

Aus dem  
Institut für Parasitologie und Tropenveterinärmedizin  
des Fachbereichs Veterinärmedizin der  
Freien Universität Berlin

# **Insektizidhaltige Netze zum Schutz von Pferden gegen Bremsen und Lästlingsinsekten auf Weiden in Brandenburg**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Veterinärmedizin  
an der  
Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
Daniel Zaspel  
Tierarzt aus Berlin

Berlin 2008  
Journal - Nr. 3239

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Leo Brunnberg  
Erster Gutachter: PD Dr. Peter-H. Clausen  
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Theodor Hiepe  
Dritter Gutachter: PD Dr. Bianca Carstanien

*Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):*

horses, insect control, insect traps, culicidae, muscidae, tabanidae, diptera,  
pyrethroid insecticides, deltamethrin, Germany

Tag der Promotion: 1. Dezember 2008

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-86664-568-4

**Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2009**

Dissertation, Freie Universität Berlin

**D 188**

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© mensch und buch verlag 2009

choriner str. 85 - 10119 berlin

verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

**Inhalt**

1	<b>Einleitung und Zielsetzung</b> .....	- 1 -
2	<b>Literaturübersicht</b> .....	- 3 -
2.1	Belästigung der Pferde durch Bremsen, Fliegen und andere Insekten .....	- 3 -
2.1.1	Befall mit stechend-saugenden Insekten .....	- 3 -
2.1.1.1	Bremsen .....	- 3 -
2.1.1.2	Stechend-saugende Fliegen .....	- 8 -
2.1.1.3	Andere stechend-saugende Insekten .....	- 10 -
2.1.2	Befall mit leckend-saugenden Insekten .....	- 14 -
2.2	Abwehr und Bekämpfung von Lästlingsinsekten.....	- 16 -
2.2.1	Methoden zur Abwehr und Bekämpfung von Lästlingsinsekten .....	- 17 -
2.2.1.1	Hygienische Maßnahmen und Managementverfahren .....	- 17 -
2.2.1.2	Biologische Bekämpfung und biotechnische Verfahren .....	- 18 -
2.2.1.3	Technische Verfahren .....	- 19 -
2.2.1.4	Repellentien.....	- 20 -
2.2.1.5	Insektenwachstumsregulatoren.....	- 21 -
2.2.1.6	Insektizide.....	- 23 -
2.2.1.7	Wirkungsweise der Pyrethroide auf Insekten.....	- 28 -
2.2.1.8	Wirkungsweise der Pyrethroide auf Warmblüter .....	- 29 -
2.2.1.9	Ökotoxizität und Persistenz in der Umwelt .....	- 29 -
3	<b>Eigene Untersuchungen</b> .....	- 31 -
3.1	<b>Material und Methoden</b> .....	- 31 -
3.1.1	Felduntersuchungen.....	- 31 -
3.1.1.1	Auswahl der Reiterhöfe.....	- 31 -
3.1.1.2	Fragebogenerhebung .....	- 31 -
3.1.1.3	Versuchsansatz .....	- 32 -
3.1.1.4	Netze .....	- 35 -
3.1.1.5	Wetterdaten .....	- 36 -
3.1.1.6	Bestimmung der Insektendichte .....	- 36 -
3.1.1.7	Abwehrbewegungen .....	- 41 -
3.1.1.8	Bestimmung der Befallsintensität .....	- 41 -
3.1.2	Laboruntersuchungen.....	- 41 -
3.1.2.1	Untersuchungen zur insektiziden Wirkung des Netzmaterials.....	- 41 -
3.1.2.2	Untersuchungen des Waschwassers auf larvizide Wirkung.....	- 42 -
3.1.2.3	Insektizide Wirkung des Netzes auf im Freiland gefangene Bremsen.....	- 42 -

4	<b>Ergebnisse</b> .....	- 43 -
4.1	Felduntersuchung.....	- 43 -
4.1.1	Fragebogenauswertung.....	- 43 -
4.1.2	Wetterdaten.....	- 44 -
4.1.3	Insektendichte .....	- 45 -
4.1.3.1	Malaisefallen.....	- 45 -
4.1.3.2	Monokonische bzw. Vavoua Fallen .....	- 51 -
4.1.3.3	Gelbschalen.....	- 60 -
4.1.4	Abwehrbewegungen.....	- 63 -
4.1.5	Befallsintensität .....	- 66 -
4.2	Laboruntersuchungen.....	- 69 -
4.2.1	Insektizide Wirkung des Netzes.....	- 69 -
4.2.2	Larvizide Wirkung von Netzauswaschungen .....	- 70 -
4.2.3	Wirkung des Netzes auf im Freiland gefangene Bremsen .....	- 71 -
5	<b>Diskussion</b> .....	- 72 -
6	<b>Zusammenfassung</b> .....	- 80 -
7	<b>Summary</b> .....	- 82 -
8	<b>Anhang</b> .....	- 84 -
9	<b>Literatur</b> .....	- 89 -
	Danksagung.....	- 105 -
	Selbstständigkeitserklärung.....	- 106 -

## Abbildungen

<b>Abb. 1:</b> Strukturformel von Deltamethrin.....	- 30 -
<b>Abb. 2:</b> Lage der Kontroll- und Interventionsweiden in Jühnsdorf, Teltow-Fläming (Brandenburg).....	- 33 -
<b>Abb. 3:</b> Lage der Versuchsweiden in Wietstock, Teltow-Fläming (Brandenburg).....	- 34 -
<b>Abb. 4:</b> Vernähung des Netzmaterials mit dem vorinstalliertem Elektrobreitband.....	- 35 -
<b>Abb. 5:</b> Ansicht des fertig installierten Netzzaunes in Jühnsdorf, Teltow-Fläming (Brandenburg).....	- 36 -
<b>Abb. 6:</b> Malaisefalle in aufgebautem Zustand in Jühnsdorf, Teltow-Fläming (Brandenburg).....	- 37 -
<b>Abb. 7:</b> Monokonische bzw. Vavoua-Falle in Jühnsdorf, Teltow-Fläming (Brandenburg).....	- 38 -
<b>Abb. 8:</b> Gelbschale in Jühnsdorf, Teltow-Fläming (Brandenburg).....	- 39 -
<b>Abb. 9:</b> Mittlere Windgeschwindigkeiten in km/h im südlichen Brandenburg, Weidesaison 2005.....	- 44 -
<b>Abb. 10:</b> Mittlere Temperaturen in °C im südlichen Brandenburg, Weidesaison 2005.....	- 45 -
<b>Abb. 11:</b> Verlauf der wöchentlichen Fangzahlen aller Insekten in Jühnsdorf mit Malaisefallen, Weidesaison 2005.....	- 46 -
<b>Abb. 12:</b> Anzahl der Zielinsekten gefangen mit Malaisefallen in Jühnsdorf, Weidesaison 2005.....	- 47 -
<b>Abb. 13:</b> Anzahlen der Insektenfänge der Gruppe 2 (Syrphiden, Asiliden, Conopiden) in Jühnsdorf mit Malaisefallen im zeitlichen Verlauf, Weidesaison 2005.....	- 48 -
<b>Abb. 14:</b> Anzahlen der Fänge von Libellen und Springschrecken in Jühnsdorf mit Malaisefallen, Weidesaison.....	- 49 -
<b>Abb. 15:</b> Anzahlen der Fänge von Netzflüglern / Schnabelhaften in Jühnsdorf mit Malaisefallen, Weidesaison 2005.....	- 50 -
<b>Abb. 16:</b> Anzahlen der Fänge der Restlichen Insekten in Jühnsdorf mit Malaisefallen im zeitlichen Verlauf, Weidesaison 2005.....	- 50 -

---

<b>Abb. 17:</b> Verlauf der wöchentlichen mittleren Anzahlen der Fänge aller Insekten in Jühnsdorf mit Vavouafallen, Weidesaison 2005.....	- 51 -
<b>Abb. 18:</b> Mittlere Anzahlen der Zielinsektenfänge in Jühnsdorf mit Vavouafallen im zeitlichen Verlauf, Weidesaison 2005.....	- 52 -
<b>Abb. 19:</b> Mittlere Anzahl der Fänge der Gruppe 2 (Syrphidae, Asilidae, Conopidae) in Jühnsdorf mit Vavouafallen, Weidesaison 2005.....	- 54 -
<b>Abb. 20:</b> Mittlere Anzahlen der Fänge der Gruppe 3 (Coleoptera) in Jühnsdorf mit Vavouafallen im zeitlichen Verlauf, Weidesaison 2005.....	- 55 -
<b>Abb. 21:</b> Mittlere Anzahlen der Fänge der Gruppe 7 (Restliche Insekten) in Jühnsdorf mit Vavouafallen im zeitlichen Verlauf, Weidesaison 2005.....	- 56 -
<b>Abb. 22:</b> Verlauf der wöchentlichen mittleren Anzahlen aller mit Vavouafallen gefangenen Insekten in Wietstock, Weidesaison 2005.....	- 57 -
<b>Abb. 23:</b> Verlauf der wöchentlichen mittleren Anzahlen der Insektenfänge der Gruppe 2 mit den Vavouafallen in Wietstock, Weidesaison 2005.....	- 58 -
<b>Abb. 24:</b> Verlauf der wöchentlichen mittleren Anzahlen der Insektenfänge der Gruppe Coleoptera mit den Vavouafallen in Wietstock, Weidesaison 2005.....	- 59 -
<b>Abb. 25:</b> Verlauf der wöchentlichen mittleren Anzahlen der Insektenfänge der Gruppe „Restliche Insekten“ mit den Vavouafallen in Wietstock, Weidesaison 2005.....	- 60 -
<b>Abb. 26:</b> Verlauf der wöchentlichen mittleren Anzahlen der Insektenfänge der Gruppe Syrphiden, Asiliden, Conopiden mit den Gelbschalenfallen in Jühnsdorf, Weidesaison 2005.....	- 61 -
<b>Abb. 27:</b> Verlauf der wöchentlichen mittleren Anzahlen der Insektenfänge der Gruppe Coleoptera mit den Gelbschalenfallen in Jühnsdorf, Weidesaison 2005.....	- 62 -
<b>Abb. 28:</b> Verlauf der wöchentlichen mittleren Anzahlen der Insektenfänge der Gruppe „Restliche Insekten“ mit den Gelbschalenfallen in Jühnsdorf, Weidesaison 2005.....	- 63 -
<b>Abb. 29:</b> Mittlere Anzahl aller Abwehrbewegungen pro Pferd und Minute auf der Interventions- und Kontrollweide in Jühnsdorf, Weidesaison 2005.....	- 64 -
<b>Abb. 30:</b> Mittlere Anzahl aller Abwehrbewegungen pro Pferd und Minute auf der Interventions- und Kontrollweide in Wietstock, Weidesaison 2005 .....	- 66 -
<b>Abb. 31:</b> Mittlere Befallsintensität mit Fliegen auf den Pferden der Interventions- bzw. Kontrollweide in Jühnsdorf, Weidesaison 2005.....	- 67 -
<b>Abb. 32:</b> Mittlere Befallsintensität mit Bremsen auf den Pferden der Interventions- bzw. Kontrollweide in Jühnsdorf, Weidesaison 2005.....	- 68 -

**Abb. 33:** Mittlere Befallsintensität mit Fliegen auf den Pferden der Interventions- bzw. Kontrollweide in Wietstock, Weidesaison 2005.....- 69 -

**Abb. 34:** Paralyseraten bei Fliegen (*Musca domestica*; n=50) 5, 10, 15 Minuten; 6 Stunden und 24 Stunden nach 10-sekündigem Kontakt mit insektizidhaltigem Netz.....- 70 -

---

## Tabellen

<b>Tabelle 1:</b> Derzeit für Pferde in Deutschland zugelassene Präparate mit repellierender sowie insektizider Wirkung.....	21 -
<b>Tabelle 2:</b> Übersicht einiger Insektenwachstumsregulatoren und deren Wirkmechanismus.....	22 -
<b>Tabelle 3:</b> Absolute Fangzahlen und prozentualer Anteil am Gesamtfang der Insektenfänge mit Malaisefallen in Jühnsdorf, Weidesaison 2005.....	46 -
<b>Tabelle 4:</b> Absolute Fangzahlen und prozentuale Anteile am Gesamtfang der Insektenfänge mit Vavouafallen in Jühnsdorf, Weidesaison 2005.....	52 -
<b>Tabelle 5:</b> Absolute Fangzahlen und prozentuale Anteile der Insektenfänge mit Vavouafallen in Wietstock, Weidesaison 2005.....	57 -
<b>Tabelle 6:</b> Absolute Fangzahlen und prozentuale Anteile der Insektenfänge mit Gelbschalenfallen in Jühnsdorf, Weidesaison 2005.....	61 -
<b>Tabelle 7:</b> Mittlere Anzahl Abwehrbewegungen der Körperregionen pro Pferd und Minute in Jühnsdorf, Weidesaison 2005.....	64 -
<b>Tabelle 8:</b> Mittlere Anzahl Abwehrbewegungen der Körperregionen pro Pferd und Minute in Wietstock, Weidesaison 2005.....	65 -



## 1 Einleitung und Zielsetzung

Bremsen, Fliegen und Mücken existieren schon seit Menschengedenken. Seit der Entwicklung des Menschen zum Halter von Nutztieren, wie zum Beispiel Pferden, wird ihr Potential als Lästling und Überträger von Krankheitserregern immer größer bzw. immer besser erkannt. Mit diesem Wachstum an Erkenntnis gehen auch verstärkte Bemühungen zur Bekämpfung einher. Ziel ist es, die Befallsintensitäten zu verringern um ein größeres Maß an Gesundheit und Wohlbefinden für Tier und Mensch zu erreichen.

Die Maßnahmen zur Bekämpfung von Lästlingsinsekten beim Pferd sind vielfältig und reichen von Futterzusatzmitteln wie Knoblauch, dessen Ausdünstungen eine repellierende Wirkung haben sollen, bis zu Insektiziden. Seit Ende des 19. Jh. werden synthetisch hergestellte Insektizide eingesetzt, um die Anzahl von Bremsen und Fliegen zu reduzieren, die Tier und Mensch belästigen. Art des Wirkstoffs und des Einsatzes variieren. Einige werden direkt auf die Haut aufgetragen (topikale Applikation), andere werden in eine Trägersubstanz eingebracht und aus dieser dann kontinuierlich freigegeben. Letztere Variante kann beispielsweise als Halsband oder Strip zum Einsatz kommen. Während die am Anfang genannten Abwehrmaßnahmen eher eine schwache Wirksamkeit haben, erzielen die letzteren einen gewissen Grad an Minderung der Befallsintensität. Das Aufbringen von Insektiziden auf die Haut hat jedoch den Nachteil möglicher Unverträglichkeiten und damit einhergehenden Hautirritationen. Weiterhin werden mechanische Abwehrmaßnahmen wie Decken, Masken und Kordeln eingesetzt.

Das Ausmaß der Minderung der Befallsintensitäten ist bei allen Systemen jedoch bisher weitgehend unbefriedigend was die Anzahl der Lästlingsinsekten, sowie die Wirkungsdauer angeht. Deshalb besteht nach wie vor der Bedarf eine Bekämpfungsmethode zu entwickeln, mit der die Pferde und auch deren Besitzer effektiver vor Bremsen und Lästlingsfliegen geschützt werden können.

Vor diesem Hintergrund wurde ein insektizidhaltiges Netz erprobt, das außen am Weidezaun angebracht die Pferde auf der Weide vor dem Anflug von Lästlingsinsekten schützen soll. Erstmals wurde ein Netzzaun bei einem Pilotversuch in Kenia zum Schutz wertvoller Milchkühe gegen Tsetsefliegen erfolgreich eingesetzt (Bauer et al., 2006).

Das Insektizid wird bereits bei der Herstellung in das Netzmaterial eingebracht. Zum Schutz vor natürlichem Zerfall ist dem Netz ein UV-Schutz beigegeben. Da das Netz auf der Weide und somit in freier Natur zum Einsatz kommt, ist es wahrscheinlich, dass es nicht nur auf die so genannten Zielinsekten, sondern auch auf andere Insektenpopulationen einen negativen Einfluss hat.

Ziele der Untersuchung waren es,

- die Effizienz insektizidhaltiger Netzzäune zum Schutz von Pferden gegen Fliegen und Bremsen auf der Weide während einer Weidesaison in Pferdebetrieben zu bewerten und
- ihre Wirkung auf so genannte Nichtzielinsekten wie Hymenoptera, Syrphiden und anderen ökologisch bedeutsamen Insektengruppen zu erfassen.

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Belästigung der Pferde durch Bremsen, Fliegen und andere Insekten

In gemäßigten, mitteleuropäischen Klimazonen wie in Deutschland werden Pferde auf der Weide durch das teilweise massenhafte Auftreten von Lästlingsinsekten in ihrem Verhalten erheblich beeinträchtigt. Dies kann zur Beunruhigung und zur Verringerung der Nahrungsaufnahme und Leistungsfähigkeit führen (Liebisch und Beder, 1986). Neben der Belästigung kann es zur Übertragung von Krankheiten durch Insekten kommen, wobei diese entweder als Vektoren oder als Zwischenwirte fungieren (Nölke, 1987). Bei ihrer Rolle als Vektoren werden die Erreger einerseits mechanisch-alimentär oder andererseits zyklisch übertragen, wobei sich der Erreger im Insekt weiterentwickelt, bevor er auf einen neuen Wirt übertragen wird. Dies wird auch als biologische Übertragung bezeichnet (Hawkins et al., 1973; Künast, 1981). Die hierfür in Frage kommenden Insekten sind entweder stechend-saugende oder leckend-saugende Insekten (Rommel et al., 2000).

#### 2.1.1 Befall mit stechend-saugenden Insekten

Zu den beim Pferd relevanten stechend-saugenden Insekten zählen die so genannten Bremsen (Gattung: *Tabanus*, *Chrysops*, *Haematopota* u.a.m.; Familie: *Tabanidae*; Unterordnung: *Brachicerina*; Ordnung: *Diptera*) und die Stechfliegen (Gattung: *Stomoxys*, *Haematobia*, *Lyperosia*; Familie: *Muscidae*; Unterordnung: *Brachycerina*; Ordnung: *Diptera*). Weiterhin gehören dazu aus der Familie der *Culicidae* die Gattungen *Aedes*, *Anopheles* und *Culex*, aus der Familie der *Simuliidae* die Gattungen *Simulium*, *Prosimulium*, *Twinnia*, sowie aus der Familie der *Ceratopogonidae* die Gattung *Culicoides* (Rommel et al., 2000).

##### 2.1.1.1 Bremsen

Bremsen bzw. *Tabanidae* gehören zu einer sehr artenreichen Familie, große bis mittelgroße, robuste Formen umfassend. Sie stellen eine der wichtigsten Familien der blutsaugenden Dipteren dar (Moucha, 1968). Verschiedene Autoren bringen hauptsächlich Exemplare der

---

Gattungen *Haematopota*, *Tabanus* und *Chrysops* mit dem Befall bzw. der Belästigung von Pferden in Verbindung (Nölke, 1987).

Die verschiedenen Bremsen variieren in Farbe, Kennzeichnung und Größe von Kopf, Augen und Flügeln. Die Antennen bestehen aus 3 Segmenten, sind verschieden geformt, wobei häufig das erste und zweite kurz und das dritte lang ist. Das 3. Fühlerglied läuft zudem in einen gar nicht oder nur undeutlich abgesetzten gegliederten Endgriffel aus. Der Rüssel ist meist kurz und kräftig. Die Taster sind zweigliedrig mit einem kurzen Basalglied. Beim Männchen ist das 2. Glied klein, kugelig oder stummelförmig, während es beim Weibchen meist groß, kegelförmig und spitz ist. Der Körper ist stets dicht bestäubt, meist dünn behaart. Der Thorax ist groß und breit, flach gewölbt und hat eine Quernaht, welche in der Mitte breit unterbrochen ist. Der Hinterleib ist 7-gliedrig, flach, oval oder streifenförmig, meist mit Flecken, Binden oder Striemen. Beim Flügel läuft die Costa um den ganzen Saum herum. Die Flügeladern *R4* und *R5* sind gegabelt, die Äste fassen stets die Spitze zwischen sich. Die Flügelader *M* entspringt mit 3 Ästen aus der Discoidalzelle des Flügels. Die Flügel sind häufig dunkel gezeichnet, wobei sich stets am Ende vor *Sc* und *R1* ein intensiver, dunkler Fleck findet. Die Beine sind kräftig, die Vorderhüften verlängert. Die Mittelschienen haben stets 2 Endsporne (Grünberg, 1961; Smith, 1973).

Die Entwicklung findet in der Erde oder im Wasser statt. Die Larven sind 11-gliedrig, walzig, drehrund oder etwas abgeflacht. Sie haben eine einziehbare Kieferkapsel mit kräftigen Mundhaken. Die mittleren Segmente sind mit Kriechwülsten oder retraktilen Fußstummeln besetzt. Die Hinterstigmen befinden sich in einer endständigen, vertikalen Spalte.

Die Puppe ist mit deutlichen, zuweilen sehr großen Vorder- und 7 Paar Hinterleibsstigmen ausgestattet. Der Hinterleib hat dorsale Dornengürtel und das Endsegment läuft in 6 kräftige spitze Dornen aus (Grünberg, 1961). Allen Tabanidenlarven gemein ist das Vorhandensein des so genannten Graberschen Organs, welches vermutlich die Funktion einer Art Sinnesorgans hat (Cameron, 1934).

Im englischen Sprachgebrauch existieren Umgangsnamen für die häufig vorkommenden Gruppen. *Chrysops* spp. werden als „deer flies“ bezeichnet, *Haematopota* spp. als „clegs“ und die meisten anderen Tabaniden als „horse flies“ (Foil und Hogsette, 1994).

Bei den meisten Tabaniden sind die Weibchen obligat haematophag. Sie benötigen nach der Begattung das Blut von Warmblütern zur Eireifung (Hentschel, 1979). Die Männchen saugen kein Blut, sondern ernähren sich, wie die Weibchen ansonsten auch, von Wasser und Kohlenhydraten, die sie in Form von Nektar oder Baumsäften aufnehmen (Kutzer und Mally, 1984).

Bei der Wirtsfindung werden die Tabaniden aus größerer Entfernung von olfaktorischen Merkmalen, wie CO<sub>2</sub>, von acetonhaltigen Substanzen wie Urin oder von 1-octen3-ol

angelockt (Wilson, 1968; Roberts, 1969; Krcmar et al., 2005). In Farbtests wurde nachgewiesen, dass Tabaniden von dunkleren Farben, wie schwarz oder blau stärker angelockt werden, als von hellen (Granger, 1970; Tabuchi und Jajima, 1970; Hansens et al., 1971). Generell sind für Bremsen große, dunkle Tiere am attraktivsten (Foil und Hogsette, 1994).

Die Weibchen einiger Arten bevorzugen am Wirt verschiedene Körperregionen. So zeigen beispielsweise die meisten *Chrysops* spp. eine Präferenz für die Hals- und Kopfregion, während der überwiegende Teil der *Tabanus* spp. die Extremitäten bzw. die Flanken- und Bauchregionen bevorzugen (Blickle, 1955; Kniepert, 1981).

Nach Aufnahme einer Blutmahlzeit vollendet sich die Eireifung und es kommt zur Eiablage, wonach erneut eine Blutmahlzeit aufgenommen wird. Zwischen zwei Blutmahlzeiten liegen je nach Art und Umweltbedingungen 3 bis 10 Tage (Magnarelli et al., 1979; Foil und Hogsette, 1994). Die Eier werden in Form von ein- oder mehrschichtigen Eigelegen abgesetzt. Hierbei bevorzugen *Chrysops* spp. die Nähe von Gewässern und die Gattungen *Tabanus* spp. und *Haematopota* spp. feuchte Erde (Hentschel, 1979). Die Larven, welche in aquatischem bzw. semiaquatischem Medium aufwachsen, ernähren sich von organischem Material wie auch von anderen Larven. Bei warmem Wetter erfolgt ein schnelles Wachstum, während es in kälteren Witterungsperioden verlangsamt wird. Die Verpuppung findet in trockenerem Medium statt, woraus 1 bis 4 Wochen später die Adulten schlüpfen. Ein Lebenszyklus dauert zwischen 2 Monaten und 2 bis 3 Jahren, abhängig von der Art und den geografischen Gegebenheiten (Foil und Hogsette, 1994).

Die Hauptflugzeiten der männlichen Tabaniden liegen zwischen 3:00 und 5:00 Uhr morgens und ihr Flugverhalten ähnelt stark dem von Syrphiden (Schwebfliegen) (Richardson und Wilson, 1969). Die weiblichen Tabaniden haben ihre Hauptflugzeiten vom späten Vormittag bis zum frühen Nachmittag (Mair et al., 1980). Meteorologische Einflüsse sind von starker Bedeutung für die Aktivität der Tabaniden. Während neben der Tageszeit die relative Luftfeuchtigkeit als ein maßgeblicher Faktor festgestellt wurde (Roberts, 1969), halten andere Autoren hauptsächlich die Temperatur für ausschlaggebend (Nölke, 1987). Miller (1951) hat als optimale Bedingungen eine Temperatur zwischen 20° und 24°C, ein Sättigungsdefizit der Luft von 9-12mm Hg und eine Lichtintensität von 60 bis 70T Lux bei einer Tageszeit von 9:00 bis 12:00 Uhr festgestellt. Nach Chvala et al. (1972) wird die Flugaktivität bei Temperaturen unter 13°C eingestellt und verringert sich ebenfalls bei einem Temperaturanstieg auf über 32°C (Kutzer und Mally, 1984).

Von den Tabanidenarten, die bei Pferden und Rindern in Deutschland registriert wurden, stellen *Haematopota pluvialis* und *H. italica* die am häufigsten vorkommenden dar (Liebisch, 1988).

Die Arten *H. pluvialis* und *H. italica* halten sich bevorzugt in der Nähe von Wasser bzw. in Feuchtgebieten auf, da dort auch ihre Larven optimale Lebensbedingungen vorfinden (Chvala et al., 1972). Nach einer Untersuchung von Bauer (1974) halten sich die Imagines der Gattung *Haematopota* zu 60% im Freien und zu 40% an Waldrändern und in Buschnähe auf. Sie wurden an Pferden zwischen Ende Mai und Mitte September registriert, wobei hohe Abundanzen mit einer Kulminationsphase im Juni lagen (Fuhrmann, 1986; Liebisch und Beder, 1986).

Von allen Tabaniden zeigt *H. pluvialis* die höchsten Abundanzen (Mair et al., 1980; Elger, 1985). Ihre Flugaktivität liegt zwischen Mai und Oktober mit Maxima im Juli und August (Chvala et al., 1972).

Von der Gattung *Tabanus* ist *T. sudeticus* am meisten verbreitet. Ansonsten werden noch relativ häufig *T. bromius* und *T. spodopterus* angetroffen (Chvala et al., 1972; Rommel et al., 2000). Die Flugperioden dauern von Juli bis August. Am Tier sind für diese Arten als Präferenzstellen Flanken, Bauch, Euter und Extremitäten festgestellt worden (Kniepert, 1981; Kutzer and Mally, 1984).

*Chrysops caecutiens* wurde von Fuhrmann (1986) als fast einzige Art aus der Gattung *Chrysops* am Pferd beobachtet. Sie fliegt von Ende Mai bis Anfang August und ist in wassernah gelegenen Biotopen sehr verbreitet, wo sie bis zum späten Nachmittag auf der Suche nach Blutmahlzeiten anzutreffen ist (Chvala et al., 1972). In einer anderen Untersuchung wurde sie ausschließlich im Bereich von Baumgruppen und Lichtungen beobachtet (Bauer, 1974). Die Exemplare der Gattung *Chrysops* bevorzugen scheinbar eher die oberen Körperregionen ihrer Wirtstiere wie Kopf, Hals, Schulter und Rücken (Kniepert, 1981; Kutzer und Mally, 1984; Fuhrmann, 1986).

Neben der starken Belästigung für Pferde führt ihr Stich zu schmerzhaften, teilweise stark nachblutenden Wunden (Kutzer and Mally, 1984). Das Nachbluten wird durch ein von den Tabaniden injiziertes gerinnungshemmendes, hochmolekulares Polypeptid namens Tabanin verursacht. Die nachblutenden Wunden werden von nicht stechenden Dipteren häufig als Nahrungsquelle genutzt (Nölke, 1987).

Es kann von den Tabaniden das 1- bis 4-fache des Körpergewichts an Blut aufgenommen werden und bei höheren Anflugraten kann sich der Blutverlust auf 100 bis 300 ml pro Tag belaufen (Rommel et al., 2000).

Da eine komplette Blutmahlzeit im Durchschnitt 5 Minuten dauert und recht schmerzhaft ist, kommt es häufig zu Unterbrechungen und Aufsuchen eines anderen Wirtes. Hiermit verbunden ist die potentielle Übertragung von Krankheitserregern.

Bei den Tabaniden erfolgt die Aufnahme von Krankheitserregern beim Saugakt, wobei die Erreger am rauen, groben Saugrüssel anhaften. Zu den von Tabaniden übertragenen Krankheiten gehören Anthrax, Tularämie, Loiasis, Anaplasmosen, Trypanosomose, Infektiöse Anämie der Einhufer (EIA), Vesikuläre Stomatitis und möglicherweise auch Bovines Leukose Virus (BLV) (Darrel, 1962; Hawkins et al., 1973; Manet et al., 1989).

Eine in Deutschland wichtige von Tabaniden übertragene Erkrankung ist die Infektiöse Anämie der Einhufer (EIA), auch als „swamp fever“ bekannt. Sie ist eine persistierende Retrovirus-Infektion und Ursache einer Erkrankung des lymphoretikulären Gewebes und der Erythrozyten mit nachfolgender Virämie. Die hauptsächlich betroffene Tiergruppe scheinen Pferde, Esel und Maultiere zu sein. Die Leitsymptome sind progressive, hämolytische Anämie, hohes, intermittierendes Fieber, Ödeme, Hämorrhagien, petechiale Blutungen, Schwäche und Gewichtsverlust. Die Übertragung kann über Blut, Harn, Kot, Speichel, Kolostrum, Milch und intrauterin erfolgen. Neben dem direkten Kontakt oder durch Tröpfcheninfektionen kann das Virus auch durch die Aufnahme virushaltiger Nahrung oder die Tränke sowie über die verletzte Haut übertragen werden. Auch eine Ansteckung über den Deckakt sowie eine intrauterine Infektion der Frucht ist möglich. Besonders in der virämischen Phase (Fieberphase) können blutsaugende Insekten das Virus aufnehmen und es als Biovektoren von Pferd zu Pferd übertragen. Insekten gelten als Hauptüberträger, während Kontaktinfektionen von Pferd zu Pferd eine eher untergeordnete Rolle spielen.

Blutsaugende Insekten wie z.B. *Tabanus sulcifrons*, *T. fusciostratus*, *T. septentrionalis*, *Stomoxys calcitrans* oder *Crysops flavus* sind als Vektoren beschrieben. Die Erkrankung ist eine Weidekrankheit und tritt korreliert mit der Fliegensaison hauptsächlich im Spätsommer und Frühherbst auf (Nölke, 1987; Mayr und Scheunemann, 1992; Wintzer, 1997; Reed et al., 2004).

Im Herbst 2006 wurde die EIA in Südostdeutschland registriert. Das Virus ist in Deutschland nicht heimisch, es treten aber vereinzelt EIA-Ausbrüche auf. In Deutschland waren bisher traditionell die Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern, Hessen und Niedersachsen betroffen (Thein, 2005). Sie betrafen jedoch nur wenige Tiere. Auslöser waren importierte Pferde aus Osteuropa und Russland. Ende September 2006 wurde bei einem Pferd im Landkreis Weimarer Land in Thüringen die infektiöse Anämie der Einhufer (EIA) festgestellt. Es folgten weitere 5 Feststellungen von Ausbrüchen in Thüringen (4 x Weimarer Land, 1 x Ilm-Kreis) sowie ein Ausbruch in der Stadt Chemnitz/Sachsen. Laut Angaben der

zuständigen Ministerien bestünde jedoch nach jetzigen Erkenntnissen kein Zusammenhang mit den Fällen in Thüringen (Mantel, 2006).

Die Vesikuläre Stomatitis, eine Viruskrankheit, welche hauptsächlich Pferde, Rinder und Schweine betrifft, ist in der westlichen Hemisphäre enzootisch. Sie ist charakterisiert durch die Herausbildung von Vesikeln oder Blasen hauptsächlich auf der oralen Schleimhaut von Rindern, Pferden und Schweinen. Die klinische Erscheinung ähnelt stark der von Maul- und Klauenseuche und muss daher diagnostisch genau bestimmt werden. Das Auftreten in den USA wird stark im Zusammenhang mit der Fliegensaison gebracht, wobei tiefer gelegene, waldnahe Weiden in Wassernähe zur höchsten Prävalenz führen. Die mit der Übertragung in Zusammenhang gebrachten Tabaniden sind *Hybomitra* spp., *Tabanus similis*, *Chrysops* spp., sowie weitere blutsaugende Insekten (Ferris und Hansen, 1952; Hansen, 1952).

Für eine Reihe weiterer Krankheitserreger, wie z.B. das in Afrika heimische Rift Valley Fever ist die Übertragung durch Tabaniden, Musciden und anderen Stechinsekten nachgewiesen. Vermutet wird des Weiteren die Übertragung von diversen Bakterien und Pilzspezies durch Bremsen (Greenberg, 1971; Krinsky, 1976; Hoch et al., 1985).

#### 2.1.1.2 Stechend-saugende Fliegen

Zu den in Deutschland vorkommenden stechend-saugenden Fliegen gehören der so genannte Wadenstecher *Stomoxys calcitrans* (Linné, 1758), sowie die kleine und große Weidestechfliegen *Haematobia irritans* (Linné, 1758) und *H. stimulans* (Meigen, 1824) (Rommel et al., 2000).

*Stomoxys calcitrans* wird im Englischen als „stable fly“ bezeichnet, was aus der Vorliebe dieser Art zum Aufenthalt in Stallungen herrührt (Nölke, 1987). Neben ihr sind noch weitere 17 Arten bekannt, von denen die meisten in Afrika beschrieben sind (Zumpt, 1973).

Die Adulten beider Geschlechter sind Blutsauger, was diese Fliegen relativ eng an ihre Wirtstiere bindet. *S. calcitrans* ist weltweit verbreitet und macht bei Rindern nach Kirkwood und Tarry (1973) einen Anteil von 30% der vorkommenden Fliegen aus. Bei Pferden kommen sie nach Fuhrmann (1986) nur vereinzelt vor.

