper die flugfähigen Diptera jedoch noch eine relativ große Rolle spielten (17 % bzw. 19 %), dominierten bei den beiden Meisenarten eindeutig die Schmetterlingslarven (51 % bzw. 95 %). Raupen stellen offensichtlich für diese Vögel eine besonders attraktive Beute dar.

Beim Aufsammeln aus der Vegetation bevorzugten die Vögel auch unter den flugfähigen Beutetieren größere Exemplare (z.B. Tipulidae, Syrphidae). Dies wird auch durch die geringe Zahl der Beutetiere pro Nahrungsprobe deutlich (ca. 2 Tiere / Probe).

Mit Hilfe von Autokescherafängen wurde in den Jahren 1989 bis 1991 festgestellt, dass sich im Untersuchungsgebiet Mannheimer Riedwiesen auch in hochwasserarmen Jahren Stechmücken (v.a. *Culex pipiens*) entwickeln können. Diese standen also, zumindest in diesem Gebiet, auf jeden Fall als potenzielle Nahrungsquelle zur Verfügung. Dass in den insgesamt 140 Nahrungsproben nur 5 Stechmücken enthalten waren, lässt nur den Schluss zu, dass auch für die untersuchten Vogelarten, die ihre Beutetiere in der Vegetation aufsammeln, die Stechmücken als Nahrungsorganismen keine wichtige Rolle spielen.

### 3.8 Einfluss der Stechmückenbekämpfung auf die Nahrungszusammensetzung der untersuchten Vogelarten

Da sich die Aktivitätszeiten von Stechmücken und Mehlschwalben kaum überschneiden, würde ihr Anteil an der Nahrung der Mehlschwalben auch

nicht steigen, wenn die Anzahl der Stechmücken größer wäre. Daher können die Stechmücken für diese im Flug jagenden Vögel keine wichtige Nahrungsgrundlage darstellen. Dies wurde auch in der Zusammensetzung der Nahrungsproben, die bei der Mehlschwalbenkolonie im Hofgut Petersau entnommen wurden, deutlich (0,09 % Stechmücken). Die Aktivitätszeiten der von den Mehlschwalben bevorzugt gefangenen Insekten (v.a. Aphidina und Staphylinidae) überschneiden sich offensichtlich stärker mit denen der Vögel, wie auch die Ergebnisse der Autokescherfänge zeigen.

Die Probenahmen bei Teichrohrsänger, Trauerschnäpper, Kohlmeise und Blaumeise zeigten, dass die Culicidae auch während ihrer Ruhephase in der Vegetation keine große Rolle für die Ernährung dieser, die Vegetation absammelnden Vogelarten, spielen. Die Vögel erbeuteten besonders nicht oder schlecht flugfähige Tiere (z.B. Larven, Spinnen). Unter den Diptera wurden vor allem größere Arten (z.B. Tipulidae, Syrphidae) gefangen. Die Stechmücken gehören also nicht zu den bevorzugten Beutetieren, da sie flugfähig und klein sind. Bezeichnend ist daher, dass 4 von den 5 erbeuteten Stechmücken (nicht flugfähige) Larven waren. Diese wurden von einem einzigen Elterntier offensichtlich aus dem Wasser aufgesammelt und können nicht als repräsentativ gelten.

Wegen der Bevorzugung größerer Beutetiere kann anhand der Anzahl der einzelnen Arten in diesem Fall nur bedingt auf deren Anteil an der Nahrung geschlossen werden. Hierzu müsste vielmehr der Gewichtsanteil gemessen werden, was in der vorliegenden Untersuchung jedoch nicht vorgesehen war. Man kann jedoch davon ausgehen, dass, wenn die Anzahl der Stechmücken im Jagdgebiet dieser Vogelarten höher wäre,

diese dennoch keine größere Bedeutung für deren Ernährung hätten.

