

Aus dem Zentrum für klinische Tiermedizin der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Arbeit angefertigt unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Klee

**Spektrum potentieller Vektoren für die
mechanische Übertragung von *Besnoitia besnoiti* beim Rind:
Entomologische Untersuchungen zum Vorkommen von
Insektenspezies der Familien *Tabanidae* und *Muscidae*
(Diptera) im Landkreis Erding, Bayern**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der
Tierärztlichen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität München

von Julia Christiane Scharr

aus Pforzheim

München 2012

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Joachim Braun

Referent: Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Klee

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Dr. habil. Gareis

Tag der Promotion: 21. Juli 2012

Meiner Familie

INHALTSVERZEICHNIS

I	EINLEITUNG	1
II	LITERATURÜBERSICHT	2
1	Bovine Besnoitiose	2
1.1	Krankheitsverlauf	2
1.1.1	Subklinischer Krankheitsverlauf	2
1.1.2	Klinischer Krankheitsverlauf	2
1.1.2.1	Anasarkastadium	2
1.1.2.2	Sklerodermalstadium.....	3
1.2	Therapie.....	3
1.3	Epidemiologie	3
1.3.1	Verbreitung.....	3
1.3.2	Lebenszyklus	4
1.3.3	Übertragung.....	4
2	Insekten	5
2.1	Übertragung von Infektionskrankheiten durch Insekten.....	5
2.2	Zielinsekten für diese Studie	6
2.2.1	<i>Tabanidae</i>	7
2.2.2	<i>Muscidae</i>	8
2.2.2.1	<i>Musca autumnalis</i> De Geer 1776.....	8
2.2.2.2	<i>Stomoxys calcitrans</i> Linnaeus, 1758	10
2.2.2.3	<i>Haematobia</i> spp.....	11
3	Insektenfallen.....	12
3.1	Umweltfallen.....	12
3.1.1	Nzi Trap.....	12
3.2	Drop Trap	12
3.3	Attraktanzien	13
4	Gründe für diese Studie.....	14
III	MATERIAL UND METHODEN	15
1	Ort und Dauer der Untersuchungen	15
2	Locktiere	15

3	Insektenfallen.....	17
3.1	Nzi Traps	19
3.2	Drop-Trap.....	21
3.2.1	Vorversuch	21
3.3	Kriterien für die Erstellung der Dop Trap.....	22
3.3.1	Bau der Drop Trap und eingesetzte Materialien	22
3.3.2	Insektenfänge in der Drop Trap	23
4	Bestimmung von Insekten	24
4.1	<i>Tabanidae</i>	25
4.2	<i>Muscidae</i>	25
5	Klimadaten.....	25
IV	ERGEBNISSE	26
1	Insektenfänge.....	26
1.1	Insektenfänge mittels Nzi Traps.....	27
1.1.1	Insekten der Familie <i>Tabanidae</i> : Gesamtüberblick	27
1.1.2	Insekten der Familie <i>Muscidae</i> : Gesamtüberblick	28
1.1.3	Nzi Traps I-V: Betrachtung der einzelnen Fallen	29
1.1.4	Aktivitätsperioden der verschiedenen Insektenpezies	30
1.1.5	Populationsentwicklung der verschiedenen Insektenpezies	31
1.2	Insektenfänge mittels Drop Trap: Gesamtüberblick	33
1.2.1	Insekten der Familie <i>Tabanidae</i>	34
1.2.2	Insekten der Familie <i>Muscidae</i>	34
1.3	Gegenüberstellung von Drop Trap und Nzi Trap Fängen.....	35
2	Handhabbarkeit der Drop Trap	37
V	DISKUSSION	40
VI	ZUSAMMENFASSUNG	47
VII	SUMMARY.....	49
VIII	LITERATURVERZEICHNIS	51
IX	ANHANG	60
X	DANKSAGUNG	73

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung II-1: Taxonomische Einordnung der Familien <i>Muscidae</i> und <i>Tabanidae</i> ..6	
Abbildung III-1: Konstellation der Rindergruppe auf dem Versuchsgelände	16
Abbildung III-2: Übersicht über das Versuchsgelände	17
Abbildung III-3: Versuchswaide	18
Abbildung III-4: Gewässer (Aufnahmen vom 09.09.2009 und 13.05.2010)	19
Abbildung III-5: NZI Trap I und Attraktanzien (Aufnahmen vom 13.07.2010)	20
Abbildung III-6: Ein Drop Trap-Prototyp aus dem Jahr 2009.	21
Abbildung III-7: Drop Trap und Locktier (Aufnahmen vom 26.08.2010)	24
Abbildung IV-1: Taxonomische Einordnung der verschiedenen, in dieser Studie gefangenen Spezies der Familie <i>Tabanidae</i>	26
Abbildung IV-2: Prozentuales Verhältnis der gefangenen Insekten der Familie <i>Tabanidae</i>	27
Abbildung IV-3: Taxonomische Einordnung der verschiedenen, in dieser Studie gefangenen Spezies der Familie <i>Muscidae</i>	28
Abbildung IV-4: Insektenfänge Nzi Traps I-V: Darstellung der Aktivitätszeiträume der sechs am häufigsten gefangen Tabanidenspezies und aller Insekten der Unterfamilie <i>Muscinae</i>	31
Abbildung IV-5: Gesamtfänge (Nzi Traps I-V), aus der Familie der <i>Tabanidae</i> :	32
Abbildung IV-6: Gesamtfänge (Nzi Traps I-V), aus der Familie der <i>Muscidae</i> :	33
Abbildung IV-7: Gegenüberstellung der Drop Trap Fangtage zu den Nzi Traps I und II	36
Abbildung IV-8: Gegenüberstellung der Drop Trap Fangtage zu den Nzi Traps I und II	37
Abbildung IV-9: Darstellung aller im Versuchszeitraum gefangenen Insekten	39
Abbildung IX-1: Bauzeichnerische Details zur Drop Trap: Türen	60
Abbildung IX-2: Bauzeichnerische Details zur Drop Trap: Seitenansicht	61
Abbildung IX-3: Bauzeichnerische Details zur Drop Trap: Dach	62
Abbildung IX-4: NZI Trap I-V: Darstellung der Fangergebnisse der Familie <i>Tabanidae</i> über den Versuchszeitraum	65
Abbildung IX-5: NZI Trap I-V: Darstellung der Fangergebnisse der Familie <i>Muscidae</i> über den Versuchszeitraum	66

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Locktiere auf der Weide, unterteilt in Kälber und erwachsene Rinder	16
Tabelle 2: Übersicht über alle in den Nzi Traps I-V gefangenen Musciden.....	29
Tabelle 3: Übersicht über alle in den Nzi Traps I-V gefangenen Tabanidenspezies ...	30
Tabelle 4: Insektenfänge Nzi Traps I-V: Angabe der wöchentlichen Fangzahl von Insekten- spezies, deren Gesamtaufkommen ≤ 25 Exemplare betrug.....	31
Tabelle 5: Überblick über Anzahl und Spezies der an den jeweiligen Drop Trap Tagen gefangenen Insekten.....	34
Tabelle 6: Darstellung der gefangenen und in die Ergebnisse mit einfließenden Insekten aus der Familie der <i>Muscidae</i> der Nzi Traps je Versuchswoche.....	62
Tabelle 7: Darstellung der gefangenen und in die Ergebnisse mit einfließenden Insekten aus der Familie der <i>Tabanidae</i> der Nzi Traps je Versuchswoche	64
Tabelle 8: Darstellung der Drop Trap Fänge	67
Tabelle 9: Übersicht über die Anzahl der pro Tag in den NZI Traps I und II gefangenen Spezies der Familie <i>Muscidae</i> und <i>Tabanidae</i> an den Drop Trap Fangtagen, fangarmen Tagen und fangreichen Tagen	69
Tabelle 10: Übersicht über die pro Fangzeit vom Deutschen Wetterdienst an der Wetterstation München/Flughafen ermittelten Wetterdaten an den Drop Trap Fangtagen: 25.06., 30.06., 07.07. und 13.07.....	70
Tabelle 11: Übersicht über die pro Fangzeit vom Deutschen Wetterdienst an der Wetterstation München/Flughafen ermittelten Wetterdaten an den Drop Trap Fangtagen: 20.07., 10.08., und 26.08.....	71
Tabelle 12: Wetterdaten für den Monat Juli 2010	72

I EINLEITUNG

Die bovine Besnoitiose ist eine parasitäre Erkrankung des Rindes, die durch den zystenbildenden Einzeller *Besnoitia besnoiti* hervorgerufen wird. Sie tritt gehäuft in Asien (Israel), Afrika und Südeuropa (Frankreich, Portugal, Spanien) auf. Im Jahr 2008 wurde diese Erkrankung erstmals bei in Deutschland geborenen Rindern diagnostiziert, und ein Jahr später wurde von ersten autochthonen Fällen in Italien berichtet. Die Ausbreitung der bovinen Besnoitiose in verschiedenen europäischen Staaten führte dazu, dass die European Food Safety Authority (EFSA) die Krankheit im Februar 2010 als „Emerging disease in Europe“ einstuft und Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise im Hinblick auf Forschung und Bekämpfung herausgab. So wird unter anderem die Notwendigkeit der Durchführung von entomologischen Studien in Europa zur Bedeutung von hämatophagen Insekten als potentielle mechanische Vektoren des Erregers betont.

Die Übertragung von *B. besnoiti* durch blutsaugende Insekten aus den Familien *Tabanidae*, *Glossinidae*, *Culicidae* und *Muscidae* wurde bereits in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts in südafrikanischen Studien untersucht. So konnte in Übertragungsversuchen nachgewiesen werden, dass Spezies dieser Familien in der Lage waren, *B. besnoiti* auf naive Rinder zu übertragen. Welche Rolle die hiesigen Stechinsektenpopulationen bei der natürlichen Übertragung der Erkrankung spielt, ist bislang noch nicht erforscht. Zudem ist unbekannt, ob nicht-stechende Insekten der Familie *Muscidae* Parasitenstadien aus Hautwunden oder an betroffenen Schleimhäuten aufnehmen und weiterverbreiten können.

Ziel dieser Arbeit war es, Spektrum und Aktivitätsperioden potentieller Vektoren für die mechanische Übertragung von *B. besnoiti* auf dem Gelände des ersten in Deutschland von boviner Besnoitiose betroffenen Betriebes zu untersuchen.

II LITERATURÜBERSICHT

1 Bovine Besnoitiose

Der Erreger der bovinen Besnoitiose, *Besnoita besnoiti*, wurde im Jahr 1912 erstmalig von Besnoit und Robin in Frankreich beschrieben und noch im selben Jahr taxonomisch eingeordnet (Besnoit und Robin, 1912; Marotel, 1912, zitiert von Pols 1960). Bislang sind zehn Spezies der Gattung *Besnoitia* bekannt. Es handelt sich hierbei, wie bei den eng verwandten Arten *Toxoplasma gondii* und *Neospora caninum*, um Zysten-bildende Kokzidien aus dem Stamm der Apicomplexa (Olias et al., 2011).

1.1 Krankheitsverlauf

Infiziert sich ein Rind mit *B. besnoiti*, so kann die Krankheit subklinisch oder klinisch verlaufen. Beim klinischen Verlauf lässt sich das akute Stadium (Anasarka-Stadium) vom chronischen Stadium (Sklerodermalstadium) unterscheiden (Bigalke und Prozesky, 1994).

1.1.1 Subklinischer Krankheitsverlauf

Eine Infektion ist bei subklinisch erkrankten Tieren nur durch den Nachweis von Antikörpern im Serum zu diagnostizieren. In einer Herde, in der sich *B. besnoiti* etabliert hat, beträgt der Anteil an Tieren im subklinischen Stadium etwa 60-80 % aller betroffenen Rinder (Gollnick et al., 2009; Fernandez-Garcia et al., 2010; Gollnick et al., 2010a).

1.1.2 Klinischer Krankheitsverlauf

1.1.2.1 Anasarkastadium

Das Anasarka-Stadium der Erkrankung wird auch als Ödem-Stadium bezeichnet und stellt das akute Stadium der Besnoitiose dar. Nach einer Inkubationszeit von vier bis zwölf Tagen vermehren sich die schnell-teilenden Parasitenstadien (Tachyzoiten) in den Gefäßendothelien (Basson et al., 1970). Dies führt zu Fieber, Nasen- und/oder Augenausfluss, Vergrößerung der Lymphknoten und den namensgebenden Ödemen in der Unterhaut, die sich jedoch nur teilweise bei der klinischen Untersuchung feststellen lassen (Bigalke und Prozesky, 1994; Rostaher et al., 2010). Infizierte Tiere sondern sich von der Herde ab und leiden unter

Fressunlust, Niedergeschlagenheit und Lahmheit. Obwohl sich die Futteraufnahme nach wenigen Tagen wieder normalisiert, verlieren Tiere an Körpermasse und magern ab (Gollnick et al., 2010b). Bei Bullen kann es zu nekrotisierenden Hodenentzündungen mit nachfolgender Sterilität kommen (Kumi-Diaka et al., 1981).

1.1.2.2 Sklerodermalstadium

Im Sklerodermalstadium vermehren sich langsam-teilende Parasitenstadien (Bradyzoiten) in mesenchymalen Zellen und führen zur Zystenbildung. Histopathologisch sind diese Zysten ein bis zwei Wochen nach Beginn der akuten Phase darstellbar (Basson et al., 1970), makroskopisch kann man sie nach sechs Wochen erkennen (Bigalke, 1968). Zysten treten in der gesamten Haut, der Augenbindehaut, der Schleimhaut des äußeren Genitaltraktes, der Schleimhaut des oberen Respirationstrakts und in den Wänden großer Gefäße auf. Die Folgen dieser Zystenbildung zeigen sich durch generalisierte diffuse und knotige Verdickung der Haut mit Faltenbildung und Haarverlust (Gentile et al., 2010; Majzoub et al., 2010; Rostaher et al., 2010; Gentile et al., 2012). Bullen, welche in der akuten Phase an Orchitis erkrankten, können eine Hodenatrophie aufweisen (Kumi-Diaka et al., 1981).

1.2 Therapie

Europaweit gibt es zum aktuellen Zeitpunkt keine wirksame Therapie oder Vakzine gegen *B. besnoiti* (EFSA, 2010; Jacquet et al., 2010; Olias et al., 2011).

1.3 Epidemiologie

1.3.1 Verbreitung

Beschreibungen des Krankheitsbildes, welches durch *B. besnoiti* ausgelöst wird, reichen bis in das frühe neunzehnte Jahrhundert zurück. Zunächst beschränkten sich Berichte über die so genannte „Elefantenhautkrankheit“ auf Frankreich und Portugal. In den 40er bis 80er Jahren des zwanzigsten Jahrhundert wurde die Besnoitiose dann auch in Ländern Afrikas und Asiens diagnostiziert (Ferrié, 1984). Seit 1990 mehren sich die Berichte über Ausbrüche von boviner Besnoitiose in Rinderherden Frankreichs, Portugals und Spaniens (EFSA, 2010; Jacquet et al., 2010). Im September 2008 wurde die Krankheit erstmals in einer deutschen Mutterkuhherde festgestellt und seit 2009 sind auch in Italien geborene

Rinder in von Besnoitiose betroffen (Gollnick et al., 2009; Gollnick et al., 2010a; Rostaher et al., 2010; Manuali et al., 2011; Gentile et al., 2012).

1.3.2 Lebenszyklus

Der vollständige Lebenszyklus von *B. besnoiti* ist unbekannt; in Analogie zu *T. gondii* und einigen anderen *Besnoitia*-Spezies wird von einem mehrwirtigen Zyklus ausgegangen. Man nimmt somit an, dass es einen Endwirt gibt, in dem sich die sexuelle Vermehrung des Parasiten vollzieht, und einen Zwischenwirt, in dem die asexuelle Vermehrung stattfindet (Olias et al., 2011). Der Endwirt ist unbekannt, als Zwischenwirte fungieren in erster Linie Rinder, aber auch Kaninchen und verschiedene Nager-Spezies sind empfänglich (Bigalke, 1968; Basso et al., 2011).

1.3.3 Übertragung

Die natürliche Übertragung von *B. besnoiti* ist noch nicht vollständig geklärt. Die mechanische Übertragung durch intensiven Kontakt der Tiere, wie etwa beim Deckakt, ist wissenschaftlich nicht belegt, wird aber vor dem Hintergrund, dass Zuchtstiere häufig von Besnoitiose betroffen sind, diskutiert (Gollnick et al., 2010b). Denn gerade bei hochgradig infizierten weiblichen Tieren befinden sich Parasitenzysten oftmals in der Schleimhaut des weiblichen Genitale, so dass es denkbar erscheint, dass beim Deckakt derartige Zysten zerstört und Parasitenstadien freigesetzt werden. Diese könnten über Mikroläsionen an Penis und Präputium des Bullen in dessen Blutbahn gelangen. Eine artifizielle Übertragung durch Blut oder Gewebe ist ebenfalls möglich (Bigalke, 1968).

Die mechanische Übertragung von *B. besnoiti* durch blutsaugende Insekten, welche mit ihren Mundwerkzeugen in der Lage sind, die Wände der Parasitenzysten zu durchdringen wurde bereits im letzten Jahrhundert in Tierversuchen nachgewiesen (Bigalke, 1968). So konnte gezeigt werden, dass die Bremsen *Tabanocella denticornis* (Wiedemann, 1828), *Atylotus nigromaculatus* (Ricardo, 1900), die Tsetsefliege *Glossina brevipalpis* (Newstead, 1910), die Stechmücke *Culex simpsoni* (Theobald, 1905) und der Wadenstecher *Stomoxys calcitrans* (Linnaeus, 1758) in der Lage waren, *B. besnoiti* aus der Haut chronisch kranker Rinder oder Kaninchen aufzunehmen und auf andere Rinder und Kaninchen zu übertragen. Die Bedeutung der Stechinsektenpopulation in unseren Breitengraden bei der Verbreitung der bovinen Besnoitiose wurde bislang noch

nicht untersucht. Zudem ist unbekannt, ob nicht-blutsaugende Insekten der Gattung *Musca* den Erreger der bovinen Besnoitiose übertragen können.