Die adulten Exemplare sind 4-7 mm groß, grau und haben 4 schwarze Längsstreifen auf dem Thorax. Sie haben einen waagrecht nach vorn gerichteten Stechrüssel. Die große Breite der Stirn und die charakteristische schwarz gefleckte Kennzeichnung des Abdomens lassen eine relativ einfache Bestimmung dieser Art zu (Foil und Hogsette, 1994). Der Lebenszyklus von *S. calcitrans* gliedert sich in 4 Stadien: Ei, Larve, Puppe und Adulte. Aus



---

den Eiern schlüpfen nach 12 bis 24 Stunden kleine Larven. Diese häuten sich 2 mal und das 3. Larvenstadium verpuppt sich. Dieser Prozess dauert ca. 12-14 Tage, wobei das Temperaturoptimum im Bereich zwischen 20°C und 25°C liegt (Lysyk, 1995; Gilles et al., 2005). Nach weiteren 7-14 Tagen schlüpfen die Adulten und suchen ein Wirtstier zur Aufnahme einer ersten Blutmahlzeit. Diese wird von beiden Geschlechtern zur erfolgreichen Befruchtung und von den Weibchen zur erfolgreichen Eiproduktion benötigt, wobei jeweils ca. 15µl Blut aufgenommen werden. Die erste Paarung findet 3-5 Tage nach dem Schlupf statt. Die Weibchen legen 60-130 Eier pro Gelege in verrottendes organisches Material. Dies können Pferde- oder Rinderdung sein, aber auch feuchte Heuballen oder Silage stellen ein geeignetes Medium zur Entwicklung dar (Hogsette et al., 1987). Für die nächste Eiproduktion muss erneut eine Blutmahlzeit aufgenommen werden. Unabhängig davon wurde nachgewiesen, dass sich *S. calcitrans* auch von Nektar, Honig und Pollenextrakten ernähren kann, um so nötigenfalls längere Distanzen ohne Blutmahlzeit zurücklegen zu können (Jones et al., 1985).

In einem Lebenszyklus, der zwischen 4 und 5 Wochen andauert, legen die Weibchen bis zu 800 Eier (Killough und McKinstry, 1965). Die Hauptflugzeiten liegen zwischen Juni und November (Nölke, 1987). Die zum Blutsaugen bevorzugten Stellen am Tier befinden sich an den Gliedmaßenenden. Bei größeren Abundanzen werden auch Bauch, Flanken und Rücken aufgesucht (Elger, 1985; Nölke, 1987; Foil und Hogsette, 1994).

*Haematobia irritans* (Linné, 1758) wird im anglophonen Sprachbereich als „horn fly“ bezeichnet und findet sich in nahezu allen Teilen der Welt (Zumpt, 1973). Sie hat eine Größe von 3-5mm und ist grau, olivbraun bis schwarz. Das Wirtstier wird nur zur Eiablage, welche in frischem Dung erfolgt, verlassen. Die Präferenzstellen sind die Hornbasis, der sie ihren Namen verdanken, Flanken, Bauchunterseite, Brust und Rücken wo bis zu 20 Blutmahlzeiten pro Tag aufgenommen werden. Die Sitzposition dieser Art ist charakteristisch mit dem Kopf nach unten gerichtet (Hammer, 1941, Kirkwood und Tarry, 1973; Elger, 1985). Bullen werden vermutlich wegen des starken Eigengeruchs stärker angefliegen als Kühe und es besteht eine Präferenz für dunkle Tiere (Hammer, 1941; Elger, 1985). Normalerweise werden Pferde nur selten aufgesucht, es sei denn, es befinden sich Rinder in näherer Umgebung (Hammer, 1941; Liebisch und Beder, 1986).

Aus den auf frischem Dung abgelegten Eiern schlüpfen nach 20 bis 24h die Erstlarven. Diese häuten sich zwei mal und verpuppen sich anschließend. Die Entwicklung von Ei bis zur Puppe dauert unter günstigen Bedingungen 4 bis 8 Tage. Nach weiteren 6 bis 8 Tagen und sommerlichen Temperaturen schlüpfen die Adulten und begeben sich auf die Wirtssuche zur Blutaufnahme, welche Voraussetzung zur erfolgreichen Paarung und zur

Eiproduktion ist. Nach 3 bis 5 Tagen findet die Paarung statt und die Weibchen legen mit 3 bis 8 Tagen die ersten 11 bis 13 Eier auf frischen Dung (Lysyk, 1992). Für die nächste Eiproduktion muss erneut eine Blutmahlzeit aufgenommen werden. Die gesamte Eiproduktion beträgt ca. 100 bis 200 Eier bei einer durchschnittlichen Lebensdauer von 2 bis 3 Wochen (Palmer und Bay, 1983).

Bei schlechten Witterungsbedingungen bzw. Wintereinbruch kann die Kleine Weidestechfliege im Puppenstadium überwintern. Die Diapause setzt im Herbst bei kürzer werdenden Tagen ein und endet im Frühjahr bei Temperaturerhöhung (Thomas und Kunz, 1986; Thomas et al., 1987).

*Haematobia stimulans* ist eine graue bis olivebraune, in Europa, Asien und Nordamerika vorkommende Weidestechfliege. Sie hält sich nur tagsüber auf dem Wirtstier auf, wobei Pferde nur befallen werden, wenn Rinder in der Nähe sind (Hammer, 1941; Liebisch und Beder, 1986). Am Wirtstier sitzt diese Fliege typischerweise mit dem Kopf nach oben an den Präferenzstellen Flanken, Extremitäten Rücken, Füße und Hals, die Bauchregion wird nur selten angeflogen und dunkle Tiere werden bevorzugt (Mair et al., 1980; Elger, 1985). Die Flugaktivität beginnt 1 bis 2 Stunden nach Sonnenaufgang, wonach der restliche Tag auf dem Wirtstier sitzend verbracht wird. 1 bis 2 Stunden vor Sonnenuntergang wird das Wirtstier wieder verlassen. Die Hauptflugaktivität findet bei Temperaturen zwischen 10 und 20°C bei einer relativen Luftfeuchte von 90% statt (Mair et al., 1980). Der jährliche Aktivitätsrahmen liegt von Mai bis Oktober, wobei das Abundanzmaximum im September beziehungsweise im Oktober erreicht wird. Die Entwicklung findet, ähnlich wie bei der Kleinen Weidestechfliege, im Dung mit einer Entwicklungsrate von ca. 4 Generationen pro Jahr statt (Elger, 1985).

### **2.1.1.3 Andere stechend-saugende Insekten**

Culicidae (Stechmücken)

Die Stechmücken (Culicidae) oder Moskitos bilden eine Familie der Insekten, die auch der Ordnung der Zweiflügler angehören. Die Familie umfasst etwa 35 Gattungen, die sich auf etwa 2.700 Arten aufteilen. Für die Veterinärmedizin stellen *Aedes dorsalis*, *A. maculatus*, *A. vexans*, *A. clavigar*, *Anopheles maculipennis*, *Culex pipiens* und *C. territans* die wichtigsten dar.

*Aedes*-Arten sind dämmerungsaktive Wald- und Wiesenmücken und können zu massiven Belästigungen der Weidetiere führen, *Culex* spp. und *Anopheles* spp. bevorzugen

Rinderställe und können hier Beunruhigungen auslösen. Der Stich kann allergische Reaktionen auslösen.

Die Männchen unterscheiden sich von den Weibchen dadurch, dass sich ihre Mundteile nicht zum Saugen von Blut eignen. Die Weibchen müssen zwei bis drei Tage nach dem Schlüpfen eine Blutmahlzeit zu sich nehmen, da sie Protein zur Eientwicklung benötigen. Ihre sonstige Nahrung besteht aus Nektar und Fruchtsaft und enthält kein Protein. Somit ist die Aufnahme von Blut im Allgemeinen unverzichtbar für die Fortpflanzung der Stechmücken. Das Leben einer Stechmücke gliedert sich in vier verschiedene Stadien: Ei, Larve, Puppe und Imago. Die Dauer der ersten drei Stadien ist art- und temperaturabhängig. *Culex tarsalis* können ihren Lebenszyklus bei 20°C in 14 Tagen abschließen und in 10 Tagen bei 25°C. Einige Arten haben einen Lebenszyklus von vier Tagen bis zu einem Monat. Die Larven finden sich oft in Teichen oder wassergefüllten Behältern. Sie atmen mittels eines Rüssels am hinteren Ende des Körpers. Die Puppe ist beinahe so aktiv wie die Larve. Die meisten Larven ernähren sich von Mikroorganismen, einige aber auch von anderen Stechmückenlarven (Peus, 1951; Mohrig, 1969; Gillett, 1972; Spielman und D'Antonio, 2001).

#### Simuliidae (Kriebelmücken)

Die Kriebelmücken (Simuliidae) sind eine weitere Familie der Zweiflügler (Diptera) und gehören zu den Mücken (Nematocera). Weltweit leben etwa 1550 Arten dieser Familie, über 50 Arten sind aus Deutschland bekannt. Es handelt sich dabei um meist kleine Mücken mit Körperlängen zwischen zwei und sechs Millimeter. Ihre stammesgeschichtliche Schwestergruppe wird von den Gnitzen (Ceratopogonidae) und Zuckmücken (Chironomidae) gebildet.

Kriebelmücken sind kleine Mücken, die im Aussehen eher den Fliegen ähneln. Sie sind gedrungen und in der Seitenansicht buckelig. Ihre Färbung reicht von rötlich-gelb bis schwarz, wobei die helleren Farben meist nur bei den Weibchen vorkommen. Die Komplexaugen der Männchen sind deutlich größer als die der Weibchen, wobei die oberen Facetten wiederum größer sind als die unteren und durchscheinend wirken. Die Mundwerkzeuge sind bei einer Reihe von Arten zurückgebildet, bei den meisten Arten aber stechend-saugend. Die Kriebelmücken sind anders als die "Stichsauger" (etwa die Stechmücken) "Poolsauger", dabei erzeugen die Mandibeln eine größere Wunde. Aus dem so entstehenden Blutpool saugen sie dann ihre Mahlzeit auf.

Beide Geschlechter der Kriebelmücken sind Nektarsauger und fliegen entsprechend Pflanzen an, die große und offene Nektarien besitzen (etwa Weiden, Efeu und Pastinak). Die Weibchen sind bei vielen Arten zusätzlich Blutsauger an Vögeln und Säugetieren. Bei vielen

Arten ist eine solche Blutmahlzeit notwendig zur Eientwicklung. Die Wirtsfindung geschieht olfaktorisch und optisch.

Die Anzahl der Eier ist artspezifisch. Sie reicht von etwa 50 bei *Prosimulium ursinum* bis zu 1000 bei *Simulium reptans* pro Weibchen. Die Eier werden immer an oder in Fließgewässer abgelegt. Häufig geschieht dies durch Auftupfen auf die Wasseroberfläche. *Simulium erythrocephalum* legt die Eier an Wasserpflanzen in Höhe des Wasserspiegels, *Simulium equinum* taucht unter und legt die Eier auf die Unterseite von schwimmenden Blättern ab. Die Larven der Kriebelmücken sind ausschließlich in Gewässern zu finden, wobei die artspezifischen Ansprüche an die Wasserqualität, die Fließgeschwindigkeit und an andere Faktoren sehr stark variieren. Einige Arten der Kriebelmückenlarven dienen dementsprechend als Leit- und Monitororganismen zur Bestimmung der Wassergüte und Wasserqualität.

Kennzeichnend für die Larven der Kriebelmücken ist der unpaare und einziehbare Brustfuß (Scheinfüßchen) sowie der Hakenkranz am Hinterende der Larve. Beide sind mit mehreren Hundert Häkchen bewehrt, die radiär angeordnet sind. Mit Hilfe des hinteren Hakenkranzes sind die Larven an Pflanzenteilen, Steinen oder anderen Substraten in einem Gespinnst aus sehr elastischer Seide befestigt, die durch Drüsen im Bereich der Mundwerkzeuge (Labialdrüsen) gebildet wird und mit dem Brustfüßchen abgenommen und auf dem Substrat aufgetragen wird. Der Körper wird aus dieser Position heraus frei in die Strömung gestellt. Die Atmung erfolgt über die Haut, außerdem dienen Analpapillen zur Osmoregulation durch Ionenaufnahme.

Die ausgewachsenen Larven (nach sechs bis neun Larvenstadien) spinnen einen pantoffelförmigen Kokon, welcher auf dem Substrat befestigt wird. In diesem findet die Verpuppung statt. Das Vorderende des Kokons ist dabei offen und gegen die Strömung gerichtet.

Die Überwinterung erfolgt in Mitteleuropa in der Regel als Larve, in Nordeuropa als Ei. Letztere sind frostresistent und können unversehrt eingefroren werden. Die Verpuppung erfolgt erst nach Erreichen einer Schwellentemperatur, welche etwa bei den untersuchten *Simulium*-Arten bei circa 4° Celsius liegt. Dadurch kommt es zu einer zeitgleichen Puppenentwicklung sowie zu einer Synchronisation des Schlüpfens aus der Puppenhülle im Frühjahr.

Der Stich ist schmerzhaft und hat eine lokale Blutverdünnung sowie Blutergüsse zur Folge, da mit dem Speichel der Mücke Blutgerinnungshemmer in die Wunde gelangen. Außerdem wird beim Stich Histamin in die Wunde gegeben, was nicht selten zu allergischen Reaktionen führt. Bei Massenbefall können Kriebelmücken so auch den Tod von Weidetieren herbeiführen. Neben Herz-Kreislauf-Versagen und massiven Hautirritationen kommen die

Tiere besonders infolge der durch die Parasiten verursachten Panik und damit verbundenen unkontrollierten Flucht zu Schaden. Besonders berüchtigt ist diesbezüglich die Kolumbatsche Mücke (*Simulium columbaschense*) in den Donauläufen auf dem Balkan.

In Afrika und Amerika sind Vertreter der Kriebelmücken außerdem Überträger des Fadenwurmes *Onchocerca volvulus* auf den Menschen. Dieser Wurm ist der Erreger der Onchocerkose, die bei etwa 10% der Erkrankten zur sogenannten Flussblindheit führt (Laird, 1981; Kim und Merritt, 1987; Timm, 1988; Crosskey, 1990; Timm und Rühm, 1993; Honomichl und Bellmann, 1994; Wichard et al., 1994).

### Ceratopogonidae (Gnitzen)

Die Gnitzen (Ceratopogonidae), gehören ebenfalls zu den Mücken (Nematocera). Weltweit leben etwa 4000 Arten dieser Tiergruppe, über 190 Arten sind aus Deutschland bekannt. Es handelt sich dabei um kleine Mücken mit Körperlängen von ein bis vier Millimetern.

Die Gnitzen sind Mücken mit einer stark am Rücken hochgewölbten Brust. Die Flügel sind gut ausgebildet und manchmal behaart. Ebenfalls gut ausgebildet sind die Mundwerkzeuge, die einen Stechrüssel bilden. Beim Saugen wird eine Wunde induziert, in die die Mundwerkzeuge mit nahezu dem ganzen Kopf versenkt werden. Die Männchen ernähren sich von Blütensäften. Die Weibchen sind hämatophag, wobei sich einige Arten vom Blut von Warmblütern, andere von der Hämolymphe von Wirbellosen ernähren (Fuhrmann, 1986; Heitland, 2002).

So saugen *Atrichopogon*-Arten an Ölkäfern (Meloidae) und *Forcipomyia eques* an Flohrfliegen der Gattung *Chrysopa*. Die Entwicklung der meisten Ceratopogonidae ist an eine sumpfige Umgebung gebunden (Fuhrmann, 1986).

Zur Partnerfindung senden die Weibchen Sexuallockstoffe (Pheromone) aus, die besonders bei teneralen Weibchen anziehend und paarungsinduzierend auf die Männchen wirken. Die Eier werden artspezifisch teils an Land, teils am Ufer oder im Wasser abgelegt. Die Eiablage kann einzeln erfolgen wie etwa bei *Culicoides* oder als in Gallerte gehüllte Rosetten, Haufen oder Bänder. *Dicrobezzia* gibt eine Laichschnur im Flug über dem Wasser ab. Bei manchen Arten erfolgt die Eiablage auch unter Wasser.

Die Larven der Gnitzen leben manchmal auf dem Land, sehr häufig auch im Wasser. Sie sind in ihrem Aussehen relativ verschieden und können vordere, oft gespaltene Fußstummel und Nachschieber aufweisen, die manchmal mit Häkchen bewehrt sind. Die Landformen finden sich in humusreichem Boden, unter Rinden, in Totholz, in Kuhfladen oder in Ameisenbauten. Sie ernähren sich von zerfallenden pflanzlichen Stoffen.

Die Hauptaktivitätszeit ist abends und in der Nacht. Es werden beim Befall von Weidetieren bevorzugt Bauch, Rücken, Mähnenkamm und Schweifansatz aufgesucht, wobei die Wirtsfindung olfaktorisch erfolgt. Einige Arten belästigen das Wirtstier durch sehr schmerzhafteste Stiche mit Quaddelbildung. Die durch den Stich hervorgerufenen kleinen Hautwunden sind gewöhnlich bedeutungslos, können aber Fliegen z.B. *Hydrotaea irritans* anlocken. Ein Protein im Speichel einiger Arten, z.B. *Culicoides pulicaris* und *Culicoides robertsi*, kann Allergien auslösen, welche einen starken Juckreiz zur Folge haben. Diese jährlich in den warmen Monaten (Mitte April bis Anfang Oktober) wiederkehrenden Dermatosen bei Pferden werden als Sommerexzem, Sommerdermatitis, „Culicoides hypersensitivity“ oder „Queensland itch“ bezeichnet. In Deutschland konnten sechs Arten nachgewiesen werden, die allergenes Potential besitzen. Es handelt sich hierbei um *Culicoides impunctatus*, *Culicoides obsoletus*, *Culicoides pectipennis*, *Culicoides pulicaris*, *Culicoides punctatus* und *Culicoides stigma* (Wesenberg-Lund, 1943; Olbrich und Liebisch, 1988; Wirth und Grogan, 1988; Wichard et al., 1994).

Gnizen sind verantwortlich für die Übertragung der Blauzungkrankheit (Bluetongue) und der Afrikanischen Pferdepest (African horse sickness). Bei Ersterem handelt es sich um eine durch ein Orbivirus verursachte Infektionskrankheit von Wiederkäuern, hauptsächlich Schafen, aber auch Rindern und Ziegen. Diese Krankheit, die erstmals im August 2006 in Deutschland nachgewiesen wurde, verursacht neben der charakteristischen durch Sauerstoffmangel hervorgerufenen blauen Zunge Fieber und Ödeme infolge von Gefäßschädigungen mit mildem bis perakutem Verlauf. Als hauptsächliche Überträger gelten *Culicoides imicola*, *C. dewulfi* und *C. obsoletus*. Die Afrikanische Pferdepest, ebenfalls durch ein Orbivirus verursacht, führt bei Pferden, Zebras und Eseln zu einer milden bis perakuten Erkrankung mit Fieber, Dyspnoe, Ödemen und Konjunktivitis. Pferde sind am stärksten betroffen. *Culicoides imicola* gilt als Überträger des Virus.

Da bei beiden Krankheiten mehrere Serotypen des jeweiligen Virus existieren, ist die Bekämpfung durch Impfung erschwert. Als Kontrollmöglichkeiten kommen die gezielte Insektenbekämpfung und die nächtliche Stallhaltung gefährdeter Tierbestände in Betracht (Lane und Crosskey, 1993).

### **2.1.2 Befall mit leckend-saugenden Insekten**

Von den bei Pferden beschriebenen leckend-saugenden Fliegenarten sind *Musca autumnalis*, *Hydrotaea irritans*, *Hydrotaea albipuncta* und *Morelia hortorum* von veterinärmedizinischer Relevanz.

---

*Musca autumnalis* (Degeer, 1776), die Gesichts- oder Augenfliege, wird im englischen als face fly bezeichnet. Sie lebt hauptsächlich in Feuchtgebieten und in der Nähe von Hecken und Wäldern (Hammer, 1941; Depner, 1969).

Die ca. 7 mm großen Fliegen legen ihre Eier in frischen Dung. Die daraus schlüpfenden Maden entwickeln sich im Dung, können sich aber auch in Küchenabfällen entwickeln. Wichtig ist ein hohes Maß an Feuchtigkeit im Entwicklungssubstrat. Das Weibchen legt bis zu 2000 Eier. Im Hochsommer kann in wenigen Wochen mit einer neuen Generation gerechnet werden. Unter günstigen Bedingungen, bei Temperaturen um 30° C, dauert die Entwicklung vom Ei bis zur fertigen Fliege nur neun Tage. Hat die Made ihre Entwicklung beendet, verlässt sie das Entwicklungssubstrat, kriecht umher (Wanderstadium) und sucht einen trocknen Ort zur Verpuppung auf. Nach der Puppenruhe verlässt die geschlechtsreife Fliege das Tönnchen. Es entwickeln sich so ca. 4 bis 5 Generationen pro Jahr (Killough und McKinstry, 1965; Kutzer und Mally, 1984; Elger, 1985).

Der Hinterleib der Männchen ist gelb-orange leuchtend gefärbt mit einem dunklen Längsstreifen auf dem Rücken. Die große Ähnlichkeit mit der großen Stubenfliege führt besonders bei den Weibchen zur Verwechslung mit dieser Art.

Männchen und Weibchen ernähren sich gleichermaßen von Nektar und im Kot enthaltener Flüssigkeit. Weibchen benötigen für die Eireifung eiweißhaltige Sekrete, welche in Form von Blut oder anderen Sekreten aufgenommen werden. Bevorzugte Anflugstellen von *Musca autumnalis* sind die medialen Augenwinkel, Flotzmaul und Euter, aber auch Wunden und nachblutende Bremsenstichstellen. Sie ist die häufigste an Pferd und Rind vorkommende Fliege. Sie ist bei Regen, Wind und Temperaturen unter 15°C inaktiv (Teskey, 1960; Liebisch und Beder, 1986).

Auch *Hydrotaea spp.* sind fakultativ haematophage Arten, die in ihrer Ernährungsweise den Augenfliegen gleichen. Über die Abundanzen beim Pferd liegen kaum Zahlen vor. Die höchsten Befallsintensitäten bei einer Untersuchung in Norddeutschland lagen bei 30 Fliegen/Pferd, wobei die Wirte nur tagsüber aufgesucht werden (Hammer, 1941; Elger, 1985; Liebisch und Beder, 1986).

*Hydrotaea irritans* gehört zu den beim Rind am häufigsten vorkommenden Fliegen, ist aber nicht ausschließlich an Rinder gebunden. Sie fliegt vor allem in den Morgen- und Abendstunden (Eckert et al., 1984). Die Larven leben im Rinderdung. Die Imagines saugen an Kopf und Zitzen Sekret und Blut, und zwar vor allem an Verletzungen, die von stechenden Insekten gesetzt wurden. Die Fliege gehört zu den univoltinen Arten, die pro

Jahr nur eine Generation entwickeln (Tarry und Kirkwood, 1976). Sie fliegt von Anfang Juni bis Ende Oktober mit einem Maximum im Juli und einer Tageshauptaktivität um die Mittagszeit. Optimalwerte für Temperatur und Luftfeuchte liegen zwischen 18 und 22°C bzw. 70 und 80% (Tarry und Kirkwood, 1976; Berlyn, 1978b; Elger, 1985).

*Hydrotaea*-Arten spielen eine nicht unwesentliche Rolle in der Epidemiologie der Sommermastitis (Holsteinische Euterseuche). Aktivitätshöhepunkt ist Juli und August (Liebisch, 1987).

*Hydrotaea albipuncta*, welche vorwiegend am Rind und am Pferd zu finden ist, zeigt eine ausgesprochene Präferenz für die Augenregion. Die Aktivität liegt zwischen Mai und Oktober, wobei es zwei Abundanzmaxima im Frühjahr und im Herbst gibt. Pro Jahr entwickeln sich 3 Generationen. Die Tageshauptaktivität liegt in den frühen Abendstunden von 16 bis 20 Uhr. Die Flugaktivität wird hauptsächlich durch die relative Luftfeuchte beeinflusst (Hammer, 1941; Mair et al., 1980; Elger, 1985; Liebisch und Beder, 1986).

*Morelia hortorum* ist ebenfalls eine sekretleckende, fakultativ haematophage Art und ähnelt in ihrer Lebensweise den Kopf und Augenfliegen. Sie wird in vergleichsweise geringem Umfang an Rind und Pferd gefunden. Präferenzstellen sind Kopf, Bauch und Wunden. Die Aktivität erstreckt sich von Mai bis Oktober mit Maxima im Frühjahr und Herbst. Pro Jahr entwickeln sich drei bis vier Generationen, wobei auch hier die Eier in Dunghaufen abgelegt werden, worin sich die Larven entwickeln. Die Hauptflugaktivität wird wiederum von der relativen Luftfeuchte beeinflusst und liegt bei Temperaturen zwischen 17 und 25°C. Feuchte Biotope sowie Nähe von Wald und Hecken werden bevorzugt (Hammer, 1941; Elger, 1985; Liebisch und Beder, 1986).

## **2.2 Abwehr und Bekämpfung von Lästlingsinsekten bei Pferden**

Seit dem Erkennen des negativen Einflusses von Weide- und Stallfliegen auf die Leistung und das Wohlbefinden von Nutztieren beschäftigt man sich mit ihrer Bekämpfung. Hierbei werden unterschiedliche Wege beschritten. Einerseits wird versucht, die unreifen Stadien in ihren Larvalhabitaten und die Imagines auf den Tieren und in ihrer Umgebung zu bekämpfen. Andererseits wird das Ziel verfolgt, auf der Weide stehende Tiere derart zu schützen, dass sie trotz ggf. hoher Abundanzen nicht oder nur wenig belästigt werden.



### **2.2.1 Methoden zur Abwehr und Bekämpfung von Lästlingsinsekten**

Vor der Einführung der synthetischen Pyrethroide zur Lästlingsinsektenbekämpfung am Tier wurden eine Reihe anderer Verfahren bzw. Substanzen untersucht bzw. angewandt. Hierbei ging es um hygienische Maßnahmen, Management-Verfahren, biologische und biotechnische Bekämpfung sowie chemische Verfahren. Besonders letztere erfordern besondere Untersuchungen, wenn Präparate direkt am Tier angewandt werden, die für das Pferd nur in begrenztem Umfang vorliegen.

Wegen der längeren Entwicklungsdauer und den häufig unzugänglichen Bruthabitaten ist die Bekämpfung der Tabaniden im Vergleich zur Bekämpfung der Musciden schwierig. Zur Muscidenbekämpfung existieren somit deutlich mehr Verfahren (Kutzer und Mally, 1984).

Heutzutage werden mit den zur Verfügung stehenden Einzelverfahren planmäßige und integrierte Bekämpfungsmethoden entwickelt. Hierbei geht es vor allem darum, einen breiten Fächer von Bekämpfungsmaßnahmen zu kombinieren, um einer möglichen Resistenzbildung vorzubeugen. Beispielsweise könnte in Zukunft das so genannte „push-pull“-System zum Einsatz kommen. Hierbei könnten Repellentien an den Weidetieren (push) in Kombination mit lockenden Insektenfallen (pull) zu einer stärkeren Verringerung der Lästlingsinsektendichte führen (Hall und Wall, 2004)

#### **2.2.1.1 Hygienische Maßnahmen und Managementverfahren**

Weidehygienische Maßnahmen sind zumeist gegen die Larvenstadien von Musciden und Tabaniden gerichtet, da deren Entwicklung an bestimmte Bedingungen geknüpft sind (Nölke, 1987). Zu diesen Maßnahmen gehört das regelmäßige Entfernen des Kotes von den Paddocks und den Weiden. Der anfallende Mist sollte eng gepackt werden, was zur Senkung des Sauerstoffgehaltes und zu Gärungsprozessen mit hohen Temperaturen innerhalb des Mistes führt. Diese Umweltbedingungen stehen der Larvenentwicklung der Musciden entgegen. Weiterhin wird der Einsatz von Dungkäfern beschrieben, welche zur Kanalisierung und damit zur Austrocknung des Kotes führen (Künast et al., 1983).

Den Weidepferden sollten außerdem Unterstände zur Verfügung stehen, da die meisten Lästlinge, vor allem Tabaniden und Kriebelmücken, den Wirtstieren nicht in geschlossene Räume folgen (Fuhrmann, 1986). Der Weidegang nur während der Nacht ist ebenfalls zum Schutz vor Lästlingen beschrieben, da Kriebelmücken und Bremsen vorwiegend tagaktiv sind (Fuhrmann, 1986). Die Entfernung von Wasserpflanzen entzieht den Tabanidenlarven den Lebensraum und verbessert die Bedingungen der natürlichen Feinde.

Simuliiden-Larven werden bei der Entfernung der Wasserpflanzen die Anhaftmöglichkeiten genommen. Die Vertiefung und Begradigung der Gewässer setzen die Fließgeschwindigkeit herab, dadurch sinkt der Sauerstoffgehalt und das Nährstoffangebot für Tabaniden und Simuliiden (Bauer, 1974). Die Trockenlegung oder Überflutung der Brutgebiete der Mücken und Bremsen über einen längeren Zeitraum wurde ebenfalls erfolgreich zur Reduzierung der Lästlingszahlen eingesetzt (Fuhrmann, 1986). Diese Option existiert heutzutage aus Landschaftsschutz- und Nutzungsgründen meist nicht mehr.

Ein weiterer möglicher Ansatz besteht darin, den pH-Wert des Stallmistes durch Zusatz von Salzsäure derart herabzusetzen, dass eine Entwicklung von Fliegenlarven gestört ist. Hierbei konnte in einer Untersuchung in Pennsylvania/USA die Anzahl an Stallfliegen und damit die Abwehrbewegungen der Pferde deutlich gemindert werden (Sweeney et al., 1996).

### **2.2.1.2 Biologische Bekämpfung und biotechnische Verfahren**

Biologische Bekämpfung bedeutet Einsatz von Lebewesen zur Begrenzung von Populationen schädlicher Tiere oder Pflanzen (Franz und Krieg, 1982).

Eine Möglichkeit ist der Einsatz von sterilisierten Männchen, die so genannte Sterile male technique. Die Sterilisierung ist durch  $\gamma$ -Strahlen von  $^{60}\text{Co}$  oder auf chemischem Weg, z.B. mit Apholate möglich. Bei einem Verhältnis steriler zu fertiler Männchen von 10:1 gelang in einem teilweise isolierten Gebiet die Reduzierung einer *Haematobia irritans* Population um 98% (Hiepe, 1982).

Puppen und adulte Stadien von *Musca autumnalis* konnten durch Verfütterung von Chemikalien wie Tepa oder Apholate, sowie durch Helioitrine oder Borsäure unfruchtbar gemacht werden (Labreque, 1961; Hair und Adkins, 1964; Hair und Turner, 1966; Zapanta und Wingo, 1968). Auch Diflubenzuron erwies sich als Chemosterilanz für *M. autumnalis* (Pickens und Demilo, 1977).

Die Bestrahlung der Puppenstadien von *M. autumnalis* durch Gamma-Strahlen führte ebenfalls zu kompletter Sterilität bei beiden Geschlechtern (Gregory und Wright, 1973).

Natürliche Feinde, wie z.B. Bakterien, Milben und verschiedene Pilzspezies hemmen die Entwicklung der verschiedenen Entwicklungsstadien von Insekten (Heitland, 2002). Diese natürlichen Feinde konnten in der Praxis noch nicht zur effektiven Bekämpfung von Musciden eingesetzt werden (Nölke, 1987).

Erprobt wurde die mikrobielle Bekämpfung von Musciden durch *Bacillus thuringiensis*, deren Exotoxine die Larvalentwicklung hemmen. Das Bakterium wurde an Rinder verfüttert und untersucht, ob sich im Kot dieser Rinder Muscidenlarven entwickeln können oder inwieweit

deren Entwicklung gehemmt wird. Einige Autoren berichten von einer Hemmung der Larvalentwicklung, während andere einen solchen Effekt nicht beobachteten (Ode und Matthyse, 1964; Hower und Cheng, 1968).

Seit 1987 wird entlang des Oberrheins das Bakterium *Bacillus thuringiensis israelensis* zur Bekämpfung von Stechmücken eingesetzt. Das Mittel wird großflächig mit Hubschraubern als Eisgranulat ausgebracht und führt zu einem selektiven Absterben der Mückenlarve, ohne dass andere Kleinstlebewesen davon betroffen wären. Bei den biotechnischen Verfahren werden bestimmte physikalische und chemische Reize zur „Fehlsteuerung“ schädlicher Organismen genutzt (Becker, 2003).

Pheromone sind Duftstoffe, die der biochemischen Kommunikation zwischen Lebewesen einer Spezies dienen. Andere Arten bleiben von dieser Kommunikation ausgeschlossen. Neben Sexuallockstoffen gibt es bei den Insekten auch Pheromone zur Markierung des Weges oder als Alarmbotenstoff. Man nutzt diese Pheromone, indem man beispielsweise Fangbäume mit diesen Substanzen ausstattet und nach der Eiablage die Bäume entweder fällt oder die Larven abtötet (Franz und Krieg, 1982). Zur Eindämmung von Pflanzenschädlingen, wie z.B. des Borkenkäfers (*Ips typographus*) oder des Apfelwicklers (*Cydia pomonella*) wurden Pheromonfallen entwickelt, welche ein relativ kostengünstiges, aber hochempfindliches „Werkzeug“ darstellen. Meist bestehen die Lockstofffallen dabei aus artspezifischen Pheromonen und aus Klebstoff, mit denen die männlichen Insekten auf der vermeintlichen Suche nach Weibchen mit Verwirrungstaktik angelockt und gefangen werden. Zum Fang von Phlebotomen zu Monitoringzwecken stellen Fallen mit Pheromonen als Attraktanz eine effiziente Fangmethode dar (Ward et al., 1990).

### **2.2.1.3 Technische Verfahren**

Zum einfachen Schutz von Tieren vor Fliegen und Bremsen in Ställen werden Fallen und Netze verwendet. Die an den Fenstern oder offenen Seiten der Ställe gespannten Netze sollen das Eindringen der Insekten verhindern.

Fallen wurden so entwickelt, dass mit Hilfe von Attraktantien die Insekten angelockt und anschließend durch verschiedene Methoden getötet werden. Beispielsweise werden optische beziehungsweise olfaktorische Lockstoffe eingesetzt, welche die Fangzahlen erhöhen sollen. So verbessert Kohlendioxid die Fangergebnisse, da die chemotaktische Wirtsfindung der Tabaniden über das abgeatmete CO<sub>2</sub> der Wirtstiere erfolgt (Wilson, 1968;

Berlyn, 1978a). Weiterhin werden Tabaniden von eher dunklen Farben wie blau oder schwarz angezogen.