Aus diesen Gründen kann ausgeschlossen werden, dass die Stechmückenbekämpfung in der Oberrheinebene und die damit einhergehende Reduzierung der Stechmückenzahl einen Einfluss auf die Nahrungszusammensetzung der untersuchten rheinauenbewohnenden Vogelarten hat. Daraus folgt, dass durch die Stechmückenbekämpfung mit *B.t.i.* für die Vögel keine wichtige Nahrungsquelle verloren gehen kann.

**3.9 Methodenkritik**

Der Autokescher erwies sich als geeignete Methode, um die natürliche Zusammensetzung der verschiedenen Insektengruppen in der Luft zu untersuchen. Er hat folgende Vorteile:

- Mit dem Autokescher lässt sich in kurzer Zeit ein großes Gebiet absammeln. Wegen der geringen Fangdauer lässt sich das Auftreten der Insekten zeitlich genau eingrenzen, was für die Frage, ob die Tiere während ihrer Aktivitätszeiten von bestimmten Fressfeinden als Nahrungsquelle genutzt werden können, von großer Bedeutung sein kann.
- Da bei dieser Methode keine Reize auf die Insekten ausgeübt werden, wie etwa bei Licht- und Köderfallen, ist sie unselektiv. Das bedeutet, dass die Stechmücken mit dieser Methode nicht überproportional gefangen werden.
- Da der Autokescher nicht stationär ist, ist das Fangergebnis von den direkten Einflüssen eines Einzelstandortes unabhängig.
- Die Bewegung, die zum Fang eines Tieres führt, geht vom Fänger aus und nicht vom Insekt. Daher ist der Autokescher noch unselektiver als z.B. eine feststehende Saugfalle (BIDLINGMAYER 1967 a, b).

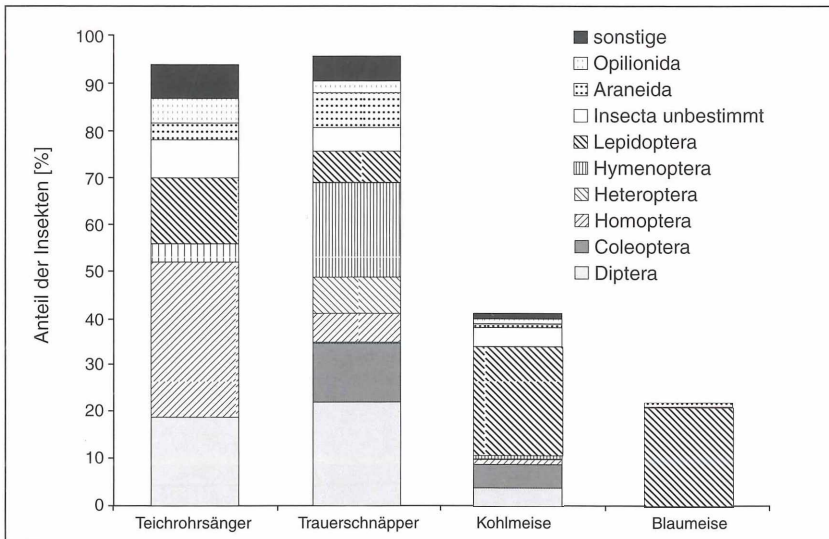


Abbildung 6. Nahrungs- und Insektenzusammensetzung der Nester von Teichrohrsänger (*Acrocephalus scirpaceus*), Trauerschnäpper (*Ficedula hypoleuca*), Kohlmeise (*Parus major*) und Blaumeise (*Parus caeruleus*).

Es zeigten sich jedoch auch einige Nachteile der Autokeschermethode:

- Es können nur Wege, die mit dem Pkw befahrbar sind, abgesammelt werden. Die abiotischen Bedingungen auf den Wegen können sich aber von denen in dichter Vegetation unterscheiden. Auch das Verhalten mancher Fluginsekten (z.B. die Schwarmbildung) über dem Weg kann von dem Flugverhalten der Tiere außerhalb der Wege abweichen (BIDLINGMAYER 1966).
- Durch den Luftstau vor dem Insektennetz können manche Insekten am Netz vorbei getrieben werden und so entkommen. Daher muss großen Wert auf eine angepasste Geschwindigkeit gelegt werden.
- Der Autokescher hat eine festgelegte Mindesthöhe (Höhe des Autodachs) und ist auch von der Maximalhöhe her begrenzt, so dass Insekten, die in höheren oder tieferen Luftschichten fliegen, nicht erfasst werden können.