2 Insekten

Diese Arbeit beschäftigt sich ausschließlich mit Insekten der Ordnung Diptera (Zweiflügler), welche derzeit etwa 150 bekannte Familien mit 150.000 beschriebenen Spezies umfasst (Gullan und Cranston, 2010b). Etwa 16.000 dieser Spezies, so schätzt man, sind von medizinischem und veterinärmedizinischem Interesse (Feener und Brown, 1997).

2.1 Übertragung von Infektionskrankheiten durch Insekten

In der Tiermedizin spielen Insekten der Ordnung Diptera insbesondere eine Rolle als Lästlinge und Überträger von Infektionskrankheiten (Feener und Brown, 1997; Bauer et al., 2006; Durden und Mullen, 2009).

Bei der Übertragung von Krankheitserregern durch Insekten wird zwischen zyklischer und mechanischer Transmission unterschieden. Bei der zyklischen Übertragung wird ein Erreger von einem Insekt z.B. bei einer Blutmahlzeit aufgenommen und kann sich in diesem weiterentwickeln und ggf. vermehren. Das Insekt dient hierbei entweder als Zwischen- oder Endwirt für den Erreger. Bei einer weiteren Mahlzeit des infizierten Vektors können Erreger dann über den Speichel oder den Kot auf ein naives Wirtstier übertragen werden. Man spricht in diesem Fall von horizontaler Transmission, da der Vektor den Erreger von Wirt zu Wirt der gleichen Generation überträgt. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit der vertikalen, zyklischen Transmission, bei der ein infizierter Vektor den Erreger zunächst auf seine Nachfahren überträgt, bevor ein naiver Wirt infiziert werden kann (Reisen, 2009).

Bei der mechanischen Transmission von Krankheitserregern handelt es sich immer um eine horizontale Übertragung. Bei der Nahrungsaufnahme haftet der Erreger an den Mundwerkzeugen, den Beinen oder Flügeln eines Vektorinsekts und wird, ohne dass er sich vermehrt oder weiterentwickelt bei der nächsten Mahlzeit auf einen empfänglichen Wirt übertragen. Es besteht auch die Möglichkeit, dass der Erreger bei der nächsten Mahlzeit mit dem Speichel aus dem Ösophagus des Insekts gespült wird und es auf diesem Wege zur Infektion eines Wirtstiers kommt (Carn, 1996; Tan et al., 1997; Moon, 2009).

Bigalke (1968) zeigte, dass *Tabanidae*, welche *B. besnoiti* bei einer Blutmahlzeit aufgenommen hatten, nur für maximal 24 Stunden infektiös waren. *Stomoxys calcitrans* konnte *B. besnoiti* nur bis zu drei Stunden nach Aufnahme erfolgreich übertragen. Diese Ergebnisse sprechen gegen eine vertikale Übertragung von *B. besnoiti*. Des Weiteren breitet sich die bovine Besnoitiose zwar innerhalb einer Rinderherde in kurzer Zeit aus, benachbarte Rinder welche ohne direkten Kontakt im Abstand von wenigstens 50 m zu betroffenen Tieren gehalten werden, bleiben jedoch meist frei von Infektionen mit *B. besnoiti* (Gollnick, unveröffentlichte Daten). Unter Berücksichtigung dieser Informationen beschäftigt sich diese Arbeit ausschließlich mit Untersuchungen zum Vorkommen von Insekten, welche als mechanische Überträger von *B. besnoiti* in Frage kommen. Hierzu zählen neben blutsaugenden Insekten möglicherweise auch die nicht-hämatophagen Insektenspezies *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) und *Musca autumnalis* (De Geer, 1776) der Familie *Muscidae*. So konnte *B. besnoiti* in der Tränenflüssigkeit von Rindern nachgewiesen werden (Cortes et al., 2003), welche eine der Nahrungsquellen von *Musca spp.* darstellt.

2.2 Zielinsekten für diese Studie

Im Fokus dieser Arbeit stehen Insekten der Familien *Tabanidae* und *Muscidae*. Zwar konnte Bigalke (1968) auch eine Übertragung von *B. besnoiti* durch Steckmücken vom Rind auf Kaninchen nachweisen, Untersuchungen zum Vorkommen von Spezies der Familie *Culicidae* sind jedoch nicht Bestandteil dieser Studie.

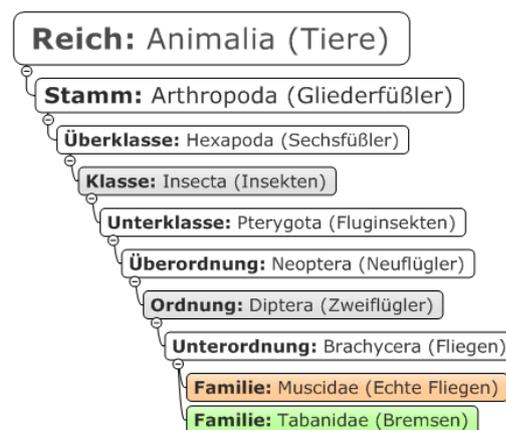


Abbildung II-1: Taxonomische Einordnung der Familien *Muscidae* und *Tabanidae* (Gullan und Cranston, 2010a)

2.2.1 *Tabanidae*

Die Familie der *Tabanidae* umfasst 133 bekannte Gattungen welche zu den drei Subfamilien *Pangoniinae*, *Chrysopsinae* und *Tabaninae* gehören. Spezies von medizinischer und tiermedizinischer Bedeutung stammen aus den beiden letztgenannten Subfamilien (Mullens, 2009).

Biologie und Verhalten von Tabaniden lassen sich nur sehr eingeschränkt unter Laborbedingungen untersuchen. Dies hängt damit zusammen, dass diese Insekten, eine sehr lange Larvenperiode von mehreren Monaten bis Jahren durchlaufen und dabei bis zu 13 Larvenstadien passieren. Larven der Gattung *Chrysops* ernähren sich dabei von pflanzlichem Material, während den Insektenspezies der Gattungen *Tabanus* und *Haematopota* auch andere Insektenlarven und kleine Arthropoden als Nahrung dienen (Wall und Shearer, 2001). Die bis zu 3 cm langen adulten Tabaniden lassen sich in Gefangenschaft nicht an ein begrenztes Behältnis oder einen Käfig gewöhnen und verletzen sich so schwer, dass sie nicht für Laborstudien zur Verfügung stehen (Bigalke, 1968; Foil und Hogsette, 1994). Dennoch ist die Bedeutung von Tabaniden bei der mechanischen Verbreitung von Krankheitserregern belegt. So spielen sie unter anderem eine Rolle bei der Verbreitung von Equiner Infektiöser Anämie, Klassischer Schweinepest, Enzootischer Leukose des Rindes, Anaplasmose, Tularämie, Milzbrand und Surra (Krinsky, 1976; Foil et al., 1988).

Insekten, welche zu den Subfamilien *Chrysopsinae* und *Tabaninae* gehören, sind überwiegend tagaktiv (Allan et al., 1987). Nur die Weibchen sind hämatophag. Sie können sich aber ebenso wie die Männchen von Pflanzennektar ernähren (Mullens, 2009). Nach der Begattung benötigt ein Weibchen jedoch eine proteinreiche Blutmahlzeit, bevor es 100-1000 Eier von 1-2,5 mm Länge an der Unterseite von Blättern, an Pflanzenstengeln, Baumrinden oder auf Steinen meist in der Nähe von stehenden oder fließenden Gewässern, dem bevorzugten Habitat von Tabanidenlarven, ablegt (Taylor et al., 2007; Mullens, 2009). Die Zeitspanne zwischen zwei Blutmahlzeiten, in der die Oogenese und Eiablage stattfinden, beträgt drei bis vier Tage (Foil und Hogsette, 1994). Bevorzugte Wirte für Weibchen der Subfamilie *Tabaninae* sind Rinder, Pferde und Wildwiederkäuer. Insektenspezies der Subfamilie *Chrysopsinae* suchen ebenfalls diese großen Säugetiere, aber auch Menschen und einige Vogel- und Reptilienarten auf (Mullens, 2009). In gemäßigten Klimazonen bringen die meisten Spezies der

Familie *Tabanidae* pro Jahr nur eine Generation hervor. Die adulten Insekten sterben am Ende des Sommers und die neue Generation entwickelt sich aus den überwinterten Larven (Service, 2008a).

Bezüglich der Übertragung von Krankheitserregern erfüllen Insekten der Familie *Tabanidae* die Kriterien eines guten mechanischen Vektors. Die weiblichen Bremsen besitzen sehr starke Mundwerkzeuge, die bei einem Stich die Haut eines Wirtstiers regelrecht durchschneiden. Dies ist sehr schmerzhaft und führt regelmäßig zu Abwehrbewegungen von Wirtstieren und somit zur Unterbrechung der Nahrungsaufnahme des Insekts. Nicht selten setzt dann das Vektorinsekt die Mahlzeit auf einem anderen, sich in der Nähe befindlichen Wirtstier fort (Bigalke, 1968; Foil, 1989). *Tabanidae* sind in der Lage, die dicke Wand von *B. besnoiti* Zysten zu zerstören. Dabei können Bradyzoiten unter anderem an den paarigen Mandibeln und Maxillen des Insekts haften bleiben und bei der nächsten Nahrungsaufnahme auf ein anderes Wirtstier übertragen werden (Bigalke, 1968).

2.2.2 *Muscidae*

Die Familie der *Muscidae* umfasst etwa 4.200 Spezies, welche 190 bekannten Gattungen zugeordnet werden. Die für diese Studie als Zielinsekten definierten Spezies gehören der Subfamilie *Muscinae* an. Insekten der Gattung *Musca* gehören zu den nicht-hämatophagen *Muscinae*, während es sich bei Spezies der Gattungen *Stomoxys* und *Haematobia* um blutsaugende Stechinsekten handelt (Moon, 2009).

2.2.2.1 *Musca autumnalis* De Geer 1776

Es gibt über 70 verschiedene Spezies der Gattung *Musca*. In Europa sind insbesondere die Spezies *Musca domestica* (Stubenfliege) und *Musca autumnalis* (Gesichts- oder Augenfliege) von Bedeutung (Service, 2008b; Moon, 2009).

Musca domestica vermeidet direktes Sonnenlicht und lebt in der Nähe von Tieren und Menschen in Ställen und Häusern, wo das Insekt unter anderem Festmist, Hausmüll, zersetzendes organisches Material aber auch Lebensmittel für die Nahrungsaufnahme und Eiablage nutzt. Bei *Musca domestica* handelt es sich in Gegensatz zu *Musca autumnalis* nicht um Parasiten sondern um synanthrope, also hervorragend an menschliche Lebensräume angepasste Insekten (Wall und Shearer, 2001; Service, 2008b).

Anders als *Musca domestica* bevorzugt *Musca autumnalis* ein Habitat fern von Gebäuden und schattigen, dunklen Unterständen mit viel direktem Sonnenlicht (Wall und Shearer, 2001). Eine Überwinterung adulter Insekten findet in Gebäuden statt (Taylor et al., 2007). Männchen und Weibchen von *Musca autumnalis* halten sich hauptsächlich im Kopfbereich von Rindern, Bisons und Pferden auf und ernähren sich vorwiegend von deren Augen- und Nasensekreten sowie von der Konjunktiva und Schleimhaut im Nasenbereich (Van Geem und Broce, 1985; Krafur und Moon, 1997). Diese Insekten ernähren sich aber auch vom Kot ihrer Wirtstiere und von Wundsekreten. Da sie auch Blut, z.B. aus Insektenbisswunden, aufnehmen, werden sie auch als fakultativ-hämatophage Insekten klassifiziert (Miller und Treece, 1968; Van Geem und Broce, 1985). Wie alle bedeutsamen *Musca* Spezies gehört *Musca autumnalis* zu den anautogenen Insekten. Dies bedeutet, dass die Weibchen für die Oogenese eine proteinreiche Mahlzeit benötigen (Moon, 2009). Die Eiablage erfolgt ausschließlich in frischem Wirtskot (Wall und Shearer, 2001). Unter günstigen Umwelt- und Witterungsbedingungen können die erwachsenen Insekten nach dem Passieren von drei Larven- und einem Puppenstadium innerhalb von zwei Wochen schlüpfen (Taylor et al., 2007). Bis zu zwölf Generationen können sich in einigen Regionen pro Jahr entwickeln. Das durchschnittliche Lebensalter adulter Weibchen liegt bei elf Tagen. In dieser Zeit kann das bis zu 10 mm große Insekt je nach Nahrungs- und Witterungssituation bis zu drei Mal Eier ablegen (Krafur und Moon, 1997; Moon, 2009).

Musca autumnalis gehört wie *Musca domestica* zu den leckend-saugenden Musciden. Der Saugrüssel (Proboscis) kann ein- und ausgefahren werden. An seinem Ende befinden sich die paarigen Lippen (Labella), die von etwa 30 Speichelrinnen, den sogenannten Pseudotracheae durchzogen werden und durch welche flüssige Nahrung in die Speiseröhre aufgesogen wird. Um den Eingang der Speiseröhre herum liegen pro Labellum sechs kleine scharfe Zähne (*engl.* prestomal teeth) (Elzinga und Broce, 1986). Mit diesen kann *Musca autumnalis* die Oberfläche von festen Nahrungspartikeln oder Geweben, wie zum Beispiel der Konjunktivalschleimhaut, aufrauen und Nahrungspartikel abkratzen, welche dann in Speichel oder regurgitiertem Nahrungsbrei aufgenommen und abgeschluckt werden. Krankheitserreger, die zuvor bei einer Mahlzeit auf einem anderen Wirtstier aufgenommen wurden, können dann mit dem Speichel oder

Nahrungsbrei auf das neue Wirtstier übertragen werden (Broce und Elzinga, 1984; Service, 2008b). Des Weiteren ist aber auch die mechanische Übertragung durch an Flügeln oder Beinen anhaftende Erreger möglich (Tan et al., 1997).

Musca autumnalis spielt unter anderem eine wichtige Rolle als mechanischer Vektor des Bakteriums *Moraxella bovis*, dem Erreger der infektiösen bovinen Keratokonjunktivitis. Des Weiteren dient *Musca autumnalis* als Zwischenwirt für die Nematoden *Thelazia spp.* und *Parafilaria bovicola* (Coleman und Gerhardt, 1987; Krafsur und Moon, 1997).

2.2.2.2 *Stomoxys calcitrans* Linnaeus, 1758

Die Gattung *Stomoxys* umfasst 17 Insektenarten; *Stomoxys calcitrans* ist ihr am weitesten verbreitete Vertreter (Foil und Hogsette, 1994). Das bis zu 7 mm große Insekt ähnelt auf den ersten Blick den Spezies *Musca domestica* und *Musca autumnalis*. Es wird überwiegend in der Nähe von landwirtschaftlichen Betrieben gefunden, wo es seine Wirtstiere findet und als Larve oder Puppe unter anderem in Festmist, Silage oder Heu überwintern (Berkebile et al., 1994). Sowohl weibliche also auch männliche Insekten sind hämatophag. Ihnen dienen neben landwirtschaftlichen Nutztieren und Haustieren, wie Hunden und Katzen, auch Wildwiederkäuer und Menschen als Quelle für die bei warmen Umgebungstemperaturen etwa alle 24 Stunden benötigte Blutmahlzeit (Allan et al., 1987; Service, 2008b; Moon, 2009). Die bevorzugten Körperregionen für die Blutaufnahme sind die Beine von Wirtstieren. Ist die Insektenpopulation sehr groß, suchen die Insekten auch die seitliche Brust- und Bauchwand, sowie den Rücken des Wirts auf (Foil und Hogsette, 1994). Bei der Nahrungsaufnahme wird der in Ruhehaltung nach vorne gerichtete Saugrüssel (Proboscis) abgesenkt und die im Vergleich zu *Musca spp.* kleineren Lippen (Labella) werden gegen die Haut gedrückt. Mit den sich um den Speiseröhrenaussgang befindlichen Zähnen (*engl.* prestomal teeth), die im Vergleich zu denen nicht blutsaugender *Muscidae* deutlich größer sind, wird dann mit Abwärts- und Seitwärtsbewegungen die Haut penetriert. Schließlich wird der Proboscis verankert und Blut, das in die Wunde fließt, wird über die Speiseröhre aufgesaugt (Elzinga und Broce, 1986; Moon, 2009). Die Bisse von *Stomoxys calcitrans* sind schmerzhaft, und Wirte reagieren mit entsprechenden Abwehrbewegungen. Setzen die Insekten die Blutmahlzeit dann auf einem anderen Tier fort, können Krankheitserreger, die am den Mundwerkzeugen haften, z.B. *B. besnoiti*, *Trypanosoma evansi* oder der Erreger

der Equinen Infektiösen Anämie (EIA-Virus) mechanisch auf andere Tiere übertragen werden (Bigalke, 1968; Foil und Hogsette, 1994; Service, 2008b). Adulte *Stomoxys calcitrans* beginnen mit der Paarung im Alter von 3-5 Tagen. Weibchen legen dann zwischen dem fünften und achten Lebenstag die ersten Eier in Festmist, zersetzendes Pflanzenmaterial oder Futterreste. Pro Zyklus legen die Weibchen zwischen 60 und 130 Eier. Die Lebensleistung in ihrem etwa zweiwöchigen Leben liegt zwischen 60 und 800 Eiern. Je nach Umwelt- und Witterungsbedingungen dauert die Entwicklung über drei Larven- und ein Puppenstadium bis zum erwachsenen Insekt 20-29 Tage. *Stomoxys calcitrans* hat meist einen geringen Aktivitätsradius und wartet eher auf einen Wirt, als dass es Tieren folgt. Muss sich das Insekt allerdings auf die Suche nach einer Blutmahlzeit begeben, so fliegt bis zu 5 km weit (Foil und Hogsette, 1994).

2.2.2.3 *Haematobia* spp.