Außerdem kommen Leimfallen und Steilwandfallen mit Leimanstrichen zum Einsatz. Das Prinzip ist jeweils, eine für bestimmte Insekten attraktive Fläche mit Klebemitteln zu präparieren, an denen die angelockten Insekten bei Kontakt haften bleiben. Leimfallen kommen derzeit meist als so genannte Stallrollen in Nutztviehhaltungen zum Einsatz, um dort die Lästlingsinsektenanzahl zu reduzieren. Sie wirken optisch und olfaktorisch anziehend auf die Insekten.

Steilwandfallen wurden zum Einsatz auf der Weide konstruiert. Es sind meist zwischen ein und zwei Quadratmeter große Holztafeln, welche mit Hilfe einer Stützkonstruktion senkrecht auf oder an der Weide aufgestellt werden. Sie sind mit witterungsbeständigen Anstrichen (z.B. Aeroxon) versehen. Als für Zielinsekten attraktive Farben haben sich blau bzw. schwarz herausgestellt (Bauer, 1974).

Zum Schutz von Pferden und Rindern vor stechenden und saugenden Insekten wurde ein mit Deltamethrin und einem UV-Schutzfaktor vorbehandelter Netzstoff getestet. Durch Anbringen dieses Netzstoffes am Weidezaun beziehungsweise am Offenstall konnte der Befall mit Lästlingsinsekten um bis zu 90% reduziert werden (Blank et al., 2005; Maia et al., 2006; Zaspel et al., 2006).

#### **2.2.1.4 Repellentien**

Die Wirkung von Repellentien besteht in einer Abschreckung der Insekten (lat. repellere = vertreiben, zurückstoßen). So wurde ein Repellens definiert als eine Chemikalie, die Insekten dazu bewegt, sich direkt von ihr zu entfernen (Dethier et al., 1960). Ihre Wirkung entfalten Repellentien auf zwei verschiedenen Wegen. Olfaktorische Repellentien sind leicht verdampfende Stoffe, die von den Insekten olfaktorisch wahrgenommen werden und sie schon vor dem Niederlassen vertreiben. Stoffe, die erst nach direktem Kontakt mit dem Insekt eine abstoßende Wirkung erzielen werden entsprechend Kontaktrepellentien genannt (Sarkaria und Brown, 1981).

Zur Vertreibung von lästigen Insekten kommen schon seit langer Zeit Repellentien zur Anwendung. Zunächst kamen ätherische Öle wie Essenzen von Gewürznelken, Muskatnuss, Wacholderbeere, Pinie oder Kiefer zum Einsatz. Sehr gebräuchlich war und ist auch Zitronenöl, welches heute in Verbindung mit Insektiziden wie z.B. Pyrethrum verwendet wird. Nachteilig bei diesen Stoffen, welche entweder topikal durch Einreiben oder durch das Abbrennen von Räucherstäbchen zum Einsatz kommen, ist ihre relativ kurze Wirkungsdauer.

Zitronenöl wirkt etwa 4 Stunden und Pyrethrum etwa einen Tag (Christoffers, 1947; Garson und Winnike, 1968; Pillmore, 1973; Liebisch und Beder, 1986).

Tabelle 1: Derzeit für Pferde in Deutschland zugelassene Präparate mit repellierender sowie insektizider Wirkung:

<b>Wirkstoff(e)</b>	<b>Handelsname</b>	<b>Hersteller</b>	<b>Ort des Herstellers</b>
Pyrethrin-Extrakt	Ungeziefer Spray <sup>®</sup>	H. von Gimborn GmbH	Albert Einstein Str. 6; 46446 Emmerich
Permethrin	Wellcare <sup>®</sup>	Essex Tierarznei	Thomas Dehler Str. 27; 81737 München

Eine Vielzahl weiterer Produkte zur Fliegenabwehr (Mira Fliegenschutz<sup>®</sup>, Bremsen Bremse<sup>®</sup>, ArdaP Anti-Insektenspray<sup>®</sup> etc.) werden in Tiergeschäften oder im Internet angeboten. Sie enthalten teilweise Pyrethrum-Extrakte, aber die genauen Inhaltstoffe sind meist nicht angegeben. Einigen Erfahrungsberichten zufolge haben sie eine gewisse Wirksamkeit. Sie sind jedoch weder geprüft noch zugelassen und können somit ungeahnte Nebenwirkungen hervorrufen. Weiterhin werden von vielen Pferdebesitzern diverse ätherische Öle wie Minz-, Eukalyptus-, Lavendel-, Teebaum- und Nelkenöl, sowie Knoblauch oder Vitamin B in hohen Dosen eingesetzt. Die repellierende Wirkung ist jedoch meist unbefriedigend.

### **2.2.1.5 Insektenwachstumsregulatoren**

Zu den Insektenwachstumsregulatoren gehören Juvenilhormone, Häutungshormone und Häutungshemmer. Diese Produkte fungieren als Larvizide. Sie wirken nicht auf das Nervensystem der Insekten, sondern beeinflussen Wachstumsprozesse der Insekten wie z.B. die Larven- und Puppenhäutung sowie den Übergang von verschiedenen Entwicklungsstadien. Einige Beispiele sind in Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2: Übersicht einiger Insektenwachstumsregulatoren und deren Wirkmechanismus

Wirkstoff	Wirkmechanismus
Diflubenzuron	Chitin Synthese Hemmer
Fenoxycarb	Juvenilhormon
Methoprene	Juvenilhormon
Ecdyson	Häutungshormon

### **Chitin Synthese Hemmer**

Im Laufe ihrer Entwicklung müssen Insekten mehrfach ihr Exoskelett (ihre Chitinhülle) wechseln. Dazu muss neues Chitin in der Zelle hergestellt werden, wozu eine Reihe von Enzymen (z.B. Chitinasen, Proteasen etc.) notwendig sind. Chitinsynthese-Hemmer beeinträchtigen die Ausbildung der Endokutikula durch Störung des Chitinaufbaus. Wahrscheinlich wird die für die Polykondensation des Chitins verantwortliche Chitin Synthase und/oder die Chitinase, die den Abbau des Chitins katalysiert, blockiert. Die Insektenlarven verhalten sich nach der Wirkstoffaufnahme zunächst normal. Erst bei der folgenden Häutung platzt die neu gebildete Kutikula auf, in die kein Chitin eingelagert war und die dadurch ihre Stabilität verloren hat. Das erste Larvenstadium reagiert besonders empfindlich.

### **Häutungshormon und Juvenilhormone**

Die Puppenhäutung wird durch das Häutungshormon Ecdyson gesteuert, das durch die Prothorakal-Drüse im Insektengehirn abgegeben wird. Das Hormon bewirkt Veränderungen in der Epidermis und bei der Synthese der neuen Cuticula. Bei hohem Gehalt an Juvenilhormon wird beim Insekt normalerweise eine Larvalhäutung ausgelöst, bei niedrigerem Gehalt wird die Metamorphose (Verwandlung) ausgelöst. Juvenilhormone kommen natürlicherweise in den Insekten vor (werden durch die Corpora allata abgegeben) und signalisieren dem Insekt ein gewisses Alter (einen bestimmten Entwicklungszustand). Durch Ausbringung der Häutungs- bzw. Juvenilhormone wird in den natürlichen Regelprozess eingegriffen. In Abhängigkeit vom Entwicklungsstatus der Insekten kommt es zu einer größeren Zahl von Larvenstadien (oft mit Entwicklungsstörungen) oder zu einer abnormalen Verpuppung (teilweise noch Larve, teilweise schon Puppe). Diese Stadien sind nicht lebensfähig (Karg, 2005).

### 2.2.1.6 Insektizide

Ein Insektizid ist eine Substanz, die zur Abtötung von Insekten und deren Entwicklungsstadien verwendet wird. Insektizide werden in der Landwirtschaft, zum Vorrats- und Materialschutz sowie im Hygienebereich angewendet. Insektizide wirken u.a. als Nervengifte auf das Nervensystem der Insekten ein. Die Aufnahme der Wirkstoffe kann als Atemgift über die Atemwege, als Fraßgift über den Verdauungstrakt oder als Kontaktgift nach Berührung erfolgen.

Im Folgenden werden die bedeutendsten Wirkstoffgruppen (Wirkstoffe) beschrieben, welche als Insektizide zum Einsatz kommen.

#### **Chlorierte Kohlenwasserstoffe** (DDT, HCH, Toxaphen, Dieldrin, Methoxychlor)

Es sind aromatische ringförmige Verbindungen, die im Grundskelett vom Benzenring abgeleitet werden können. Die von einigen Verbindungen (HCH) verfügbaren Isomere können sehr unterschiedlich wirken. Chlorierte Kohlenwasserstoffe sind in der Umwelt äußerst stabil und werden im Organismus in Abhängigkeit von der Zusammensetzung nur sehr schwer abgebaut. Nach der Resorption gelangen sie in die Leber als Ort langsamer Metabolisation, bevor sie wieder an den Kreislauf abgegeben werden, um schließlich im Depotfett abgelagert oder ausgeschieden zu werden. Die Umformung im Organismus ist langwierig. DDT und seine Metabolite werden mit der Milch an das Kalb bzw. den Menschen als Endverbraucher weitergegeben. Die biologische Aktivität der chlorierten Kohlenwasserstoffe zerstört das Nervensystem lebender Organismen; das giftige Prinzip ist noch nicht im Einzelnen geklärt. Die Giftigkeit ist bei oraler und pulmonaler Aufnahme am größten. Wegen der Lipidlöslichkeit der Mittel erhöht fettreiche Nahrung (Milch) die Giftigkeit; genauso werden ölige Lösungen rascher dermal resorbiert. Da die Mittel im Körperfett gespeichert werden, widerstehen magere Tiere der Vergiftung am schlechtesten; fette Tiere können erkranken, wenn sie in Hungerperioden den Fettvorrat abbauen und damit das Gift freisetzen.

Abgesehen von Lindan, welches als Präparat zur Läuse- und Milbenbehandlung weiterhin verwandt wird, kommen chlorierte Kohlenwasserstoffe in den westlichen Industrienationen nur noch selten zum Einsatz. In der tierischen Produktion ist ihr Einsatz verboten. In den Ländern der so genannten Dritten Welt werden sie jedoch nach wie vor auch in der Tierproduktion verwendet, so z. B. Toxaphen zur Zeckenbekämpfung und Endosulfan zur Tsetsebekämpfung. Das DDT, das in der Vergangenheit wie kein anderes Pestizid

großflächig zur Mücken- und Tsetsebekämpfung eingesetzt wurde, ist zum Sinnbild der Gefährdung der Natur durch den Menschen geworden. Während es zur Tsetsebekämpfung nicht mehr verwandt wird, kommt es im Zuge der Bekämpfung der Malariamücken mittlerweile wieder im großen Maßstab zu Einsatz. Dabei werden die Wohnhäuser von innen durch Besprühen der Wände behandelt.

Zusammenfassend gilt für die Verwendung chlorierter Kohlenwasserstoffe in Industrienationen, dass sie

- am Tier, mit Ausnahme von Toxaphen und letzteres auch keinesfalls bei laktierenden Tieren, nicht eingesetzt werden dürfen;
- zur Flächenbehandlung in der Umwelt der Tiere nur noch mit großem Vorbehalt Anwendung finden sollten.

**Organische Phosphorsäureester** (Chlorphenvinphos, Chlorpyriphos, Crufomate, Coumaphos, Diazinon, Dichlorphos, Dicrotophos, Dioxathion, Famphur, Fenthion, Malathion, Phoxim, Quinthiophos, Ronnel, Tetrachlorvinphos, Trichlorphon)

Organische Phosphorsäureester sind Phosphate, Phosphornate, Phosphorthionate, Phosphorthiolate und Phosphordithiolate. Pharmakologisch sind sie Inhibitoren der Cholinesterase, des Enzyms, das Acetylcholin - den Transmitter des subsynaptischen Spaltes zwischen Muskel- und Nervenzelle - in Acetat und Cholin spaltet. Die Verbindungen wirken auf das Nervensystem des Arthropoden ebenso wie auf das des Warmblüters. Arthropoden sind gegenüber Phosphorsäureestern wesentlich sensibler als Vertebraten. Die akute Toxizität der organischen Phosphorsäureester für Säugetiere ist erheblich höher als z.B. die des DDT; trotzdem kommt es bei vorschriftsmäßiger Anwendung selten zur Intoxikation. Auch Intervallbehandlungen im vorgeschriebenen Abstand oder Dauerapplikation mit der vorgeschriebenen Dosis führen nicht zur Akkumulation und werden langfristig schadlos vertragen. Dabei kann sich das Cholinesterase-Niveau der Tiere auf einem niedrigeren Spiegel einpendeln, ohne dass Leistung oder Gesundheitszustand der Tiere beeinträchtigt werden. Vergiftungserscheinungen treten nur dann auf, wenn die toxische Dosis für das Tier deutlich überschritten wird.

Die meisten Produkte werden, in Abhängigkeit von der Formulierung, nach dermalen, parenteralen und oraler Applikation leicht resorbiert. Sie sind deshalb sowohl zur Anwendung als benetzende Kontaktpestizide als auch als systemisch wirkende Mittel geeignet. Bei der Metabolisation kann ein Teil des Wirkstoffes kurzfristig in Fettdepots eingelagert werden, bevor er, an Milchfett gebunden, ausgeschieden wird. Dieser Anteil steht für die systemische Wirkung nicht zur Verfügung.



Organische Phosphorsäureester werden rasch metabolisiert und verfügen mit wenigen Ausnahmen (Fenthion) nur über eine geringe Residualwirkung. Entsprechend ist die Tendenz zur Resistenzbildung im Vergleich zu chlorierten Kohlenwasserstoffen wesentlich geringer. Beim Abbau der Phosphorsäureester im Organismus können toxische Zwischenprodukte mit hoher Anticholinesterase-Aktivität entstehen, die durch degradative Metabolisation zu gering toxischen Produkten abgebaut und ausgeschieden werden.

Organische Phosphorsäureester haben gegenüber chlorierten Kohlenwasserstoffen den entscheidenden Vorteil, dass sie in kurzer Zeit in der Umwelt vollkommen abgebaut werden. Ihr Einsatz ist nicht zuletzt aus diesem Grund nach wie vor gerechtfertigt und braucht bei sachgerechter Handhabung keine Gefahr für das Tier und den Menschen als Konsumenten darzustellen.

### **Carbamate** (Carbaryl, Promacyl, Propoxur)

Pestizide aus der Gruppe der Carbamate, auch als Urethane bezeichnet, sind chemisch Carbaminsäureester mit der Gruppenstruktur  $H_2-N-CO-O-$  als Grundgerüst; drei Grundtypen werden unterschieden:

- Dimethylcarbamate von zyklischen Enolen,
- Monomethylcarbamate von Phenolen,
- Monomethylcarbamate von Oximen.

In ihrem biologischen Verhalten sind auch die Carbamate Cholinesterase-Inhibitoren. Carbamatmoleküle lagern sich an die aktiven Zentren der Cholinesterase an und blockieren die Hydrolyse des Acetylcholins. Die Wirkung der Carbamate auf Arthropoden setzt, je nach Mittel und Applikationsart, bereits nach 1 bis 30 min post applicationem ein. Es kommt zur Unterbrechung der Reiz- und Impulsübertragung, und nach einer Phase unkontrollierter Bewegungen, gefolgt von Lähmungen, erfolgt der Exitus. Carbamate werden vom Haustier kaum dermal resorbiert.

Carbamate werden durch Oxidation des Phenylkerns und der N-Ethyl-Gruppe sowie durch Hydrolyse metabolisiert. Die Metaboliten werden als  $CO_2$  ausgeatmet oder über Urin, Faeces und Milch ausgeschieden; sie sind wesentlich weniger toxisch für den Warmblüter als für den Arthropoden. Die orale Giftigkeit der Mittel schwankt zwischen  $< 1$  und  $> 1000$  mg/kg KG. Bei Überdosierung kommt es zu Vergiftungserscheinungen, die denen der Phosphorsäureester entsprechen. Als Antidot ist Atropin indiziert. Die Resistenzentwicklung bei den Arthropoden gegenüber Carbamaten beruht auf deren Fähigkeit, den Phenolring der Wirkstoffe zu hydrolysieren.

Carbamate finden vornehmlich im Pflanzenschutz Verwendung. Bei der Ausbringung auf Flächen muss auf ihre Sensibilität gegenüber Alkalien (gekalkte Wände) geachtet werden (Seiffert, 1992).

### **Pyrethroide** (Cyfluthrin, Cyhalothrin, Cypermethrin, Deltamethrin, Flumethrin, Permethrin)

Pyrethroide sind Insektizide der vierten Generation. Sie sollten die toxikologisch und ökologisch bedenklicheren Insektizide der vorangegangenen Generationen ablösen, zu denen Organochlorverbindungen wie Lindan oder DDT, Organophosphate und Carbamate zählten. Pyrethroide sind synthetische Verbindungen, die sich vom natürlich vorkommenden Pyrethrum ableiten.

Pyrethrum kommt in den Blüten mehrerer Chrysanthemenarten vor, z.B. bei *Chrysanthemum cinerariaefolium*, *C. roseum* und *C. coccineum*. Die insektizide Wirkung des Pyrethrums ist seit Jahrhunderten bekannt. Benannt nach dem ersten kommerziellen Chrysanthemenanbaugebiet, kam es früher als "Dalmatiner Pulver" auf den Markt.

Pyrethrum ist ein Substanzgemisch aus 6 insektizid wirkenden Einzelstoffen (hauptsächlich Pyrethrin I und II, ferner Cinerin I und II sowie Jasmolin I und II). Nachteilig sind die hohe Licht-, Temperatur- und Luftempfindlichkeit des Pyrethrums und der vergleichsweise rasche Abbau durch entgiftende Enzyme im Organismus.

Durch die Entdeckung des Wirkungsverstärkers Piperonylbutoxid (PBO), der den Abbau im Organismus verlangsamt, konnte die Wirksamkeit des Pyrethrums auf das Dreißigfache gesteigert werden. Gezielte chemische Veränderungen am Grundgerüst der Pyrethrumbestandteile führten dann zu den mehr als 1.000 bekannten synthetischen Pyrethroiden, die sowohl eine größere Stabilität in der Umwelt, als auch eine um vieles höhere insektizide Aktivität aufweisen als das natürliche Pyrethrum.

In chemischer Hinsicht handelt es sich bei den Pyrethroiden um Ester zwischen der Chrysanthemumsäure oder deren Abkömmlingen und Alkoholen (beispielsweise 3-Phenoxybenzyl-Alkohol).

Nach ihrer chemischen Struktur werden Pyrethroide in sogenannte Typ I-Pyrethroide (z. B. Permethrin, Allethrin, Bioresmethrin) und Typ II-Pyrethroide (z. B. Cypermethrin, Deltamethrin) unterteilt. Typ II-Pyrethroide besitzen eine so genannte Alpha-Cyano-Gruppe, die den Typ I-Pyrethroiden fehlt.

Seit den 50er Jahren sind synthetische Produkte (Pyrethroide) auf dem Markt, von denen das *Allethrin* (Estergemisch aus Allethanol und Chrysanthemumsäure) als erstes im größeren Maßstab hergestellt wurde (Naumann und Wegler, 1981; Machholz und Leverenz, 1989).

Bei niedrigen Temperaturen besteht bei verzögertem Wirkungseintritt eine längere Wirkungsdauer und bei hohen Temperaturen ein rascher Wirkungseintritt bei kürzerer Wirkungsdauer. Eine Veränderung der durch die Natur vorgegebenen absoluten Konfiguration der chiralen Zentren kann zum teilweisen oder totalen Verlust der Wirkung führen. Pyrethroide können entweder als pour-on-Lösung, als Waschlösung, als Spray oder als mit Insektizid versetzte Kunststoffe zum Einsatz kommen. Mit Insektizid versetzte Kunststoffe können am Halfter, in der Mähne, am Ohr oder an Rückenkratzern befestigt werden, wo sie den Wirkstoff kontinuierlich freisetzen. Die insektizide Wirkung setzt schnell ein, hält aber selten länger als bis zu drei Wochen an (Riha et al., 1983; Harvey und Brethour, 1986; Riha et al., 1986; Bauer et al., 1988; Stevens et al., 1988; Parashar et al., 1989; Guglielmone et al., 2004).

Inzwischen ist es insbesondere bei der Zeckenbekämpfung, aber auch bei der Bekämpfung von hämatophagen Fliegen zur Entwicklung von Resistenzen gegenüber Pyrethroiden gekommen. Dabei werden die Resistenzerscheinungen nicht nur bei der dermalen Applikation, sondern auch bereits beim Dip und Spray beobachtet. Durch synergistische Kombinationen wird derzeit versucht das Problem hinauszuschieben. Als Synergisten eignen sich am besten Phosphorsäureester, da die Resistenz gegenüber chlorierten Kohlenwasserstoffen und Pyrethroiden bei den Arthropoden genetisch kombiniert verankert ist. In Argentinien sind gegenwärtig folgende synergistische Pyrethroid-Phosphorsäureester-Kombinationen zur Zecken- und Fliegenbekämpfung im Einsatz:

- Flumethrin 1,2% + Coumaphos 16%,
- Cypermethrin 5,6% + Diazinon 56%,
- Cyhalothrin 4% + Diazinon 62,2%,
- Cypermethrin 10% + Chlorphenvinphos 40% (Seiffert, 1992).

### **Zyklische Amidine** (Amitraz, Chlordimeform, Clenpyrin, Cymidazole)

Zyklische Amidine gehören zu einer heterogenen Gruppe von Wirkstoffen, die sich grundsätzlich in ihrem Wirkungsmechanismus von den herkömmlichen Akariziden / Insektiziden unterscheiden. Die auch als "detaching agents" bekannten Produkte greifen in den Stoffwechselumsatz der Zecken ein, reduzieren den Glycogen- und Glucosespiegel und hemmen die Eireifung. Weiterhin blockieren sie durch Hemmung der NADH-Fumarat-Reduktase das Enzymsystem der Atmungskette der Arthropoden und verursachen eine neuromuskuläre Blockade.

Die mit zyklischen Amidinen behandelten Zecken fallen meist nach einigen Stunden vom Tier ab, wobei die einzelnen Spezies sehr unterschiedlich auf die verschiedenen Mittel

reagieren. Die Zecken leben nach der Behandlung am Tier zwar weiter, sind aber im epizootologischen Sinne tot, da sie unfähig sind, einen Wirtswechsel vorzunehmen; ggf. sind die Zecken dabei auch paralysiert und können den Saugrüssel nicht mehr aus der Haut des Wirtstieres ziehen; sie hängen leblos am Tier und verfärben sich. In Australien ist *Boophilus microplus* bereits resistent.

Bei Überdosierung zeigen die Mittel ausgeprägte sedative Wirkung, es kommt vor allem bei Kälbern zu Schläfrigkeit, Speicheln und Polyurie.

**Makrozyklische Laktone / Avermectine** (Abamectin, Doramectin, Eprinomectin, Ivermectin, Selamectin)

Makrozyklische Laktone / Avermectine sind Extrakte von *Actinomyces-Arten*, die in die beiden Komponenten Avermectin A und Avermectin B und Avermectin B wiederum auf Grund unterschiedlicher Struktur in A 1 und A 2 sowie B 1 und B 2 unterteilt werden. Die Wirkung dieser Mykotoxine auf Ekto- und Endoparasiten wurde 1975 im Kitasato-Institut in Japan entdeckt. Das Wirkungsspektrum erfasst Magen- und Darmwürmer, Lungenwürmer, Dassellarven, Läuse, Räude milben und unterschiedliche Gattungen von Zecken. Leberegel und Bandwürmer sind nicht sensibel. Die Wirkstoffe hemmen die Reizleitung zwischen den Interneuronen des ventralen Nervenstranges und den motorischen Neuronen der Parasiten. Außerdem wird die Bindung der  $\gamma$ -Aminobuttersäure an die postsynaptischen Rezeptoren gesteigert. Nematoden und Arthropoden verlieren dadurch ihre Bewegungsfähigkeit und sterben ab (Seiffert, 1992).

### 2.2.1.7 Wirkungsweise der Pyrethroide auf Insekten

Pyrethrum und Pyrethroide verfügen über einen gemeinsamen Wirkmechanismus: sie wirken durch Kontakt mit deutlichem "Knock-down"-Effekt auf den Arthropoden. Dabei kommt es unmittelbar nach Kontakt mit dem Wirkstoff zu einer Blockade des Ionenaustausches am Axon der Nerven, wodurch die Reizleitung unterbrochen wird. Die Wirkung auf das Nervensystem des Arthropoden kann abhängig von der Aufwandmenge irreversibel sein, weshalb es ab einer gewissen Dosis nicht mehr zu einer Erholung der paralysierten Vektoren kommt.

Pyrethroide zeichnen sich durch eine hohe Selektivität aus. Sie wirken auf Insekten ca. 4400-fach stärker als auf warmblütige Tiere und sind somit für Menschen und warmblütige Tiere deutlich weniger giftig als für Insekten. Das hängt damit zusammen, dass Pyrethroide bei Warmblütern sehr rasch abgebaut werden und die Giftwirkung mit steigender

Körpertemperatur abnimmt. Deren Enzymausstattung sorgt dafür, dass Pyrethroide gespalten werden. Insekten fehlen die hierfür erforderlichen Enzyme ("Hydrolasen"), sie bauen Pyrethroide durch Oxydation ab. Dieser Abbauweg kann durch Kombination mit Synergisten, z.B. Sesamöl gehemmt werden.

#### **2.2.1.8 Wirkungsweise der Pyrethroide auf Warmblüter**

Die toxische Wirkung der Pyrethroide auf Säuger ist zunächst von der Aufnahmeart abhängig. Im Allgemeinen wird die Pyrethroidaufnahme über die gesunde Haut als relativ gering eingeschätzt, allerdings sollen sich durch eventuelle Vorschädigungen z.B. Verletzungen oder Allergien die Resorptionsrate und damit auch die Toxizität erhöhen (Kühnert, 1991; Marquard und Schäfer, 1994; Oswald, 1996; Estler, 2000).

Bei Kontakt von Pyrethroiden mit der äußeren Haut oder Schleimhaut kann es zu Reizerscheinungen (Kontakt-Dermatitis), Taubheitsgefühlen und Kribbeln kommen.

Im Magen-Darm-Trakt werden Pyrethroide schlecht resorbiert und in der Leber in Form von Metaboliten eliminiert, wodurch sich für oral aufgenommene Pyrethroide eine relativ geringe Toxizität für Säuger ergibt. Nach Aufnahme kann es zu Übelkeit, Erbrechen und anhaltenden Durchfällen kommen. Bei intravenöser Verabreichung sind alle Pyrethroide hochtoxisch, da sie ihren Wirkungsort, die Nervenzelle, direkt erreichen (Jäger-Mischke und Wollny, 1988). Nach den Befunden an Warmblütern unterscheidet man ein T-Syndrom (Tremor der gesamten Motorik) von einem CS-Syndrom (Choreoathetose und Salivation).

#### **2.2.1.9 Ökotoxizität und Persistenz in der Umwelt**

Pyrethrum zersetzt sich leicht (z.B. durch UV-Strahlung) und besitzt deshalb nur eine geringe Umweltpersistenz. Pyrethroide wie das Deltamethrin sind stark lipophil, besitzen einen niedrigen Dampfdruck und zeigen ein hohes Adsorptionsverhalten an feste Körper. Diese Eigenschaften erhöhen die Persistenz besonders auf unbelebten Medien, was bei Anwendungen in Innenräumen zu anhaltenden Kontaminationen führen kann.

Synthetische Pyrethroide können z.B. in Teppichen über Jahre persistieren und so für Kleinkinder, Allergiker und Katzen (aufgrund verminderter Glucuronyltransferaseaktivität) gefährlich werden. Im Boden werden Pyrethroide durch Hydrolyse, Photolyse und Mikroorganismen abgebaut. Im Wasser, besonders bei niedrigen pH-Werten und niedrigen Temperaturen, ist die Halbwertszeit deutlich höher als im Boden. Bei Hühnern reichern sich Pyrethroide artspezifisch im Gehirn an. Für Fische und aquatische Kleinlebewesen sind alle

Pyrethroidverbindungen hochtoxisch (Hoch et al., 1985; Marquard und Schäfer, 1994; Friberg-Jensen et al., 2002).

### Deltamethrin

Deltamethrin hat die Summenformel  $C_{22}H_{19}Br_2NO_3$ , ein Molekulargewicht von 505.24 und die CAS-Registriernummer 52918-63-5. Dieses Insektizid liegt als weißes, geruchloses, kristallines Pulver vor. Der Schmelzpunkt liegt zwischen 98 und 101°C und der Dampfdruck beträgt bei 25°C  $2 \times 10^{-6}$  Pa. Der Siedepunkt liegt bei 300°C. Deltamethrin b leibt an der Luft und in wässrigen Lösungen bis zu 40°C über 2 Jahre unverändert (WHO, 2005).

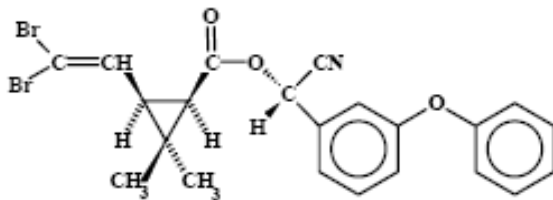


Abb. 1: Strukturformel von Deltamethrin

Erstmals wurde 1974 Deltamethrin, ein Pyrethroid der zweiten Generation, synthetisiert. Es besitzt eine alpha-cyano-3-phenoxybenzyl-Gruppe. Deltamethrin wird heutzutage beispielsweise unter den Handelsnamen Butox<sup>®</sup> oder Latroxin Delta<sup>®</sup> zur Insektenbekämpfung an Tieren eingesetzt.

In einer Studie von Parashar et al. (1991) in Indien wurde Deltamethrin erfolgreich zur Bekämpfung von Lästlingen bei Pferden eingesetzt. Hierbei wurden pro Pferd jeweils 2 Liter Deltamethrin in einer Konzentration von 0,001 bis 0,005% als Einreibebehandlung eingesetzt. Bei den Konzentrationen 0,001 bis 0,003% wurde eine 90 bis 100%-ige Reduktion über einen Zeitraum von 30 Tagen erreicht und bei einer Konzentration von 0,004% und 0,005% eine 100%-ige Kontrolle für 45 bzw. 90 Tage.

In Deutschland wird Deltamethrin ebenfalls erfolgreich zur Haarlings- und Kriebelmückenbekämpfung eingesetzt (Diepold, 2000).

Deltamethrin ist das Pyrethroid, das in Afrika bei der Flächenbehandlung zur Bekämpfung von Tsetsefliegen derzeit am häufigsten verwendet wird. Dabei wird es sowohl in hoher Aufwandmenge (12 - 30 g/ha) bei der Residual-Applikation als auch in geringer Konzentration (0,1-0,3 g/ha) eingesetzt. Auch als Spray an Rinder appliziert (0,24 mg/kg KG) oder als "pour-on" (0,55 mg/kg KG) aufgetragen, hat es 35 bzw. 75 Tage p. a. *Glossina palpalis gambiensis* paralyisiert (Bauer et al., 1992; Seiffert, 1992).

### **3 Eigene Untersuchungen**

#### **3.1 Material und Methoden**

##### **3.1.1 Felduntersuchungen**

###### **3.1.1.1 Auswahl der Reiterhöfe**

In Zusammenarbeit mit Tierärzten der Klinik für Pferde in Seeburg wurden im Frühjahr 2005 mehrere Reitbetriebe Brandenburgs im Süden Berlins besucht und auf ihre Eignung zur Teilnahme an dieser Studie überprüft. Ausschlaggebend waren das Biotop, in dem sich die Weiden befanden und die Lage der Weiden zueinander. Es wurden nur Betriebe aufgesucht, auf denen über eine starke Belastung mit Bremsen und Lästlingsfliegen berichtet wurde. Nach Abwägung der lokalen Gegebenheiten und Absprache mit den zuständigen Behörden wurden von den insgesamt 5 aufgesuchten Betrieben 3 Betriebe ausgewählt. Diese Betriebe waren der Pferdebetrieb Schmiedeberg in Jühnsdorf, der Pferdebetrieb Winkelhof in Wietstock und der Reitstall in Genshagen. Der Betrieb in Genshagen schied im Juni aus den Untersuchungen aus, da die Weiden nur unregelmäßig mit Pferden beweidet wurden.

Der Betrieb in Jühnsdorf liegt bei 52°18'06.60 N und 13°22'35,38 E auf einer Höhe von 37,2 m ü. NN. Es ist ein moderner Pensionsreitbetrieb mit etwa 100 Einstellplätzen, Reithallen und weitläufigen Weiden. Die Weiden sind von Kanälen bzw. Gräben und kleinen Waldstücken umgeben.

Der Pferdebetrieb in Wietstock liegt bei 52°16'05.51 N und 13°17'59,48 E auf einer Höhe von 34,1m ü. NN. Es ist ein kleiner Pferdbetrieb mit etwa 25 Einstellplätzen. Die Weiden liegen einerseits direkt an der Nuthe und grenzen andererseits an kleinere Stichkanäle.

###### **3.1.1.2 Fragebogenerhebung**

Um eine Übersicht über die lokalen Probleme bei der Pferdehaltung zu erhalten und um die Notwendigkeit neuer Methoden zur Bekämpfung von Lästlingsinsekten zu eruieren, wurde mit den Pferdebesitzern zu Beginn der Studie eine Fragebogenaktion durchgeführt (Fragebogen siehe Anhang). Dabei wurde unter anderem erfragt, wie die Häufung und Verteilung der auftretenden Krankheiten ist, wann sie auftreten und insbesondere wie stark

die Belästigung durch Insekten eingeschätzt wird. Zusätzlich wurden die bisherigen Bekämpfungsmethoden und die dafür entstandenen Kosten erfragt.

### **3.1.1.3 Versuchsansatz**

Wie in der Einleitung erwähnt, waren die Ziele dieser Untersuchung

- die Effizienz insektizidhaltiger Netzzäune zum Schutz von Pferden gegen Fliegen und Bremsen auf der Weide während einer Weidesaison in Pferdepensionsbetrieben zu bewerten und
- ihre Wirkung auf so genannte Nichtzielinsekten wie Hymenoptera, Syrphiden und anderen ökologisch bedeutsamen Insektengruppen zu erfassen.