Die Halsringmethode erwies sich als geeignet, um die Nestlingsnahrung verschiedener Vogelarten zu untersuchen. Die Vorteile dieser Methode waren:

- Man kann Nahrungsproben erhalten, ohne den Vögeln Schaden zuzufügen.
- Der Hauptnahrungsbedarf der Population besteht während der Wachstumsphase der Jungen, daher kommt dieser Periode eine besondere Bedeutung zu.
- Man erhält genau die Insekten, die auch von den Vögeln gefangen und verfüttert wurden (im Gegensatz zu den Autokescherfängen).
- Die Insekten sind in der Regel in einem so guten Zustand, dass sich noch relativ leicht bestimmt werden können (im Gegensatz zu Kotproben).
- Man kann die Probenahme zeitlich gut eingrenzen.

Die Nachteile der Halsringmethode zeigten sich wie folgt:

- Wegen der geringen Anzahl von Insekten in einer Nahrungsprobe braucht man sehr viele Proben, um statistisch gesicherte Aussagen machen zu können.
- Die Proben können nur während der kurzen Nestlingsdauer genommen werden. Es ist möglich, dass die Eltern andere Tiere fressen, als sie ihren Jungen verfüttern.
- Da die Jungvögel die Nahrungsballen regurgitieren, können die im Nest liegenden Nahrungsorganismen, die z.T. noch leben, nicht mehr eindeutig einem Fütterungsvorgang zugeordnet werden.
- Werden die Nestlinge während der Beprobungszeit mehrmals gefüttert, können die Insekten ebenfalls nicht mehr eindeutig einem Nahrungsballen zugeordnet werden.

#### Dank

Wir möchten besonders Dr. DIETMAR BERNAUER und LOTHAR MUSCHKETAT für die Probenahme und Untersuchung der Nestlingsnahrung danken. Ihrer Erfahrung und ihrem Fingerspitzengefühl verdanken wir, dass bei einer über 300-fachen Anwendung der Halsringe kein einziger Jungvogel zu Schaden kam. In diesem Zusammenhang danken wir auch der Staatlichen Vogelschutzwarte Karlsruhe sowie den Regierungspräsidenten Karlsruhe und Darmstadt für die Erteilung der Sondergenehmigungen.