Haematobia irritans (Linnaeus, 1758) und *Haematobia stimulans* (Meigen, 1824) sind in unseren Breitengraden die bedeutsamsten Spezies der Gattung *Haematobia*. Während *Haematobia irritans* seinen Wirt, das Rind (seltener Schaf, Pferd oder Hund) nur verlässt, um einen anderen Wirt aufzusuchen oder Eier im frischen Wirtskot abzulegen, gleicht das Verhalten von den etwa 6 mm großen *Haematobia stimulans* mehr dem von *Stomoxys calcitrans* (Taylor et al., 2007; Moon, 2009). Männchen und Weibchen von *Haematobia* spp. sind hämatophag, und ihre Bisse sind für die Wirtstiere schmerzhaft. Das nur 3-4 mm große Insekt *Haematobia irritans* nimmt täglich 20-30 Blutmahlzeiten auf und ist daher eines der bedeutsamsten Lästlinge von Rindern mit schwerwiegenden Folgen für Gesundheit und Produktivität dieser Nutztiere (Foil und Hogsette, 1994). Die Entwicklung vom Ei über drei Laven- und ein Puppenstadium zum adulten Insekt dauert bei *Haematobia* spp. 10-16 Tage. Drei bis fünf Generationen können in einem Jahr vorkommen (Foil und Hogsette, 1994; Taylor et al., 2007). Anschließend überwintern *Haematobia* spp. als Puppe im Rinderkot (Thomas und Kunz, 1986). *Haematobia irritans* ist ein Zwischenwirt für den Parasiten *Stephanofilaria stilesi*. Die Bedeutung von *Haematobia* spp. als mechanischer Vektor wird derzeit als gering eingeschätzt (Foil und Hogsette, 1994).

3 Insektenfallen

3.1 Umweltfallen

Eine Vielzahl verschiedener Insektenfallen wurde für die Durchführung entomologischer Studien, aber auch zur umweltfreundlichen Insektenbekämpfung entwickelt. Hierbei machte man sich zu Nutze, dass Insekten bei der Suche nach einem Wirt auf visuelle und olfaktorische Reize reagieren (Allan et al., 1987; Gibson und Torr, 1999). Eine gut bebilderte Übersicht über Funktion und Einsatzbereich unterschiedlicher Umweltfallen bietet die folgende Homepage: http://www.nzitrap.com/Nzi_trap/Literature/Literat.htm. Diese wurde von dem Entomologen Dr. Steve Mihok zusammengestellt. Dr. Mihok hat auch die in dieser Studie genutzte Umweltfalle entworfen.

3.1.1 Nzi Trap

Im Jahr 2002 veröffentlichte Mihok detaillierte Beschreibungen zur Entwicklung einer sehr einfach gehaltenen, eckigen Insektenfalle aus blauem und schwarzem Stoff (siehe Abbildung III-5). Die Falle erhielt den Namen Nzi Trap (von Swahili *Nzi* „Fliege“). Mihok zeigte, dass sich diese Falle beim Fang von blutsaugenden Insekten aus der Unterfamilie *Muscinae* besser eignete als die bislang als beste für diese Insektengruppe gehandelte Vavoua Trap. Zudem konnte er ähnlich gute Fangerfolge wie mit den größeren Canopy Traps für Tabanidenspezies nachweisen. In einer australischen Studie wurden mit Nzi Traps im Vergleich zu Canopy Traps sogar deutlich bessere Ergebnisse erzielt (van Hennekeler et al., 2008). Auch Mohamed-Ahmed et al. (2007) zeigten, dass sich die Nzi Trap im Vergleich zu anderen Fangmethoden hervorragend für Feldstudien zum Vorkommen von Musciden und Tabaniden eignet. Die Funktionsweise vom Nzi Traps beruht darauf, dass Insekten durch den visuellen Reiz, ausgehend von einer bestimmten Kombination von blauem und schwarzem Stoff, angelockt werden und in die Falle hinein fliegen. Im Inneren der Nzi Trap orientieren sich die Insekten nach dem Licht in Richtung Rückseite und Dach der Falle. So wandern sie schließlich in die durchsichtigen Fangbehälter, aus denen sie sich nicht mehr befreien können (Mihok, 2002).

3.2 Drop Trap

Der Einsatz von Umweltfallen eignet sich nur bedingt für das Studium von blutsaugenden Insekten. Insbesondere dann, wenn Untersuchungen zur Rolle

bestimmter Spezies als potentielle Vektoren von Krankheitserregern durchgeführt werden, sind Informationen aus Insektenfängen in direkter Nähe vom Wirtstier von besonderem Wert (Silver, 2007). Neben dem Einsatz von Insektenfangnetzen oder Klebstofffallen werden dafür auch sogenannte Fallnetz-Fallen genutzt. In diesen, im Englischen auch als animal-baited traps oder Drop Traps bezeichneten Fallen, werden Wirte (Mensch oder Tier) zum Anlocken der Insekten positioniert. Nach einer bestimmten Lockzeit werden Fallnetze herabgelassen und die Insekten in der Falle mittels verschiedener Techniken eingefangen, abgesammelt oder aufgesaugt (Turner, 1972; Wilton et al., 1985; Viennet et al., 2011). Meist finden Drop Traps bei Studien zu Stechmücken (Familie *Culicidae*) Anwendung, aber auch *Tabanidae* wurden bereits auf diese Weise gefangen (Everett und Lancaster, 1968; Carpenter et al., 2008).

3.3 Attraktanzien

Blutsaugenden Insekten müssen, wenn sie nicht wie z.B. *Haematobia irritans* fast ausschließlich auf ihrem Wirt leben, Wirtstiere und somit ihre Nahrung suchen. So haben sie eine Reihe von Mechanismen entwickelt, wie sie Tiere und Menschen, die sich bewegen, verstecken oder bestimmte Abwehrmechanismen entwickelt haben, auffinden können (Gibson und Torr, 1999). Seh- und Geruchssinn von Insekten spielen dabei eine herausragende Rolle (Allan et al., 1987; Foil und Hogsette, 1994). Es gibt verschiedene Berichte darüber, dass Tabaniden von Tieren oder Ködern von dunkler Farbe stärker angezogen werden, als von heller Farbe. Dabei ist ein wichtiger Faktor der Kontrast von hell zu dunkel (Thompson und Pechuman, 1970; Allan et al., 1987; Egri et al., 2012). Hanec und Bracken (1962) zeigten, dass Tabaniden in den Wellenlängenbereichen für violette (380 und 430 nm) und blaues Licht (500 und 550 nm) besonders photosensitiv sind. Insekten der Gattung *Haematobia* zeigen einen photosensitiven Peak im Bereich von 360 nm (UV-Licht) und 490 nm (blaues Licht). Während *Stomoxys calcitrans* neben UV-Licht (350-365 nm) und blaugrünem (450-500 nm) auch orange-rotes Licht (625-640 nm) wahrnehmen (Agee und Patterson, 1983). Neben der Farbe nehmen Insekten auch die Form von Gegenständen oder Lebewesen, sowie deren Ausrichtung im Raum wahr (Gibson und Torr, 1999).

Abgestandener Urin von Kühen, Pferden, Schafen oder Schweinen ist ein sehr guter natürlicher Lockstoff für weibliche Tabaniden. Umweltfallen, die zusätzlich

mit diesem versehen wurden, erzielten deutlich höhere Fangerträge als Fallen ohne Attraktanzien (Krčmar et al., 2006; Mihok und Mulye, 2010). Frischer Urin von Wirtstieren zeigt hingegen keine Wirkung auf Insekten der Familie *Tabanidae* (Okech und Hassanali, 1990). Werden zu natürlichen noch synthetische Lockstoffe wie Phenole oder Octenol hinzugegeben, so können die Fangergebnisse noch verbessert werden (Mihok und Mulye, 2010). Aceton als alleiniger synthetischer Lockstoff steigert die Fangerfolge von Musciden, vorrangig der Gattung *Stomoxys spp.*, signifikant (Mihok et al., 2007). Des Weiteren findet auch CO₂ in Form von Trockeneis oft eine Rolle als Lockstoff in der Entomologie (Cilek, 1999).

4 Gründe für diese Studie

Bis vor wenigen Jahren stellte die bovine Besnoitiose in nur wenigen Regionen Europas ein Problem in der Rinderpopulation dar (Cortes et al., 2003; Castillo et al., 2009; Jacquet et al., 2010). Die epidemiologischen Entwicklungen der letzten Jahre bieten jedoch Grund zur Besorgnis und veranlassten die EFSA, in ihrer Stellungnahme vom Februar 2010 Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise im Hinblick auf Forschung und Bekämpfung der bovinen Besnoitiose zu veröffentlichen (EFSA, 2010).

So betonen die Verfasser der Stellungnahme die Bedeutung von Untersuchungen zum Lebenszyklus, Wirtsspektrum und zur direkten und indirekten Übertragung von *B. besnoiti*. Diese Informationen werden für epidemiologische Untersuchungen, welche in endemischen Regionen flächendeckend durchgeführt werden sollten, benötigt. Zudem ist die Weiterentwicklung und Standardisierung von diagnostischen Methoden erforderlich, um diese Empfehlungen erfolgreich umzusetzen.

Welche Rolle in Europa vorkommende Insektenpezies bei der Verbreitung der bovinen Besnoitiose spielen, ist belang unbekannt. Mit dieser Studie wird die Empfehlung der EFSA, die Bedeutung von hämatophagen Insekten als potentielle mechanische Vektoren von *B. besnoiti* näher zu untersuchen, aufgegriffen und soll eine Grundlage für weitere Studien bieten.

III MATERIAL UND METHODEN

1 Ort und Dauer der Untersuchungen

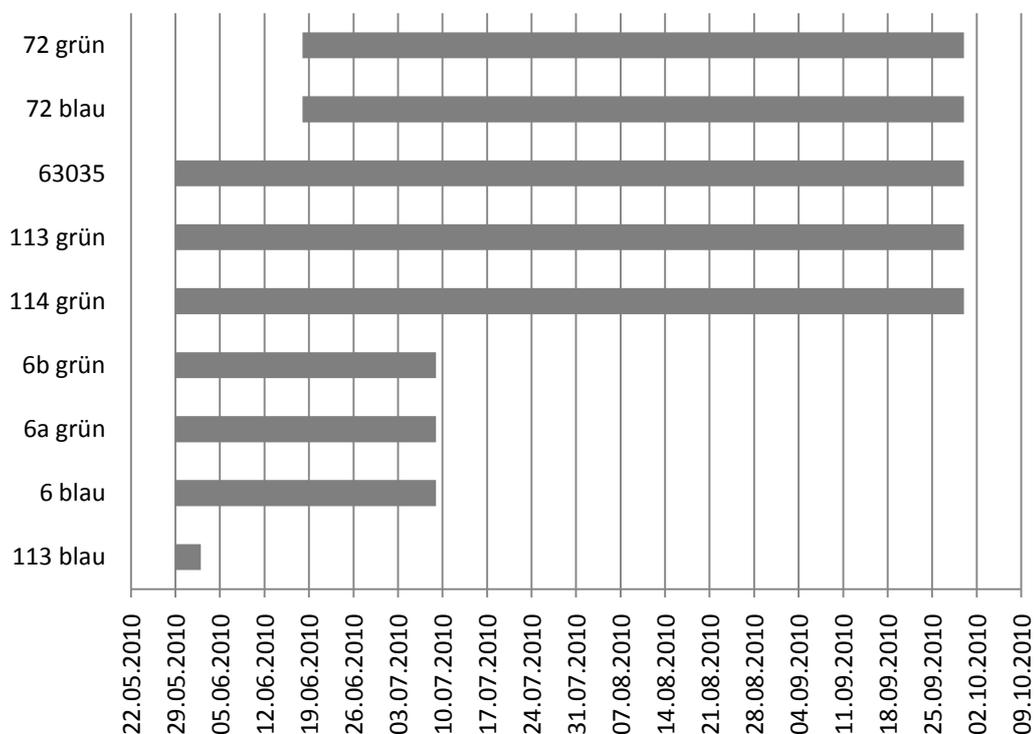
Die Untersuchungen wurden im Zeitraum vom 29.05.2010 bis 30.09.2010 in Bockhorn (Landkreis Erding), Deutschland (460 m über Normal Null; 48° 18' 52" nördliche Breite; 11° 59' 13" östliche Länge) durchgeführt. Das genutzte ca. 1,5 ha große Weideareal gehört zu einem Mutterkuhbetrieb in dem im Jahr 2008 erstmals in Deutschland die Krankheit bovine Besnoitiose diagnostiziert wurde. Auf dem Versuchsgelände befinden sich zwei stehende Gewässer. Zudem wird es von einem langsam fließenden Bach mit hoher Randvegetation flankiert und von einem weiteren durchzogen. Des Weiteren grenzt das Versuchsgelände an eine Weide eines benachbarten Landwirts an, auf dem sich ebenfalls ein dicht mit Gräsern, Büschen und teilweise mit Bäumen umgebenes stehendes Gewässer befindet. Einer der Bäche des Versuchsgeländes setzt sich auf dieser Nachbarweide fort (siehe Abbildung III-2, Abbildung III-3 und Abbildung III-4).

2 Locktiere

Im Versuchszeitraum befanden sich mindestens fünf und maximal acht Rinder der Rassen Deutsches Fleckvieh, Limousin und Charolais auf dem Versuchsgelände. Bei mindestens zwei der Locktiere handelte es sich um erwachsene weibliche Rinder (siehe Tabelle 1). Die Rinder gehörten dem Besitzer des Mutterkuhbetriebes, auf dessen Weide die Untersuchungen durchgeführt wurden. Auf dem benachbarten Weidegelände wurden im Versuchszeitraum bis zu 30 Milchkühe geweidet.

Tabelle 1: Locktiere auf der Weide, unterteilt in Kälber und erwachsene Rinder

ID	Rasse	Alter
113 blau	Limousin	> 2 Jahre
6 blau	Charolais	> 2 Jahre
6 a grün	Charolais	< 6 Monate
6 b grün	Charolais	< 6 Monate
72 blau	Limousin	> 2 Jahre
114 grün	Limousin	< 6 Monate
113 grün	Limousin	< 6 Monate
63035	Deutsch Fleckvieh	> 2 Jahre

**Abbildung III-1: Konstellation der Rindergruppe auf dem Versuchsgelände**

Die halfterfähige, sehr menschenbezogene Deutsch Fleckvieh Kalbin 63035 wurde über einen Zeitraum von 3 Monaten im Jahr 2009 für den Einsatz als Insektenlocktier in der Drop Trap trainiert. Während der Durchführung dieser Studie im Jahr 2010 erhielt das Rind Kraftfutter ausschließlich in der Drop Trap.

3 Insektenfallen

Es wurden fünf Umweltfallen (Nzi Traps I-V) und eine Fallnetz-Falle (Drop Trap) zum Einsatz gebracht. Alle Fallen wurden auf dem Versuchsgelände für den gesamten Versuchszeitraum an festen Standorten positioniert (Abbildung III-2).