#### **Jühnsdorf**

Für die vorliegende Studie wurden in Jühnsdorf zwei Weiden ausgewählt, auf denen die Pferde, ausschließlich Warmblüter, den ganzen Sommer über halbtags gehalten werden. Die folgende Abbildung zeigt die Aufteilung der Weiden, die Lage des Netzzaunes und die Positionen der verschiedenen Insektenfallen.



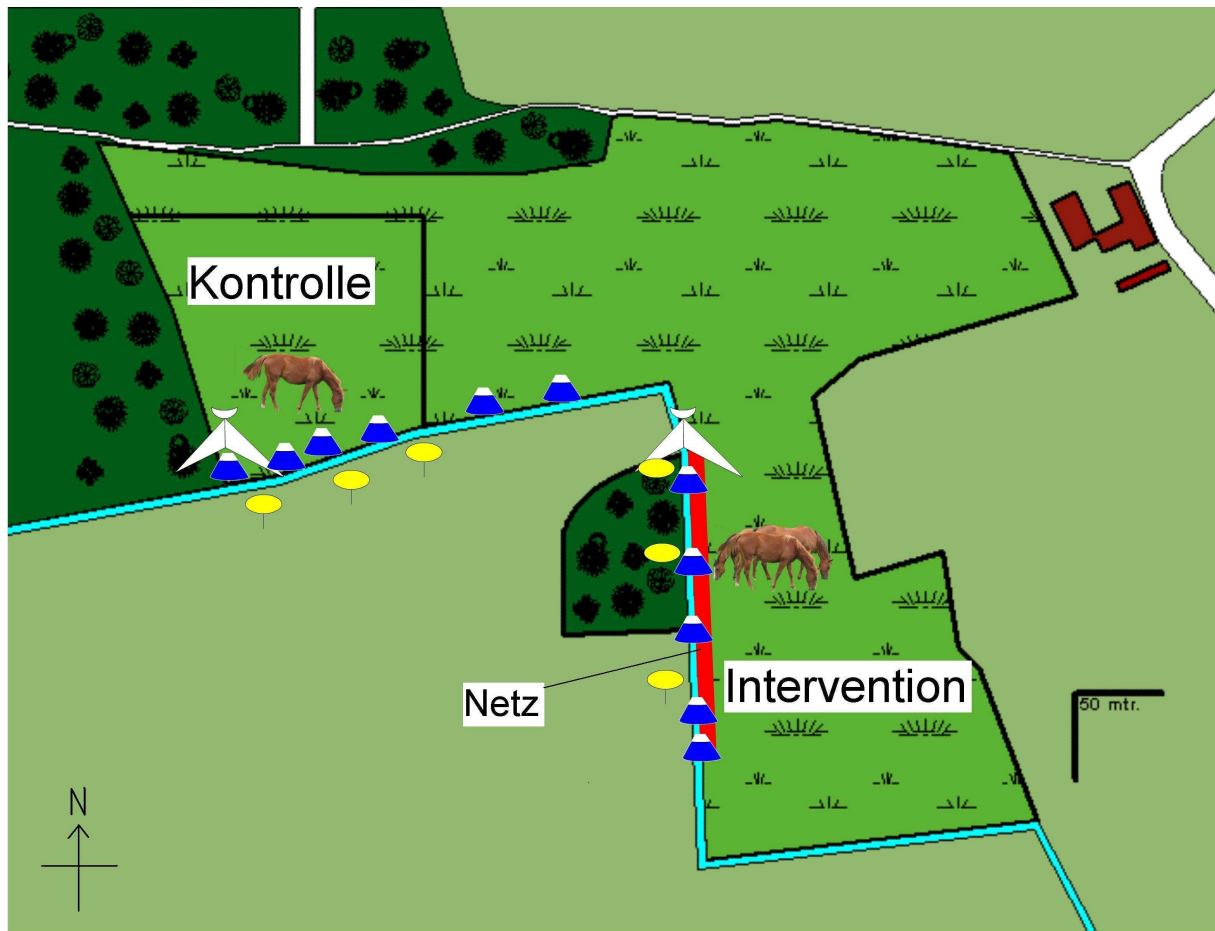


Abb. 2: Lage der Kontroll- und Interventionsweide in Jühnsdorf, Teltow-Fläming (Brandenburg)

-  Malaisefallen
-  Gelbschalen
-  Vavouafallen

Auf der Kontrollweide mit einer Fläche von ca. 2,5ha graste eine Stutenherde von etwa 12 Tieren. Auf der so genannten Interventionsweide mit einer Fläche von etwa 8ha stand eine Herde von etwa 22 Wallachen. Mit rot ist die Strecke des installierten Netzzaunes gekennzeichnet. Von den 1680m Weideumfang wurden 180m, also ca. 11% mit einem Netz geschützt. Die Tiere wurden jeden Morgen ab ca. 7:00 Uhr auf die Weide gebracht und jeden Nachmittag ab ca. 16:00 Uhr wieder in die Ställe geholt. Aus jeder Gruppe wurden je 3 Pferde mit möglichst gleichem Exterieur als Stichprobe ausgewählt.

Wietstock

Die Aufteilung der Weiden, die Lage des Netzzauns und die Positionen der Insektenfallen in Wietstock ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

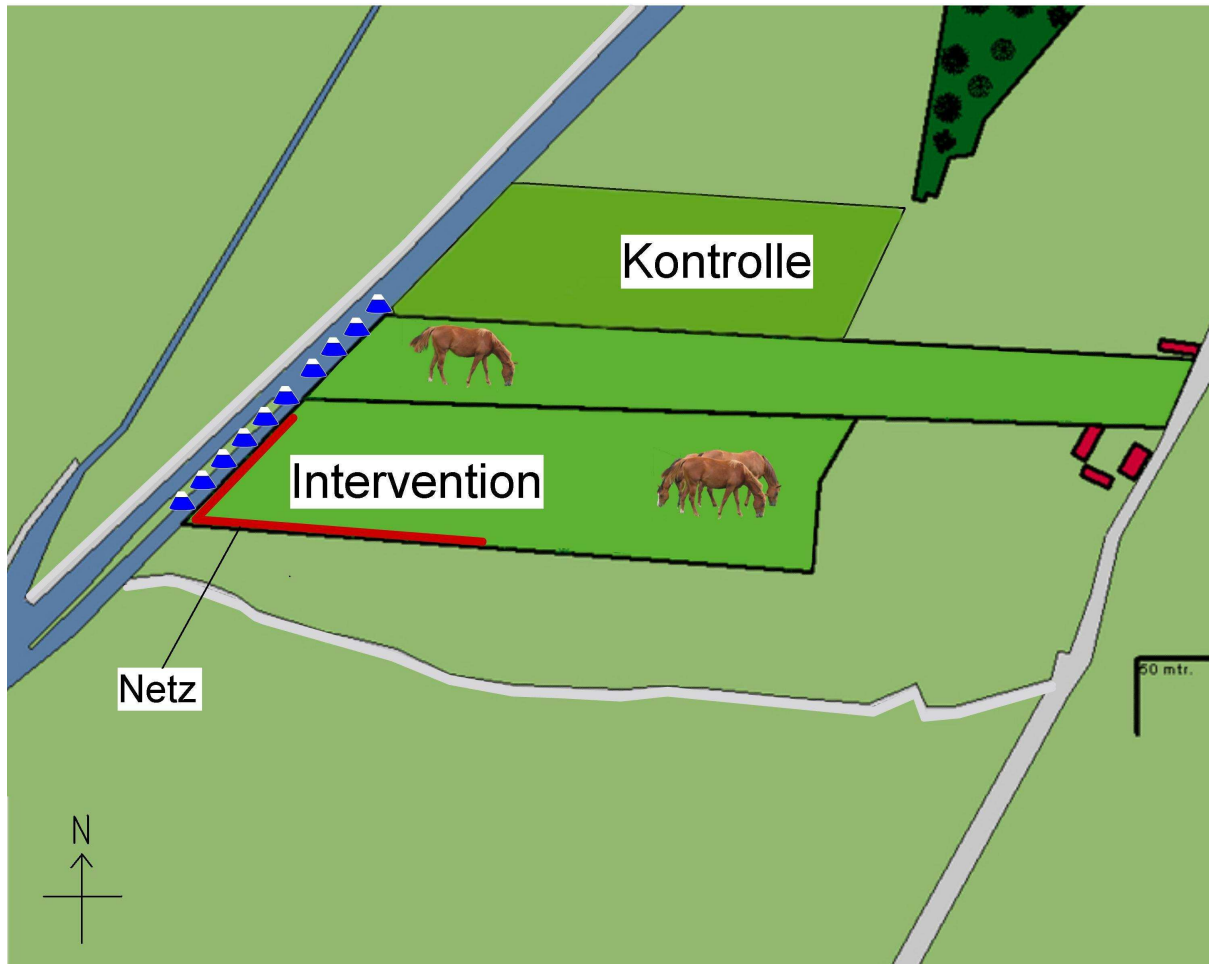


Abb. 3: Lage der Versuchsweiden in Wietstock, Teltow-Fläming (Brandenburg)

 Vavouafallen

In Wietstock hatte die Kontrollweide eine Größe von ca. 1,5ha mit einem Besatz von meist 8 Pferden und die Interventionsweide eine Größe von ca. 3,5ha mit einem Besatz von meist 8 Wallachen. Der Netzzaun ist rot gekennzeichnet, wobei hier von den etwa 1250m Gesamtumfang der Weide ca. 300m, also etwa 24% mit dem Netz geschützt wurden. Direkt südlich an die Interventionsweide grenzte eine Weidefläche, auf der Fleischrinder gehalten wurden.

In Wietstock wurden die Pferde gegen 7:00 Uhr auf die Weide gelassen und gegen 17:00 Uhr wieder in den Stall gebracht. Aus jeder Gruppe wählten wir wiederum 3 Pferde mit möglichst gleichem Exterieur als Stichprobe aus.

### 3.1.1.4 Netze

Die verwendeten Netze bestanden aus schwarzem, mit Deltamethrin (100-120mg/m<sup>2</sup>) imprägniertem Polyestergerüst welches zusätzlich mit einem UV-Schutzmittel behandelt worden war. Das Netz hatte eine Maschenweite von 2x2mm und eine Breite von etwa 1m. Es wurde in verschiedenen Längen von 20 bis 50m von der Firma Vestergaard-Frandsen (Lausanne/Schweiz) geliefert.

Für die Installation waren zunächst Zaunpfosten (∅ 15cm) in Abständen von 5-6m in den Boden einzulassen. Daran wurden in ca. 10 bzw. 100cm Bodenhöhe zwei Breitbandisolatoren (Patura<sup>®</sup>/Miltenberg) befestigt, an welchen ein 20mm breites Elektrobreitband (Turbo XL<sup>®</sup>/Patura<sup>®</sup>/Miltenberg) gespannt wurde. Außerdem wurden in Jühnsdorf alle 2m sog. Steigbügelpfähle aus Kunststoff zur Unterstützung aufgestellt. Nachdem die Breitbänder gespannt waren, wurde daran das Netz mit Heftklammern fixiert. Im Anschluss wurde das Netz mit einer Industrie-Sackverschleißmaschine Typ RM-600A der Firma Reymatex<sup>®</sup> mit dem Breitband fest vernäht (Abb. 4 und 5).



Abb. 4: Vernähung des Netzmaterials mit dem vorinstalliertem Elektrobreitband

In Wietstock war der Ablauf derselbe, wobei dort die vorhandenen Zaunpfosten komplett genutzt werden konnten und keine Extrapfosten eingelassen werden mussten.



Abb. 5: Ansicht des fertig installierten Netzzaunes in Jühnsdorf, Teltow-Fläming (Brandenburg)

Nach Abschluss der Studie konnten die mit der Nähmaschine hergestellten Kettennähte problemlos aufgezoogen und das Netz von den Breitbändern abgezogen und entsorgt werden.

#### **3.1.1.5 Wetterdaten**

Die Wetter- und Klimadaten, wie Temperatur, Windgeschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit und Bewölkung wurden aus einer im Internet zur Verfügung stehenden Datenbank übernommen. Diese Daten stammen von einer privaten Wetterstation aus Potsdam und können für die Studienstandorte als geltend angenommen werden (<http://www.potsdam-klima.de/>).

#### **3.1.1.6 Bestimmung der Insektendichte**

##### Fallen

Zur Bestimmung der Insektendichte wurden Insektenfallen eingesetzt, die jeweils nahe der Weiden aufgestellt wurden. Es kamen 3 verschiedene Fallentypen zum Einsatz, wobei jeder Fallentyp ein anderes Spektrum von Insekten fängt (Abb. 6, 7 und 8).

## Malaisefallen



Abb. 6: Malaisefalle in aufgebautem Zustand in Jühnsdorf, Teltow-Fläming (Brandenburg)

Sowohl auf der Interventions- als auch auf der Kontrollweide von Jühnsdorf wurde jeweils eine Malaise Falle aufgestellt. Malaise-Fallen sind so konstruiert, dass sie alle vorkommenden Insekten fangen, die zufällig gegen das zentral befindliche, senkrechte Netz fliegen. Nach Kollision fliegen die Insekten nach oben und gelangen so in den Fangkäfig. Dieser ist zu einem Drittel mit einem Gemisch aus Essigsäure und Ethanol gefüllt. Diese Fallen kamen zum Einsatz, um einen Überblick über die vorkommenden Insektenpopulationen zu erhalten.

### Monokonische bzw. Vavoua Fallen



Abb. 7: Monokonische bzw. Vavoua-Falle in Jühnsdorf, Teltow-Fläming (Brandenburg)

Weiterhin wurden jeweils an der Interventions- und an der Kontrollweide je 5 Monokonische bzw. Vavoua-Fallen in gleichmäßigen Abständen aufgestellt. Diese Fallen wurden in Afrika speziell zum Fang von Tsetsefliegen entwickelt und wurden hauptsächlich zum Fang von Zielinsekten aufgestellt. Bei diesen Fallen werden die Insekten durch einen farbigen, schwarz-blauen Stoff angelockt.

## Gelbschalen



Abb. 8: Gelbschale in Jühnsdorf, Teltow-Fläming (Brandenburg)

Um einen möglichen Einfluss des Netzes auf Blüten suchende Insekten feststellen zu können, wurden in Jühnsdorf pro Weide je 3 Gelbschalenfallen aufgestellt. Hier wurden die Insekten, welche von der gelben Farbe angelockt werden, in einer 1%-igen Formalinlösung getötet, um anschließend im Institut gezählt und bestimmt zu werden. Um die Oberflächenspannung herabzusetzen, wurden jeweils einige Tropfen Spülmittel in die Fangflüssigkeit gegeben.

Während die Fallen teilweise über die gesamte Studienzeit stehen gelassen wurden, wurden die Fangkäfige wöchentlich für 48 Stunden installiert. Anschließend wurden sie entleert, die Fänge bezeichnet und im Labor bestimmt.

## Bestimmung

Zur Bestimmung wurden die Insekten in 6 verschiedene Gruppen eingeteilt.

### 1. Zielinsekten (Tabaniden, Musciden, Culiciden)

Hierzu wurden alle im Untersuchungsgebiet gefangenen Tabaniden, einige Musciden, (*M. autumnalis*, *M. domestica*, *Stomoxys calcitrans*, *Hydrotaea irritans* und *Haematobia irritans*) und einige Culiciden (*Aedes spp.*, *Culex spp.* und *Anopheles spp.*) gerechnet.

Um einen eventuellen Einfluss des verwendeten Netzes auf erhaltenswerte oder Nutzinsekten bestimmen zu können, wurden die Nichtzielinsekten in sog. Indikatorgruppen eingeteilt:

2. Syrphiden (Schwebfliegen), Asiliden (Raubfliegen), Conopiden (Dickkopffliegen) (Sy)
3. Hymenoptera (Hautflügler) (Hy)
4. Coleoptera (Käfer) (Co)
5. Odonata (Libellen)/ Saltatoria (Springschrecken) (O/S)
6. Neuroptera (Netzflügler)/ Mecoptera (Schnabelhafte) (N/M)

Alle weiteren gefangenen Insekten wurden keiner gesonderten Gruppe zugeordnet, sondern als

7. Restliche Insekten (Rest)
- behandelt.

Die Zielinsekten wurden bis zur Familie und teilweise bis zur Art bestimmt. Von den Nicht-Ziel-Insekten wurden die Insekten der Gruppen 2, 3 und 6 durch das Büro für Tierökologische Studien (Dr. Saure) bis zur Art bestimmt, während die anderen Insekten nicht weiter klassifiziert wurden.



### **3.1.1.7 Abwehrbewegungen**

Zur Dokumentation und Auszählung der Abwehrbewegungen wurden die Pferde mit einer digitalen Videokamera gefilmt. Hierfür wurde von jedem einzelnen Studienpferd eine Videosequenz von jeweils 1 Minute aufgenommen. Anschließend wurden die Abwehrbewegungen (Schlagen mit Kopf und Schweif, Gliedmaßenbewegungen, Flankenzucken) gezählt und ausgewertet.

### **3.1.1.8 Bestimmung der Befallsintensität**

Zur Bestimmung der Befallsintensität wurde die Anzahl der Insekten an 5 verschiedenen Körperregionen (Kopf, Hals, Flanke, Rücken und Brust) gezählt und dokumentiert, wobei weder bei den Fliegen noch bei den Bremsen eine Artenunterscheidung vorgenommen wurde. Dies geschah an 14 Zeitpunkten im Verlaufe der Studie, wenn die Witterungsbedingungen hohe Insektendichten vermuten ließen, beginnend mit dem 14. Juli und endend mit dem 11. Oktober. War auf Grund der hohen Insektenanzahlen eine Zählung mit dem bloßen Auge nicht mehr möglich, wurden Digitalaufnahmen erstellt und zu einem späteren Zeitpunkt am Computer ausgewertet. Die Körperregionen Kopf, Hals und Flanke wurden jeweils nur auf einer Körperseite betrachtet.

## **3.1.2 Laboruntersuchungen**

### **3.1.2.1 Untersuchungen zur insektiziden Wirkung des Netzmaterials**

Herkunft des Netzmaterials

Für diese Untersuchungen wurden vor Ausbringung und danach jeweils monatlich vom Netz jeweils ca. 30x30 cm große Stücke des oberen Bereiches, aus der Mitte und des unteren Bereiches entnommen und auf ihre insektizide Wirkung im Labor getestet. Es wurden hierfür jeweils 3 Tage alte Laborfliegen der Art *Musca domestica* aus der Laborzucht des Umweltbundesamtes verwendet.

Um einen möglichst gleichmäßigen, zeitlich messbaren Kontakt der Versuchsfiegen mit den jeweiligen Netzstücken herstellen zu können, wurden die Fliegen in eine zuvor mit dem

jeweiligen Netz ausgekleidete Testbox überführt. In dieser geschlossenen, dunklen Testbox setzen sich die Fliegen nieder und kommen so in Kontakt mit dem Netz. Nach 10 Sekunden wurde die Testbox geöffnet und die Fliegen in einen Beobachtungskäfig entlassen.

Nach 5, 10 und 15 min, sowie nach 6 und 24 Stunden wurde die Anzahl der paralysierten bzw. toten Fliegen im Beobachtungskäfig gezählt.

### **3.1.2.2 Untersuchungen des Waschwassers auf larvicide Wirkung**

Um die Auswaschung des Insektizids, z.B. durch Regenwasser und den Gehalt des Waschwassers auf Insektizid zu analysieren wurden 3m lange Netzstücke auf dem Gelände des Instituts in gleicher Weise wie in den Versuchsbetrieben aufgespannt.

Als Testinsekten wurden Larven von Culiciden der Art *Aedes aegypti* verwandt, die ebenfalls vom Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt wurden.

Unter dem aufgespannten Netz wurden Kunststoffbehälter aufgestellt, in denen das über das Netz gelaufene Wasser aufgefangen wurde. Dieses Wasser war entweder Regenwasser oder demineralisiertes Wasser, welches mittels einer Gießkanne innerhalb von 2h gleichmäßig über die Netze verteilt wurde.

Nachdem das Wasser über die Netze geleitet und aufgefangen wurde, wurden davon jeweils 200ml in 3 Bechergläser gefüllt. Anschließend wurden in diese Bechergläser jeweils 30 Larven von *Aedes aegypti* hinein gegeben und danach die Bechergläser zur Beobachtung aufgestellt. Jeweils 3 Bechergläser mit frischem, demineralisiertem Wasser wurden mit ebenso vielen Larven als Kontrolle aufgestellt.

### **3.1.2.3 Insektizide Wirkung des Netzes auf im Freiland gefangene Bremsen**

Sechs bzw. acht Wochen nach Ausbringung des Netzes wurden auf weidenden Pferden parasitierende Bremsen gefangen und in der gleichen Art wie bei den Tests im Labor für 10 Sekunden mit dem Netz in Kontakt gebracht und anschließend in ein Beobachtungskäfig entlassen. Die Paralyseraten wurden nach 5, 10 und 15 Minuten, sowie nach 6 und 24 Stunden registriert. Bei den Bremsen handelte es sich jeweils um 10 Exemplare der Art *Haematopota pluvialis* (Regenbremsen). Bei den für die Tests benutzen Netzstücken handelte es sich jeweils um kurz zuvor vom Netzzaun in Jühnsdorf entnommenen Proben.

---

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Felduntersuchung

#### 4.1.1 Fragebogenauswertung

An der Fragebogenaktion beteiligten sich 19 Pferdehalter aus beiden Betrieben (8 aus Wietstock und 11 aus Jühnsdorf). Sie hatten durchschnittlich 1,4 Pferde seit 4,7 Jahren in den Reitbetrieben eingestellt. Bei den Pferden handelte es sich mit einer Ausnahme um Warmblüter verschiedener Zuchten. Zu den Problemen bei der Haltung wurde angegeben, dass Koliken bei 21% vorkommen und von 8% der Pferdehalter als wichtig eingestuft wurden. Lahmheiten kommen bei 74% vor, wurden aber nicht als wichtig eingestuft. Durchfälle kommen bei 5% vor und wurden wie Zahnprobleme (21%) als eher unwichtig angesehen. Husten und Atemwegsinfektionen kommen bei 58% vor und wurden von 5% der Pferdebesitzer als wichtig eingestuft. Hautwunden bzw. Sommerwunden und -ekzeme stellten jeweils für 58% der Pferdebesitzer ein Problem dar, wobei Hautwunden für 16% und Sommerwunden und -ekzeme für 21% wichtig waren. Gefragt nach dem zeitlichen Vorkommen von Hautwunden und Ekzemen wurden von 39% April-Juni, von 67% Juli-September und von 16% beide Zeiträume angegeben.

Alle Teilnehmer berichteten über eine Belästigung ihrer Pferde durch Insekten und 79% erachteten eine Weidefliegenbelästigung als bedeutend.

Nach Auskunft der Pferdehalter sollen Bremsen mit 95% das wichtigste Problem innerhalb der verschiedenen Insektenarten darstellen, gefolgt von Augenfliegen mit 89% und Mücken mit 74%. Fliegen an der Flanke oder Brust waren für 63% der Befragten wichtig, Rückenfliegen für 11%.

Bei den Bekämpfungsmaßnahmen waren die mechanischen, also Augenmasken und Pferddecke für 42% relevant und für 21% wichtig und die chemischen, also Insektizide und Repellentien für 74% relevant und für 32% wichtig, wobei beide Methoden von 26% angewandt werden (siehe Fragebogen: Anhang 1).

Die Teilnehmer gaben weiterhin an, dass die Behandlungsmittel, wie z.B. Bremsenschreck<sup>®</sup> oder Wellcare<sup>®</sup> nur für 2-3 Stunden (50%) bis weniger als 7 Tage wirksam ist, wobei die Wirksamkeit durch starkes Schwitzen nach Belastung in jedem Falle stark herabgesetzt ist. Beide Produkte enthalten repellierende Substanzen und Wellcare<sup>®</sup> Permethrin. Als weitere Behandlungsmaßnahme wurden von 9,5% der Pferdebesitzer Knoblauch als Futterzusatz und von 42,8% das Einstellen bei sehr warmer Witterung genannt.

Die diesbezüglichen jährlichen Behandlungskosten pro Pferd lagen nach Angabe der Pferdebesitzer zwischen 15 und 100 €.

#### 4.1.2 Wetterdaten

Die durchschnittlichen Temperaturen des Jahres 2005 unterschieden sich kaum von denen des Jahres 2004. Allerdings war die erste Maihälfte 2005 mit durchschnittlichen Temperaturen unter 10°C relativ kühl.

Die Windgeschwindigkeit lag für den gesamten Studienzeitraum durchschnittlich bei 1,6 km/h. Die windigsten Monate waren Juni und Oktober mit durchschnittlich 1,3 und 2,0 km/h mit Spitzen von jeweils 28 km/h. In den Abbildungen 9 und 10 sind die Windgeschwindigkeiten und die Temperaturen für den Studienzeitraum dargestellt.

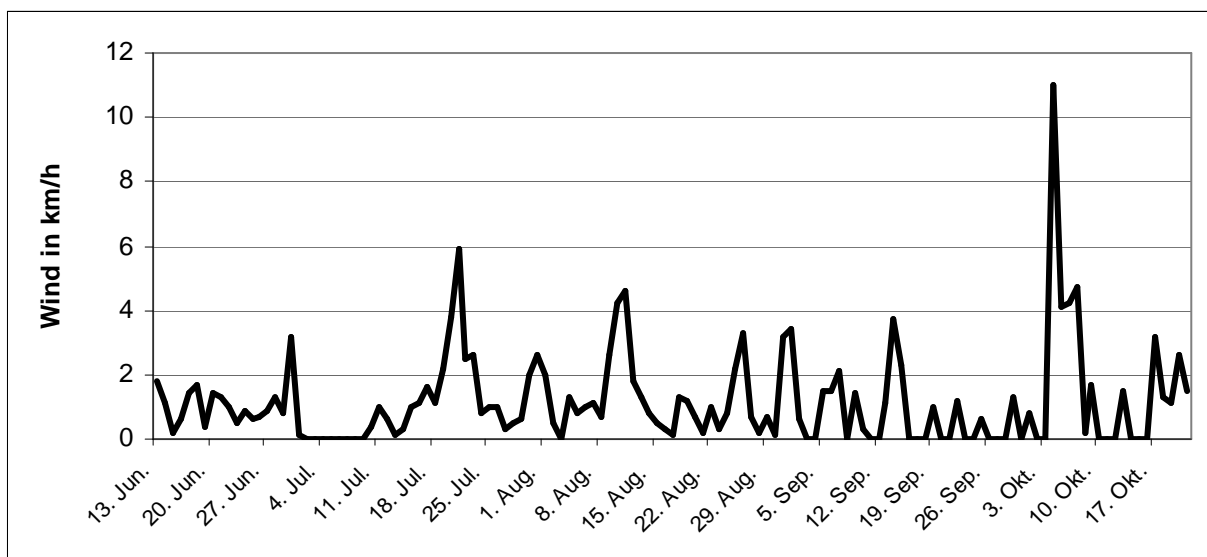


Abb. 9: Mittlere Windgeschwindigkeiten in km/h im südlichen Brandenburg, Weidesaison 2005

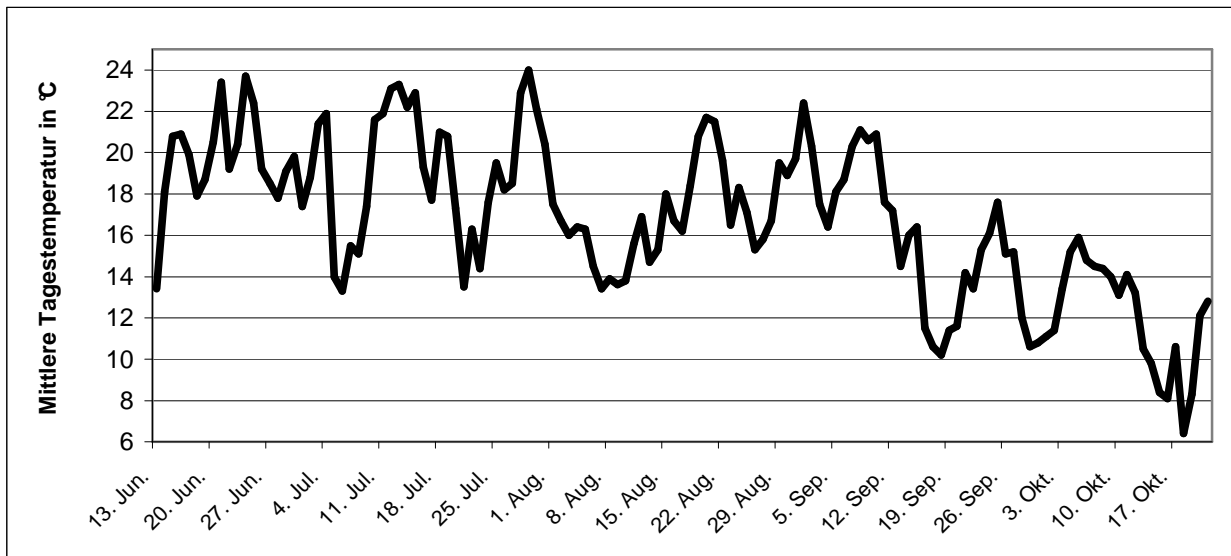


Abb 10: Mittlere Temperaturen in °C im südlichen Brandenburg, Weidesaison 2005

Die mittlere Luftfeuchtigkeit lag im Studienzeitraum bei 73,7% und der Luftdruck bei 1017 hPa. Die Niederschlagsmenge lag bei durchschnittlich 2,3 l/m<sup>2</sup> am Tag, wobei die meisten Niederschläge im Juli mit im Mittel 4,7 l/m<sup>2</sup> zu verzeichnen waren.

### 4.1.3 Insektendichte

#### 4.1.3.1 Malaisefallen

In Jühnsdorf wurde jeweils eine Malaisefalle an Interventions- und Kontrollweide aufgestellt, um einen Überblick über die dort vorkommende Insektenfauna zu erhalten.

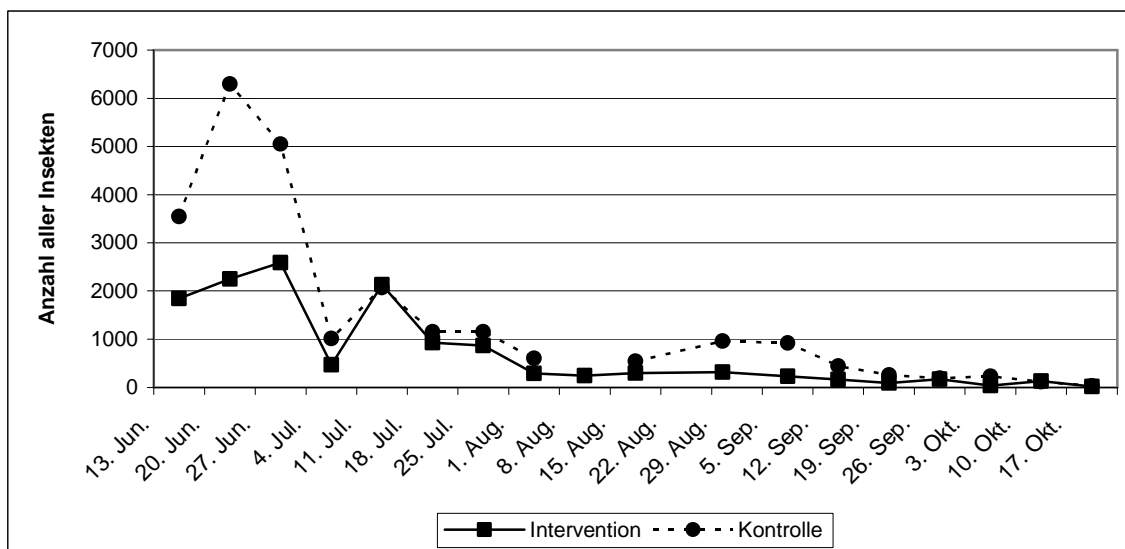


Abb. 11: Verlauf der wöchentlichen Fangzahlen aller Insekten in Jühnsdorf mit Malaisefallen, Weidesaison 2005

Nach Abbildung 11 wurden in den ersten Wochen teilweise über 6000 Insekten pro Malaisefalle gefangen. Ab der 8. Woche fielen die Fänge auf weniger als 1000 Insekten ab. Die weitaus größten Insektenzahlen wurden bei den Restinsekten mit insgesamt mehr als 35000 Exemplaren gezählt, deren Anteil am Gesamtfang 93,4% betrug (Tabelle 3).

Tabelle 3: Fangzahlen und prozentualer Anteil am Gesamtfang der Insektenfänge mit Malaisefallen in Jühnsdorf, Weidesaison 2005

Gruppe	Interventionsweide	Kontrollweide	Gesamt
1. Zielinsekten	127 (1,0%)	273 (1,1%)	400 (1,1%)
2. Syrphiden, Asiliden, Conopiden	35 (0,3%)	142 (0,6%)	177 (0,5%)
3. Hymenoptera	563 (4,3%)	588 (2,4%)	1151 (3,1%)
4. Coleoptera	343 (2,6%)	316 (1,3%)	659 (1,7%)
5. Odonata, Saltatoria	11 (0,1%)	61 (0,2%)	72 (0,2%)
6. Neuroptera, Mecoptera	13 (0,1%)	19 (0,1%)	32 (0,1%)
7. Restliche Insekten	12003 (91,7%)	23196 (94,3%)	35199 (93,4%)
TOTAL	13095	24595	37690

Die Anzahl der gefangenen Zielinsekten stieg auf der Kontrollweide ab der 4. Fangwoche stärker an als auf der Interventionsweide und lag hier auch bis zum Ende der Fangzeit stets höher (Abb. 12).