#### Literatur

- ARNOLD, A., BRAUN, M., BECKER N. & STORCH V. (2001): Contribution to the trophic ecology of bats in the Upper Rhine Valley, Southwest Germany. – Proceedings of the VIIIth EBRIS, Vol. 2: 17-27
- BIDLINGMAYER, W.L. (1966): Use of the truck trap for evaluating adult mosquito populations. – Mosq. News, **26**: 139-143.
- BIDLINGMAYER, W.L. (1967a): A comparison of trapping methods for adult mosquitoes: species response and environmental influence. – J. med. Ent., **4**: 200-220.
- BIDLINGMAYER, W.L. (1967b): A correction – a comparison of trapping methods for adult mosquitoes: species response and environmental influence. – J. med. Ent., **4**: 390.
- BIDLINGMAYER, W.L. (1985): The measurement of adult mosquito population changes – some considerations. – J. Am. Mosq. Control Assoc., **1**(3): 328-348
- BLUM, S., BASEDOW, Th. & BECKER, N. (1997): Culicidae (Diptera) in the Diet of predatory stages of Anurans (Amphibia) in the Humid Biotopes of the Rhine Valley in Germany. – J. Vector Ecol., **22**(1): 23-29
- BRYANT, D.M. (1975): Breeding biology of the house martins *Delichon urbica* in relation to aerial insect abundance. – The Ibis, **117**: 180-216
- KNIGHT, K.L. & HENDERSON, C. (1967): Flight periodicity of *Aedes vexans*. – J. Geogr. Ent. Soc., **2**: 53-58
- KRETSCHMER, M. (1997): Untersuchungen zur Biologie und Nahrungsökologie der Wasserfledermaus (*Myotis daubentoni* KUHL, 1819) in Nordbaden. – Diplomarbeit Universität Heidelberg.
- LEWIS, T. & TAYLOR, L.R. (1964): Diurnal periodicity of flight by insects. – Trans. R. Ent. Soc. London, **116** (15): 393-476.
- PFITZNER, W.P. (1999a): Faunistische Untersuchung zum Vorkommen der Odonaten und ihrer Rolle als Prädatoren der Culiciden. – Diplomarbeit Universität Heidelberg.
- PFITZNER, W.P. (1999b): Culiciden als Bestandteil der Nahrung von Libellen. – Unveröff. Bericht. Kommunale Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage e.V., Waldsee.
- VON GUNTEN, K. (1961): Zur Ernährungsbiologie der Mehlschwalbe (*Delichon urbica*): Die qualitative Zusammensetzung der Nahrung. – Ornithol. Beob., **58**, 1: 13-58
- VON GUNTEN, K. & SCHWARZENBACH, F.H. (1962): Zur Ernährungsbiologie der Mehlschwalbe, *Delichon urbica*: Quantitative Untersuchungen am Nestlingsfutter. – Ornith. Beob., **59**, 1: 1-58.

**Anhang**

Tabelle 1. Ergebnisse der Nahrungsproben bei den Mehlschwalben am 21. und 25.6.1991

Tabelle 2. Ergebnisse der Nahrungsproben bei den Mehlschwalben am 12. und 13.8.1991

Tabelle 3. Ergebnisse der Nahrungsproben bei den die Vegetation absammelnden Vogelarten

Tabelle 4. Die Stechmücken in den Autokescherfängen bei Petersau

Tabelle 5. Die Stechmücken in den Autokescherfängen im NSG Riedwiesen

Tabelle 6. Die Stechmücken in den Autokescherfängen im NSG Biedensand











Tabelle 3. Ergebnisse der Nahrungsproben bei den die Vegetation absammelnden Vogelarten.

	Blaumeise ( <i>Parus caeruleus</i> )	Dorngrasmücke ( <i>Sylvia communis</i> )	Kleiber ( <i>Sitta europaea</i> )	Kohlmeise ( <i>Parus major</i> )	Teichrohrsänger ( <i>Acrocephalus scirpaceus</i> )	Trauerschnäpper ( <i>Ficedula hypoleuca</i> )
Nematocera unbest.	.	.	.	.	1	2
Culicidae	.	.	.	.	5	
Chaoboridae	.	.	.	.	.	1
Tipulidae	.	.	.	3	6	3
Brachycera	.	.	.	1	6	15
Diptera unbest.	.	.	.	.	1	1
Diptera ges.	.	.	.	4	19	22
Coleoptera	.	.	1	5	.	13
Homoptera	.	.	.	1	33	6
Heteroptera	.	.	1	.	.	8
Hymenoptera	.	1	.	1	4	20
Planipennia	.	.	.	1	.	
Trichoptera	.	.	.	.	1	
Mecoptera	.	.	1	.	.	
Lepidoptera	21	5	.	23	14	7
Ephemeroptera	.	.	.	.	3	
Odonata	.	.	.	.	2	
Collembola	.	.	.	.	.	1
Insecta unbest.	.	1	.	4	8	5
Araneidea	1	.	.	1	4	7
Opilionida	.	.	.	1	5	4
Acarina	.	.	.	.	.	1
Isopoda	.	.	.	.	.	2
Gastropoda	.	.	.	.	1	

Tabelle 4. Die Stechmücken in den Autokescherfängen bei Petersau.