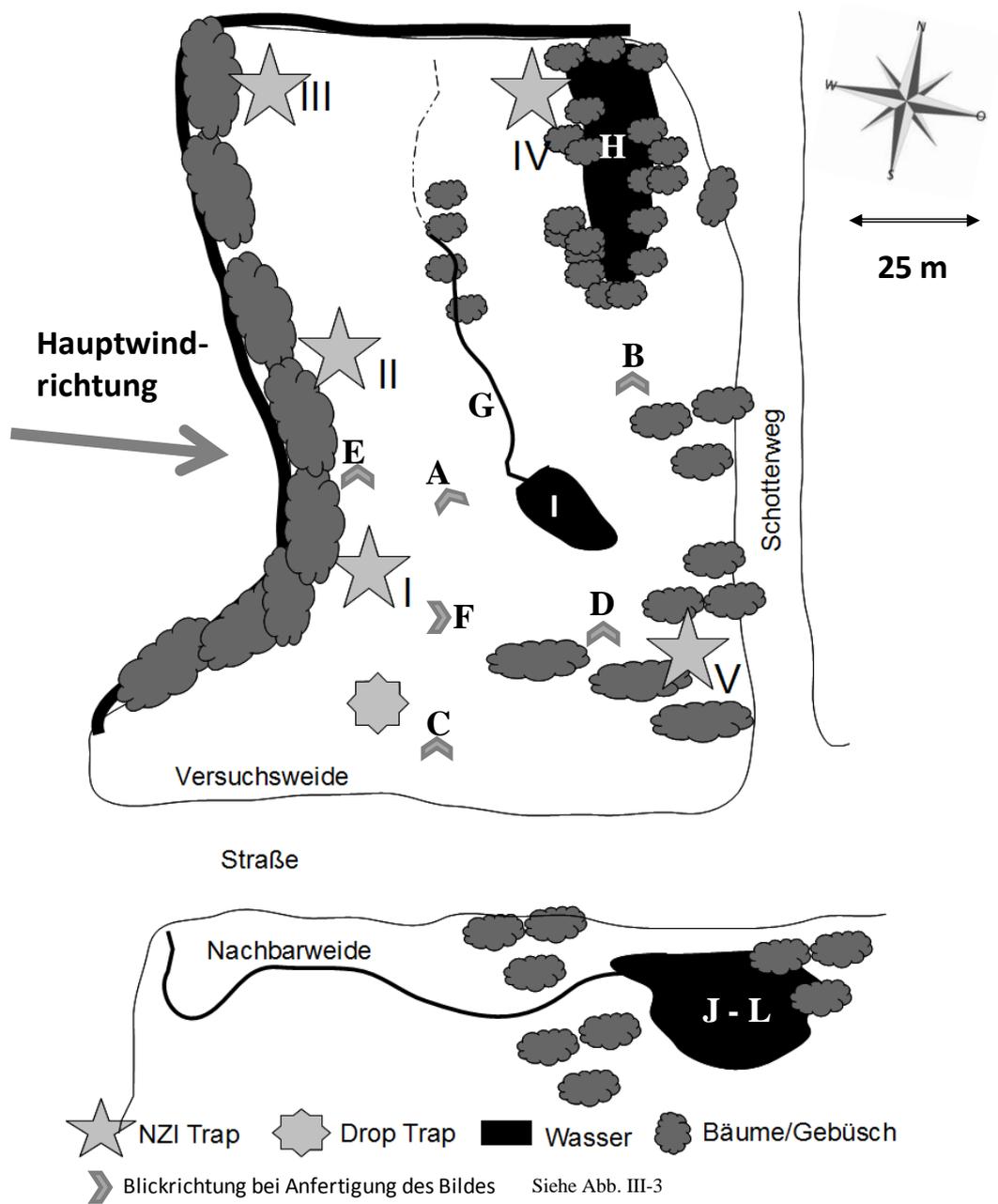


Abbildung III-2: Übersicht über das Versuchsgelände

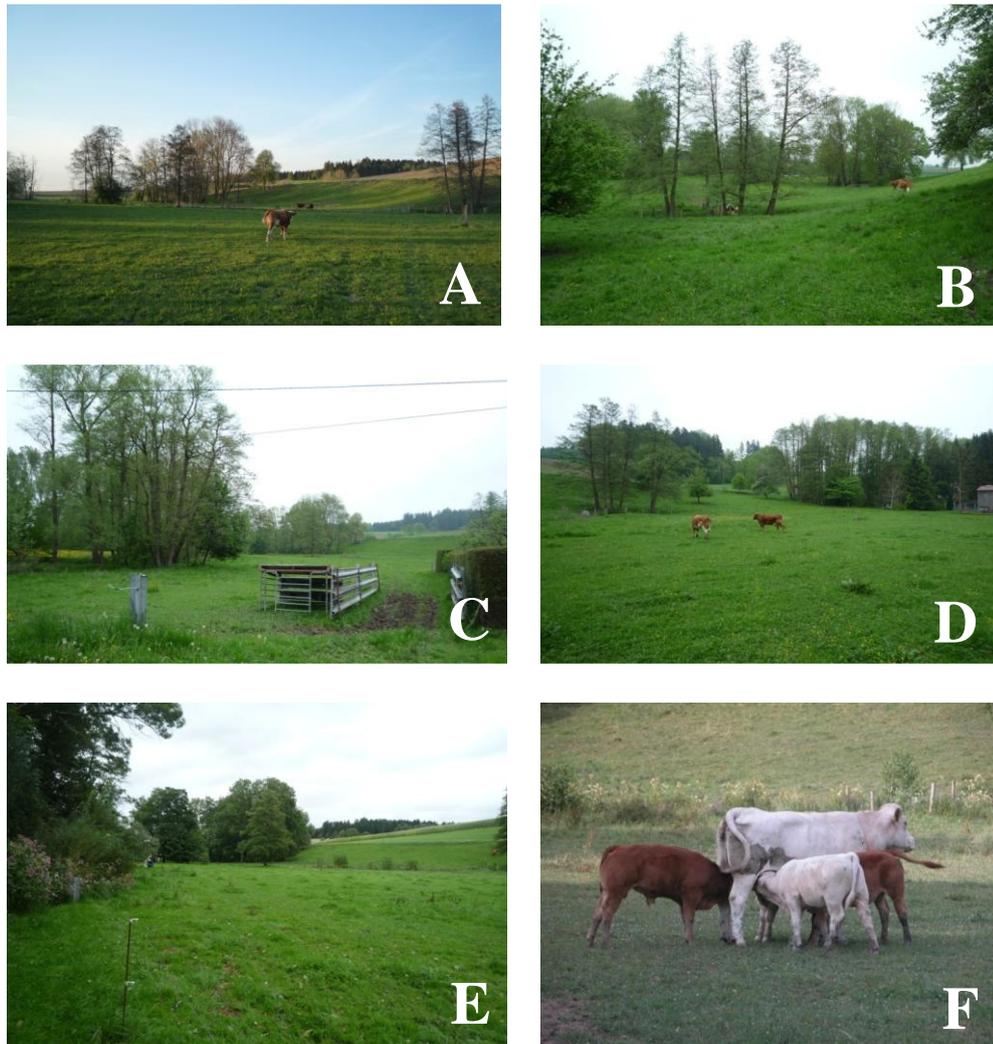


Abbildung III-3: Versuchsweide

A) Aufnahme vom 29.04.2010. **B-D)** Aufnahme vom 13.05.2010. **E)** Aufnahme vom 30.08.2010. **F)** Aufnahme vom 13.07.2010. Die hier sichtbaren Bereiche sind in der Skizze (Abbildung III-2) mit den Buchstaben A-F gekennzeichnet.

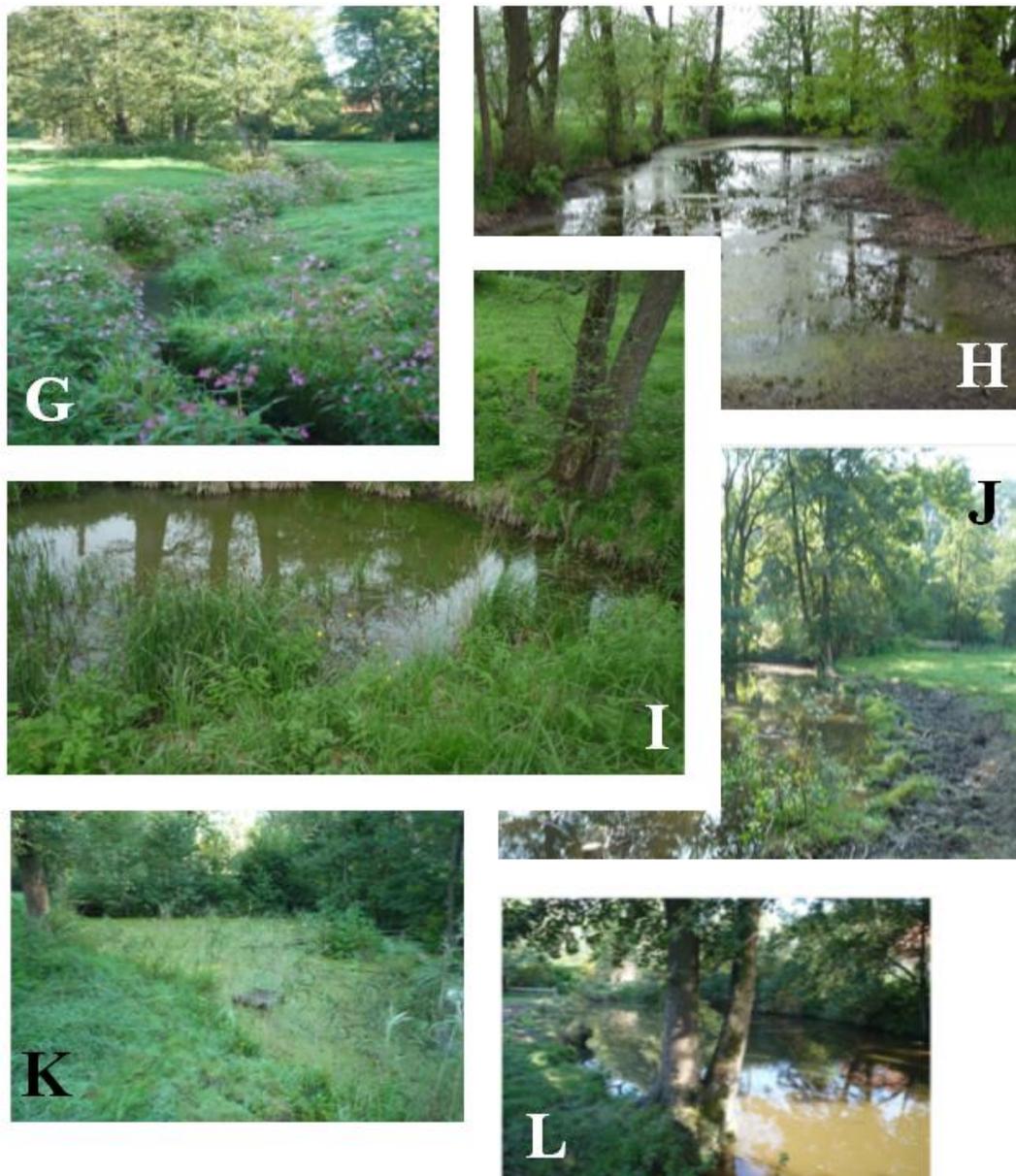


Abbildung III-4: Gewässer (Aufnahmen vom 09.09.2009 und 13.05.2010)

G) Fließendes Gewässer auf der Versuchsweide, in den Ententeich (**I**) mündend. **H)** Stehendes Gewässer auf der Versuchsweide mit natürlicher Quelle. **J – L)** stehendes Gewässer auf der Nachbarweide. Die Standorte der Gewässer sind in der Abbildung III-2 mit den jeweiligen Buchstaben gekennzeichnet.

3.1 Nzi Traps

Die Nzi Traps wurden von Dr. Steve Mihok, 388 Church Street, Russell, Ontario, K4R 1A8 Canada bezogen (www.nzitrap.com).

Das Sammelbehältnis an der Spitze der Falle bestand aus einer 1,5 Liter PET-Flasche, durch welche die Insekten in einen durchsichtigen, wiederverschließbaren Plastikbeutel (Ziploc® Zipper-Albal, 31, Cofresco Frischhalteprodukte GmbH & Co. KG, Minden, Deutschland) gelangten. Visuell

wurden die Insekten durch die Kombination des blauen (Phthalogen Blau) und schwarzen Stoffs angelockt. Zudem wurden die olfaktorische Attraktanzien Aceton und abgestandener Rinder-Urin eingesetzt. Das Aceton befand sich in einer 1 l Plastikflasche. Durch ein Loch in dessen Plastiksraubverschluss wurde ein 0,5 x 0,5 cm dicker Kerzendocht eingefädelt und reichte bis zum Boden des gefüllten Behälters. Der Rinderurin befand sich in einem Plastikbehälter mit einem Fassungsvermögen von 5 l und einer Öffnung von 30 x 10 cm. Die Lockstoffbehälter wurden durch ein Holzdach vor Witterungseinflüssen geschützt (siehe Abbildung III-5). Die Fallen sowie die Lockstoffe wurden so positioniert, dass der Wind die Duftstoffe über die Falle hinaus trug. Die Insekten folgten diesen Lockstoffen dann gegen den Wind.

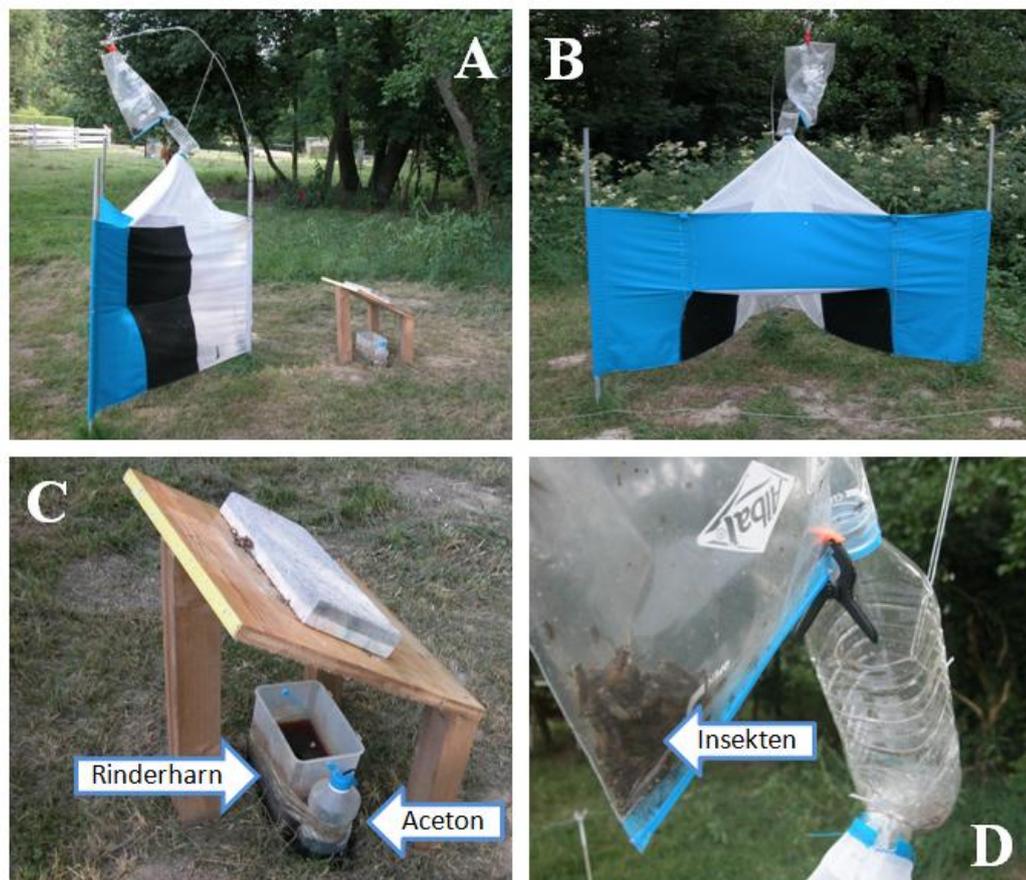


Abbildung III-5: NZI Trap I und Attraktanzien (Aufnahmen vom 13.07.2010)

A) Nzi Trap, Seitenansicht. B) Nzi Trap, Frontansicht. C) Abgestandener Rinderurin und Aceton im Plastikbehälter, Regenschutz aus Holz. D) Fangbehälter mit Insekten.

Die Leerung der Nzi Fallen I-V erfolgte täglich zwischen 18 und 19 Uhr immer in der gleichen Reihenfolge. Die an der Spitze der Falle angebrachten Ziploc®-Beutel wurden entfernt, verschlossen und durch einen frischen Beutel ausgetauscht (siehe Abbildung III-5). Im Folgenden wurden die Beutel mit den Insekten für eine Minute in ein Tiefkühlfach gelegt, um die Insekten zu betäuben. Daraufhin wurden sie, getrennt nach NZI Traps, in ein mit Informationen zu Falle und Datum beschriftetes, verschließbares Zentrifugenröhrchen (15 oder 50 ml) überführt. Die Röhrchen wurden anschließend mit 96,5 %igem Ethanol aufgefüllt und bei Raumtemperatur unter Lichtabschluss aufbewahrt.

3.2 Drop-Trap

3.2.1 Vorversuch

Die in dieser Studie eingesetzte Drop Trap wurde eigens für diesen Zweck konstruiert. Im Jahr 2009 wurden in Vorversuchen verschiedene Baumaterialien und Konstruktionsweisen getestet. So wurde mit einem einfachen Aufbau aus Schalplatten geprüft, wie groß eine Drop Trap sein muss, damit ein erwachsenes Rind darin Platz findet. Die genutzten Schalplatten stammten aus einem Baubetrieb und wurden normalerweise zum Auskleiden von Räumen genutzt, welche dann mit Beton ausgegossen wurden. Ihre Maße betragen 2 m x 1 m. Des Weiteren wurden verschiedene Möglichkeiten getestet, Fliegennetze anzubringen und den Zu- und Ausgang der Falle zu positionieren (siehe Abbildung III-6).



Abbildung III-6: Ein Drop Trap-Prototyp aus dem Jahr 2009. Das sich in der Falle befindliche Jungrind wurde im Hauptversuch als Locktier eingesetzt.

3.3 Kriterien für die Erstellung der Drop Trap

In der Vorversuchsphase wurde gemeinsam mit dem Veterinärentomologen Herrn Dr. Burkhard Bauer, Institut für Parasitologie und Tropenveterinärmedizin der FU Berlin, erarbeitet, welche Kriterien die zu erstellende Drop Trap zu erfüllen hat. Es wurde ein besonderes Augenmerk darauf gelegt, dass die Verletzungsgefahr für Mensch und Tier gering ist. So sollte ein Locktier leicht in und aus dem Stand verbracht werden können, keine Möglichkeit haben, sich im Stand zu drehen und auch während der Fangphase gut von außen zugänglich sein. Des Weiteren wurde eine Anbindemöglichkeit als wichtig erachtet; einerseits, um das Tier ruhig stellen zu können und andererseits, um die Insektenetze vor dem Rind zu schützen. Auch wurde Wert darauf gelegt, dass es sich um eine sehr stabile Konstruktion handelt, die sowohl Abwehrbewegungen des Tieres als auch extremen Witterungszuständen standhalten kann.

Insektenetze sollten so angebracht werden, dass sie vor Witterungseinflüssen gut geschützt und schnell herabzulassen sind. Ein dichter Abschluss der Insektenetze zum Drop Trap Gerüst soll verhindern, dass Insekten aus der Falle entkommen. Die Drop Trap sollte des Weiteren so gestaltet sein, dass das Anfliegen des Locktiers auch wenige cm über dem Boden möglich ist.

Die Höhe der Falle wurde so gewählt, dass ein Mensch aufrecht darin stehen kann, aber das Abfangen der Insekten unter dem Dach der Falle noch möglich ist.

Schließlich sollte die Drop Trap transportabel sein und auf einem unebenen und/oder weichen Boden gute Standfestigkeit erweisen.

3.3.1 Bau der Drop Trap und eingesetzte Materialien

Gemeinsam mit Herrn Georg Mührer, Ziegelgasse 1, 85461 Bockhorn, wurde der Bauplan für die Drop Trap entworfen. Anschließend wurde die Falle entsprechend der Zeichnungen in Abbildung IX-1, Abbildung IX-2 und Abbildung IX-3 des Anhangs und in Abbildung III-7 von Herrn Mührer gebaut.

Folgende Materialien wurden dabei verarbeitet:

- Leitplanken Höhe 30 cm aus Stahl
- Poly-Lichtbahnen, erhältlich in jedem Baumarkt
- Winkeleisen 3 x 5 cm aus Stahl
- Flacheisen 1 x 3 cm aus Stahl

- Baustahl Durchmesser 2 cm
- Baustahlgewebe
- 2 Türen aus Stahl
- Fliegennetz aus Polyamid; Farbe: beige; 1000 Maschen pro Quadratinch (1 inch = 2,54 cm); Artikelnummer: 20-7131-140-00; Firma Lauche und Maas, Alte Allee 28, 81245 München.

Das Baumaterial wurde verschweißt. Lediglich die Türen wurden in angeschweißte Scharniere eingehängt. Das Polyamid-Insektennetz wurde mittels Heißkleber der Marke Pattex an der Falle angebracht.

3.3.2 Insektenfänge in der Drop Trap

Drop Trap Fänge wurden nur an Tagen durchgeführt, an denen vom Deutschen Wetterdienst günstige Witterungsbedingungen vorausgesagt wurden (Sonniges Wetter mit Tageshöchsttemperaturen $> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, kein Regen, und mittlere Windgeschwindigkeiten unter 3 m/s). Fänge wurden im Zeitraum zwischen 8 Uhr und 20 Uhr alle 2 Stunden durchgeführt.