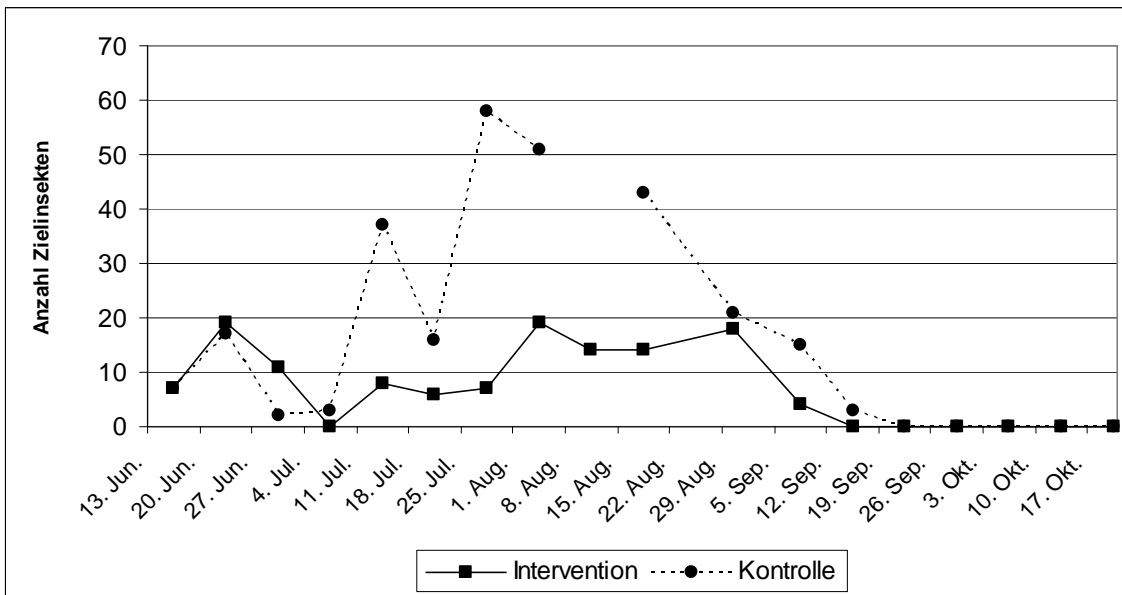


Abb. 12: Anzahl der Zielinsekten gefangen mit Malaisefallen in Jühnsdorf, Weidesaison 2005

Ab der 14. Woche (Mitte September) wurden mit den Malaisefallen in Jühnsdorf keine Zielinsekten mehr gefangen. In der 9. Studienwoche (11.08.) wurde der Fangkäfig der Malaisefalle auf der Kontrollweide heruntergeweht, weshalb hier keine Daten vorliegen.

Die größten Zielinsektenanzahlen (Muscidae, Tabanidae, Culicidae) wurden bei Temperaturen über 20°C und geringer Windgeschwindigkeit registriert. Bei Temperatureinbrüchen oder starken Winden, wie in der 6. (21.07.05) Woche beobachtet, verringerten sich die Fangzahlen auffällig.

Insgesamt wurden mit den Malaisefallen auf der Interventions- und Kontrollweide in Jühnsdorf 164 Tabaniden (41,0%), 234 Culiciden (58,5%) und 2 Ziel-Musciden (0,5%) gefangen. Die Zielinsekten machten einen Anteil von 1,1% aller mit den Malaisefallen gefangenen Insekten aus. Auf der Interventionsweide waren es 7 Tabaniden (6%) und 120 Culiciden (94%), während es auf der Kontrollweide 157 Tabaniden (57,5%), 114 Culiciden (41,8%) und 2 Ziel-Musciden (0,7%) waren. Auf der Interventionsweide wurden demnach 150 weniger Tabaniden als auf der Kontrollweide gefangen. Bei Annahme der Kontrollweide als 100% entspricht dies einer Reduktion um 95,5%.

Entlang der Interventionsweide wurden im Einzelnen bestimmt: bei den Tabaniden 7 weibliche Exemplare von *Haematopota pluvialis* und bei den Culiciden von *Aedes spp.* 85 weibliche und 15 männliche, von *Culex spp.* 18 weibliche und 1 männliches, sowie von *Anopheles spp.* 1 weibliches Exemplar.

Auf der Kontrollweide wurden bestimmt: bei den Tabaniden 143 weibliche und 10 männliche Exemplare von *Haematopota pluvialis*, 2 weibliche Exemplare von *Chrysops quadratus*,

sowie 2 weibliche Exemplare von *Hybomitra ciureai*. Des Weiteren 2 Exemplare von *Musca autumnalis* und bei den Culiciden von *Aedes spp.* 21 männliche und 62 weibliche, von *Culex spp.* 17 männliche und 14 weibliche Exemplare.

Die Bestimmung der einzelnen Culicidenarten war nicht möglich, da bei diesen die entsprechenden Merkmale wie Fühler, Taster oder Beschuppung durch das Einlegen in Ethanol nicht mehr vorhanden waren.

Insgesamt wurden mit den Malaisefallen in Jühnsdorf 177 Exemplare der Familien der Syrphiden, Asiliden, Conopiden (Schwebfliegen, Raubfliegen, Dickkopffliegen) gefangen, davon 35 auf der Interventionsweide und 142 auf der Kontrollweide. Gegenüber der Kontrollweide ergab sich somit auf der Interventionsweide eine Reduktion um 76,7%.

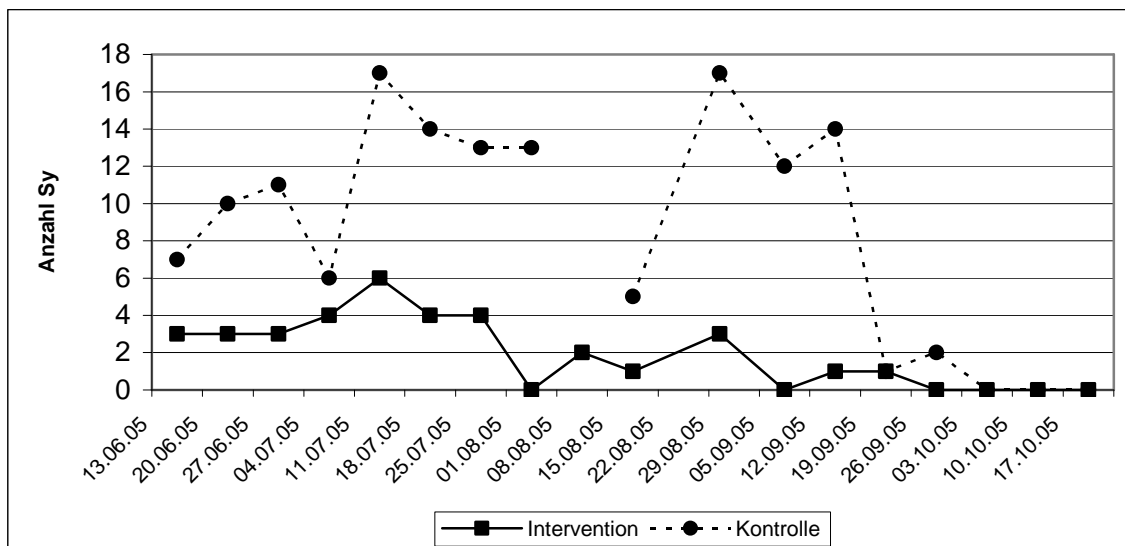


Abb. 13: Anzahlen der Insektenfänge der Gruppe 2 (Syrphidae, Asilidae, Conopidae) in Jühnsdorf mit Malaisefallen im zeitlichen Verlauf, Weidesaison 2005

Mit den Malaisefallen wurden in Jühnsdorf 1151 Hymenoptera (Hautflügler) gefangen, 563 Exemplare an der Interventionsweide und 588 Exemplare an der Kontrollweide. Ein deutlicher Unterschied konnte somit nicht festgestellt werden.

Von den Coleoptera (Käfer) wurden mit den Malaisefallen in Jühnsdorf insgesamt 659 Exemplare gefangen, 343 an der Interventionsweide und 316 an der Kontrollweide. Auch hier ist kein deutlicher Unterschied erkennbar.



Die Gruppe Odonata / Saltatoria (Libellen und Springschrecken) stellt mit einer Gesamtanzahl von 72 Exemplaren einen sehr geringen Anteil aller mit den Malaisefallen gefangener Insekten dar. Auf der Interventionsweide wurden hiervon 11 Exemplare und auf der Kontrollweide 61 Exemplare gefangen. Dies macht eine Reduktion um 83% aus. Allerdings bezog sich dieser Unterschied nur auf die ersten drei Wochen der Untersuchung was möglicherweise mit der saisonalen Dynamik dieser Insekten zusammen hängt.

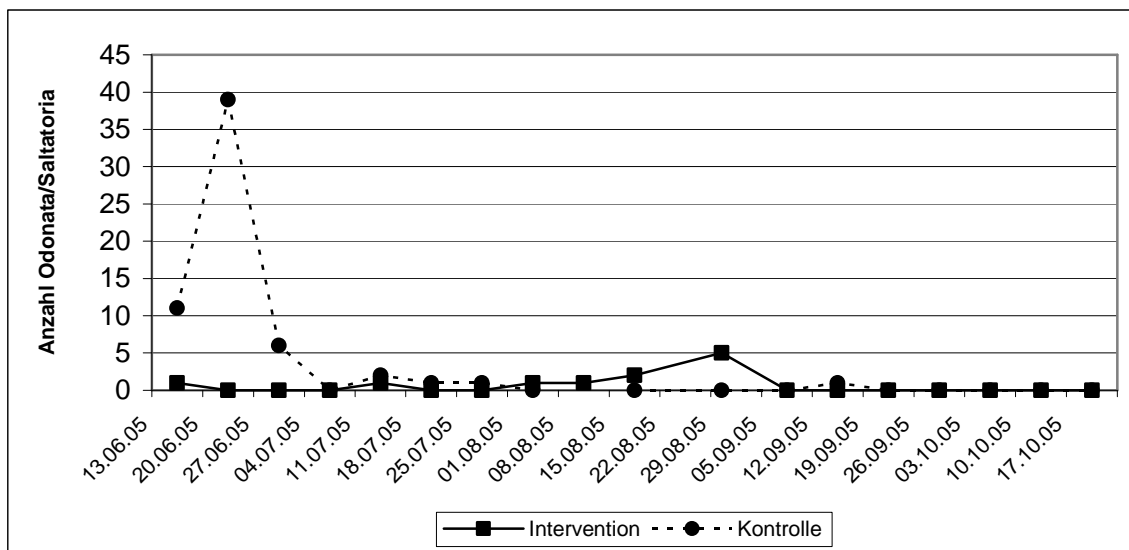


Abb. 14: Anzahlen der Fänge von Libellen und Springschrecken in Jühnsdorf mit Malaisefallen, Weidesaison 2005

Die Gruppe 6 Neuroptera / Mecoptera (Netzflügler / Schnabelhafte) ist mit einer Gesamtanzahl von 32 mit den Malaisefallen in Jühnsdorf gefangenen Exemplaren die kleinste, wobei hier 13 Exemplare auf der Interventionsweide und 19 Exemplare auf der Kontrollweide gefangen wurden. In Anbetracht der geringen Fangzahlen sind diese Unterschiede nicht aussagekräftig.

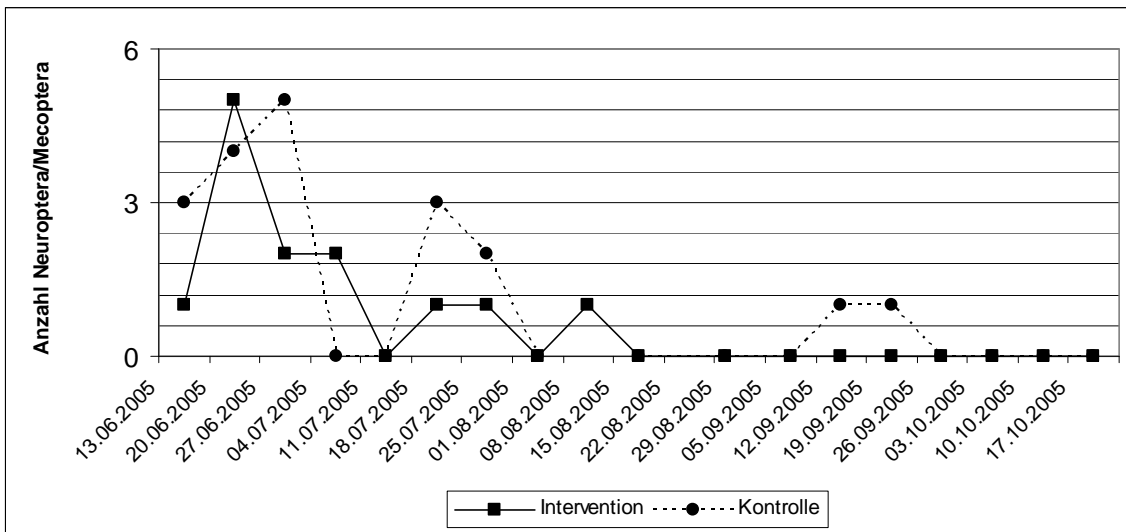


Abb. 15: Anzahlen der Fänge von Netzflüglern / Schnabelhaften in Jühnsdorf mit Malaisefallen, Weidesaison 2005

Die Insekten, die keiner der zuvor genannten Gruppen zugeordnet werden konnten (Restliche Insekten), stellten anzahlmäßig den weitaus größten Anteil der mit den Malaisefallen in Jühnsdorf gefangenen Insekten dar (Abb. 16). Ab der 4. Studienwoche bis zur 7. Studienwoche wurden um die 1000 Restinsekten mit der Malaisefalle auf der Kontrollweide gefangen und anschließend weniger.

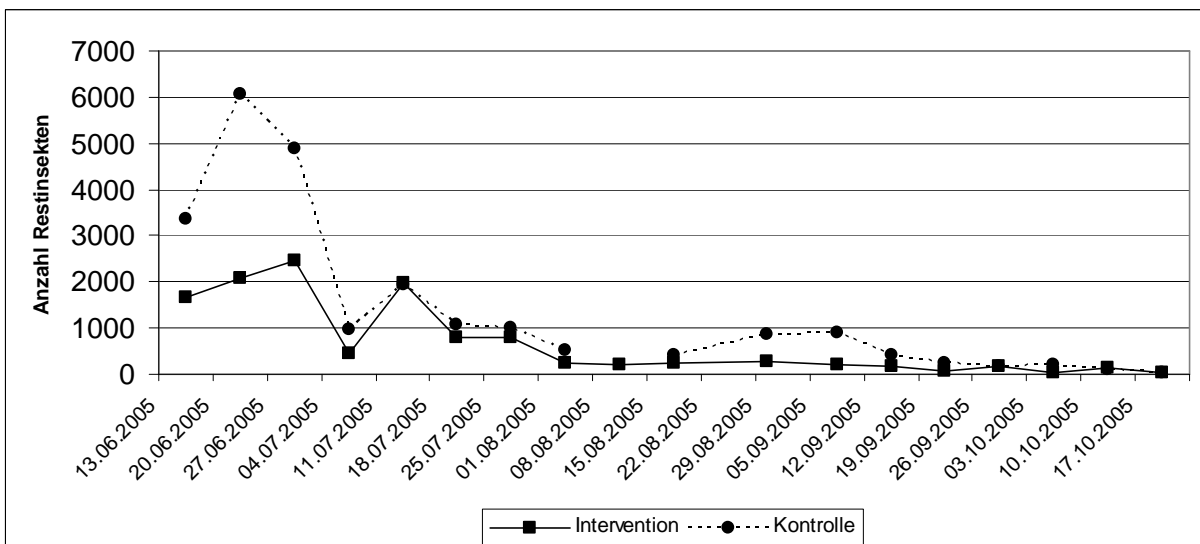


Abb. 16: Anzahlen der Fänge der restlichen Insekten in Jühnsdorf mit Malaisefallen im zeitlichen Verlauf, Weidesaison 2005

Über den Studienzeitraum wurden mit den Malaisefallen in Jühnsdorf insgesamt 35199 Restinsekten gefangen, wobei hier 12003 auf der Interventionsweide und 23196 auf der Kontrollweide gefangen wurden. Es gab hier somit bei den Restinsekten über den gesamten Studienzeitraum eine Reduktion um 51,1% auf der Interventionsweide im Vergleich zur Kontrollweide.

#### 4.1.3.2 Monokonische bzw. Vavouafallen

##### Jühnsdorf

Die Vavouafallen dienten hauptsächlich zum Fang der Zielinsekten. Insgesamt wurden 419 Zielinsekten mit den Vavouafallen gefangen, 276 (65,9%) an der Kontrollweide und 143 (34,1%) an der Interventionsweide.

In der Verlaufsgrafik (Abb. 17) wird deutlich, dass auch hier die höchsten Fangzahlen am Anfang der Studie (Mitte Juni bis Mitte Juli) lagen. Die Fangzahlen auf der Kontrollweide lagen nahezu immer über denen der Interventionsweide. In der 9. Woche (11.08.05) gingen die Fangzahlen auf Grund sehr schlechter Wetterverhältnisse stark zurück.

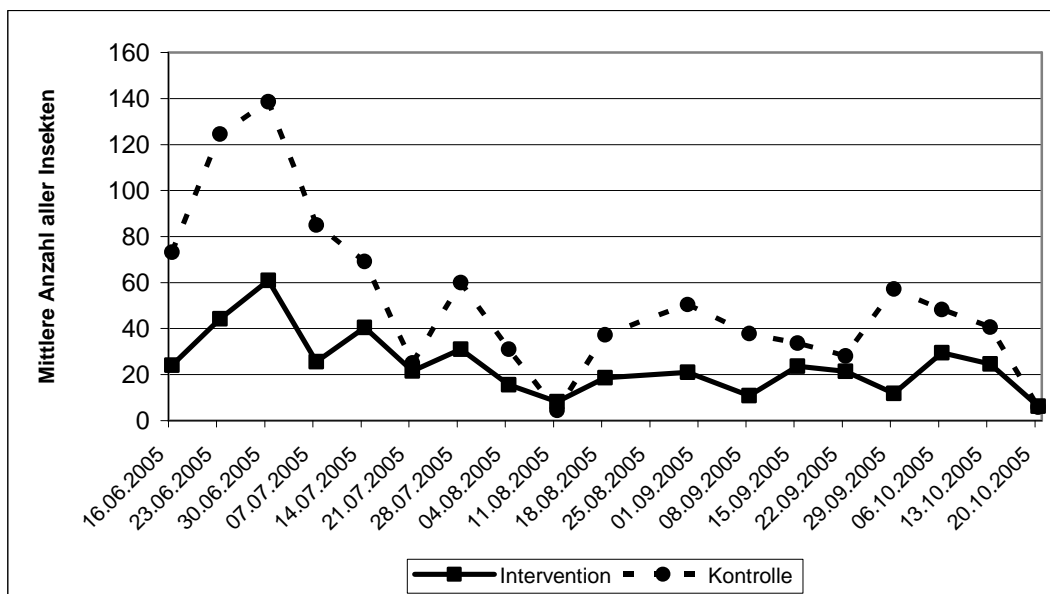


Abb. 17: Verlauf der wöchentlichen mittleren Anzahlen der Fänge aller Insekten in Jühnsdorf mit Vavouafallen, Weidesaison 2005

Die absolute Fangzahl betrug 7062 Insekten, 2307 an der Interventionsweide und 4755 an der Kontrollweide. Im Durchschnitt wurden pro Woche und Weide 25,6 Exemplare an der Interventionsweide und 54,4 Exemplare an der Kontrollweide gefangen. Auch hier entfiel der größte Anteil auf die Restinsekten (Tabelle 4).

Tabelle 4: Fangzahlen und prozentuale Anteile am Gesamtfang der Insektenfänge mit Vavouafallen in Jühnsdorf, Weidesaison 2005

Gruppe	Interventionsweide	Kontrollweide	Gesamt
1. Zielinsekten	143 (7,0%)	276 (5,4%)	419 (6,0%)
2. Syrphiden, Asiliden, Conopiden	300 (12,9%)	522 (11,0%)	822 (11,6%)
3. Hymenoptera	69 (3,0%)	64 (1,4%)	133 (1,9%)
4. Coleoptera	87 (3,7%)	141 (3,0%)	228 (3,2%)
5. Odonata, Saltatoria	11 (0,5%)	15 (0,3%)	26 (0,4%)
6. Neuroptera, Mecoptera	26 (1,1%)	10 (0,2%)	36 (0,5%)
7. Restliche Insekten	1671 (71,8%)	3727 (78,7%)	5398 (76,4%)
TOTAL	2307	4755	7062

Die Anzahl der gefangenen Zielinsekten stieg auf der Kontrollweide ab der 3. Fangwoche stärker an als auf der Interventionsweide und lag hier auch bis zum Ende der Fangzeit fast immer höher (Abb. 18).

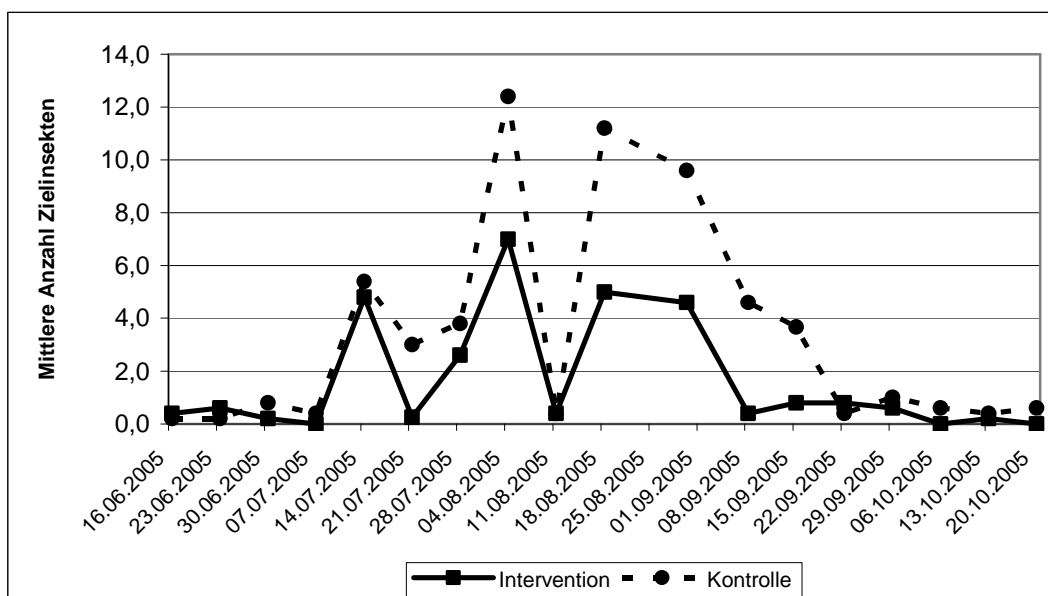


Abb. 18: Mittlere Anzahlen der Zielinsektenfänge in Jühnsdorf mit Vavouafallen im zeitlichen Verlauf, Weidesaison 2005

---

Insgesamt wurden mit den Vavouafallen in Jühnsdorf 246 Tabaniden (58,7%), 128 Culiciden (30,6%) und 45 Ziel-Musciden (10,7%) gefangen. Anteilmäßig waren es auf der Interventionsweide 86 Tabaniden (60,1%), 47 Culiciden (32,9%) und 10 Musciden (7,0%), während es auf der Kontrollweide 160 Tabaniden (58,0%), 81 Culiciden (29,3%) und 35 Ziel-Musciden (12,7%) waren. Beim Vergleich der Fangzahlen zwischen Kontroll- und Interventionsweide kann festgestellt werden, dass auf der Interventionsweide 46,3% weniger Tabaniden, 42,0% weniger Culiciden und 71,4% weniger Ziel-Musciden als auf der Kontrollweide gefangen wurden.

Auf der Interventionsweide wurden im Einzelnen bestimmt: bei den Tabaniden 86 weibliche Exemplare von *Haematopota pluvialis*, bei den Ziel-Musciden 10 Exemplare von *Stomoxys calcitrans* und bei den Culiciden von *Aedes* spp. 9 weibliche und 15 männliche, von *Culex* spp. 7 weibliche und 4 männliche, sowie 12 nicht näher bestimmbare Culiciden.

Auf der Kontrollweide wurden bei den Tabaniden 159 weibliche Exemplare von *Haematopota pluvialis* und 1 weibliches Exemplar von *Tabanus bromius* bestimmt. Des weiteren 31 Exemplare von *Stomoxys calcitrans* sowie 4 von *Musca autumnalis* und bei den Culiciden von *Aedes* spp. 14 männliche und 31 weibliche, von *Culex* spp. 3 männliche und 8 weibliche, von *Anopheles* spp. 1 weibliches, sowie 24 nicht näher bestimmbare Exemplare.

Aus der Gruppe 2 (Syrphiden, Asiliden, Conopiden) wurden insgesamt 822 Exemplare gefangen, wovon 300 auf die Interventionsweide und 522 auf die Kontrollweide entfallen. Im wöchentlichen Durchschnitt wurden 3,2 bzw. 5,9 Exemplare pro Weide gefangen. Somit waren die Fänge auf der Interventionsweide um 45,4% reduziert gegenüber der Kontrollweide.

In der Verlaufsgrafik wird sichtbar, dass die höchsten Fangzahlen in der 3. Woche (Ende Juni) lagen. Die Anzahl auf der Kontrollweide lag fast immer über denen auf der Interventionsweide.

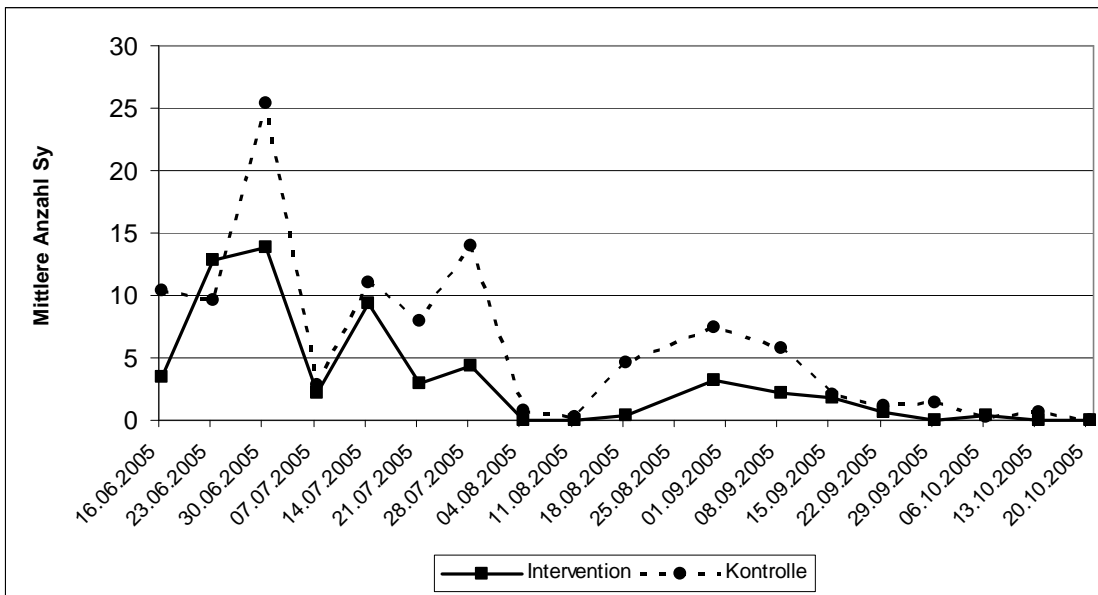


Abb. 19: Mittlere Anzahl der Fänge der Gruppe 2 (Syrphidae, Asilidae, Conopidae) in Jühnsdorf mit Vavouafallen, Weidesaison 2005

Exemplare der Gruppe 3 (Hymenoptera) wurden insgesamt 133 gefangen. Hiervon entfielen 69 auf die Interventionsweide und 64 auf die Kontrollweide. Im wöchentlichen Durchschnitt wurden 0,7 Exemplare pro Weide gefangen.

Von den Insekten der Gruppe 4 (Coleoptera) wurden insgesamt 228 Exemplare gefangen, 87 an der Interventionsweide und 141 an der Kontrollweide. Der wöchentliche durchschnittliche Fang pro Weide betrug 0,9 bzw. 1,5 Exemplare, womit an der Interventionsweide 39,3% weniger gefangen wurden. In der Verlaufsgrafik wird deutlich, dass die Fangzahlen am Studienbeginn am höchsten waren um sich zum Studienende hin auszugleichen (Abb. 20).

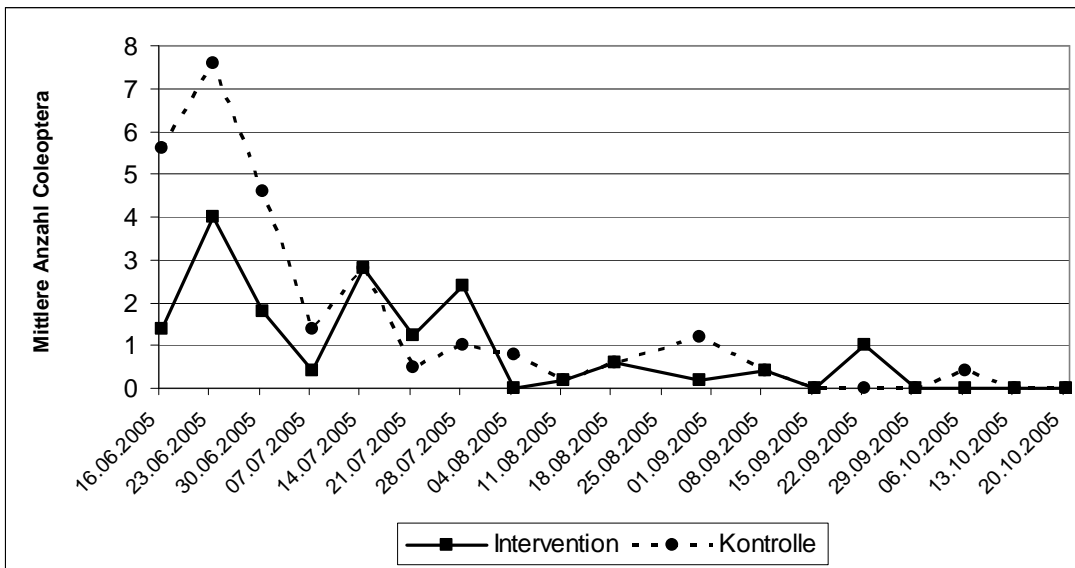


Abb 20: Mittlere Anzahlen der Fänge der Gruppe 3 (Coleoptera) in Jühnsdorf mit Vavouafallen im zeitlichen Verlauf, Weidesaison 2005

Die Insekten der Gruppe 5 (Odonata, Saltatoria) waren mit insgesamt 26 gefangenen Exemplaren die kleinste. Hiervon wurden 11 an der Interventionsweide und 15 an der Kontrollweide gefangen. Im Studienmittel lag der wöchentliche Fang bei 0,1 bzw. 0,2 Insekten.

Von den Insekten der Gruppe 6 (Neuroptera, Mecoptera) wurden insgesamt mit den Vavouafallen 36 Exemplare gefangen, 26 an der Interventionsweide und 10 an der Kontrollweide.

Die restlichen Insekten machten mit 5398 Exemplaren wieder den größten Anteil (76,4%) aus. 1671 Exemplare wurden an der Interventionsweide und 3727 Exemplare an der Kontrollweide gefangen. Im wöchentlichen Durchschnitt waren es 17,6 bzw. 41,2 Exemplare, und somit wurden an der Interventionsweide 57,4% weniger gefangen. In der Verlaufsgrafik (Abb. 21) sind die hohen Fangzahlen zu Beginn der Studie an der Kontrollweide und ansonsten ein ähnlicher Verlauf wie in Abb. 17 erkennbar.

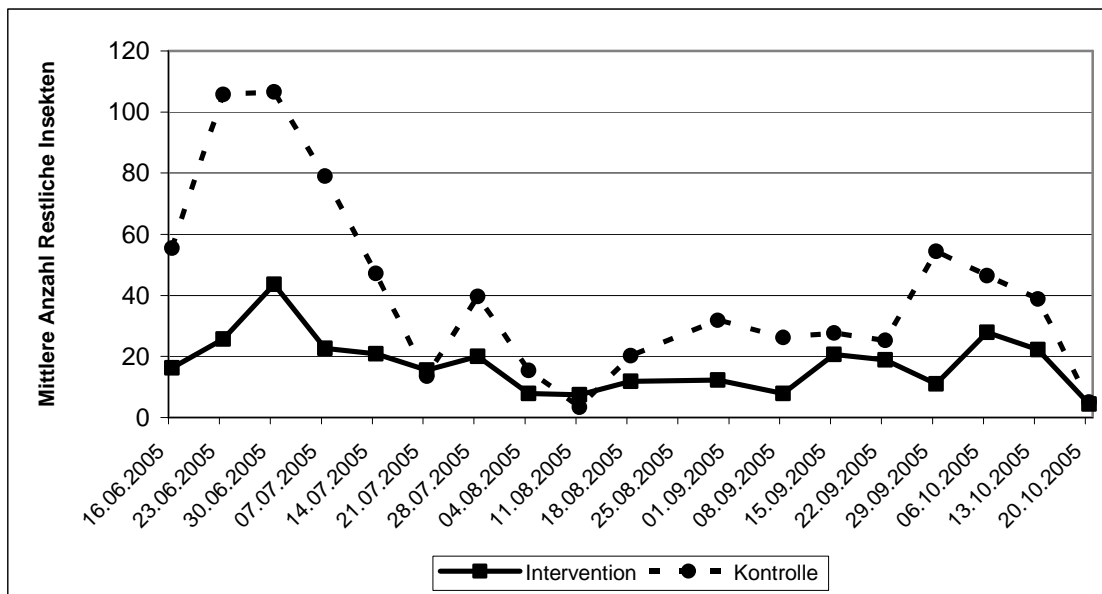


Abb. 21: Mittlere Anzahlen der Fänge der Gruppe 7 (Restliche Insekten) in Jühnsdorf mit Vavouafallen im zeitlichen Verlauf, Weidesaison 2005

## Wietstock

Zur Bestimmung der Fliegendichte an den Untersuchungsweiden in Wietstock wurden ausschließlich Vavoua-Fallen eingesetzt.

Wie aus der Verlaufsgrafik (Abb. 22) zu entnehmen, wurden auch hier in den ersten 4 Wochen der Studie (Mitte Juni bis Mitte Juli) sowohl an der Interventions- wie auch an der Kontrollweide die meisten Insekten gefangen (bis 50 Insekten pro Falle und Tag). Ab der 4. Woche schwankten die Zahlen zwischen 10 und 20 Insekten, wobei Anfang September vermehrt Insekten an der Kontrollweide (über 30) gefangen wurden.