Datum	29.04.1991		24.05.1991		21.06.1991		25.06.1991		16.07.1991		12.08.1991		13.08.1991							
	20:10	20:40	21:10	20:45	21:15	21:45	21:05	21:35	19:30	21:10	21:40	21:00	21:30	22:00	18:40	20:20	20:50	21:20	18:50	21:15
Fang-Nr.	1	2	3	1	2	3	1	2	0	1	2	1	2	3	0	1	2	3	0	1
Temperatur (°C)	13,4	11,8	12	15,2	11,6	10,7	20,9	20,1	28,6	24,4	23,3	22	20,9	17,7	25,5	24,4	22,6	21,6	29,5	26,6
Luftfeuchte (% rel. H.)	29	34,5	30	35	42	45	55	61	43	59	64	46,4	50,6	62,5	45	46	46	52	31	39
Lichtintensität (Lux)	1200	230	3	1900	310	9	1400	170	26000	2000	330	1700	240	8	8200	1200	220	4	16000	2600
Wind	II	II	III	I	I	I	I	I	II	II	II	II	II	II	I	II	II	II	I	I
<b>STRECKE A</b>																				
<i>Aedes vexans</i> (w)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	1	14	.	.	.	2	.	.
<i>Anopheles maculipennis</i> (w)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Culex pipiens/torrentium</i> (w)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
gesamt	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	1	15	.	.	.	3	.	.
% am Gesamtfang	0,13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,07	.	0,4	1,28	.	.	.	0,09	.	.
<b>STRECKE B</b>																				
<i>Aedes vexans</i> (w)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	5	.	.	.	.	.	1
<i>Anopheles maculipennis</i> s.l. (w)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>Culex pipiens/torrentium</i> (w)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.
<i>Culex pipiens pipiens</i> (m)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	12	.	.
gesamt	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	6	.	.	3	15	.	1
% am Gesamtfang	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4,22	3,4	.	.	1,51	6,49	.	0,23
<b>STRECKE C</b>																				
<i>Aedes vexans</i> (w)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	1	.	.	.	.
<i>Aedes vexans</i> (m)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Culex pipiens pipiens</i> (m)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
gesamt	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2	1	.	.	1	.
% am Gesamtfang	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,37	0,37	2,6	1,96	.	.	1,18	.

Tabelle 5. Die Stechmücken in den Autokescherfängen im NSG Riedwiesen.

Datum	26.04.1991			23.05.1991			24.06.1991			19.07.1991			08.08.1991		
	20:00	20:30	21:00	20:45	21:15	21:45	21:40	22:10	21:00	21:30	22:00	20:30	21:00	21:30	21:00
Uhrzeit	1	2	3	1a	2a	3a	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Fang-Nr.	12,5	11,6	10,1	13,2	12,0	11,2	19,9	19,4	20,8	20,6	19,1	22,2	21,0	20,6	22,2
Temperatur (°C)	36	39	46	41	40	45	64	69	49	48	51	70	68	68	68
Luftfeuchte (% rel. H.)	3300	650	13	1600	280	7	70	3	1600	250	5	1600	40	1	1
Lichtintensität (Lux)	III	III	III	II	II	II	I	I	III	III	I	III	III	III	III
Wind															
<i>Aedes vexans</i> (w)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	10	.	.	.
<i>Aedes vexans</i> (m)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
<i>Aedes cinereus</i> (w)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.
<i>Aedes cinereus</i> (m)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.
<i>Aedes rossicus</i> (w)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Anopheles maculipennis</i> s.l. (w)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Anopheles maculipennis</i> s.l. (m)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Culex pipiens/torrentium</i> (w)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	4	.	.	.	.
<i>Culex pipiens pipiens</i> (m)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	2
<i>Culex territans</i> (m)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<b>gesamt</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>% am Gesamtfang</b>	.	.	.	.	.	<b>0,65</b>	.	<b>0,3</b>	.	<b>1,3</b>	<b>1,42</b>	.	<b>0,12</b>	<b>0,34</b>	.