Zum Anlocken von Insekten wurde die Deutsch Fleckvieh Kalbin für 15 Minuten in die Drop Trap verbracht. In dieser Zeit wurden Insekten durch Geruch, Farbe und Form des Tieres angelockt. Andere für Insekten attraktive Säugetiere, hier weitere Rinder oder Menschen, durften sich im Lockzeitraum nicht in der Nähe der Falle aufhalten. Nach Ablauf der Lockzeit wurden Insektennetze an den Seiten der Falle herabgelassen und das Rind aus der Drop Trap entfernt. Sich noch auf dem Tier befindende Insekten wurden beim Herausbringen des Tieres aus der Falle von dem herunterhängenden Netz abgestreift und verblieben so in der Falle. Anschließend wurden in der Falle verbliebene Insekten für 10 min mit einem speziellen Fangnetz gefangen (Japannetz aus Perlon-Feintüll, Farbe Weiß, 40 cm Durchmesser (Bezogen durch die Firma Entomologie Meier GmbH, Vosslerstrasse 9, 80689 München <http://www.ento-meier.de/content/0/78/>)).

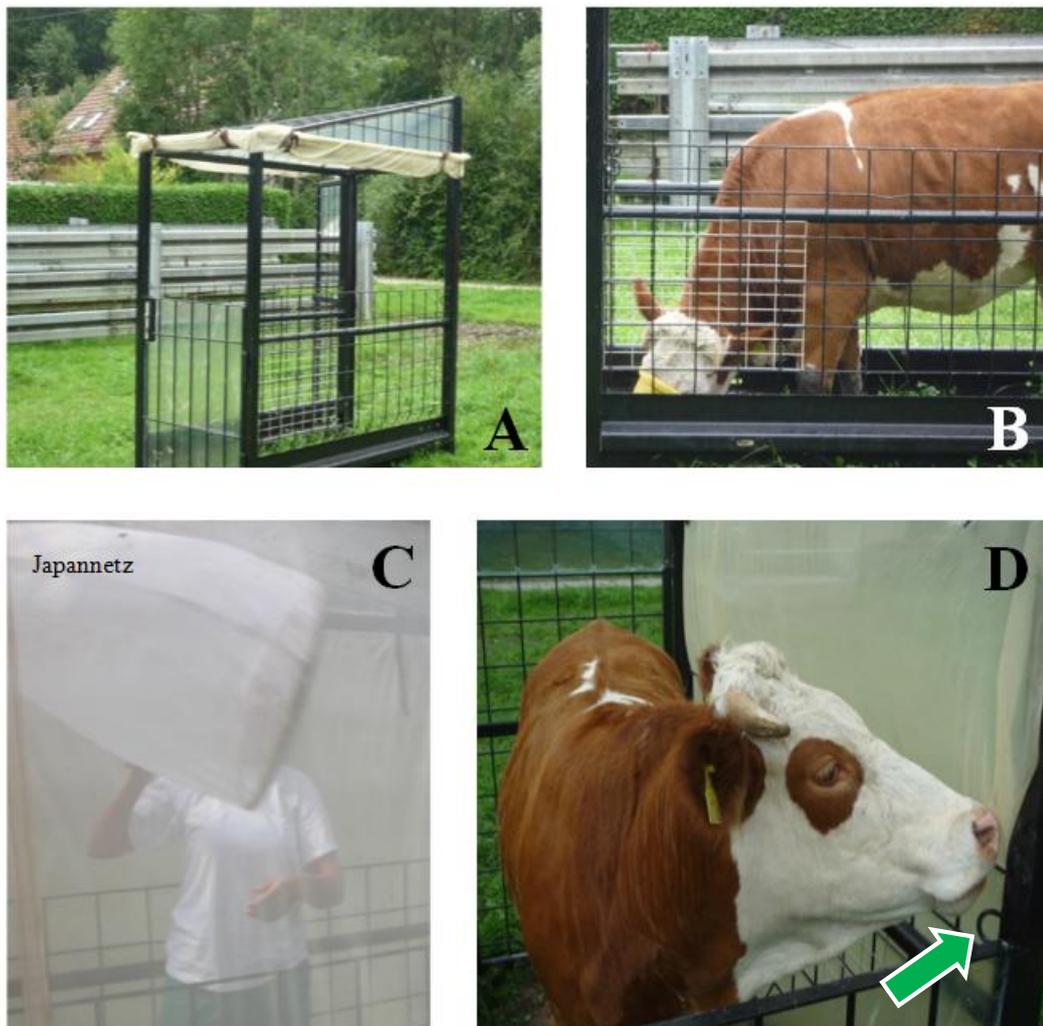


Abbildung III-7: Drop Trap und Locktier (Aufnahmen vom 26.08.2010)

A) Drop Trap, Ansicht von der Seite. B) Locktier in der Drop Trap bei Kraftfuttergabe. C) Fangen der Insekten mit Japannetz. D) Locktier in Drop Trap mit seitlich heruntergelassenem Insektennetz. Pfeil deutet auf die Anbindemöglichkeit.

Die Insekten wurden dann aus dem Japannetz in verschließbare Zentrifugenröhrchen (15 oder 50 ml) überführt. Die Röhrchen wurden mit Datum und Fangzeit gekennzeichnet und für eine Minute in ein Tiefkühlfach gelegt, um die Insekten zu betäuben. Anschließend wurden die Röhrchen mit 96,5 %igem Ethanol aufgefüllt und bei Raumtemperatur unter Lichtabschluss aufbewahrt.

4 Bestimmung von Insekten

Es erfolgte eine Vorsortierung der Insekten in drei Gruppen: Die Individuen wurden den Familien der *Muscidae* und *Tabanidae* sowie der großen Gruppe der nicht-Zielinsekten zugeordnet. Vor der abschließenden Identifizierung der jeweiligen Spezies aus den Familien *Muscidae* und *Tabanidae* wurden die

Insekten in entsprechend eindeutig beschrifteten verschließbaren Zentrifugenröhrchen in 96,5 %igem Ethanol unter Lichtabschluss aufbewahrt.

Die Bestimmung der Insekten erfolgte in Kooperation mit der Zoologischen Staatssammlung München durch Herrn Wolfgang Schacht (Kotrba, 2011).

4.1 *Tabanidae*

Als entomologisches Grundlagenwerk zur Bestimmung von Tabaniden gilt das Buch von Milan Chvála, Leif Lyneborg & Josef Moucha, Copenhagen (1972). Diese Monographie stellt eine Übersicht dieser Insektenfamilie Europas dar, welche Verbreitungstabellen, Bestimmungsschlüssel zu Unterfamilien, Gattungen und Arten enthält. Informationen zu sämtlichen, bis 1972 bekannten Tabanidenspezies wurden von den Autoren in diesem Buch zusammengetragen.

4.2 *Muscidae*

Die Insekten der Familie *Muscidae* wurden entsprechend ihrer Merkmale nach dem Buch „Bestimmungstabellen der Vorratsschädlinge und des Hausungeziefers Mitteleuropas“, 4. Auflage des Gustav Fischer Verlages, Stuttgart, verfasst durch Herbert Weidner, bestimmt (Weidner, 1982).

5 Klimadaten

Die für die Auswertung benötigten Klimadaten wurden vom Deutschen Wetterdienst bezogen. Die Messungen erfolgen an der Messstation 10870 am Flughafen München. Die Entfernung von der Versuchsweide bis zur Messstation beträgt ca. 25 km.

IV ERGEBNISSE

1 Insektenfänge

Im Versuchszeitraum vom 29.05.2010 bis 30.09.2010 wurden insgesamt 5.723 Zielinsekten der Ordnung Diptera gefangen. Davon gehörten 3.109 (Nzi Traps: 3.058; Drop Trap: 51) zur Familie der *Tabanidae* und 2.614 (Nzi-Traps: 1.788; Drop Trap: 826) zur Familie der *Muscidae* (siehe Abbildung IV-9).

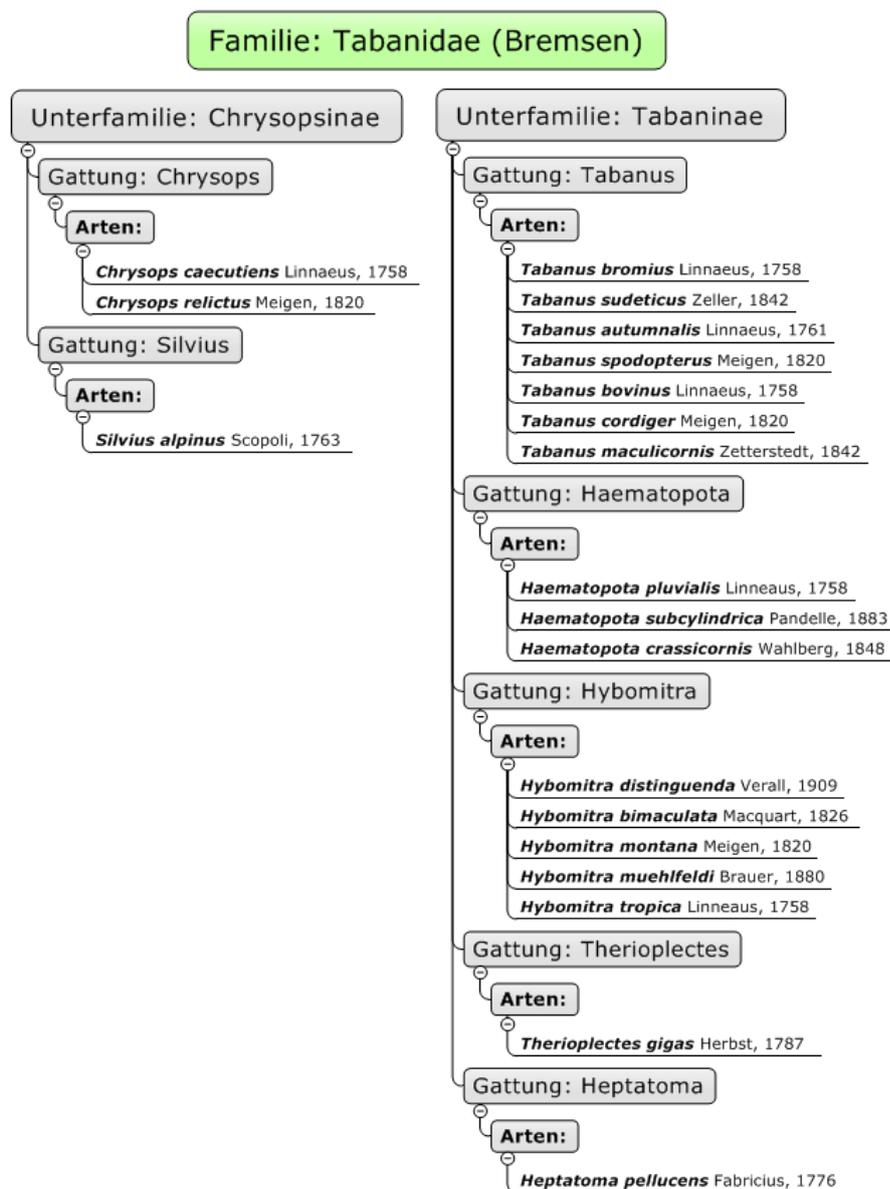


Abbildung IV-1: Taxonomische Einordnung der verschiedenen, in dieser Studie gefangenen Spezies der Familie *Tabanidae* (Chvala et al., 1972; Mullens, 2009)

1.1 Insektenfänge mittels Nzi Traps

1.1.1 Insekten der Familie *Tabanidae*: Gesamtüberblick

In allen fünf Nzi Traps wurden insgesamt 3.058 *Tabanidae* gefangen, welche in 20 Spezies aus zwei Unterfamilien eingeteilt werden konnten. Die überwiegende Anzahl der *Tabanidae* stammte aus der Unterfamilie *Tabaninae* (n=3.014; 98,56 %), während die Unterfamilie *Chrysopsinae* nur mit 41 Exemplaren (1,44 %) am Gesamtaufkommen der *Tabanidae* vertreten war.

Das prozentuale Verhältnis der Gattungen aus der Unterfamilie *Tabaninae* stellte sich wie folgt dar: Die Gattungen *Tabanus* mit n=1.473 (48,86 %) und *Haematopota* mit n=1.418 (47,05 %) waren mit großem Abstand am häufigsten vertreten. Insekten der Gattungen *Hybomitra* (n=118; 3,92 %), *Heptatoma* (n=3; 0,1 %) und *Theriopectes* (n=2; 0,07 %) wurden hingegen nur selten gefangen.

Aus der Unterfamilie *Chrysopsinae* waren die Gattungen *Chrysops* mit n=41 (93,18 %) und *Silvius* mit n=3 (6,62 %) vertreten.

Betrachtet man den Gesamtfang der Insekten aus der Familie der *Tabanidae*, so wurden Individuen der Spezies *Tabanus bromius* mit n=1.431 (46,8 %) und *Haematopota pluvialis* mit n=1.325 (43,33 %) am häufigsten in den Nzi Traps gefangen. Mit weitem Abstand folgten die Spezies *Hybomitra distinguenda* mit n=114 (3,73 %) und *Haematopota subcylindrica* mit n=89 (2,9 %) Insekten.

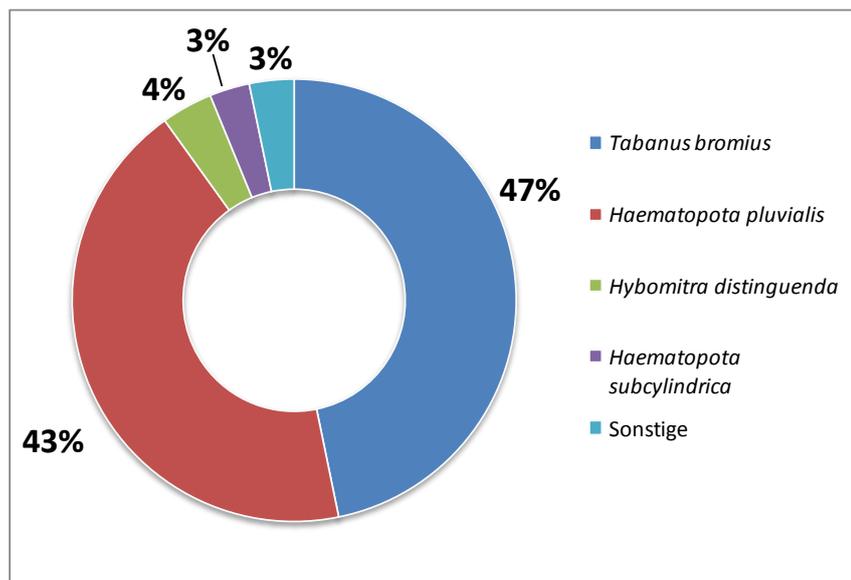


Abbildung IV-2: Prozentuales Verhältnis der gefangenen Insekten der Familie *Tabanidae*

Die Anzahl aller weiteren gefangenen Insekten einer bestimmten Tabanidenart war mit jeweils weniger als 1 % am Gesamtaufkommen der im Versuchszeitraum in Nzi Traps gefangenen *Tabanidae* beteiligt: *Chrysops caecutiens* (n=30); *Tabanus sudeticus* (n=26); *Chrysops relictus* (n=11); *Haematopota crassicornis* (n=4); *Tabanus autumnalis* (n=4); *Tabanus spodopterus* (n=4); *Heptatoma pellucens* (n=3); *Tabanus bovinus* (n=3); *Tabanus cordiger* (n=3); *Silvius alpinus* (n=3); *Tabanus maculicornis* (n=2); *Theriopectes gigas* (n=2); *Hybomitra bimaculata* (n=1); *Hybomitra montana* (n=1); *Hybomitra muehlfeldi* (n=1) und *Hybomitra tropica* (n=1) (Siehe Abbildung IV-2). In der Abbildung IV-1 wird ein Überblick über die taxonomische Einordnung der verschiedenen, in dieser Studie gefangenen Spezies der Familie *Tabanidae* gegeben.

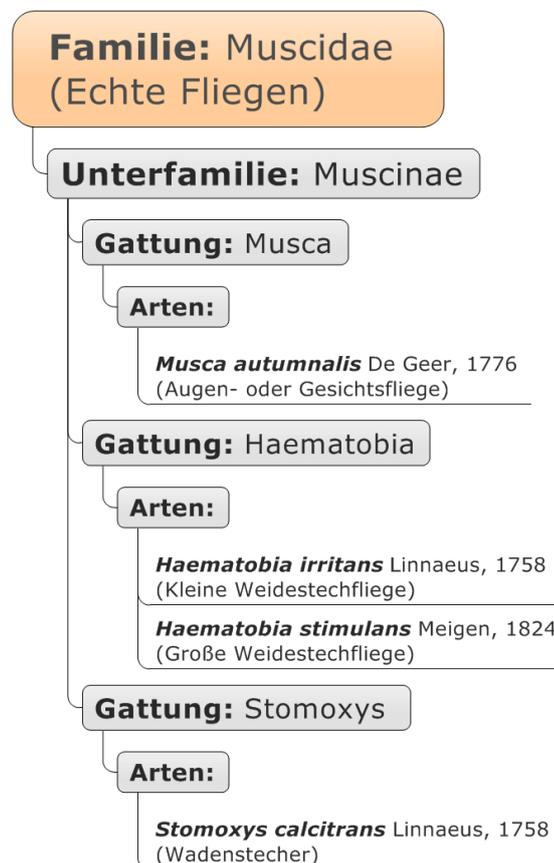


Abbildung IV-3: Taxonomische Einordnung der verschiedenen, in dieser Studie gefangenen Spezies der Familie *Muscidae* (Weidner, 1982; Moon, 2009)

1.1.2 Insekten der Familie *Muscidae*: Gesamtüberblick

Aus der Familie der *Muscidae* stammten 1.788, der in den Nzi Traps gefangenen Insekten. Alle Insekten dieser Familie stammten aus der Unterfamilie der *Muscinae* und gehörten den Gattungen *Musca*, *Haematobia* und *Stomoxys* an. Die

Spezies *Stomoxys calcitrans* war mit 1.312 Insekten (73,4 %) am häufigsten vertreten. *Musca autumnalis* wurde 318 Mal gefangen (17,8 %). Insekten der Spezies *Haematobia irritans* und *Haematobia stimulans* wurden im Rahmen der Auswertung als *Haematobia spp.* zusammengefasst. Mit 158 Individuen (8,8 %) stellten sie die kleinste Gruppe der *Muscidae* dar. Die taxonomische Einordnung der verschiedenen, in dieser Studie gefangenen Spezies der Familie *Muscidae* wird in der Abbildung IV-3 dargestellt.