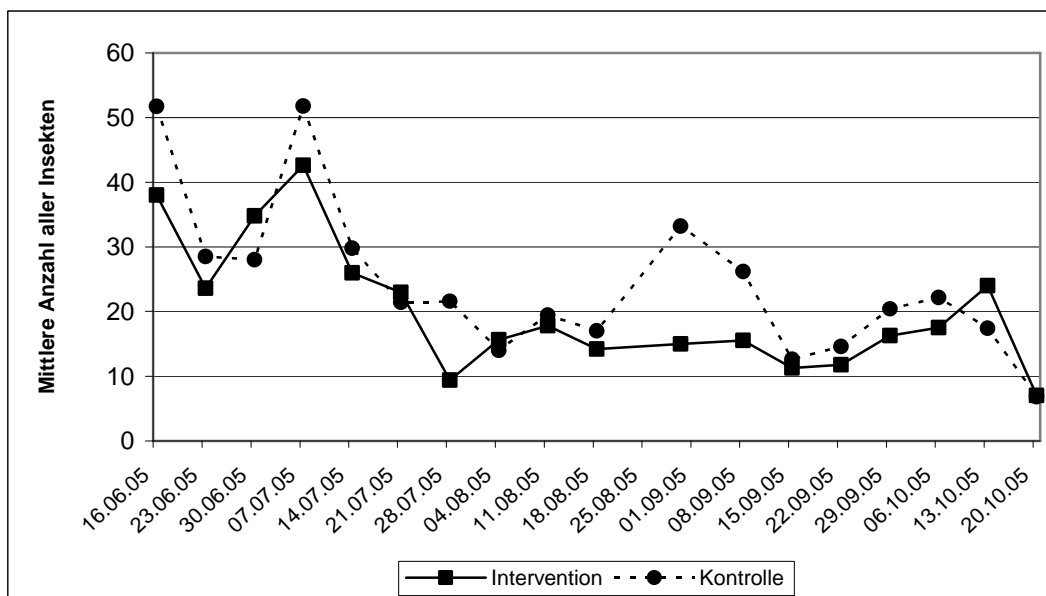


Abb. 22: Verlauf der wöchentlichen mittleren Anzahlen aller mit Vavouafallen gefangenen Insekten in Wietstock, Weidesaison 2005

Von den Zielinsekten (Musciden, Tabaniden, Culiciden) wurden mit den Vavouafallen nur wenige Exemplare gefangen (Tabelle 5).

Tabelle 5: Fangzahlen und prozentuale Anteile der Insektenfänge mit Vavouafallen in Wietstock, Weidesaison 2005

Gruppe	Interventionsweide	Kontrollweide	Gesamt
1. Zielinsekten	4 (0,2%)	5 (0,2%)	9 (0,2%)
2. Syrphiden, Asiliden, Conopiden	47 (2,8%)	65 (3,1%)	112 (3,0%)
3. Hymenoptera	40 (2,3%)	44 (2,1%)	84 (2,2%)
4. Coleoptera	117 (6,9%)	215 (10,4%)	332 (8,8%)
5. Odonata, Saltatoria	8 (0,5%)	6 (0,3%)	14 (0,4%)
6. Neuroptera, Mecoptera	5 (0,3%)	1 (0,1%)	6 (0,2%)
7. Restliche Insekten	1477 (87,0%)	1739 (83,8%)	3216 (85,2%)
TOTAL	1698	2075	3773

Von den insgesamt neun gefangenen Zielinsekten entfielen vier auf die Interventionsweide und fünf auf die Kontrollweide, wobei auf der Interventionsweide zwei Exemplare von *Haematopota pluvialis*, ein Exemplar von *Culex* spp. und ein Exemplar von *Stomoxys calcitrans* und auf der Kontrollweide fünf Exemplare von *Haematopota pluvialis* gefangen wurden. Über den gesamten Studienzeitraum wurden sogenannte Ohrwürmer (Dermaptera) gefangen. Die meisten Exemplare dieser Art ernähren sich von pflanzlichen Materialien,

einige sind aber auch räuberisch und fressen Insekten, so dass eine negative Beeinflussung der Fangzahlen nicht auszuschließen ist.

Aus der Gruppe Syrphiden, Asiliden, Conopiden wurden insgesamt 112 Exemplare gefangen, 47 Exemplare an der Interventionsweide und 65 Exemplare an der Kontrollweide entfallen. Im wöchentlichen Durchschnitt wurden respektive 0,56 bzw. 0,74 Exemplare pro Weide gefangen. Somit wurden von dieser Gruppe auf der Interventionsweide 23,4% weniger als auf der Kontrollweide gefangen. In der Verlaufsgrafik lässt sich erkennen, dass es 2 Fangmaxima um die 5. Fangwoche, also Mitte Juli und um die 12. Fangwoche, also Anfang September gab.

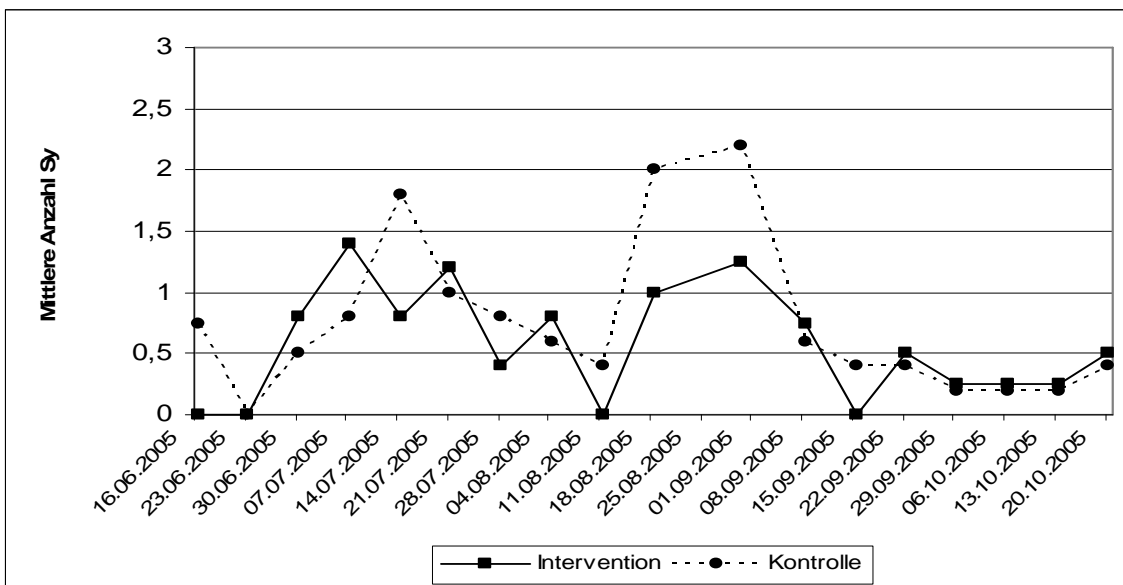


Abb. 23: Verlauf der wöchentlichen mittleren Anzahlen der Insektenfänge der Gruppe 2 mit den Vavouafällen in Wietstock, Weidesaison 2005

In Wietstock wurden insgesamt 84 Exemplare aus der Gruppe der Hymenoptera gefangen. Mit 40 Exemplaren auf der Interventionsweide bzw. 44 Exemplaren auf der Kontrollweide und einem Wochendurchschnitt von 0,46 bzw. 0,54 Insekten war die Verteilung vergleichbar. Insgesamt wurden in Wietstock 332 Exemplare der Gruppe der Coleoptera gefangen, 117 Exemplare an der Interventionsweide und 215 Exemplare an der Kontrollweide. Im Wochenmittel waren es 1,49 bzw. 2,50 Insekten und beim Vergleich zwischen Kontroll- und Interventionsweide war die Anzahl auf der Interventionsweide um 40,3% geringer.

In der Verlaufsgrafik wird ersichtlich, dass hier die höchsten Abundanzen in den ersten und letzten Studienwochen lagen (Abb. 24).

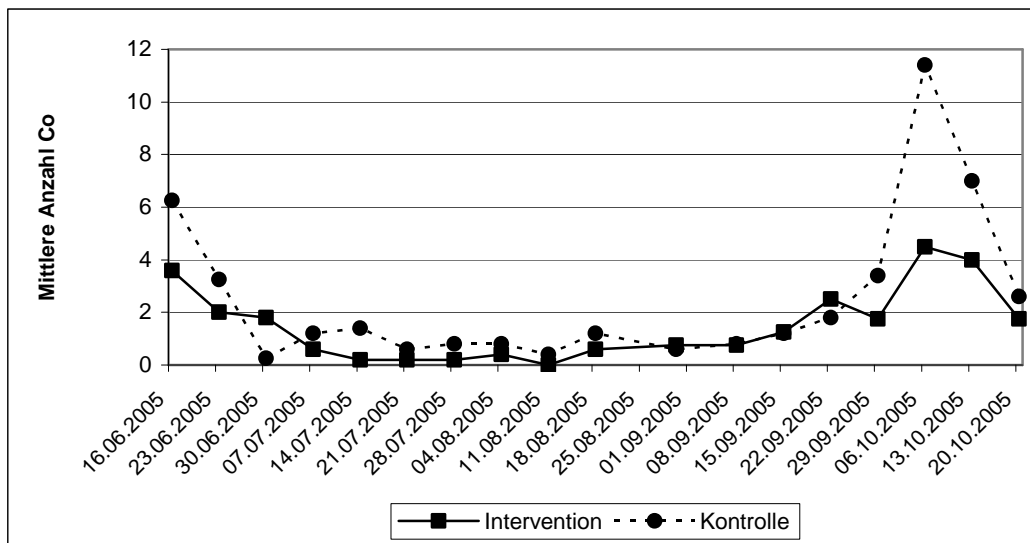


Abb. 24: Verlauf der wöchentlichen mittleren Anzahlen der Insektenfänge der Gruppe Coleoptera mit den Vavouafallen in Wietstock, Weidesaison 2005

Von den Odonata / Saltatoria wurden insgesamt 14 Exemplare gefangen, wobei hiervon acht auf die Interventionsweide und sechs auf die Kontrollweide entfallen. Im wöchentlichen Mittel waren es 0,11 bzw. 0,07 Exemplare.

Aus der Gruppe der Neuroptera / Mecoptera wurden in Wietstock insgesamt sechs Exemplare gefangen, wobei auf der Kontrollweide nur ein einziges Exemplar gefangen wurde. Im wöchentlichen Mittel waren es 0,06 bzw. 0,01 Insekten. Die einzelnen Fänge lagen unregelmäßig über den Studienzeitraum verteilt.

Den größten Anteil an den Fängen bildeten die „Restlichen Insekten“ mit insgesamt 3216 Exemplaren (85,06%). 1477 Exemplare wurden an der Interventionsweide und 1739 an der Kontrollweide gefangen. Das wöchentliche Mittel pro Weide betrug 17,45 bzw. 20,35 Insekten. Somit wurden an der Interventionsweide 14,3% weniger als an der Kontrollweide gefangen. In der Verlaufsgrafik sind entlang der Kontrollweide erhöhte Fangzahlen am Studienbeginn und im September (Kontrollweide) zu erkennen.

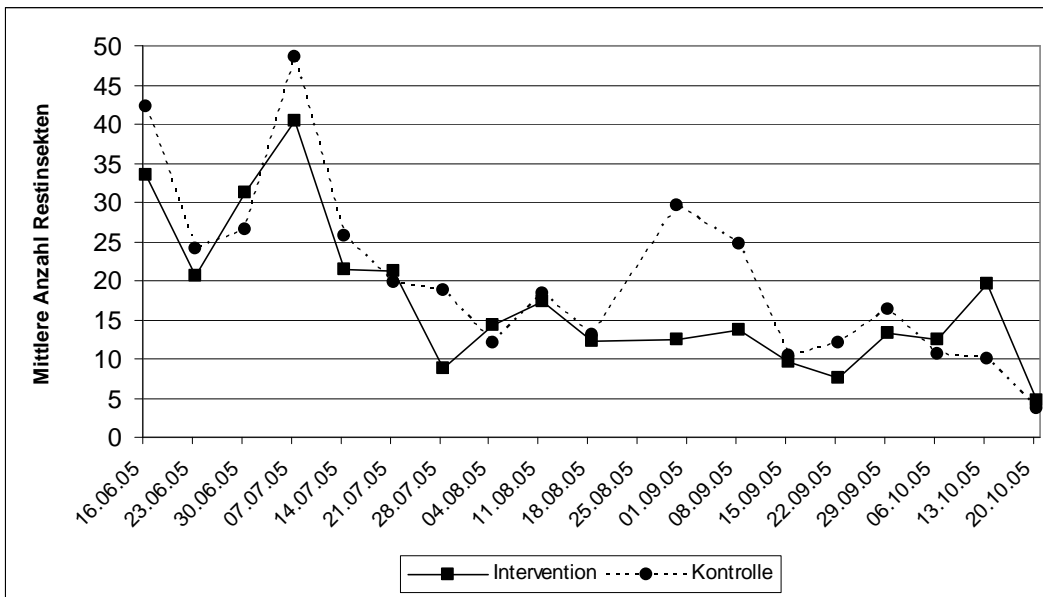


Abb. 25: Verlauf der wöchentlichen mittleren Anzahlen der Insektenfänge der Gruppe „Restliche Insekten“ mit den Vavouafallen in Wietstock, Weidesaison 2005

#### 4.1.3.3 Gelbschalen

Mit den Gelbschalenfallen wurden in Jühnsdorf 30 Zielinsekten gefangen, 15 an der Interventionsweide und 15 an der Kontrollweide. Im Einzelnen wurden auf der Interventionsweide 2 weibliche *Haematopota pluvialis*, 8 weibliche und 5 männliche *Aedes spp.* gefangen, während auf der Kontrollweide 3 weibliche *Haematopota pluvialis*, 2 weibliche und 8 männliche *Aedes spp.* und 2 männliche *Culex spp.* gefangen wurden. Die Indikatorgruppen machten den weit überwiegenden Anteil aus, wobei hier die Coleoptera und die Restinsekten die größten Gruppen waren (Tabelle 6).

Tabelle 6: Fangzahlen und prozentuale Anteile der Insektenfänge mit Gelbschalenfallen in Jühnsdorf, Weidesaison 2005

Gruppe	Interventionsweide	Kontrollweide	Gesamt
1. Zielinsekten	15 (0,1%)	15 (0,1%)	30 (0,1%)
2. Syrphiden, Asiliden, Conopiden	40 (0,3%)	66 (0,4%)	106 (0,4%)
3. Hymenoptera	429 (3,5%)	398 (2,6%)	827 (3,0%)
4. Coleoptera	6079 (49,6%)	7039 (45,7%)	13118 (47,4%)
5. Odonata, Saltatoria	8 (0,1%)	16 (0,1%)	24 (0,1%)
6. Neuroptera, Mecoptera	19 (0,2%)	4 (0,0%)	23 (0,1%)
7. Restliche Insekten	5671 (46,3%)	7866 (51,1%)	13537 (48,9%)
TOTAL	12261	15404	27664

Aus der Gruppe der Syrphidae, Asilidae, Conopidae wurden insgesamt 106 Exemplare gefangen, 40 Exemplare an der Interventionsweide und 66 Exemplare an der Kontrollweide. Im wöchentlichen Durchschnitt waren es respektive 0,74 bzw. 1,22 Exemplare und es ergab sich an der Interventionsweide eine Reduktion um 39,4% gegenüber der Kontrollweide.

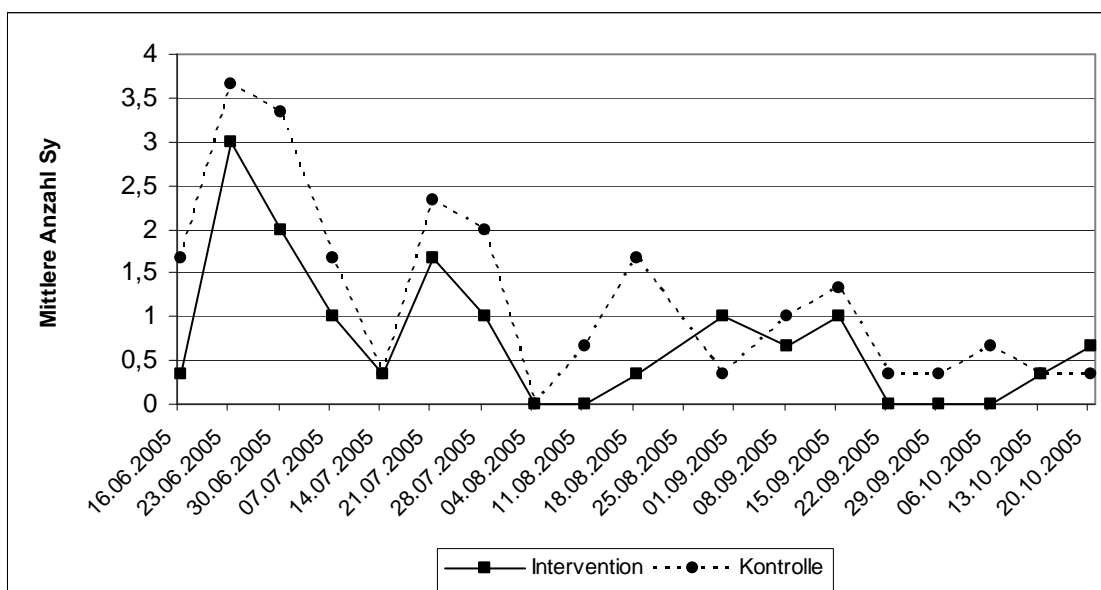


Abb. 26: Verlauf der wöchentlichen mittleren Anzahlen der Insektenfänge der Gruppe Syrphiden, Asiliden, Conopiden mit den Gelbschalenfallen in Jühnsdorf, Weidesaison 2005

Während der Weidesaison sind die stetige Abnahme bei den Fängen dieser Gruppe erkennbar sowie die überwiegend größeren Fangzahlen auf der Kontrollweide.

Die Hymenoptera stellen mit insgesamt 827 gefangenen Exemplaren die drittgrößte Gruppe der mit Gelbschalen in Jühnsdorf gefangenen Insekten dar, mit 429 Exemplaren an der

Interventionsweide und 398 an der Kontrollweide. Die wöchentlichen Fangzahlen waren mit durchschnittlich 7,94 bzw. 7,37 vergleichbar.

Die Coleoptera stellten mit insgesamt 13118 gefangenen Exemplaren nach den Restinsekten die zweitgrößte Gruppe der mit den Gelbschalen gefangenen Insekten dar, mit 6079 an der Interventionsweide und 7039 an der Kontrollweide. Im wöchentlichen Durchschnitt waren es 112,57 bzw. 130,35 und auf der Interventionsweide ergab sich eine Reduktion um 13,6%.

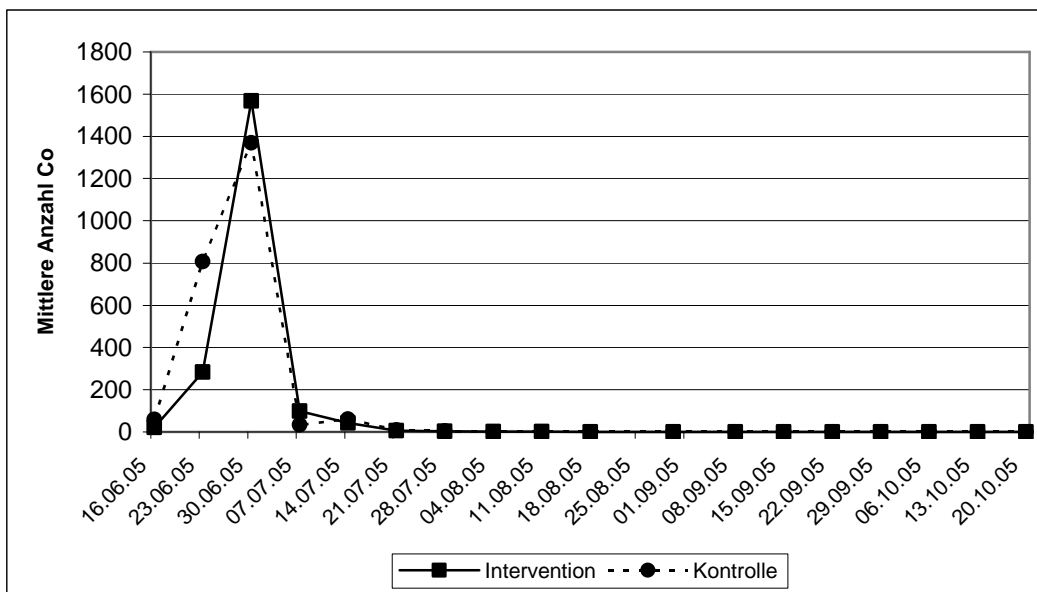


Abb. 27: Verlauf der wöchentlichen mittleren Anzahlen der Insektenfänge der Gruppe Coleoptera mit den Gelbschalenfallen in Jühnsdorf, Weidesaison 2005

In der Verlaufsgrafik ist der starke Anstieg der Fänge dieser Gruppe in der zweiten und dritten Studienwoche erkennbar. Dieser wurde hauptsächlich durch zu dieser Zeit vermehrt vorkommende Glanzkäferarten verursacht. Ab Mitte Juli fielen die mittleren Fänge auf unter 10 Exemplaren pro Studienwoche.

Aus der Gruppe Odonata / Saltatoria wurden mit den Gelbschalen 24 Exemplare gefangen, 8 auf der Interventionsweide und 16 auf der Kontrollweide. Im wöchentlichen Mittel waren es 0,15 bzw. 0,30 Exemplare. Im Studienverlauf lagen die höchsten Fangzahlen dieser Gruppe Mitte Juni und Mitte September.

Von den Neuroptera / Mecoptera wurden insgesamt 23 Exemplare gefangen, 19 auf der Interventionsweide und vier auf der Kontrollweide. Im wöchentlichen Mittel waren es 0,35 bzw. 0,07 Insekten. Exemplare dieser Gruppe wurden nur zwischen Mitte Juni und Mitte August gefangen.

Mit insgesamt 13537 Exemplaren (48,9%) stellten die Restinsekten auch hier die größte Gruppe aller mit den Gelbschalen in Jühnsdorf gefangenen Insekten dar. 5671 Exemplare wurden an der Interventionsweide und 7866 an der Kontrollweide gefangen. Im wöchentlichen Mittel waren es hier respektive 105,02 bzw. 145,67 Exemplare. Auf der Interventionsweide ergab sich eine Reduktion um 27,9%. Die höchsten Fangzahlen wurden zu Beginn der Studie beobachtet.

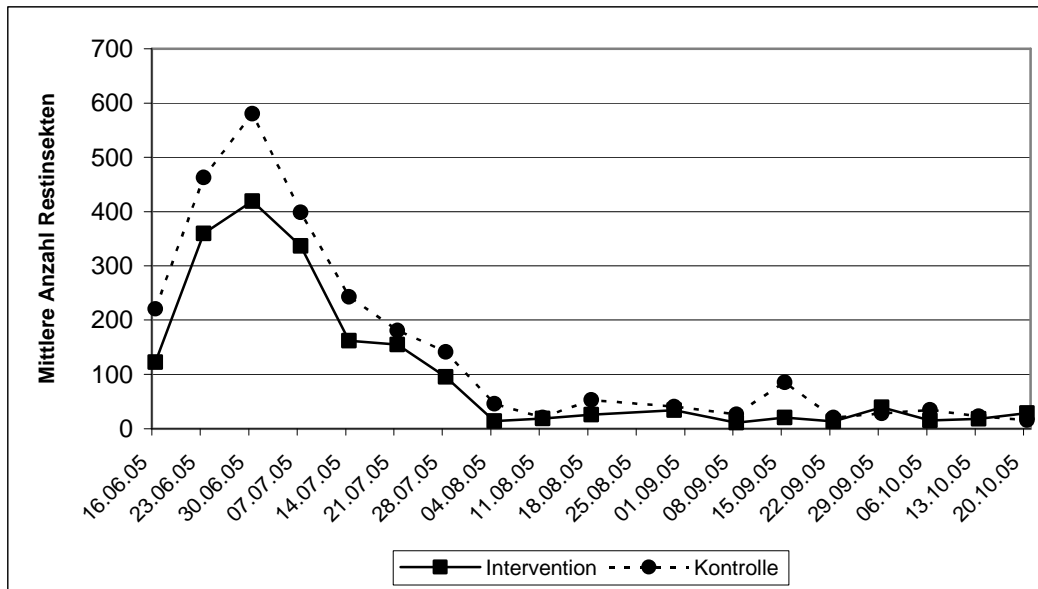


Abb. 28: Verlauf der wöchentlichen mittleren Anzahlen der Insektenfänge der Gruppe „Restliche Insekten“ mit den Gelbschalenfallen in Jühnsdorf, Weidesaison 2005

#### 4.1.4 Abwehrbewegungen

Als Kriterium für die Belästigung durch Insekten wurden bei jeweils 3 Pferden auf den Interventions- und Kontrollweiden in Jühnsdorf und Wietstock bei günstigem Wetter die Abwehrbewegungen (Kopfschlagen, Hautmuskelbewegungen an der Flanke, Schlagen von Schweif und Gliedmaßen) der Pferde mit einer Videokamera in Sequenzen von jeweils einer Minute aufgezeichnet und später am Computer ausgewertet.

##### Abwehrbewegungen bei Pferden in Jühnsdorf

Von den insgesamt 3163 registrierten Abwehrbewegungen entfielen 2125 (68%) auf Schweifbewegungen, 605 (19%) auf Hautmuskelkontraktionen an der Flanke und 358 (11%)

auf Kopfschlagen. Abwehrbewegungen mit den Gliedmaßen (2%) wurden selten beobachtet. Über den gesamten Untersuchungszeitraum betrachtet betrug die mittlere Anzahl der Abwehrbewegungen pro Pferd und Minute auf der Interventionsweide 30,6% weniger als auf der Kontrollweide (Tabelle 7).

Tabelle 7: Mittlere Anzahl Abwehrbewegungen der Körperregionen pro Pferd und Minute in Jühnsdorf, Weidesaison 2005

Region	Interventionsweide	Kontrollweide
Kopf	3,0	5,5
Flanke	4,9	9,7
Schweif	22,7	28,5
Gliedmaßen	0,6	1,2
Total	31,1	44,9

Die meisten Abwehrbewegungen wurden Anfang August und Anfang September registriert. Zu diesen Zeitpunkten wurden mit den Vavouafallen auch die meisten Zielinsekten gefangen (Abbildungen 18 und 29).

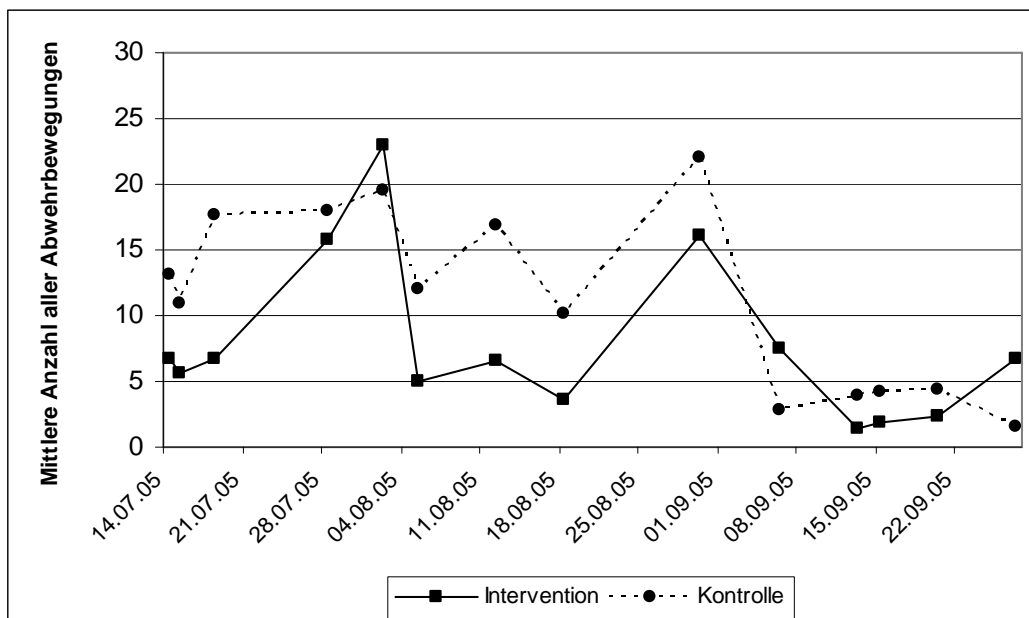


Abb. 29: Mittlere Anzahl aller Abwehrbewegungen pro Pferd und Minute auf der Interventions- und Kontrollweide in Jühnsdorf, Weidesaison 2005



---

## Abwehrbewegungen bei Pferden in Wietstock

Von den insgesamt 4248 registrierten Abwehrbewegungen pro Minute und Pferd entfielen 2539 (59%) auf Schweifbewegungen, 1345 (32%) auf Hautmuskelkontraktionen und 327 (8%) auf Kopfschlagen. Abwehrbewegungen mit den Gliedmaßen wurden insgesamt nur 37 mal (1%) registriert. Über den gesamten Untersuchungszeitraum unterschieden sich die mittleren Anzahlen aller Abwehrbewegungen pro Pferd und Minute in Wietstock nur unwesentlich zwischen der Interventions- und Kontrollweide (Tabelle 8).

Tabelle 8: Mittlere Anzahl Abwehrbewegungen der Körperregionen pro Pferd und Minute in Wietstock, Weidesaison 2005

Region	Interventionsweide	Kontrollweide
Kopf	2,8	5,4
Flanke	15,0	18,8
Schweif	32,9	31,3
Gliedmaßen	0,6	0,3
Total	51,3	55,8

In Wietstock wurden die meisten Abwehrbewegungen Ende Juli und Mitte August registriert (Abb. 30).

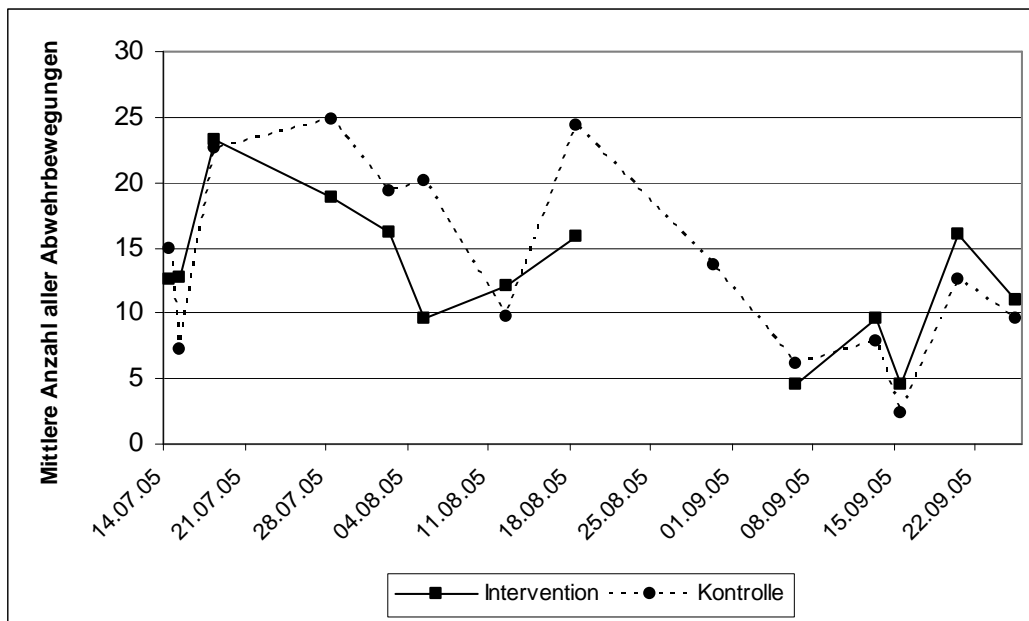


Abb. 30: Mittlere Anzahl aller Abwehrbewegungen pro Pferd und Minute auf der Interventions- und Kontrollweide in Wietstock, Weidesaison 2005 (am 30.08.2005 konnten auf der Interventionsweide keine Werte erhoben werden)

#### 4.1.5 Befallsintensität

An den jeweils 3 Pferden der Stichprobe wurden zwischen dem 14.07. und 11.10.2005 an jeweils 16 Tagen, in 5-minütigen Abständen, visuell der Befall mit Fliegen und Bremsen an 5 verschiedenen Körperregionen (Kopf, Hals, Flanke, Rücken und Brust) bestimmt.

##### Befallsintensität in Jühnsdorf

Insgesamt wurden auf den oben genannten Körperregionen 83 Fliegen und 120 Bremsen gezählt. Die mittlere Befallsintensität (mittlere Anzahl Insekten über alle genannten Körperregionen pro Pferd und Beobachtung) mit Fliegen betrug 0,6 auf der Interventionsweide und 1,1 auf der Kontrollweide, die mit Bremsen 0,8 auf der Interventionsweide und 1,8 auf der Kontrollweide. Die meisten Fliegen (n=54; 65%) wurden am Kopf, die meisten Bremsen am Hals (n=58; 48%) gezählt.

Die Befallsintensität der Pferde mit Fliegen war mit Ausnahme der Beobachtungen im September während der Weidesaison 2005 gering (um eine Fliege pro Pferd und

Beobachtung). Ein signifikanter Unterschied in der Befallsintensität mit Fliegen war für Pferde auf der Interventions- bzw. Kontrollweide in Jühnsdorf für den Untersuchungszeitraum nicht zu erkennen. Nur Mitte September wurden auf der Kontrollweide höhere Befallsintensitäten bestimmt (vier Fliegen pro Pferd) (siehe Grafik 23).

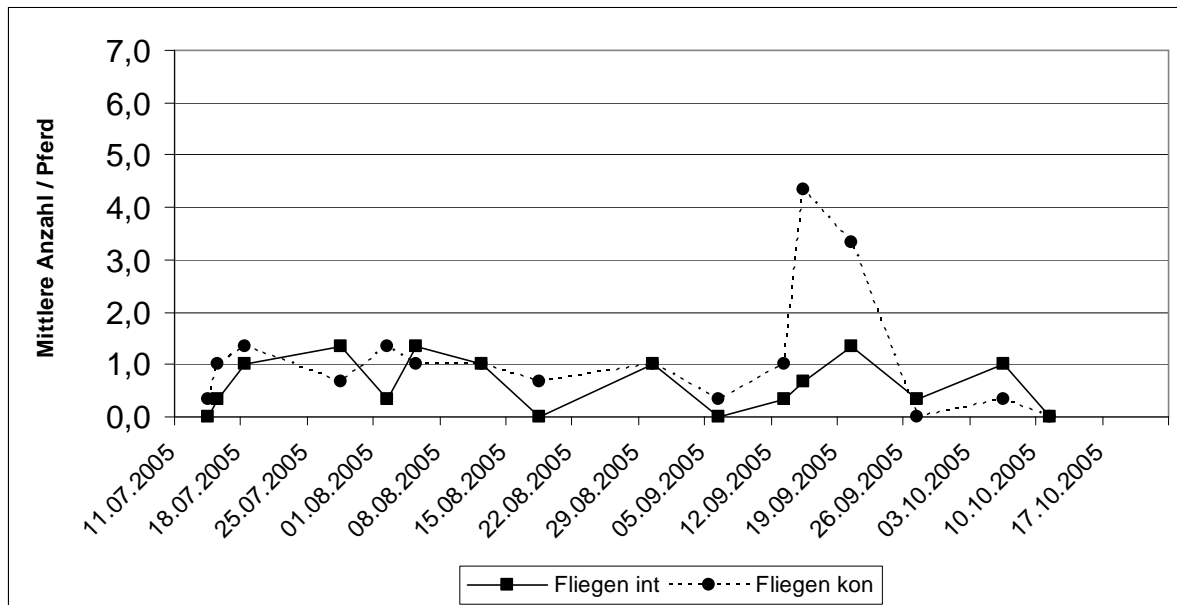


Abb. 31: Mittlere Befallsintensität mit Fliegen auf den Pferden der Interventions- bzw. Kontrollweide in Jühnsdorf, Weidesaison 2005

In Hinsicht auf die Befallsintensität mit Bremsen ergaben sich in Jühnsdorf deutliche Unterschiede mit durchschnittlich 0,8 Bremsen auf der Interventions- und 1,8 Bremsen auf der Kontrollweide. Die höchsten Befallsintensitäten auf der Kontrollweide wurden Ende Juli und in der zweiten Augushälfte beobachtet (Abb. 32). In diesem Zeitraum wurden auch die meisten Abwehrbewegungen registriert (Abb. 29).

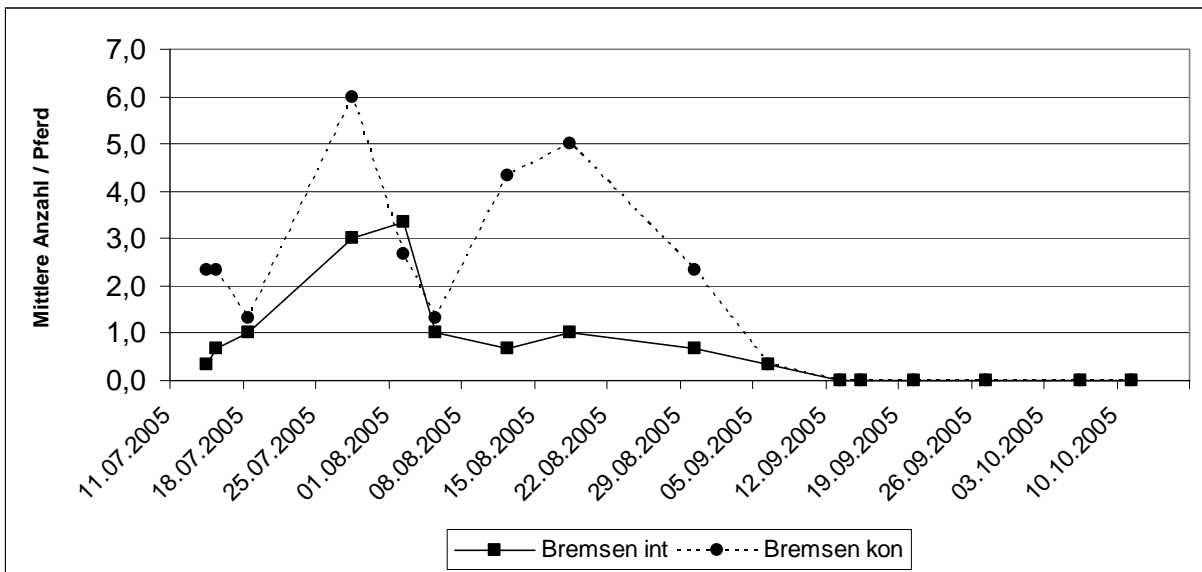


Abb. 32: Mittlere Befallsintensität mit Bremsen auf den Pferden der Interventions- bzw. Kontrollweide in Jühnsdorf, Weidesaison 2005

Auf der Interventionsweide wurden im Mittel 57,1% weniger Bremsen als auf der Kontrollweide registriert.

#### Befallsintensität in Wietstock

Die mittlere Befallsintensität mit Fliegen (überwiegend *Haematobia irritans*) war in Wietstock deutlich höher als in Jühnsdorf.

Zwischen den Verlaufskurven der Interventions- und Kontrollweide waren nur geringgradige Unterschiede zu erkennen (Abb. 33). Nur Ende Juli (28.07.2005) und Anfang August ergab sich eine höhere mittlere Befallsintensität auf den Pferden der Kontrollweide. Bezogen auf den gesamten Untersuchungszeitraum war die mittlere Befallsintensität mit Fliegen auf der Interventionsweide um 33,6% geringer als auf der Kontrollweide.

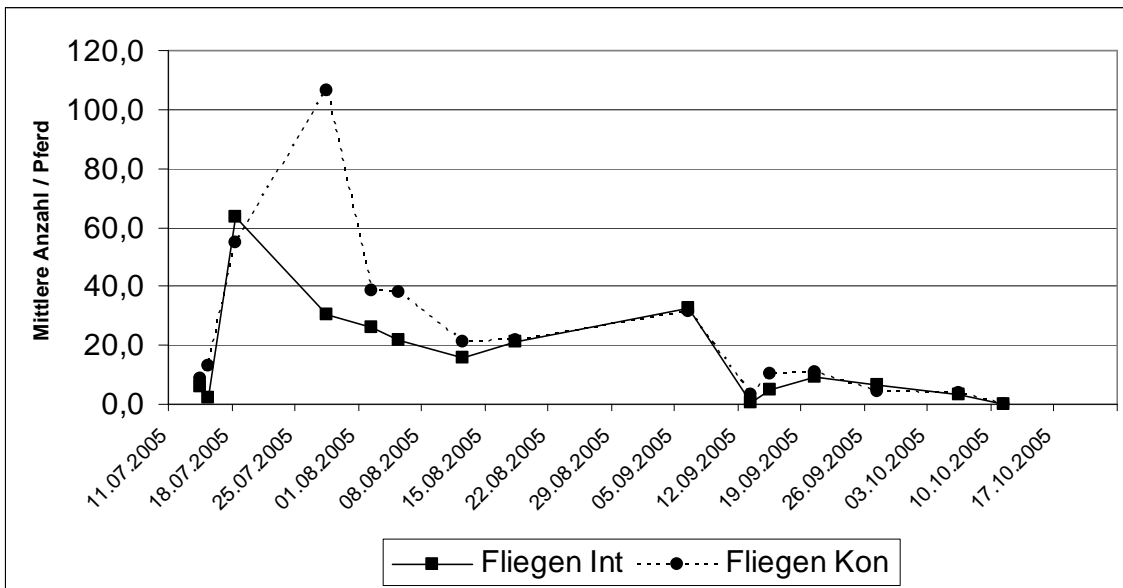


Abb. 33: Mittlere Befallsintensität mit Fliegen auf den Pferden der Interventions- bzw. Kontrollweide in Wietstock, Weidesaison 2005

Die Befallsintensität mit Bremsen war in Wietstock gering, insgesamt wurden während des gesamten Untersuchungszeitraumes nur 23 Bremsen gezählt, was einer Befallsintensität von unter 0,3 Bremsen pro Pferd entspricht. Aufgrund des geringen Befalls wurde auf eine weitere Auswertung verzichtet.

## 4.2 Laboruntersuchungen

### 4.2.1 Insektizide Wirkung des Netzes

Zur Überprüfung der insektiziden Wirkung des Netzes zum Zeitpunkt vor der Ausbringung und danach wurden in monatlichen Abständen Labortests durchgeführt, bei denen Laborfliegen der Art *Musca domestica* mit einem Netzstück in Kontakt gebracht wurden (siehe 3.1.2.1). Als Kontrolle diente ein unbehandeltes Netz gleicher Beschaffenheit. Eine erste Paralysewirkung im Freiflugkäfig setzte 5 Minuten nach Exposition ein (Abb. 34).

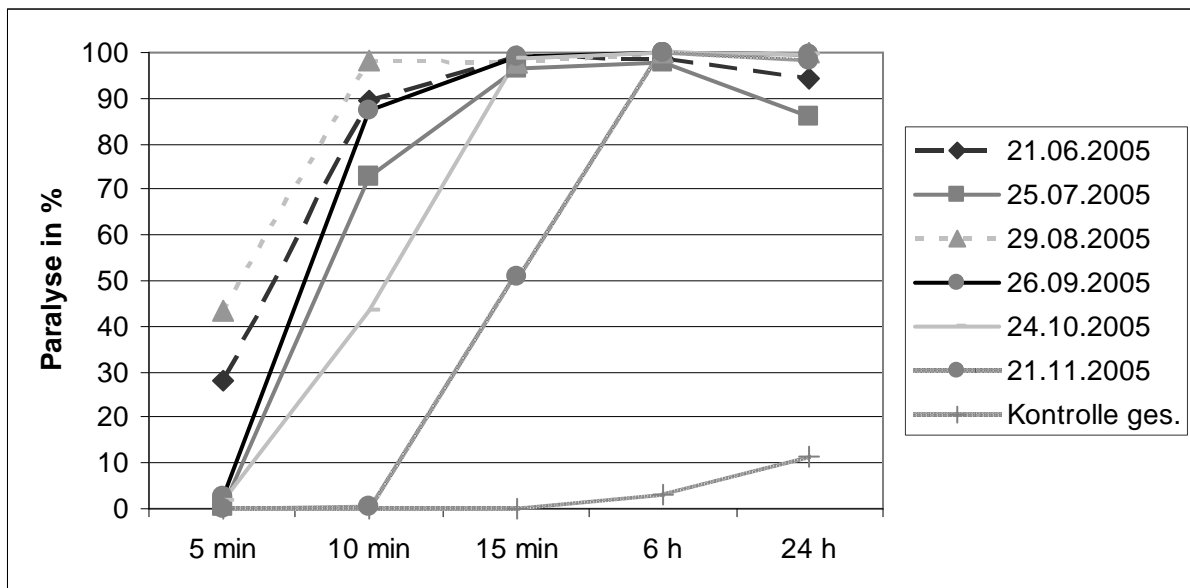


Abb. 34: Paralyseraten bei Fliegen (*Musca domestica*; n=50) 5, 10, 15 Minuten; 6 Stunden und 24 Stunden nach 10 sekündigem Kontakt mit insektizidhaltigen Netz. Als Proben dienten Netzstücke, die vor der Ausbringung am 21.06.2005 und danach in monatlichen Abständen aus dem Netzraum entnommen wurden.

Nach 15 Minuten waren mit Ausnahme der Untersuchung des Netzmaterials vom 21.11. (5 Monate nach Ausbringung) zwischen 96% und 99% der Fliegen paralysiert. Nach 6 Stunden lag die Paralyserate bei allen Tests über 97%. In der Zusammenfassung aller Kontrollen (gleicher Versuch mit Netz ohne Insektizid) waren keine Fliegen paralysiert. Hier starben über den gesamten Versuchszeitraum im Mittel etwa 11% an den Folgen der Manipulation bei der Versuchsdurchführung.

#### 4.2.2 Larvizide Wirkung von Netzauswaschungen

Die Auswaschungen des insektizidhaltigen Netzes mit demineralisiertem bzw. Regenwasser wurden mittels Mückenlarven von *Aedes aegypti* auf larvizide Wirkung untersucht. Hierbei zeigte sich, dass eine 24-stündige Exponierung in Waschwasser zur vollständigen Abtötung aller Larven führte. Larven, in reines demineralisiertes Wasser überführt, überlebten die Inkubation und entwickelten sich normal bis zur Verpuppung.

---

#### **4.2.3 Wirkung des Netzes auf im Freiland gefangene Bremsen**

Die Wirkung des insektizidhaltigen Netzes auf gefangene Bremsen wurde sechs und acht Wochen nach Ausbringung des Netzes untersucht (siehe 3.1.2.3.). Es zeigte sich, dass das Netz bei diesen Bremsen ebenfalls zu einer Paralyse führte. Nach spätestens 15 Minuten waren jeweils alle Bremsen paralytisiert. Allerdings war die Wirkung bei diesen Bremsen nicht so lange anhaltend wie bei den getesteten Laborfliegen. Beim ersten Versuch waren nach zwei Stunden bereits acht Bremsen (80%) und beim zweiten Versuch nach zwei Stunden wieder sechs Bremsen (60%) flugfähig. Nach 24 Stunden war keine Bremse mehr paralytisiert.

---

## 5 Diskussion

Ziel der Untersuchungen war es, die Wirksamkeit insektizidhaltiger Netzzäune zum Schutz vor Weidefliegen zu bestimmen und ihre Wirkung auf Nichtzielinsekten zu erfassen.

Für die Untersuchungen wurden im Kreis Teltow-Fläming (Brandenburg) zwei Reitbetriebe (Jühnsdorf und Wietstock) ausgewählt, deren Besitzer über eine erhebliche Belästigung ihrer Pferde durch Weidefliegen berichteten. Auf beiden Betrieben wurde zu Beginn der Studie eine Fragebogenerhebung durchgeführt. Neben Lahmheiten, Atemwegserkrankungen und Hautwunden hielten 79% der Pferdebesitzer die Belästigung ihrer Pferde durch Weidefliegen (Bremsen und Fliegen) für ein erhebliches Problem. Behandlungsmittel wurden von den Pferdebesitzern als wenig effizient und von geringer Wirkungsdauer angesehen. Außerdem berichteten einige Pferdehalter über Wirkungsverluste früher noch gut wirkender Präparate. Hierfür ist möglicherweise eine geringere Empfindlichkeit gegenüber dem Wirkstoff in diversen Insektenpopulationen verantwortlich. Die jährlichen Behandlungskosten zum Schutz vor Weidefliegen pro Pferd sollen sich in den beiden ausgewählten Betrieben auf bis zu 100,- Euro belaufen.

Insektendichte auf den Versuchsweiden der Reiterhöfe in Jühnsdorf und Wietstock

Die durchgeführten Insektenfänge mit 3 verschiedenen Fallen ergaben eine gute Übersicht über die auf den Weiden von Jühnsdorf und Wietstock vorkommende Insektenabundanz und das Artenspektrum. Zudem konnten Auswirkungen der insektizidhaltigen Netze auf die vorhandene Insektenfauna auf den Interventionsweiden festgestellt werden. Die Zielinsektenpopulationen, welche von den verschiedenen Fallenarten in unterschiedlichen Anteilen gefangen wurden, wurden durch den Einsatz des insektizidhaltigen Netzes reduziert.

Nach Auswertung der Malaisefallen wurde die Anzahl der Tabaniden auf der Interventionsweide im Vergleich zur Kontrollweide in Jühnsdorf um 95,5% am stärksten reduziert. Die Anzahl der Culiciden unterschied sich jedoch nahezu überhaupt nicht. Ziel-Musciden wurden nur in einem verschwindend geringen Anteil gefangen, so dass bezüglich einer Beeinflussung des Netzes auf diese Insekten mittels der Malaisefallen keine Aussage getroffen werden kann. Die Auswertung der Fangergebnisse mit den Vavouafallen in Jühnsdorf ergab in Bezug auf Tabaniden eine Reduktion um 46,3% auf der



---

Interventionsweide. Die Anzahl der Ziel-Musciden wurde hier mit einem Unterschied von 71,4% stärker reduziert und ebenso die Anzahl der Culiciden mit einem Unterschied von 42,0%. Die Fänge mittels der Vavouafallen und Gelbschalen in Wietstock erlauben aufgrund der wenigen gefangenen Zielinsekten keine Aussagen.

Die Unterschiede in der Anzahl der gefangenen Insekten sind einerseits in der Fallenkonstruktion und andererseits in den unterschiedlichen Standorten begründet. Von den Malaisefallen, die alle zufällig vorbei fliegenden Insekten fangen, waren nur eine an der Interventionsweide und eine an der Kontrollweide aufgestellt. Von den Vavouafallen, die speziell zum Fang von Zielinsekten konstruiert sind, waren an jeder Weide 5 Stück in gleichmäßigen Abständen postiert. Somit ist es nicht auszuschließen, dass sich Populationsunterschiede von den verschiedenen Standorten auf die Fangergebnisse auswirkten. Natürlich stellen zwei verschiedene Weiden auch kein identisches Biotop dar, weshalb dort gleichzeitig durchgeführte Fänge von Insekten immer nur bedingt vergleichbar sind. Weiterhin wurde auf die Anwendung von Attraktantien verzichtet, wie sie in anderen Studien genutzt wurden (Everett und Lancaster, 1968; Roberts, 1970)

Neben dem Einfluss des Netzes auf Zielinsekten im Sinne dieser Studie wurde auch erstmals der Einfluss auf Nicht-Zielinsekten untersucht. Die hierfür vorgenommene Einteilung der Fänge in Indikatorgruppen sollte einen Anhaltspunkt für den Einfluss auf spezielle, teilweise unter Artenschutz stehende Insekten geben. Hier wurde bei Auswertung sämtlicher Fallenfänge eine Reduktion der Nichtzielinsektenfauna festgestellt.

Bei allen Fallentypen überwog der Anteil der Restinsekten. Deren Reduktionen lagen im Bereich zwischen 14,3% (Vavouafallen in Wietstock) und 57,4% (Vavouafallen in Jühnsdorf). Von den Insekten der Indikatorgruppen stellte sich bei allen Fallenfängen vor allem eine Reduktion der Insekten der Familien der Schwebfliegen, Raubfliegen und Dickkopffliegen heraus. Diese lag in Wietstock bei 23,4% und in Jühnsdorf bei 76,7%. Die Auswertung der Vavouafallen in Jühnsdorf und Wietstock, sowie der Gelbschalen in Jühnsdorf ergab eine Reduktion der Käfer, die zwischen 13,0% (Gelbschalen) und 40,3% (Vavouafallen) lag.

Mit den Malaisefallen wurden insgesamt 49,6% weniger Nichtzielinsekten im Vergleich zur Kontrollweide auf der Interventionsweide in Jühnsdorf gefangen. Durch den weit überwiegenden Anteil der Restinsekten (93,4%) wirkt sich deren Unterschied in den Fangzahlen an den beiden Weiden (51,1%) prägend auf das Gesamtergebnis aus. In den einzelnen Indikatorgruppen wurden bei den Familien der Schwebfliegen, Raubfliegen und Dickkopffliegen eine Reduktion um 76,7%, bei den Libellen und Springschrecken eine

---

Reduktion um 83% und bei den Netzflüglern und Schnabelhaften eine Reduktion um 35,4% festgestellt. Bei den Hautflüglern und den Käfern wurde keine Reduktion festgestellt.

Nach der Auszählung der Fänge der Indikatorgruppen in Jühnsdorf wurden diese durch einen Experten (Dr. C. Saure – Tierökologische Studien) begutachtet. Mit diesem Gutachten sollte der Einfluss des Netzzaunes auf ausgewählte Nichtzielinsekten bewertet werden. Wie dieser Auswertung zu entnehmen war, unterschieden sich die Individuenzahlen der gefangenen Bienenarten (*Hymenoptera*) kaum zwischen Interventions- und Kontrollweide. Zudem wird angenommen dass sie zum einen den Zäunen ausweichen können und zum anderen in den Weidegebieten nur eine geringe Abundanz haben. Gleichwohl stehen fast alle Bienenarten und eine Wespenart unter gesetzlichem Schutz. Die Fänge an Schwebfliegen (*Syrphidae*) waren an der Kontrollweide mehr als doppelt so hoch als an der Interventionsweide. Wenngleich auch keine der registrierten Arten besonders oder streng geschützt ist, scheint das Netz diese Insekten negativ zu beeinflussen. Aus den restlichen Indikatorgruppen wurden zu wenige Exemplare gefangen, um Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollweide feststellen zu können.

#### Abwehrbewegungen der Pferde auf den Weiden in Jühnsdorf und Wietstock

Für Jühnsdorf ergab sich über den gesamten Studienverlauf eine Reduktion der Abwehrbewegungen um 30%. Hierbei konnten starke Unterschiede zwischen dem Aufenthalt der Interventionspferde direkt am Netz und weiter davon entfernt beobachtet werden. Die weitaus meisten Abwehrbewegungen wurden mit dem Schweif durchgeführt, gefolgt von der Flanke.

In Wietstock war der Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollweide über den gesamten Studienzeitraum deutlich geringer. Hier gab es ebenfalls die meisten Abwehrbewegungen mit dem Schweif, gefolgt von der Flanke. Vermutliche Ursache für den insgesamt geringen Unterschied in Wietstock ist das dort festgestellte vorrangige Vorkommen von Lästlingsfliegen der Art *Haematobia irritans*. Diese verlassen das befallene Tier nur kurzzeitig zur Eiablage und halten sich ansonsten permanent auf ihm auf (Liebisch und Beder, 1986; Nölke, 1987). Vermutlich fand hier eine Beeinflussung durch das am Weidezaun angebrachte Netz nicht in wünschenswertem Maße statt.

Bei der Zählung konnte zwischen einer willkürlichen Abwehrbewegung und einem unwillkürlichen Schweifwedeln nicht unterschieden werden. Auch die Hautmuskulaturkontraktionen fanden von Pferd zu Pferd bei augenscheinlich gleichen Befallsraten in unterschiedlich starkem Ausmaß und Frequenz statt. Einige Pferde neigen

---

augenscheinlich zu stärkeren Abwehrbewegungen als andere. Sowohl die Pferde der Interventionsgruppe als auch die Pferde der Kontrollgruppe wurden im Voraus zufällig ausgewählt. Es war nicht möglich, die Aufnahmen jeweils zum gleichen Zeitpunkt von Interventions- und Kontrollgruppe zu erstellen. Somit lagen zwischen den Aufnahmen immer jeweils ca. 30 Minuten. In diesem Zeitraum könnten sich die Witterungsverhältnisse geändert haben und damit die Befallsdichten. Gleichzeitige Aufnahmen hätten hier zu genaueren Ergebnissen geführt.

#### Befallsintensitäten der Pferde in Jühnsdorf und Wietstock mit Fliegen und Bremsen

Die Befallsintensitäten in Jühnsdorf waren im ersten Studienabschnitt (Mitte Juli bis Anfang September) von Bremsen geprägt, was mit deren saisonalen Aktivität zusammenhängt. Diese beginnt in Mitteleuropa in der zweiten Maihälfte und erstreckt sich für einige Arten, wie z.B. *Haematopota* spp. bis in den September hinein (Chvala et al., 1972). Die höchsten Befallsintensitäten mit Fliegen wurden Mitte bis Ende September mit bis zu 4,3 Fliegen/Pferd registriert. Die saisonale Aktivität liegt bei den hauptsächlich bei Pferden vorkommenden Fliegen (*Musca* spp. und *Hydrotaea* spp.) zwischen Mai und Oktober. Da pro Jahr 4 bis 5 Generationen vorkommen, akkumuliert sich die Population zu einem Höhepunkt im Spätsommer (Liebisch und Beder, 1986).

Die mittlere Befallsintensität mit Bremsen über den gesamten Studienzeitraum war auf den Pferden der Interventionsweide von Jühnsdorf fast um 60% geringer als auf der Kontrollweide. Am größten waren die Unterschiede an Kopf und Rücken. Wenn sich die Pferde in direkter Nähe des Netzes aufhielten, war auf ihnen nur selten eine Bremse zu sehen. Im Verlauf der Studie kam es allerdings vor, daß sich die Pferde weiter entfernt vom Netzzaun aufhielten. Ursache hierfür war einerseits der nur halbtägige Aufenthalt der Pferde auf der Weide und andererseits Witterungsverhältnisse. Hier war ein deutlicher Unterschied zwischen windgeschützten und windexponierten Bereichen insofern festzustellen, daß die Befallsintensität an windgeschützten Stellen höher als an windexponierten war.

Die mittlere Befallsintensität der Pferde mit Fliegen war insgesamt auf der Interventionsweide um ca. 45% geringer. Die größten Differenzen wurden an Flanke und Rücken mit 80% bzw. 75% registriert.

In Wietstock war auf den Pferden der Interventionsweide die mittlere Befallsintensität mit Fliegen über den gesamten Studienzeitraum um ca. 36% geringer. Die Betrachtung der einzelnen Körperregionen ergibt die höchsten Befallsraten für Flanke, Rücken und Brust. Hier wurden überwiegend *Haematobia* spp. registriert. Die Pferde der Interventionsweide

hatten auf 3 von 5 Körperregionen eine um ca. 50% geringere Befallsintensität mit Fliegen. Die Unterschiede dürften hauptsächlich im Befall mit nicht stationären Fliegen wie *Musca* spp. begründet liegen. Eine detaillierte Aussage lässt sich hierzu nicht treffen, da eine Speziesunterscheidung für diese Untersuchungen nicht vorgenommen wurde.

Das Weidemanagement in Wietstock muss insgesamt als suboptimal bezeichnet werden. Auf einigen Weiden wurde auf die Entfernung von Stauden und Sträuchern verzichtet, womit sich dort günstige Verhältnisse für Lästlingsinsekten boten. Außerdem waren die Weiden in kleinere Abschnitte unterteilt, auf denen die Pferde rotierten. Somit war zeitweise ein Aufenthalt in direkter Netznähe für die Pferde der Interventionsweide nicht möglich.

Wie schon durch die Auswertung der Fallenfänge festgestellt, bestand auf den Interventionsweiden eine geringere Insektdichte als auf den Kontrollweiden. Dies wirkte sich auch auf die Befallsintensitäten aus. Ein Manko dieser Studie war es, daß die Pferde nur halbtags auf den Weiden zum Grasens waren und somit offensichtlich nicht genügend Zeit hatten, den schützenden Einfluss des Netzzaunes zu erlernen. Ein anderer limitierender Faktor war, daß die Erfassungen der Befallsintensitäten und Abwehrbewegungen nicht immer unter optimalen Bedingungen stattfanden. Unter optimalen Bedingungen wäre die Auswirkung des verwendeten Netzzaunes deutlicher darstellbar gewesen.

#### Untersuchungen zur insektiziden Wirkung des Netzes

Da Erfahrungswerte bezüglich der Remanenz des Netzzaunes nicht vorlagen, musste dessen Wirksamkeit in Labortests überprüft werden. Bei der gewählten Methode betrug die Verweildauer der Versuchfliegen ca. 10 Sekunden auf dem Netzmaterial. Der von der WHO empfohlene Test zum Wirkungsnachweis von Insektiziden setzt eine Verweildauer der Testinsekten von 60 Sekunden voraus. Im Feldversuch konnte zwar beobachtet werden, dass gegen das Netz geflogenen Insekten teilweise deutlich länger auf ihm verweilten, aber für die begleitenden Tests sollte von einer minimalen Zeitspanne ausgegangen werden. Die Versuchsbedingungen wurden soweit möglich gleich gehalten, wenngleich Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Laborraum nicht regulierbar waren. Bei der Testung des Netzes 2 Monate nach Ausbringung (29.08.05) waren die Paralyseraten nach 5 Minuten deutlich größer, bzw. nach 10 Minuten geringgradig größer als beim Test des unbenutzten Netzes. Die Ursachen hierfür können nicht erklärt werden. Insgesamt ergaben die Tests im Verlauf der Weidesaison jedoch eine graduelle Abnahme der insektiziden Wirkung des verwendeten Netzes. Bei der letzten Testung (5 Monate nach Ausbringung) waren die Paralyseraten deutlich geringer. Zehn Minuten nach Exposition waren noch immer unter einem Prozent und nach fünfzehn Minuten nur 50,7% der verwendeten Fliegen paralyisiert. Somit kann bei dem

---

verwendeten Netz von einer effektiven insektiziden Wirkung von wenigstens 4 bis 5 Monaten, d.h. einer Weidesaison ausgegangen werden.

Die Testungen des über das Netz gelaufenen Waschwassers auf Auswirkungen auf Larven von *Aedes aegypti* ergaben eine 100%ige Mortalität. Somit ist davon auszugehen, dass aus dem ausgebrachten Netzmaterial Insektizid durch Regen ausgewaschen wird und eine Auswirkung auf dortige Bodenorganismen nicht auszuschließen ist. Über den Insektizidgehalt dieses Waschwassers, Verbleibedauer im Boden und Auswirkungen auf die lokale Fauna kann keine Aussage getroffen werden. Hierzu sind weitere Untersuchungen erforderlich.

#### Untersuchungen zur insektiziden Wirkung auf im Freiland gefangene Bremsen

Bei beiden Tests mit gefangenen Bremsen der Art *Haematopota pluvialis* wurden 15 Minuten nach 10-sekündigem Kontakt mit dem Netz Paralyseraten von 100% registriert. Bereits nach 2 Stunden waren jedoch bereits 80% bzw. 60% der paralyisierten Bremsen wieder flugfähig. Somit hatte das Netz bei den Bremsen nur einen vorübergehenden Effekt. Die Wirkung war jedoch nicht nachhaltig genug, um die Bremsen abzutöten. Eine mögliche Ursache könnte eine unzureichende Wirkung von Pyrethroiden sein, die sich aus einer fortgesetzten Verwendung von einem permethrinhaltigen Präparat durch die Pferdebesitzer aus den Untersuchungsgebieten entwickelt haben könnte. Andererseits besteht die Möglichkeit, daß bei den getesteten Bremsen generell eine geringere Empfindlichkeit gegenüber dem im Netzmaterial enthaltenen Deltamethrin besteht. Zum Erzielen einer adäquaten Wirkung ist möglicherweise eine längere Expositionsdauer erforderlich.

Gleichzeitig muss berücksichtigt werden, dass im Untersuchungsgebiet zu Zeiten der DDR möglicherweise DDT zur Insektenbekämpfung eingesetzt wurde. Bei chlorierten Kohlenwasserstoffen und Pyrethroiden verfügen Insekten über vergleichbare Metabolisierungsmechanismen, die zu einer Kreuzresistenz führen könnte (Seiffert, 1992).

Bei Verdacht auf eine Insektizidresistenz im Falle einer Bekämpfung von Bremsen und Weidefliegen ist die Identifizierung wirksamer Stoffgruppen eine unabdingbare Voraussetzung.

#### Abschließende Betrachtungen

Zusammenfassend konnte auch in diesen Untersuchungen eine Reduktion der Zielinsekten durch das insektizidhaltige Netz bei den Interventionsweiden in Jühnsdorf und Wietstock festgestellt werden. Somit wurden die Ergebnisse der Studie von Blank (2007) bestätigt.

---

Darin wurde im brandenburgischen Michaelisbruch im Sommer bis in den Herbst des Jahres 2004 ein pyrethroidhaltiges Netzmaterial zum Schutz der Weidepferde vor stechend- und leckend-saugenden Insekten untersucht. Bei diesem Versuch wurde die Wirkung des Netzes auf Weidefliegen bei drei Pferdegruppen untersucht (Kontrollgruppe, teilweise Umzäunung, vollständige Umzäunung). Die Muscidendichte wurde mit Hilfe von außen an den Koppeln aufgestellten Fallen (Nzi Fallen) ermittelt. Der Muscidenbefall der Einzeltiere wurde mittels einer Digitalkamera festgehalten. Die Studie ergab, dass jeweils im Vergleich zur Kontrollgruppe der Muscidenbefall um 97 % bzw. 96 % und die Muscidendichte um 67 % bzw. 57 % reduziert war.

In der vorliegenden Studie wurden teilweise geringere Reduktionen erreicht als in der Studie von Blank (2005) sowie anderen Untersuchungen (Williams et al., 1981). In der Studie von Williams et al. (1981) wurde der Effekt von mit Insektizid imprägnierten Ohrmarken zur Reduktion von *Musca autumnalis* (DeGeer) und *Haematobia irritans* (Linn.) bei Weiderindern untersucht. Die Ohrmarken wurden mit 5% bzw. 10%-igem Stirophos bzw. Permethrin vorbehandelt. In der Studie konnten die Fliegenzahlen in einem Zeitraum von zwei Wochen um 71% bzw. 83% reduziert werden.

Die Ursachen für die geringeren Reduktionen in der vorliegenden Studie sind möglicherweise im Weidemanagement und in der evtl. suboptimalen Auswahl der Netzstandorte zu suchen. So handelte es sich bei den Pferden dieser Studie ausschließlich um Pensionspferde, die nur von ca. 7:00 bis 16:00 Uhr weideten, während es sich bei der Studie von Blank (2007) um einen Zuchtbetrieb handelte, wo die Pferde 24h auf den Weiden verblieben. Die Pferde in Jühnsdorf und Wietstock hielten sich nicht immer in direkter Netznähe auf, da die Netze dort ausgebracht wurden, wo hohe Insektendichten vermutet wurden. Da die Studienpferde von deren Besitzern regelmäßig im Stall gefüttert wurden, waren die Pferde insoweit konditioniert. Dies führte dazu, dass sie meist nur früh morgens kurz nach Weideauftrieb grasten um sich dann teilweise schon ab Mittag am Weideausgang aufzuhalten und auf die Rückführung in den Stall warteten. Hielten sich die Pferde in direkter Netznähe auf, waren eine Minderung der Befallsintensität und ein entspanntes Verhalten zu beobachten.

Die Netze haben die Befallsintensitäten reduziert und können somit zu einer Verbesserung des Wohlbefindens der Pferde beitragen. Voraussetzung hierfür ist die strategisch optimale Ausbringung des insektizidhaltigen Netzes. Es sollte hauptsächlich dort angebracht werden, wo sich die Pferde auf der Weide die größte Zeit des Tages aufhalten. Zusätzlich kann das Netz dort am Weidezaun angebracht werden, wo für Lästlingsinsekten günstige Aufenthaltsorte bestehen wie an Waldrändern oder Hecken. Hier ist jedoch nicht auszuschließen, dass auch Nichtzielinsekten vom Netz betroffen werden.

Wie sich bei den Untersuchungen zur Persistenz des Netzes ergab, erfüllt das getestete Material seine volle Funktion für einen Zeitraum von etwa 4 bis 5 Monaten, also eine Weidesaison. Für den durchaus wünschenswerten Fall, dass dieses System für einen längeren Zeitraum einsetzbar wäre, müsste der Wirkungsverlust, der durch Witterungseinflüsse wie Auswaschungen des Wirkstoffes durch Niederschläge entstehen kann, noch verbessert werden.

Vor einer Anwendung des getesteten Systems auf der Weide sollte in jedem Fall das Weideverhalten der jeweiligen Tiere, das Weidemanagement, die vorkommende Insektenfauna und die Biotopverhältnisse studiert werden. Immer wichtiger wird auch das Erkennen möglicherweise vorhandener Insektizidresistenzen, welche bei Vorhandensein zu einer Änderung der Auswahl des Wirkstoffes führen müssen, da nur die Erhöhung der Wirkstoffkonzentration hier nicht den Wirkeffekt verbessern kann. Ein negativer Einfluß auf erhaltenswerte oder gar geschützte Insekten wird sich auf der Weide jedoch nie ganz ausschließen lassen.