1.1.3 Nzi Traps I-V: Betrachtung der einzelnen Fallen

Die meisten Insekten der Familie *Muscidae* wurden in Nzi Trap II gefangen (n=680). Betrachtet man die Gesamtfänge der Musciden in den weiteren Fallen, so ergibt sich folgende Reihung: Nzi Trap I (n=488), Nzi Trap IV (n=334), Nzi Trap V (n=216) und Nzi Trap III mit den am wenigsten gefangenen Exemplaren (n=70). Der größte Anteil der *Haematobia spp.* Population wurde in Nzi Trap II n=78 (49,36 %) und in Nzi Trap I n=56 (35,44 %) gefangen. Auch für *Stomoxys calcitrans* konnten die besten Fangfolge für Nzi Trap II mit n=560 (42,68 %) und Nzi Trap I mit n=383 (29,19 %) verzeichnet werden. *Musca autumnalis* wurde hingegen am häufigsten in Nzi Trap IV (n=202; 63,52 %) gefangen.

Tabelle 2: Übersicht über alle in den Nzi Traps I-V gefangenen Musciden

	Nzi Trap I	Nzi Trap II	Nzi Trap III	Nzi Trap IV	Nzi Trap V
<i>Haematobia spp.</i>	56	78	9	9	6
<i>Musca autumnalis</i>	49	42	8	202	17
<i>Stomoxys calcitrans</i>	383	560	53	123	193
Summe	488	680	70	334	216

Die besten Fangfolge für die Familie *Tabanidae* wurden in Nzi Trap IV (n=1.174) erzielt. Dem folgen die Ergebnisse für Nzi Trap I (n=798), Nzi Trap II (n=605) und Nzi Trap V (n=353). In Nzi Trap III wurden mit n=127 die wenigsten Tabaniden gefangen. Bei Betrachtung der einzelnen Tabanidenspezies zeigte Nzi Trap IV die besten Fangergebnisse für Spezies *Chrysops spp.* (n=17; 41,46 %), *Haematopota pluvialis* (n=660; 49,81 %), *Haematopota subcylindrica* (n=37; 41,57 %) und *Tabanus sudeticus* (n=12; 46,15 %). Die höchsten Fangzahlen für *Hybomitra distinguenda* (n=42; 36,84 %) und *Tabanus bromius*

(n=521; 36,41 %) wurden hingegen in Nzi Trap I ermittelt.

Tabelle 3: Übersicht über alle in den Nzi Traps I-V gefangenen Tabanidenspezies

	Nzi Trap I	Nzi Trap II	Nzi Trap III	Nzi Trap IV	Nzi Trap V
<i>Chrysops spp.</i>	10	6	3	17	5
<i>Haematopota crassicornis</i>	2	1	0	1	0
<i>Haematopota pluvialis</i>	187	325	48	660	105
<i>Haematopota subcylindrica</i>	23	24	0	37	5
<i>Hybomitra distinguenda</i>	42	29	1	13	29
<i>Tabanus bovinus</i>	2	1	0	0	0
<i>Tabanus bromius</i>	521	213	73	420	204
<i>Tabanus maculicornis</i>	1	0	0	1	0
<i>Tabanus sudeticus</i>	10	2	1	12	1
<i>Hybomitra bimaculata</i>	0	1	0	0	0
<i>Hybomitra montana</i>	0	1	0	0	0
<i>Silvius alpinus</i>	0	1	0	1	1
<i>Tabanus spodopterus</i>	0	2	0	2	0
<i>Therioptectes gigas</i>	0	0	1	0	1
<i>Heptatoma pellucens</i>	0	0	0	3	0
<i>Hybomitra muehlfeldi</i>	0	0	0	1	0
<i>Hybomitra tropica</i>	0	0	0	0	1
<i>Tabanus autumnalis</i>	0	0	0	4	0
<i>Tabanus cordiger</i>	0	0	0	2	1
Summe	798	606	127	1174	353

1.1.4 Aktivitätsperioden der verschiedenen Insektenspezies

Die längsten Aktivitätsperioden zeigten die Insekten aus der Familie der *Muscidae* (*Musca autumnalis*, 124 Tage; *Stomoxys calcitrans*, 115 Tage; *Haematobia spp.*, 97 Tage). Bei den Tabanidenspezies mit mehr als 25 gefangenen Exemplaren lagen die Aktivitätsperioden zwischen 48 (*Tabanus sudeticus* und *Hybomitra distinguenda*) und 97 Tagen (*Tabanus bromius*) (siehe Abbildung IV-4). Informationen zu den Aktivitätszeiten für alle weiteren Spezies mit ≤ 25 gefangenen Tieren werden in Tabelle 4 aufgeführt.

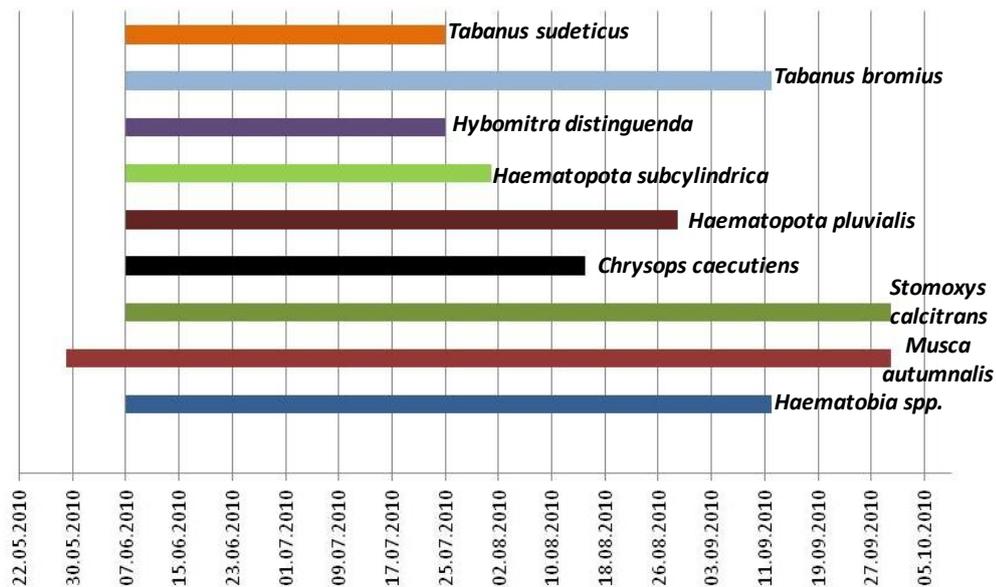


Abbildung IV-4: Insektenfänge Nzi Traps I-V: Darstellung der Aktivitätszeiträume der sechs am häufigsten gefangenen Tabanidenspezies und aller Insekten der Unterfamilie Muscinae.

Tabelle 4: Insektenfänge Nzi Traps I-V: Angabe der wöchentlichen Fangzahl von Insektenpezies, deren Gesamtaufkommen ≤ 25 Exemplare betrug.

	<i>Chrysops relictus</i>	<i>Tabanus autumnalis</i>	<i>Haematobia crassicornis</i>	<i>Tabanus spodioplerus</i>	<i>Tabanus bovinus</i>	<i>Tabanus cordiger</i>	<i>Haematoma pellucens</i>	<i>Silvius alpinus</i>	<i>Hybomitra bimaculata</i>	<i>Hybomitra montana</i>	<i>Hybomitra muehlfeldi</i>	<i>Hybomitra tropica</i>	<i>Tabanus maculicornis</i>	<i>Therioptectes gigas</i>
29.05.-30.05.														
31.05.-06.06.														
07.06.-13.06.			1		1							1	2	2
14.06.-20.06.														
21.06.-27.06.			1						1		1			
28.06.-04.07.	1	2		1	1	1				1				
05.07.-11.07.	1		1			1								
12.07.-18.07.	4	2	1	2	1	1	3	3						
19.07.-25.07.	3			1										
26.07.-01.08.	1													
02.08.-08.08.	1													
09.08.-15.08.														

1.1.5 Populationsentwicklung der verschiedenen Insektenpezies

Betrachtet man die Entwicklung der verschiedenen Insektenpopulationen im Versuchszeitraum, so fällt auf, dass die Fangerfolge in der Woche vom 12.-18.07.2010 für die Muscidenspezies sowie die Tabaniden *Chrysops caecutiens*, *Haematopota pluvialis* und *Tabanus bromius* am größten waren (siehe Abbildung IV-5 und Abbildung IV-6). Im gesamten Versuchszeitraum wurden bei diesen Spezies am 17.07. die jeweils größte Anzahl Exemplare gefangen (Ausnahme *Stomoxys calcitrans*: Peak am 16.07.). Bei den Tabanidenspezies

Hybomitra distinguenda und *Tabanus sudeticus* wurden die meisten Exemplare in der Woche vom 28.06.-04.07.2010 und bei *Haematopota subcylindrica* in der darauffolgenden Woche gefangen. Zusatzinformationen zur Anzahl der pro Versuchswoche insgesamt in den Nzi Traps I-V gefangenen Spezies der Familien *Muscidae* und *Tabanidae* befinden sich im Anhang in Tabelle 6 und Tabelle 7. Des Weiteren werden in Abbildung IX-4 und Abbildung IX-5 des Anhangs die Populationsentwicklungen aufgliedert nach Nzi Trap dargestellt.

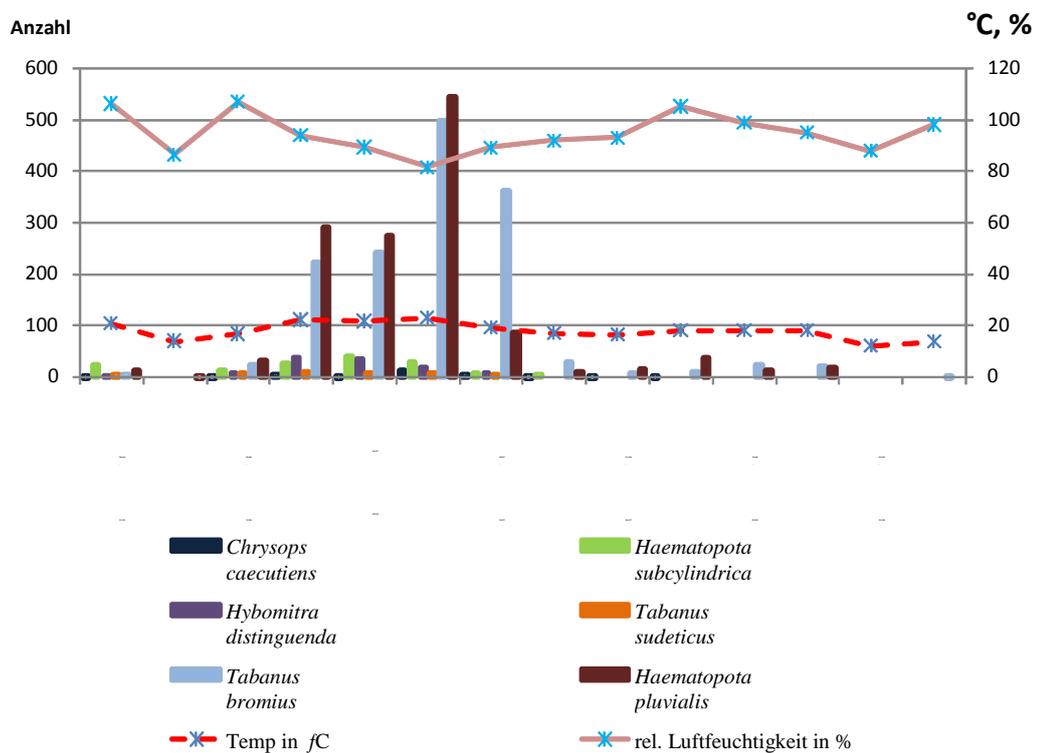


Abbildung IV-5: Gesamtänge (Nzi Traps I-V), aus der Familie der *Tabanidae*: Populationsentwicklung der sechs am häufigsten gefangenen Spezies unter Berücksichtigung der mittleren Tagestemperatur gemessen 2 m über dem Boden und dem Tagesmittel der relativen Luftfeuchtigkeit. In der Graphik wurden nur die Insektenspezies berücksichtigt, von denen mehr als 25 Exemplare über den gesamten Versuchszeitraum gefangen wurden.

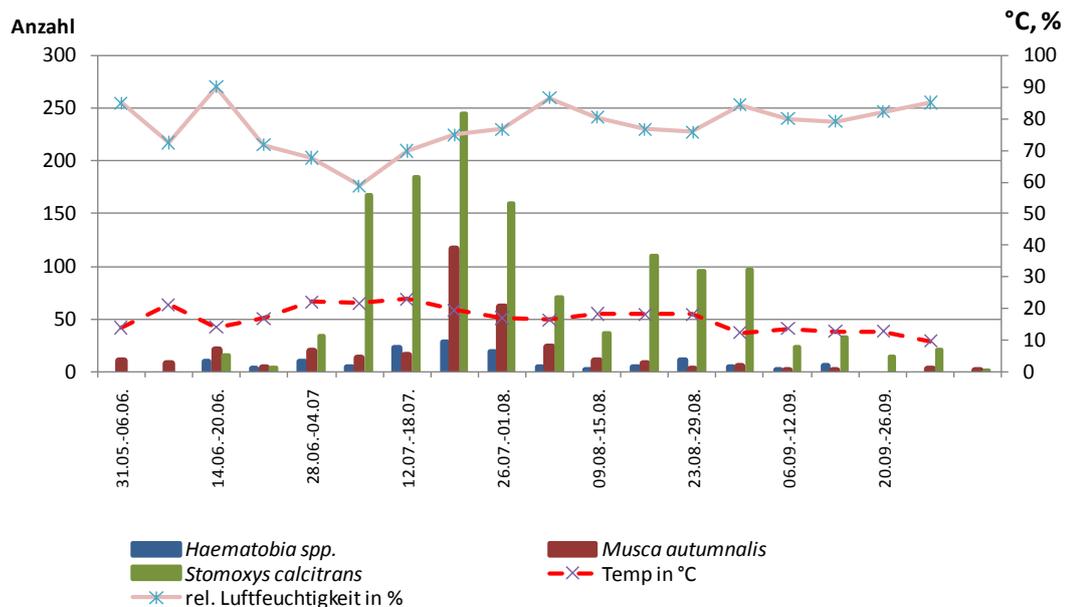


Abbildung IV-6: Gesamtfänge (Nzi Traps I-V), aus der Familie der Muscidae: Populationsentwicklung der gefangenen Spezies unter Berücksichtigung der mittleren Tagestemperatur gemessen 2 m über dem Boden und dem Tagesmittel der relativen Luftfeuchtigkeit. In der Graphik wurden nur die Insektenspezies berücksichtigt, von denen mehr als 25 Exemplare über den gesamten Versuchszeitraum gefangen wurden.

1.2 Insektenfänge mittels Drop Trap: Gesamtüberblick

Drop Trap Fänge sind abhängig von günstigen Witterungsbedingungen und konnten im Versuchszeitraum an folgenden Tagen zwischen 8 und 20 Uhr alle zwei Stunden durchgeführt werden: 25.06.2010, 30.06.2010, 07.07.2010, 13.07.2010, 20.07.2010, 10.08.2010, 26.08.2010. Aufgrund eines Abendgewitters wurden am 30.06.2010 nur bis um 18 Uhr Insekten gefangen. Die Tabelle 5 bietet einen Überblick über die an den sieben Drop Trap Tagen gefangenen Insekten. Zusatzinformationen zur Anzahl der pro Fangzeit gefangenen Spezies der Familien *Muscidae* und *Tabanidae* können der Tabelle 8 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 5: Überblick über Anzahl und Spezies der an den jeweiligen Drop Trap Tagen gefangenen Insekten

	25.06.2010	30.06.2010	07.07.2010	13.07.2010	20.07.2010	10.08.2010	26.08.2010
<i>Haematobia spp.</i>	0	0	10	2	1	2	4
<i>Musca autumnalis</i>	81	67	134	129	85	120	98
<i>Stomoxys calcitrans</i>	11	14	7	6	26	15	14
<i>Chrysops caecutiens</i>	3	0	3	3	3	0	0
<i>Haematopota pluvialis</i>	5	4	3	6	4	0	1
<i>Haematopota subcylindrica</i>	0	0	2	1	0	0	0
<i>Tabanus autumnalis</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Tabanus bromius</i>	0	0	1	1	4	0	0
<i>Tabanus sudeticus</i>	1	1	4	0	0	0	0

1.2.1 Insekten der Familie *Tabanidae*

In der Drop Trap wurden 51 *Tabanidae* gefangen, welche in sechs Spezies aus zwei Unterfamilien eingeteilt werden konnten. Drei Viertel der *Tabanidae* stammten aus der Unterfamilie *Tabaninae* (n=39; 76,47 %), während die Unterfamilie *Chrysopsinae* mit 23,53 % (n=12) am Gesamtaufkommen vertreten war.

Betrachtet man den Gesamtfang der Insekten aus der Familie der *Tabanidae*, so wurden Individuen der Spezies *Haematopota pluvialis* mit n=23 (45,1 %) und *Chrysops caecutiens* mit n=12 (23,53 %) am häufigsten gefangen. Den kleineren Anteil bildeten Insekten der Spezies *Tabanus bromius* (n=6; 11,76 %), *Tabanus sudeticus* (n=6; 11,76 %), *Haematopota subcylindrica* (n=3; 5,88 %) und *Tabanus autumnalis* (n=1; 1,97 %). In der Abbildung IV-1 wird ein Überblick über die taxonomische Einordnung der verschiedenen, in dieser Studie gefangenen Spezies der Familie *Tabanidae* gegeben.

1.2.2 Insekten der Familie *Muscidae*

Aus der Familie der *Muscidae* stammten 826 Insekten der in der Drop Trap gefangenen Insekten. Diese stammten aus der Unterfamilie der *Muscinae* und gehörten den Gattungen *Musca*, *Haematobia* und *Stomoxys* an. Die Spezies *Musca autumnalis* war mit 714 Insekten (86,44 %) am häufigsten vertreten. *Stomoxys calcitrans* wurde 93 Mal (11,26 %) gefangen, und Insekten der Spezies *Haematobia irritans* und *Haematobia stimulans*, welche bei der Auswertung als *Haematobia spp.* zusammengefasst wurden, bildeten mit n=19 (2,3 %) die kleinste Artengruppe. Die taxonomische Einordnung der verschiedenen, in dieser Studie gefangenen Spezies der Familie *Muscidae* wird in der Abbildung IV-3 dargestellt.