Ein großer Vorteil der Netze besteht darin, dass die Tiere nicht direkt mit dem Insektizid in Berührung kommen. Somit lassen sich bei topikaler Anwendung auftretende Nebenwirkungen, wie z.B. Überempfindlichkeitsreaktionen komplett ausschließen (Parashar et al., 1991, Williams et al., 1981)

Es ließen sich vermutlich bessere Ergebnisse erzielen, wenn dieses Netz nur in räumlich begrenzten Tierhaltungssystemen eingesetzt wird. Hier kämen in Frage: Paddock, Offenstallungen oder auch geschlossene Stallungen bei Pferden, aber auch bei Rindern, Schweinen oder Geflügel. Vor dem Einsatz sollte jeweils das Tierverhalten und die Tierbewegungen erkundet werden. Weiterhin ist es ggf. nötig, die vorhandene Lästlingsinsektenfauna auf möglicherweise bestehende Insektizidresistenzen zu testen.

## 6 Zusammenfassung

Ein mit Deltamethrin imprägniertes Netz wurde an Weidezäunen angebracht (10-15% des Gesamtumfangs) und auf seine Wirksamkeit zur Reduktion von Bremsen und anderen Lästlingsinsekten bei weidenden Pferden auf zwei Reiterhöfen in Brandenburg untersucht. Dafür wurden jeweils bei 3 Pferden pro Interventions- und Kontrollweide die Befallsintensitäten an fünf verschiedenen Körperregionen (Kopf, Hals, Flanke, Rücken und Brust) registriert. Bei Fliegen wurde eine Reduktion der Befallsintensität von mehr als 33% und bei Bremsen eine Reduktion der Befallsintensität von mehr als 50% verzeichnet. Gleichzeitig wurde die Insektenabundanz mittels Malaisefallen, Gelbschalen und Monokonischen Fallen an der Weide bestimmt. Hierbei war eine deutliche Beeinflussung durch die Netze sowohl auf die Zielinsekten (*Tabanidae*, stechende *Muscidae*, *Culicidae*), als auch auf die Nichtziel-Insekten (z.B. *Hymenoptera*, *Syrphidae*, *Coleoptera*, *Saltatoria*, *Neuropterida*, *Mecoptera*, sonstige *Muscidae*) zu erkennen. An den Interventionsweiden wurden ca. 33% weniger Zielinsekten und ca. 50% weniger Nicht-Ziel-Insekten gefangen.

Begleitend wurde monatlich in Labortests die insektizide Wirkung des ausgebrachten Netzes vor und nach der Ausbringung bei Musciden (*Musca domestica*) über den Versuchsverlauf untersucht. Die Paralyseraten nach 5 bzw. 10 Minuten nahmen über die Versuchsperiode deutlich ab, während sie nach 15 Minuten, 6 Stunden und 24 Stunden nahezu konstant blieben. Beim letzten Test fünf Monate nach Installation hatte das Netz deutlich in seiner Wirksamkeit nachgelassen.

Regenwasser oder demineralisiertes Wasser wurde unterhalb eines 1m<sup>2</sup> großen Netzstückes in Regenrinnen aufgefangen und auf seine larvizide Wirkung bei Larven von *Aedes aegypti* untersucht. Die in monatlichen Abständen durchgeführten Tests ergaben eine 100%-ige Mortalität bei allen exponierten Larven.

In der vorliegenden Studie wurde bestätigt, dass das getestete Netz bei strategisch optimaler Ausbringung die Befallsintensität mit Bremsen und anderen Lästlingsinsekten deutlich reduzieren und damit zum Wohlbefinden der Pferde auf der Weide beitragen kann.

In nachfolgenden Studien sollte untersucht werden, ob durch eine bessere Netzqualität oder durch alternative Ausbringungsmethoden bessere Ergebnisse zum Schutz von Pferden vor Bremsen und anderen Lästlingsinsekten erzielt werden können. In jedem Fall sollte die Beeinflussung von Nichtziel-Insekten so gering wie möglich gehalten werden. Außerdem sollten, basierend auf vorherigen Untersuchungen in Afrika die Möglichkeiten erforscht



werden, insektizidhaltige Netze auch zum Schutz von Stallungen vor Lästlingsinsekten zum Einsatz zu bringen.

## 7 Summary

### **Assessing the effects of insecticide-treated netting for the protection of horses against tabanids and nuisance flies in Brandenburg**

On two horse farms in Brandenburg/Germany insecticide treated mosquito fences were attached to pasture poles (protecting 10-15% of pasture) measuring their potential in reducing biting and nuisance insects for horses. For this purpose the attack incidence (mean number of insects counted on five anatomical regions/horse) was assessed on three horses of the intervention group (protected pasture) and control group (unprotected pasture). A reduction of the attack incidence of more than 33% in nuisance flies and of more than 50% in tabanids was recorded. The insect densities outside of the pasture were monitored and compared using three different types of traps (Malaise traps, Vavoua traps and Gelbschale traps). The netting material was found to have a clear potential for reducing the number of target insects (tabanids and other nuisance insects) but also the number of non target insects (*Syrphidae*, *Asilidae*, *Conopidae*, *Hymenoptera*, *Coleoptera*, *Odonata*, *Saltatoria*, *Neuroptera*, *Mecoptera* and remaining insects). Outside, in the vicinity of the protected pasture about 33% fewer target insects and about 50% fewer non target insects were caught. To monitor the persistence of the insecticide treated netting material it was tested at monthly intervals in the laboratory before and after installation using house flies (*Musca domestica*). The rates of paralysis five and ten minutes after exposure decreased markedly during the five months trial. However, the rates of paralysis 15 minutes, six hours and 24 hours after exposure remained at comparable levels (80-100%) throughout the trial. In the last test (five months after installation) a delay of paralysis was observed which might have been caused by weathering. To evaluate the washing out effects of the active ingredient during rains, the net was rinsed at monthly intervals with demineralised water which was then tested with larvae of *Aedes aegypti*. All larvae transferred into rinsing water of the insecticide treated netting died within 24 hours after their transfer.

The efficacy to reduce the attack incidence and to increase the protection of horses on pasture with insecticide treated netting material has been confirmed in this study. Future studies should test whether further improvements can be achieved by using alternative methods of installation or improvements of netting material. Due consideration should be given to keep negative impacts on non target insects as low as possible.

Taking into consideration results of previous trials in Africa, studies should be conducted to investigate the efficacy of insecticide treated netting material protecting livestock in pens against biting and nuisance insects.

## 8 Anhang

Fragebogen zur Bewertung der Probleme in der Pferdehaltung in den ausgewählten Reiterhöfen in Jühnsdorf und Wietstock

### Fragebogen

**(Die Angaben zu diesem Fragebogen werden anonym ausgewertet)**

1. Name des Reiterhofes?
2. Wie viele Pferde haben Sie eingestellt?
3. Seit wann haben Sie Pferde eingestellt?
4. Rasse:
5. Probleme bei der Haltung – versuchen Sie je nach Bedeutung die Probleme durch Vergabe von Nummern einzuordnen (Mehrfachnennungen möglich):  
**0 = eher unwichtig, 1 = kommt vor, 2 = wichtig**

	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
• Koliken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Lahmheiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Durchfälle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Zahnprobleme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 
- Husten/Atemwegsinfektionen
  - Wunden/Hautwunden
  - Sommerwunden/Ekzeme

Wann treten Wunden auf?

- April – Juni
- Juli – September

- Stiche von Insekten/Belästigung durch Insekten

Wann?

- April – Juni
- Juli – September

6. Kommen Ihre Pferde auf die Weide?

- Ja
- Nein

Wenn ja, wann?

- nur am Tage
- vormittags
- nachmittags
- nur nachts
- Tag und Nacht

7. Bei Auftritt von Problemen durch Insekten im Sommer – Insektenarten oder Gruppen benennen – wenn möglich die Insekten nach Bedeutung durch Nummerierung einordnen, Mehrfachnennungen möglich.

**0 = eher unwichtig, 1 = kommt vor, 2 = wichtig**

	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
• Augenfliegen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Fliegen im Bereich von Rücken,	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Flanke oder Unterbrust/-bauch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Mücken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Bremsen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Andere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Bekämpfungsmethoden bei Auftreten von Insekten (Mehrfachnennungen möglich):

**0 = eher unwichtig, 1 = wird angewandt, 2 = sehr wichtig**

	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
• Mechanisch (Augenmasken, Pferdedecken)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Chemisch (Insektizide, Repellentien zur Abwehr)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Behandlungsfrequenz Insektizide/Repellentien

- einmal pro Monat
- zweimal pro Monat
- einmal pro Woche oder mehr

10. Behandlungsmittel? Wissen Sie noch den Namen? Handelsnamen?

11. Beobachtete Wirkungsdauer

- weniger als 1 Woche
- 1 Woche
- 2 Wochen
- andere Angaben:

- Kosten der Behandlungen/Pferd/Jahr (geschätzt):
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- Andere Bekämpfungsformen, z. B. Aufstallen der Pferde bei starkem Insektenanflug, Weidegang nur am frühen Morgen. Bitte machen Sie nähere Angaben:

12. Impfungen (wogegen und wie oft);

13. Behandlungen gegen Würmer – Frequenz (wie oft pro Jahr), Wurmmittel, welches Mittel wurde zum letzten Mal verwendet, Zeitpunkt:

14. Weitere tierärztliche Interventionen:

Wir danken für Ihre Mitarbeit!



## 9 Literaturverzeichnis

AKTORIES, K., (2005):

Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie : für Studenten der Medizin, Veterinärmedizin, Pharmazie, Chemie, und Biologie sowie für Ärzte, Tierärzte und Apotheker.

9. Auflage

Urban / Fischer Verlag München.

BAUER, B., (1974):

Zur Ökologie und Bekämpfung der Tabaniden (Diptera: Tabanidae).

Vet. Med. Diss., Wien.

BAUER, B., PETRICH-BAUER, J., POHLIT, H., KABORE, I., (1988):

Effects of Flumethrin Pour-on against *Glossina palpalis gambiensis* (Diptera, Glossinidae).

Trop. Med. Parasitol. (39), 151-152.

BAUER, B., KABORE, I., PETRICH-BAUER, J., (1992):

The residual effect of Deltamethrin Spot on when tested against *Glossina palpalis gambiensis* under fly chamber conditions.

Trop. Med. Parasitol. (43), 38-40.

BAUER, B., GITAU, D., OLOO, F.P., KARANJA, S.M., (2006):

Evaluation of a preliminary title to protect zero-grazed dairy cattle with insecticide-treated mosquito netting in Western Kenya.

Trop. Anim. Health Prod. (38(1)), 29-34.

BAUER, B., Blank, J., Heile, C., Schein, E., Clausen, P.-H., (2006):

Pilotstudie zur Bewertung der Effizienz insektizid-behandelter Netzzäune zum Schutz von Pferden gegen Weidefliegen im nördlichen Brandenburg.

Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. (9), 421-424.

BECKER, N., (2003):

Mosquitoes and their Control.

Kluwer Academic / Plenum Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London,  
Moscow.

BERLYN, A.D., (1978a):

Factors attracting the sheep head fly, *Hydrotaea irritans* (Fallén) (Diptera: Muscidae),  
with a note on the evaluation of repellents.

Bull. ent. Res. (68), 583-588.

BERLYN, A.D., (1978b):

The flight activity of the sheep head fly *Hydrotaea irritans* (Fallén) (Diptera:  
Muscidae).

Bull. ent. Res. (68), 219-228.

BLANK, J., HEILE, C., SCHEIN, E., CLAUSEN, P.-H., BAUER, B., (2005):

Einfacher Schutz von Pferden gegen stechende und saugende Weidefliegen.

Tagung der DVG-Fachgruppe.

Potsdam, 22.-24.6.2005

Diagnostik, Epidemiologie und Bekämpfung von Parasitosen bei Nutz-, Haus- und  
Heimtieren

Berlin: Mensch & Buch Verlag, 2005, 49.

BLANK, J., (2007):

Untersuchungen zur Populationsdynamik von Weidefliegen unter dem Einfluss eines  
pyrethroidhaltigen Weidezaunes.

Vet. Med. Diss., Berlin.

BLICKLE, R.L., (1955):

Feeding habits of Tabanidae.

Entomol. News (66), 77-78.

CAMERON, A.E., (1934):

The life history and structure of *Haematopota pluvialis*, Linné (Tabanidae).

Trans. Roy. Soc. Edin. (58), 211-250.

CHRISTOFFERS, S.R., (1947):

Mosquito repellents. Being a report of the work of the mosquito repellent inquiry.  
Cambridge 1943-1945  
J. Hyg. (45), 176-231.

CHVALA, M., LYNEBORG, L., MOUCHA, J., (1972):

The horse flies of Europe (Diptera: Tabanidae).  
Ent. Soc. Copenhagen, Hampton.

CROSSKEY, R.W., (1990):

The natural history of blackflies.  
John Wiley & Sons, Chichester.

DARREL, W.A., (1962):

Tabanidae as Disease Vectors. in:  
MARAMOROSCH, K. (Ed.),  
Biological transmission of disease agents, pp. 93-107  
Academic Press, New York.

DEPNER, K.R., (1969):

Distribution of the face fly *Musca autumnalis* (Diptera: Muscidae) in western Canada  
and the relation between its environment and population density.  
Canad. Entomol. (101), 97-100.

DETHIER, V.G., BROWNE, L.B., SMITH, C.N., (1960):

The designation of chemicals in terms of the responses they elicit from insects.  
J. Econ. Entomol. (53), 136.

DIEPOLD, R., (2000):

Wundermittel gegen Sommereczem.  
Paddock (2), 2.

ELGER, D., (1985):

Untersuchungen zur Biologie und Ökologie symboviner Musciden und Tabaniden in  
Norddeutschland (Diptera: Muscidae, Tabanidae).  
Diss. Universität Hannover; Fachbereich Biologie.

ESTLER, C.J., (2000):

Pharmakologie und Toxikologie,  
Lehrbuch für Studierende der Medizin, Pharmazie und Naturwissenschaften.  
Schattauer Verlag, Stuttgart.

FERRIS, D.H., HANSEN, R.P., (1952):

A technique employing embryonating egg to test virus-transmitting ability of certain  
insect vectors.  
Cornell Vet. (42), 389-394.

FOIL, L.D., HOGSETTE, J.A., (1994):

Biology and control of tabanids, stable flies and horn flies.  
Rev. Sci. Tech. (13), 1125-1158.

FRANZ, J.M., KRIEG, A., (1982):

Biologische Schädlingsbekämpfung.  
Paul Parey, Berlin, Hamburg.

FRIBERG-JENSEN, U., WENDT-RASCH, L., WOIN, P., CHRISTOFFERSEN, K., (2002):

Effects of the pyrethroid insecticide, cypermethrin, on a freshwater community studied  
under field conditions. I. Direct and indirect effects on abundance measures of  
organisms at different trophic levels.  
Aquat. Toxicol. (63), 357-371.

FUHRMANN, S., (1986):

Zur saisonalen Populationsdynamik der Dipteren beim Pferd unter Berücksichtigung  
ihrer Bekämpfung.  
Vet.-med. Diss., München.

GARSON, L.R., WINNIKE, M.E., (1968):

Relationship between insect repellency and chemical and physical parameters - a  
review.  
J. Med. Entomol. (5), 339-352.

GILLES, J., DAVID, J.F., DUVALLET, G., (2005):

Temperature effects on development and survival of two stable flies, *Stomoxys calcitrans* and *Stomoxys niger niger* (Diptera: Muscidae).

J. Med. Entomol. (42), 260-265.

GILLET, J.D., (1972):

The Mosquito, its Life, Activities and Impact on Human Affairs.

Doubleday, New York.

GRANGER, C.A., (1970):

Trap design and colour as factors in trapping the salt marsh Greenhead fly.

J. Ecol. Entomol. (63), 1670-1672.

GREENBERG, B., (1971):

Flies and Disease,

Princeton Univ. Press. Princeton, New Jersey.

GREGORY, D., WRIGHT, R.E., (1973):

Irradiation of the female face fly *Musca autumnalis* De Geer parasitized by the nematode *Heterotylenchus autumnalis* (Nickle).

Proc. Entomol. Sci. Ont. (103), 104-107.

GRÜNBERG, K., (1961):

Bremsen. In: Süßwasserfauna von Mitteleuropa,

Heidelberg, Berlin, 139-150.

GUGIELMONE, A.A., VOLPOGNI, M.M., QUAININO, O.R., ANZIANI, O.S., MANGOLD, A.J., (2004):

Abundance of stable flies on heifers treated for control of horn flies with organophosphate impregnated ear tags.

Med. Vet. Entomol. (18), 10-13.

HAIR, J.A., ADKINS, T.R., (1964):

Sterilisation of the face fly *Musca autumnalis* with apholate and tepa.

J. Econ. Entomol. (57), 586-589.

HAIR, J.A., TURNER, E.C., (1966):

Susceptibility of mature and newly emerged face flies to chemosterilisation with apholate.

J. Econ. Entomol. (59), 452-545.

HALL, J.R., WALL, R., (2004):

Biting Flies: Their role in the mechanical transmission of trypanosomes to livestock and methods for their control.

In: MAUDLIN, I., HOLMES, P.H., MILES, M.A. (Eds.), The Trypanosomiasis  
CABI Publishing, Oxfordshire, UK.

HAMMER, O., (1941):

Biological and ecological investigations on flies associated with pasturing cattle and their excrement.

Bianco Lunos Bogtrykkeri, Copenhagen.

HANSEN, R.P., (1952):

The natural history of vesicular stomatitis.

Bacteriol. Rev. (16), 179-204.

HANSENS, E.J., BOSLER, E.M., ROBINSON, J.W., (1971):

Use of traps for study and control of salt marsh Greenhead flies.

J. Econ. Entomol. (64), 1481-1485.

HARVEY, T.L., BRETHOUR, J.R., (1986):

Clinical evaluation of insecticide-impregnated tags attached to chains and used as back rubbers for control of *Haematobia irritans*.

Vet. Parasitol. (22), 303-306.

HAWKINS, J.A., ADAMS, W.V., COOK, L., WILSON, B.H., ROTH, R.R., (1973):

Role of horse fly (*Tabanus fusciostatus* Hine) and stable fly (*Stomoxys calcitrans* L.) in transmission of equine infectious anemia to ponies in Louisiana.

Am. J. Vet. Res. (34), 1583-1586.

HENTSCHEL, H., (1979):

Die Biologie einheimischer Bremsen.

Tierärztl. Prax. (7), 1-8.

HIEPE, T. (Hrsg.) (1982).

Lehrbuch der Parasitologie.

Bd. 4, HIEPE, T., RIBBECK, R.: Veterinärmedizinische Arachno-Entomologie

Fischer Verlag, Stuttgart, New York.

HOCH, A.L., GARGANII, T.P., BAILEY, C.L., (1985):

Mechanical transmission of rift valley fever virus by haematophagous diptera.

Am. J. Trop. Med. Hyg. (34), 188-193.

HOGSETTE, J.A., RUFF, J.P., JONES, C.J., (1987):

Stable fly biology and control in northwest Florida.

J. Agric. Entomol. (4), 1-11.

HONOMICHL, K., BELLMANN, H., (1994):

Biologie und Ökologie der Insekten.

Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin.

HOWER, A.A., CHENG, T.H., (1968):

Inhibitive effect of *Bacillus thuringiensis* on the development of the face fly in cow manure.

J. Econ. Entomol. (61), 26-31.

JÄGER-MISCHKE, I., WOLLNY, V., (1988):

Pyrethrum und Pyrethroide - Ein Beitrag zur Naturstoffdiskussion.

Öko-Institut, Freiburg.

JONES, C.J., HOGSETTE, J.A., PATTERSON, R.S., MILNE, D.E., (1985):

Effects of natural saccharide and pollen extract feeding on stable fly longevity.

Environ. Entomol. (14), 223-227.

KARG, G., (2005):

Wirkungsweise der wichtigsten Biozide, Teil 1,  
Der praktische Schädlingsbekämpfer (2), 2-5.

KILLOUGH, R.A., MCKINSTRY, D.M., (1965):

Mating and oviposition studies of the stable fly.  
J. Econ. Entomol. (58), 489-491.

KIM, K.C., MERRITT, R.W., (1987):

Black flies, ecology, population management, and annotated world list.  
University Park, London.

KIRKWOOD, A.C., TARRY, D.W., (1973):

A survey of some species of flies associated with cattle.  
Int. Pest. Contr. (15), 6-10.

KNIEPERT, F.W., (1981):

Preference behaviour of female tabanids (Diptera: Tabanidae) on the host.  
Zeitschrift für angewandte Entomologie (91), 486-510.

KRCMAR, S., HRIBAR, L.J., KOPI, M., (2005):

Response of Tabanidae (Diptera) to natural and synthetic olfactory attractants.  
J. Vec. Ecol. (30), 133-136.

KRINSKY, W.L., (1976):

Animal disease agents transmitted by horse flies and deer flies (Diptera: Tabanidae).  
J. Med. Entomol. (13), 225-275.

KÜHNERT, M., (1991):

Veterinärmedizinische Toxikologie: Allgemeine und Klinische Toxikologie -  
Grundlagen der Ökotoxikologie.  
Gustav Fischer Verlag, Jena.

KÜNAST, C., (1981):

Das Stallfliegenproblem.  
Tierärztl. Umsch. (36), 537-549.



KÜNST, C., SCHÄFER, B., SCHMELZ, H., SCHAH-ZEIDI, M., (1983):

Untersuchungen über die Kontrolle von Dipteren an Weidevieh in Süddeutschland durch cypermethrinhaltige Ohrmarken.

Berl. Münch. tierärztl. Wochenschr. (96), 131-134.

KUTZER, E., MALLY, M., (1984):

The tabanidae of Austria and their medical significance

Wiener Tierärztl. Monatsschr. (71), 365-373.

LABREQUE, G.C., (1961):

Studies with three alkylating agents as housefly sterilants.

J. Econ. Entomol. (54), 684-689.

LAIRD, M., (1981):

Blackflies.

Academic Press, London.

LANE, R. P., CROSSKEY, R. W., (1993):

Medical insects and arachnids.

Chapman & Hall, London.

LIEBISCH, A., (1987):

The control of flies and the prevention of summer mastitis in grazing cattle using pyrethroids in different forms of application.

Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. (94), 207-213.

LIEBISCH, A., (1988):

Untersuchungen zur Biologie und zur Bekämpfung von Fliegen und Bremsen (Diptera: Muscidae, Tabanidae) bei Rindern und Pferden auf der Weide.

Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. (6), 200-206.

LIEBISCH, A., BEDER, G., (1986):

Untersuchungen zum Befall und zur Bekämpfung von Fliegen und Bremsen (Diptera: Muscidae, Tabanidae) bei Pferden auf der Weide in Norddeutschland.

Tierärztl. Umschau (41), 270-277.

LYSYK, T.J., (1995):

Temperature and population density effects on feeding activity of *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) on cattle.

J. Med. Entomol. (32), 508-514.

LYSYK, T.J., (1992):

Effect of larval rearing temperature and maternal photoperiod on diapause in the horn fly (Diptera: Muscidae).

Environ. Entomol. (21), 1134-1138.

MACHHOLZ, R., LEVERENZ, H.J., (1989):

Lebensmitteltoxikologie.

Springer Verlag, Berlin.

MAGNARELLI, L.A., ANDERSON, J.F., THORNE, J.H., (1979):

Diurnal nectar-feeding of salt marsh tabanidae (Diptera).

Environ. Entomol. (8), 544-548.

MAIA, M., KRUPPA, T., GARMS, R., MAY, J., MEHLITZ, D., CLAUSEN, P.-H., BAUER, B., (2006):

Insecticide-treated netting for the protection of cattle against biting and nuisance insects in Kumasi, Ghana.

22. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Parasitologie e.V.

Wien, 22.-25.02.2006, 76.

MAIR, K.H., CENTURIER, C., BOCH, J., (1980):

Dipteren als Lästlinge an Jungrindern auf Bergweiden.

Berl. Münch. tierärztl. Wochenschr. (93), 108-112.

MANET, G., GUILBERT, X., ROUX, A., VUILLAUME, A., PARODI, A.L., (1989):

Natural mode of horizontal transmission of Bovine Leukemia Virus (BLV): the potential role of tabanids (*Tabanus* spp.).

Vet. Immunol. Immunopath. (22), 255-263.

MANTEL, T., (2006)

Informationen zur infektiösen Anämie der Einhufer.  
Bayrische Landestierärztekammer  
Newsletter 15 / 2006.

MARQUARD, H., SCHÄFER, S.G., (1994):

Lehrbuch der Toxikologie.  
BI Wissenschaftsverlag, Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich.

MAYR, A., SCHEUNEMANN, H., (1992):

Infektionsschutz der Tiere.  
H. Hoffmann GmbH Verlag, Berlin.

MILLER, L.A., (1951):

Observations on the bionomics of some northern species of tabanidae (Diptera).  
Canad. J. Zool. (29), 240-263.

MOHRING, W., (1969):

Die Culiciden Deutschlands. Untersuchungen zur Taxonomie, Biologie und Ökologie  
der einheimischen Stechmücken.  
Parasitologische Schriftenreihe (18).

MOUCHA, J., (1968):

Zum Stand der faunistischen Erforschung der Tabaniden Mitteleuropas.  
In: III. Entomologisches Symposium zur Faunistik Mitteleuropas, 129-132.

NAUMANN, K., WEGLER, R., (1981):

Chemie der synthetischen Pyrethroid-Insektizide.  
Springerverlag, Wuppertal.

NÖLKE, J., (1987):

Untersuchungen zur Abwehr und zur Bekämpfung von Fliegen und Bremsen (Diptera:  
Muscidae, Tabanidae) bei Pferden mit Pyrethroiden.  
Vet. Med. Diss., Hannover.

ODE, P.E., MATTHYSSE, J.G., (1964):

Feed additive larviciding to control face fly.

J. Econ. Entomol. (59), 726-732.

OLBRICH, S., LIEBISCH, A., (1988):

Untersuchungen zum Vorkommen und zum Befall mit Gnitzen (Diptera:

Ceratopogonidae) bei Weiderindern in Norddeutschland.

Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. (6), 415-420.

OSWEILER, G.D., (1996):

Toxicology.

Williams & Wilkins, Pennsylvania.

PALMER, W.A., BAY, D.E., (1983):

Effects of intraspecific competition and nitrogen content of manure on pupal weight, survival and reproductive potential of the horn fly, *Haematobia irritans* (L.).

Protec. Ecol. (5), 153-160.

PARASHAR, B.D., GUPTA, G.P., RAO, K.M., (1989):

Control of haematophagous flies on equines with permethrin-impregnated ear tags.

Med. Vet. Entomol. (3), 137-140.

PARASHAR, B.D., GUPTA, G.P., RAO, K.M., (1991):

Control of the haematophagous fly *Hippobosca maculata*, a serious pest of equines, by deltamethrin.

Med. Vet. Entomol. (5), 363-367.

PEUS, F., (1951):

Stechmücken.

Die Neue Brehm - Bücherei (22), 1-80.

PICKENS, L.G., DEMILO, A.B., (1977):

Face fly: inhibition of hatch by diflubenzuron and related analogues.

J. Econ. Entomol. (70), 595-597.

PILLMORE, R.E., (1973):

Toxicity of pyrethrum to fish and wildlife.

In: Casida, J.E. (Ed.), Pyrethrum - the natural insecticide.

Academic Press, New York.

REED, S.M., BAYLY, W.M., SELTON, D.C., (2004):

Equine Internal Medicine, Second edition;

Elsevier Saunders, St. Louis

ISBN: 0-7216-9777-1.

RICHARDSON, C.G., WILSON, B.H., (1969):

Daily flight activity of male *Tabanus lineola* Var. *Hinellus* Philip (Diptera. Tabanidae) in the estuarine area of Louisiana.

J. Med. Entomol. (6), 276-277.

RIHA, J., MINAR, J., KRALIK, O., KRUPA, V., (1983):

Economic importance of protecting draft horses used in forestry against blood-sucking dipterous insects.

Vet Med (Praha) (28), 169-175.

RIHA, J., MINAR, J., SKALOUD, J., JANES, K., KRALIK, O., (1986):

The effect of selected preparations for the protection of draft horses against dipterous blood sucking insects.

Vet Med (Praha) (31), 173-179.

ROBERTS, R.H., (1969):

Biological studies of Tabanidae: a preliminary study of female Tabanids attracted to a bait animal.

Mosquito News (29), 236-238.

ROMMEL, M., ECKERT, J., KUTZER, E., KORTING, W., (2000):

Veterinärmedizinische Parasitologie, begründet von Boch Supperer.

5. Auflage

Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin.

SARKARIA, D.S., BROWN, A.W.A., (1981):

Studies on the responses of the female *Aedes mosquito*. Part II The action of liquid repellent compounds.

Bull. Ent. Res. (42), 115-122.

SEIFFERT, H.S.H., (1992):

Akarizide und Insektizide.

In: Fischer, G. (Ed.), Tropentierhygiene.

Gustav Fischer Verlag, Jena, 112-134.

SMITH, K.G.V., (1973):

Insects and Other Arthropods of Medical Importance.

Publ. Nr. 720. Brit. Mus. (Nat. Hist.). London.

SPIELMAN, A., D'Antonio, M., (2001).

Mosquito: A Natural History of Our Most Persistent and Deadly Foe.

Hyperion Press, New York.

STEVENS, D.P., HENDERSON, D., VLAMINCK, K., ELEY, J., KENNEDY, A.S., (1988):

High-cis permethrin for the control of sweet itch on horses.

Vet. Rec. (122), 308.

SWEENEY, C.R., MCDONNELL, S., RUSSELL, G.E., TERZICH, M., (1996):

Effect of sodium bisulphate on ammonia concentration, fly population, and manure pH in a horse barn.

Am. J. Vet. Res. (57), 1795-1798.

TABUCHI, E., JAJIMA, A., (1970):

Control test of horse flies.

Exp. Rep. Equine Health Laboratory Tokyo (7), 1-11.

TARRY, D.W., KIRKWOOD, A.C., (1976):

Biology and development of the sheep head fly *Hydrotaea irritans* (Fall.) (Diptera: Muscidae).

Bull. Ent. Res. (65), 587-594.

TESKEY, H.J., (1960):

A review of the life history and habits of *Musca autumnalis* (Diptera: Muscidae).  
Canad. Entomol. (92), 360-367.

THEIN, P., (2005):

Equine Infektiöse Anämie.  
In: Handbuch Pferdepraxis.  
Enke Verlag, Stuttgart, 690-693.

THOMAS, D.B., KUNZ, S.E., (1986):

Diapause survival of overwintering populations of the horn fly, *Haematobia irritans*  
(Diptera: Muscidae) in south central Texas.  
Environ. Entomol. (15), 44-48.

THOMAS, G.D., HALL, R.D., BERRY, I.L., (1987):

Diapause of the horn fly (Diptera: Muscidae) in the field.  
Environ. Entomol. (16), 1092-1097.

TIMM, T., (1988):

Unterschiede in Habitatselektion und Eibiologie bei sympatrischen  
Kriebelmückenarten (Diptera, Simuliidae).  
Mitteilungen der DGaaE (6), 156-158.

TIMM, T., RÜHM, W., (1993):

Beiträge zur Taxonomie, Faunistik und Ökologie der Kriebelmücken in Mitteleuropa.  
Essener Ökologische Schriften (2)  
Westarp Wissenschaften.

WARD, R.D., MORTON, I.E., BRAZIL, R.P., TRUMPER, S., FALCAO, A.L., (1990):

Preliminary laboratory and field trials of a heated pheromone trap for sandfly  
*Lutzomyia longipalpis*.  
Mem. Inst. Oswaldo Cruz (85), 445-452.

WESENBERG-LUND, C., (1943):

Biologie der Süßwasserinsekten.  
Springer Verlag, Berlin.

WHO, (2005):

WHO specifications and evaluations for public health pesticides - Deltamethrin.  
FAO/WHO Evaluation Report 333/2005.

WICHARD, W., ARENS, W., EISENBEIS, G., (1994):

Atlas zur Biologie der Wasserinsekten.  
Fischer Verlag, Stuttgart.

WILSON, B.H., (1968):

Reduction of tabanid populations on cattle with sticky traps baited with dry ice.  
J. Econ. Entomol. (61), 827-829.

WINTZER, H.J., (1997):

Krankheiten den Pferdes.  
Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin-Wien.

WIRTH, W.W., GROGAN, W.L., (1988):

The predacious midges of the world (Diptera: Ceratopogonidae).  
Leiden.

ZAPANTA, H.M., WINGO, C.W., (1968):

Preliminary evaluation of heliotrine as a sterility agent for face flies.  
J. Econ. Entomol. (61), 330-331.

ZASPEL, D., BAUER, B., SCHEIN, E., CLAUSEN, P.-H. (2006):

Assessing the effects of strategically deployed insecticide-treated netting for the  
protection of horses against nuisance flies  
22. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Parasitologie e.V.  
Wien, 22.-25.02.2006, 126

ZUMPT, F., (1973):

The stomoxiine biting flies of the world.  
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.



## **Danksagung**

Mein herzlicher Dank gilt Herrn Prof. Dr. E. Schein für die Überlassung des Themas und die jederzeit freundlich gewährte Hilfe und Unterstützung während der Erstellung dieser Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt Herrn PD Dr. P.-H. Clausen und Herrn Dr. B. Bauer für die fachliche Betreuung, ihr Verständnis und die Fürsorge bezüglich der Versuchsvorbereitung, Versuchsbegleitung sowie der Nachbereitung.

Ferner danke ich allen Mitarbeitern des Institutes für Parasitologie und Tropenveterinärmedizin der FU Berlin für ihre fachliche und persönliche Unterstützung.

Bei den Mitarbeitern der Veterinärmedizinischen Bibliothek möchte ich mich für die Bereitstellung der Literatur aus anderen Bibliotheken bedanken.

Für die Beratung bezüglich der statistischen Bearbeitung der Untersuchungsergebnisse der Dissertation danke ich herzlich Frau Dr. Giesela Arndt aus dem Institut für Biometrie und Informationsverarbeitung.

Besonders danke ich meiner Familie für die immerwährende Unterstützung vor, während und nach der Dissertationsarbeit.

Herzlichst bedanke ich mich bei meiner Freundin Christiane für ihre liebevolle Unterstützung, Fürsorge und Kraftspendung.

Vielen Dank.

**Selbstständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe.

Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 01. Dezember 2008.

Daniel Zaspel