1.3 Gegenüberstellung von Drop Trap und Nzi Trap Fängen

In der Drop Trap wurden durchgehend an allen Fangtagen gute Fangerfolge für die Spezies *Musca autumnalis* erzielt. Exemplare der Spezies *Stomoxys calcitrans* konnten ebenso durchgehend gefangen werden. Werden die Ergebnisse der Drop Trap Fänge mit denen der in der Nähe aufgestellten Nzi Traps I und II verglichen, so fällt auf, dass selbst an Tagen mit geringen Fangzahlen in den Nzi Traps (25.06.2010, 30.06.2010 und 10.08.2010) gute Fangerfolge in der Drop Trap für die genannten Musciden Spezies erzielt wurden. Umgekehrt konnten in den Nzi Traps I und II im Vergleich zur Drop Trap immer höheren Fangergebnisse für *Tabanus bromius* erzielt werden (Ausnahme Nzi Trap II am 20.07.2010). *Haematopota pluvialis* wurden an den Drop Trap Tagen 1, 2, 5, 6 und 7 in geringer Anzahl (≤ 5) gleichmäßig in Nzi Traps und Drop Trap gefangen. Nur an den Drop Trap Fangtagen 3 und 4 (07. und 13.07.2010) wurden in den Nzi Traps für *Haematopota pluvialis* deutlich höhere Fangzahlen im Vergleich zur Drop Trap erreicht. Die Fangergebnisse von Drop Trap und Nzi Traps I und II werden in Abbildung IV-7 und Abbildung IV-8 gegenübergestellt. Detaillierte Angaben zu den Fangzahlen der verschiedenen Insektenpezies in Nzi Traps I und II sind für die Drop Trap Fangtage in der Tabelle 9 im Anhang zusammengestellt. Des Weiteren befinden sich in der gleichen Tabelle 9 Angaben zu Insektenfängen in Nzi Traps I und II an Tagen mit vergleichsweise geringen bzw. großen Fangerfolgen. Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes für Drop Trap Fangtage können Tabelle 10 und Tabelle 11 des Anhangs entnommen werden. Zusätzlich gibt die Tabelle 12 Auskunft zu Tageswetterdaten für den gesamten Juli 2010.

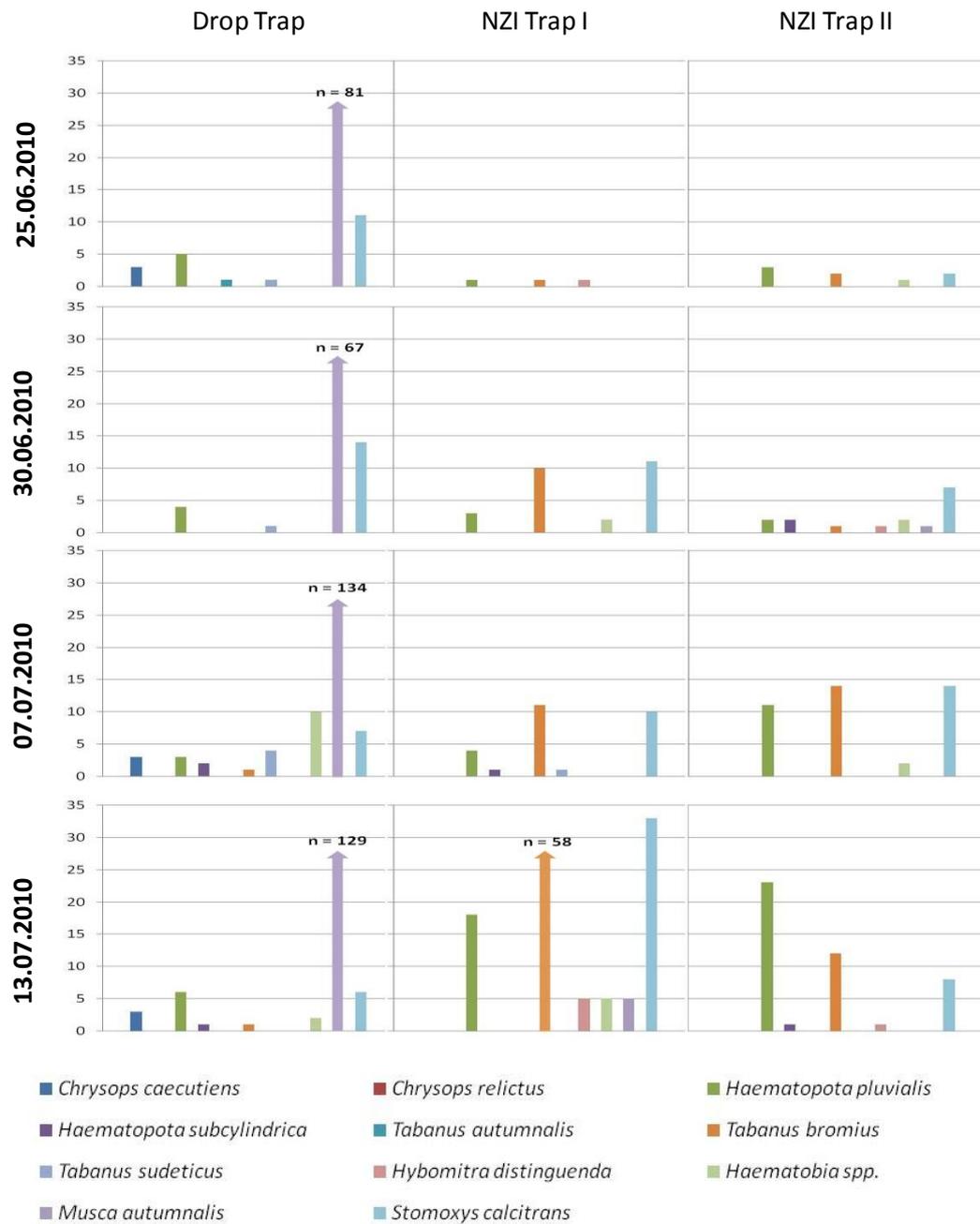


Abbildung IV-7: Gegenüberstellung der Drop Trap Fangtage zu den Nzi Traps I und II

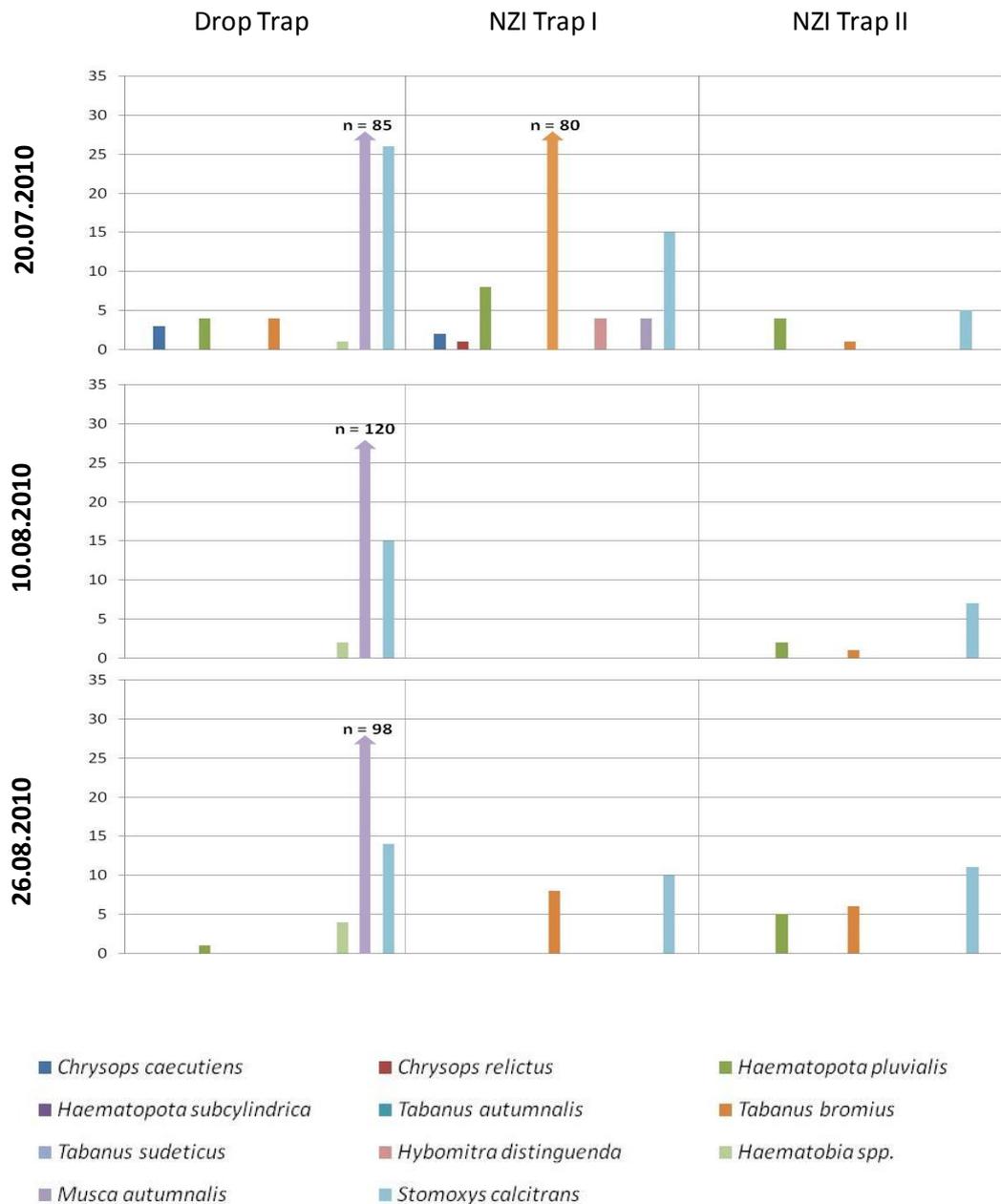


Abbildung IV-8: Gegenüberstellung der Drop Trap Fangtage zu den Nzi Traps I und II

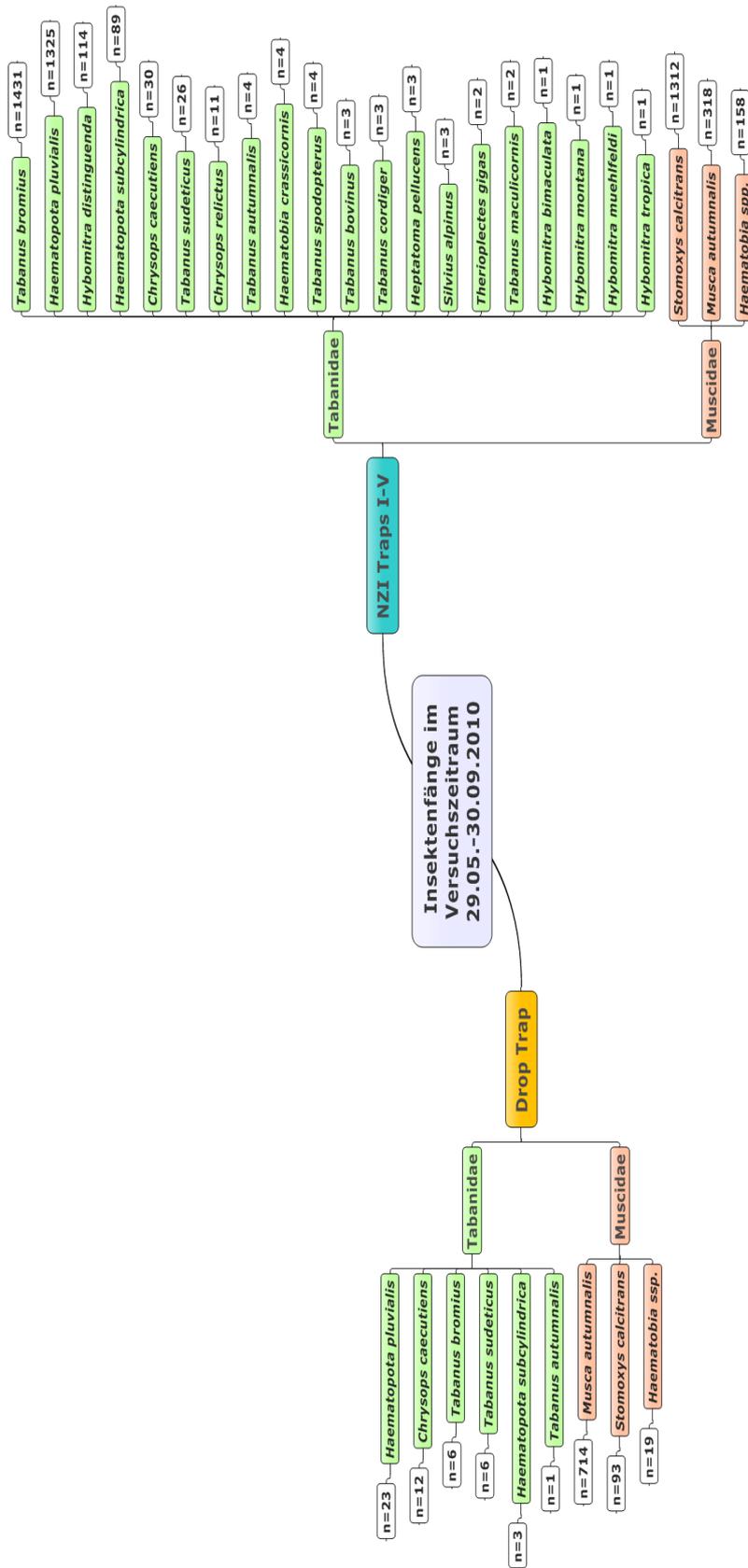
2 Handhabbarkeit der Drop Trap

Die Handhabbarkeit der Drop Trap wurde nach jedem Fangtag vom Untersucher in einem kurzen Protokoll festgehalten. Die Ergebnisse sind im Folgenden zusammengefasst:

Im Rahmen der hier beschriebenen Nutzung der Falle wurde die Verletzungsgefahr von Mensch und Tier als gering eingeschätzt. Das Locktier ließ sich ohne Schwierigkeiten trainieren, 15 min in der verschlossenen Drop Trap zu

verbringen; es zeigte sich an allen Drop Trap Fangtagen kooperativ und kam auch zum siebten Fang des Tages um 20 Uhr auf Rufen des Untersuchers bereitwillig zur Falle. Zu- und Ausgang waren für das Tier sehr gut zugänglich und ließen sich leicht öffnen und wieder schließen. Die Anbindevorrichtung in der Falle erwies sich als ungünstig positioniert, da das Tier trotz Anbindung die Möglichkeit hatte, das Insektennetz zu erreichen. Der Untersucher hatte einen guten Zugang zu dem sich in der Drop Trap befindlichen Tier und die Anbindung konnte im Notfall sehr schnell gelöst werden. Auch die Standfestigkeit der Falle auf weichem, etwas unebenem Boden wurde mit gut bewertet, die Standfestigkeit bei Abwehrbewegungen des Tieres sogar als sehr gut. Dahin gegen konnte die Falle nur mittels eines Radladers transportiert werden, so dass eine Versetzung der Falle nur bei sehr trockenem Weideboden möglich gewesen wäre. In dieser Studie war die Falle jedoch für den gesamten Zeitraum fest positioniert. Die Insektennetze aller vier Seiten ließen sich in weniger als 30 Sekunden herunterlassen. Es waren hierzu jedoch zwei Personen notwendig. Ein vollständiger Abschluss der Falle mittels der Insektennetze konnte nicht erreicht werden. Insbesondere bei leichtem Wind musste eine zweite Hilfsperson zur Stelle sein, um das Entweichen von Insekten zu verhindern.

Abbildung IV-9: Darstellung aller im Versuchszeitraum gefangenen Insekten



V DISKUSSION

Studien zur Rolle von Insekten als mechanische Überträger eines Krankheitserregers sind mit aufwendigen Untersuchungen zum Lebenszyklus, Habitat und Verhalten dieser Lebewesen verbunden. Neben der generellen Vektorkompetenz müssen auch die natürlichen Selektionskriterien für Wirtstiere berücksichtigt werden, bevor Insekten in Transmissionsstudien unter Labor- und Feldbedingungen eingesetzt werden. Denn es gilt zu beachten, dass Insekten einer bestimmten Spezies möglicherweise unter Laborbedingungen auf einem „angebotenen“ Wirtstier Nahrung aufnehmen, sich dabei mit Krankheitserregern kontaminieren und diese bei einer weiteren Mahlzeit auf andere Wirtstiere übertragen. Beobachtet man diese Insekten aber unter natürlichen Lebensbedingungen, muss vielleicht festgestellt werden, dass das Insekt diesen Wirt gar nicht aufsucht, die Aktivitätszeiten von Wirt und Insekt zu stark differieren, oder dass der potentielle Vektor so selten vorkommt, dass er gar keine bedeutsame Rolle im epidemiologischen Geschehen spielen kann (Reisen, 2009).

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Untersuchung potentieller mechanischer Vektoren für den Parasiten *Besnoitia besnoiti*. Für die Feldstudie wurde ein Gelände gewählt, welches zum Mutterkuhbetrieb gehörte, in dem im Jahr 2008 erstmals die bovine Besnoitiose in Deutschland bei nicht importierten Rindern diagnostiziert wurde (Schaes et al., 2008). Dies ermöglichte es, jene Insektenspezies aus der Zielgruppe *Tabanidae* und *Muscidae* zu identifizieren, welche möglicherweise aktiv am Geschehen der Verbreitung dieser Erkrankung beteiligt sind.

Das ausgewählte Versuchsgelände stellte ein ideales Habitat für Insekten der Zielgruppe dar. Stehende und langsam fließende Gewässer, mit teilweise sehr weichem, sumpfigen Randgebiet und einem dichten Vegetationssaum boten Insekten der Familie *Tabanidae* hervorragende Möglichkeiten zur Eiablage und boten sehr gute Bedingungen für die Entwicklung von Larven und Puppen (Foil und Hogsette, 1994; Mullens, 2009). Des Weiteren stellten hohe Gräser, Büsche und Laubbäume auf dem Versuchsgelände oder in dessen unmittelbarer Nähe ideale Rastplätze für die Tabaniden dar (Okiwelu, 1977; Kingston et al., 1986). Für Insektenspezies der Familie *Muscidae* bot die Nähe zu Stallungen und

Wohnhäusern, aber auch zu einer Vielzahl von Weiderindern ideale Bedingungen für die Nahrungsaufnahme, Eibablage und Überwinterung (Thomas und Kunz, 1986; Berkebile et al., 1994; Foil und Hogsette, 1994; Taylor et al., 2007).

Im Rahmen dieser Studie kam allein die Nzi Trap als Umweltfalle in Kombination mit den olfaktorischen Lockstoffen Aceton und abgestandenem Rinderharn zum Einsatz. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass der Fangerfolg für einige Insektenpezies bei der Wahl anderer Fallen höher ausgefallen wäre. Es muss jedoch betont werden, dass es bei dieser Arbeit nicht darum ging, eine möglichst große Anzahl seltener Spezies zu fangen. Denn Ziel der Studie war es, ein Spektrum potentieller Vektoren, sprich häufig vorkommender Insektenpezies, für *B. besnoiti* zu ermitteln. So fiel die Wahl auf die Nzi Trap bestehend aus einer Kombination aus schwarzem und Pthalogenblauen Stoff. Pthalogenblau reflektiert Licht im ultravioletten und blauen Bereich des elektromagnetischen Spektrums und hat sich in verschiedenen Insektenstudien als sehr gute visuelle Lockfarbe für verschiedene Insektenpezies erwiesen (Green, 1988; Mihok, 2002). Nzi Traps hatten sich in einer Reihe vergleichenden Studien als eine herausragende Umweltfalle für Insektenpezies der Familien *Tabanidae* und *Muscidae* herausgestellt. So zeigten Mihok (2006) und van Hennekeler et al. (2008) in Studien in Australien, Canada und den USA, dass in Nzi Traps im Vergleich zu Canopy Traps 4,5 bis 5 Mal so viele Tabaniden gefangen werden konnten. In einer sudanesischen Arbeit waren die Fangerträge für Tabaniden in Nzi Traps 3 bis 12 Mal so hoch wie in NGU2B Traps und Bikonischen Fallen. Musciden konnten in der gleichen Studie bis 7 Mal so häufig in den Nzi Traps gefangen werden (Mohamed-Ahmed et al., 2007). Auch das Speziesspektrum für Tabaniden fiel in den Nzi Traps größer aus (van Hennekeler et al., 2008). Wurden die Nzi Traps zusätzlich mit natürlichen, synthetischen Lockstoffen oder mit einer Kombination aus beiden versehen, so konnte der Fangerfolg für einige Spezies je nach Lockstoff noch weiter gesteigert werden (Mihok et al., 2007; van Hennekeler et al., 2008; Mihok und Mulye, 2010).

Der Fangerfolg in Nzi Traps ist nicht nur abhängig von Stofffarbe und genutzten weiteren Lockstoffen; auch Habitat, Ausrichtung und Positionierung der Fallen, die Witterung, oder sich in der Nähe befindliche Objekte oder Tiere beeinflussen den Insektenfang (Mihok et al., 2006). So lassen sich Fangergebnisse eines Standorts mit denen eines anderen nur schwer vergleichen. Bislang wurden

Studien mit Nzi Traps überwiegend in Afrika und Nordamerika durchgeführt. Für den europäischen Raum gibt es bislang nur eine publizierte Arbeit. In dieser Arbeit wurden 13 Tabaniden und 106 Musciden pro Falle und Tag gefangen (Bauer et al., 2006). Mihok (2006) berichtet, dass im Rahmen einer kanadischen Studie ohne Einsatz zusätzlicher Geruchslockstoffe bis zu 67 *Tabaninae*, 46 *Chrysopsinae* und 71 *Stomoxys calcitrans* pro Nzi Trap und Tag gefangen wurden. In einer australischen Studie lagen Tagesfänge für Insekten der Familie *Tabanidae* mit und ohne Geruchslockstoffe zwischen 1-103 bzw. 1-34 Insekten pro Falle und Tag (van Hennekeler et al., 2008). Die Ergebnisse dieser Arbeit sind mit denen der genannten Studien für die Anzahl gefangener *Tabaninae* durchaus vergleichbar (Tabelle 9).

Bemerkenswert ist, dass in Nzi Trap III, welche sehr windgeschützt aufgestellt war, der Fangerfolg deutlich geringer ausfiel, als in den anderen Fallen. Diese Falle war in einer Ecke der Weide positioniert und wurde von sehr viel Gebüsch flankiert. Der Platz vor der Falle wurde von den Locktieren nur selten aufgesucht, was daran zu erkennen war, dass hier das Gras nur mäßig abgefressen wurde und die Weide daher in diesem Areal zweimal während der Versuchsphase gemäht werden musste. Es scheint daher möglich, dass die visuelle und olfaktorische Anlockung von Insekten in Richtung Nzi Trap III dadurch beeinträchtigt wurde, dass das Gras zu hoch stand, und Geruchsstoffe daher nicht ausreichend mit dem Wind weiter getragen wurden, und dass sich Locktiere, von denen die Insekten hätten zur Nzi Trap weiterfliegen können, nur selten hier anzutreffen waren.

Auch der Fangerfolg von Nzi Trap V lag unter dem der Fallen I, II und IV. Hier war die Falle mit der Rückseite zur Versuchsweide positioniert und zeigte mit ihrer Öffnung in Richtung auf den angrenzenden Schotterweg. Etwa 30 m entfernt lag die Rinderweide des Nachbarbetriebs. Wie oft sich jedoch die Milchkühe auf dem entsprechenden Teil der Nachbarweide aufhielten, ist nicht dokumentiert. Die Locktiere auf der Versuchsweide hielten sich ähnlich wie bei Nzi Trap III selten in der Nähe der Falle V auf. Auch hier musste in der Umgebung der Falle zweimal das hochaufgewachsene Gras gemäht werden.

Nzi Trap IV lag direkt am stehenden Gewässer (Abbildung III-4). Der Fangerfolg für Tabaniden war in dieser Falle am größten und lässt den Rückschluss zu, dass dies durch die Nähe des idealen Brut- und Ruheplatzes bedingt war. Die Öffnung der Falle zeigte auf das Gewässer, in dessen Richtung der Wind die Geruchsstoffe

trug. Die Locktiere wurde häufig beim Fressen in der Nähe der Nzi Trap IV beobachtet. Dies erklärt vielleicht auch die guten bis sehr guten Fangerfolge für *Musca autumnalis*.

Nzi Trap II wurde mit seiner Rückseite zu einem fließenden Gewässer positioniert und war in diesem Bereich nur mäßig durch Gebüsch verdeckt. Die Lockstoffe konnten frei über die Weide transportiert werden. Nzi Trap I stand in direkter Verlängerung zu Nzi Trap II etwas näher an der Straße und am Drop Trap Stellplatz. Im direkten Vergleich dieser zwei Fallen fällt auf, dass Nzi Trap II insgesamt über einen längeren Zeitraum einen besseren Fangerfolg aufweist. Dies könnte damit zusammen hängen, dass die Funktionsfähigkeit von Nzi Trap I durch angrenzende Wohnhäuser beeinflusst wurde. Auch stand Nzi Trap I in der Nähe zu Futterstation der Kälber, so dass Insekten hier möglicherweise die attraktiveren Wirtstiere aufsuchten. Die Weide in der Nähe von Nzi Traps I und II wurden vollständig von den Rindern abgeweidet und mussten nicht gemäht werden.

Bei der Betrachtung der Nzi Trap-Fänge fällt auf, dass die Insektenzahlen in den Fallen nach einer trockenen und heißen Periode stark anstiegen (siehe Tabelle 12). Dies deutet darauf hin, dass die Witterungsbedingungen für die Entwicklung der Larven und Puppen der verschiedenen Spezies besonders günstig waren und die Dauer eines Lebenszyklus von Insekten aus der Familie der *Muscidae* sehr kurz ausfiel.

Die Drop Trap war im Eingangsbereich der Weide positioniert. In unmittelbarer Nähe hierzu befanden sich Nzi Trap I und auch einige Wohnhäuser. Da der Einsatz von Drop Traps hauptsächlich für entomologische Studien zu Insekten der Familie *Culicidae* eingesetzt wird, ist es schwierig, den Fangerfolg mit der Drop Trap einzuordnen. In einer Studie von Everett und Lancaster (1968) wurden ähnliche Fangerfolge für Tabaniden mit einer Drop Trap ermittelt: An insgesamt 14 Drop Trap Tagen wurden 104 Exemplare gefangen.

Tabanidae sind exophile und exophage Insekten. Das bedeutet, sie sind nicht an den Menschen und seinen Lebensraum angepasst und ernähren sich im Freien. Nur Tabanidenspezies, welche in der Dämmerung oder Nachts aktiv sind, folgen ihren Wirten manchmal in den Stall oder unter einen Unterstand (Foil und Hogsette, 1994). So ist es denkbar, dass das Verhalten von Tabaniden durch Farbe

und Struktur der Drop Trap stark beeinflusst wurde und daher die Fänge am Tier gering ausfielen. Die Positionierung der Drop Trap in der Nähe der Straße erleichterte den Zugang für den Untersucher. Allerdings befanden sich hier Wohnhäuser in unmittelbarer Nähe. Diese Tatsache mag ein weiterer Grund dafür sein, dass die Drop Trap Fänge für Tabaniden eher gering ausfielen. Denn Rastplätze für Tabaniden lagen nicht in Windrichtung. Nur auf der Windschattenseite wurde die Drop Trap von hoher Vegetation (ca. 20 m Abstand) flankiert. Die hohen Fangerträge in der Drop Trap für *Musca autumnalis* hingegen spiegeln wider, dass sich diese Insekten fast ausschließlich auf ihrem Wirt aufhalten. Fänge für *Stomoxys calcitrans* fielen in Nzi Traps I und II und in der Drop Trap, abgesehen von einigen tagesspezifischen Besonderheiten, ähnlich aus (vergleiche Abbildung IV-7 und Abbildung IV-8). Möglicherweise wurden die Fangerträge hier durch die sich in der Nähe befindlichen Nzi Traps I und II, welche die besten Fangergebnisse für *Stomoxys calcitrans* aufwiesen, beeinflusst, so dass vielleicht größere Fangfolge für diese Spezies erreicht werden könnten, wenn nicht ein Locktier mit den visuellen und olfaktorischen Lockeigenschaften der Nzi Traps konkurriert hätte. *Haematobia spp.* wurden weder in der Drop Trap noch in den Nzi Traps besonders häufig gefangen. Der Fangfolge war jedoch direkt am Tier größer als in den zwei am stärksten von *Haematobia spp.* frequentierten Nzi Traps I und II (vergleiche Abbildung IV-7 und Abbildung IV-8). Somit scheint die Drop Trap geeignet für das Fangen dieser Insekten. In dieser Studie schien die Gesamtpopulation von *Haematobia spp.* auf dem Versuchsgelände klein zu sein.

Allgemein kann festgestellt werden, dass sich das für diese Studie genutzte Gelände sehr gut für entomologische Studien zur Familie der *Tabanidae* und *Muscidae* mit Einschränkung im Hinblick auf *Haematobia spp.* eignet. Allerdings müsste bei weiteren Untersuchungen darauf geachtet werden, dass die Drop Trap anders positioniert wird. Ideal wäre ein Standort in der Nähe der Nzi Trap IV, da in dieser die Tabanidenfänge am umfangreichsten ausfielen und die lokale Habitatbeschaffenheit ein hohes Vorkommen von Tabaniden begünstigt. Des Weiteren sind weitere Studien zur Nutzbarkeit von Drop Traps bei Untersuchungen zu Tabaniden notwendig, um Fangfolge zu optimieren. So sollte darüber nachgedacht werden, für das Gerüst der Drop Trap eine Farbe zu wählen, für deren Emissionsspektrum Tabaniden nicht photosensitiv sind. Auch

wäre es wünschenswert in einer Versuchsperiode an mehr Tagen die Drop Trap zu nutzen. Dies ist jedoch abhängig von der Witterungslage. In dieser Studie konnten nur sieben Fangtage realisiert werden.

Bei der Positionierung der Nzi Traps sollte darauf geachtet werden, dass die Umgebung der Fallen immer frei von hochgewachsenen Gräsern ist, der Wind Lockstoffe idealer Weise auf die Versuchsweise trägt und sich in der Nähe für die Zielspezies bevorzugte Habitate befinden. Somit sollten die Standorte für die Fallen III und V nicht wieder verwendet werden.

Für Folgestudien könnten, je nach Fragestellung, kürzere Versuchsperioden gewählt werden. Die Daten zu den Aktivitätsperioden der Zielinsektenspezies ergeben, dass sich besonders der Monat Juli für entomologische Untersuchungen eignen würde (siehe Abbildung IV-4).

Betrachtet man das Spektrum der in dieser Studie gefangenen Insekten, so erfüllen nur die Tabanidenspezies *Haematopota pluvialis* und *Tabanus bromius* und die Muscidenspezies *Musca autumnalis* und *Stomoxys calcitrans* die notwendigen Bedingungen für die Rolle als mechanischer Vektor im Hinblick auf Häufigkeit ihres Vorkommen, Wirtspräferenz und Aktivitätszeit (tagaktiv).

Die Bedeutung von *Musca spp.* für die Übertragung von *B. besnoiti* ist bislang noch nicht untersucht, während eine mechanische Transmission für Tabaniden und *Stomoxys calcitrans* in Versuchen belegt werden konnte (Bigalke, 1968). Die Besonderheit von *B. besnoiti* ist, dass es parasitäre Zysten nicht nur in der Dermis ausbildet. Diese sind auch in der skleralen Konjunktiva und in Schleimhäuten sehr oberflächlich gelegen (Rostaher et al., 2010). Durch den Einsatz von kleinen, scharfen Zähnen (*engl.*: prestomal teeth) bei der Aufnahme von festen Nahrungsbestandteilen, scheint es denkbar, dass *Musca autumnalis* die Zystenwand zerstört und ihre Mundwerkzeuge mit dem Erreger kontaminiert werden (Broce und Elzinga, 1984; Elzinga und Broce, 1986). Zysten können auch durch mechanische Einwirkungen anderer Art zerstört werden, so dass *B. besnoiti* Bradyzoiten bereits in der Tränenflüssigkeit von Rindern nachgewiesen werden konnte (Cortes et al., 2003). Im Hinblick auf die Häufigkeit des Vorkommen von *Musca autumnalis* in der direkten Umgebung von Rinder, scheint es daher möglich, dass diese Spezies einen direkten Einfluss auf die Übertragung von *B. besnoiti* in der ersten in Deutschland von boviner Besnoitiose betroffenen

Rinderherde hatte.

Weitere Studien im Erdinger Raum sollten sich auf die Rolle von *Haematopota pluvialis*, *Tabanus bromius*, *Musca autumnalis* und *Stomoxys calcitrans* bei der natürlichen Übertragung von *B. besnoiti* fokussieren. Hierzu sind hochgradig infizierte und chronisch kranke Überträgertiere nötig. Nach Identifizierung der Insektenspezies wäre eine Blutmahlzeitenanalyse notwendig. Kann nachgewiesen werden, dass die Insekten auf einem Rind Blut aufgenommen haben, so sollte mittels PCR geprüft werden, ob das Insekt mit *B. besnoiti* kontaminiert ist (Schaars et al., 2011).

VI ZUSAMMENFASSUNG

Spektrum potentieller Vektoren für die mechanische Übertragung von *Besnoitia besnoiti* beim Rind: Entomologische Untersuchungen zum Vorkommen von Insektenspezies der Familien Tabanidae und Muscidae (Diptera) im Landkreis Erding, Bayern

Julia Christiane Scharr

Insekten der Ordnung Diptera spielen als mechanische Vektoren bei der Verbreitung einer Reihe von Infektionskrankheiten eine bedeutsame Rolle. Studien aus den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts deuten an, dass blutsaugende Insekten aus dieser Ordnung auch an der Übertragung von *Besnoitia besnoiti*, dem Erreger der bovinen Besnoitiose, beteiligt sind. Seit sich die bovine Besnoitiose über die Ländergrenzen Frankreichs, Spaniens und Portugals hinweg ausbreitet, findet diese Erkrankung in Europa immer mehr Beachtung und es gibt Forderungen nach flächendeckenden epidemiologischen Studien. Hierbei wird den Untersuchungen zur direkten und indirekten Übertragung des einzelligen Parasiten eine zentrale Bedeutung beigemessen.

Es war Ziel dieser Studie, Insektenspezies der Familien *Tabanidae* und *Muscidae* zu identifizieren, die bei der Übertragung von *B. besnoiti* in Deutschland eine Rolle spielen könnten. Hierfür wurden Insekten im Zeitraum vom 29.05.2010 bis 30.09.2010 mittels fünf Umweltfallen (Nzi Traps) und einer eigens für die Studie konzipierten Fallnetz-Falle (Drop Trap) gefangen. Diese Untersuchungen fanden auf einer 1,5 ha großen Rinderweide des ersten in Deutschland von boviner Besnoitiose betroffenen Betriebs in Deutschland statt.

Die Leerung der Nzi Traps erfolgte täglich zwischen 18 und 19 Uhr immer in der gleichen Reihenfolge. Die Nutzung der Drop Trap war stark abhängig von der Witterung. Es konnten im Versuchszeitraum an sieben Tagen Fänge mit der Drop Trap durchgeführt werden, an denen ein Rind von 8 bis 20 Uhr alle zwei Stunden in die Falle verbracht wurde und dort als Locktier für Insekten diente. In Nzi Traps und Drop Trap gefangene Insekten wurden bis zur Speziesbestimmung unter Lichtabschluss in 96,5 %igem Ethanol asserviert.

Im Versuchszeitraum wurden insgesamt 5.723 Zielinsekten der Ordnung Diptera

gefangen. Davon gehörten 3.109 (Nzi Traps: 3.058; Drop Trap: 51) zu 20 Spezies der Familie *Tabanidae* und 2.614 (Nzi-Traps: 1.788; Drop Trap: 826) zu vier Spezies der Familie *Muscidae*. Die besten Fänge konnten im Monat Juli 2010 erzielt werden. Der Aktivitätszeitraum der Insekten aus der Familie *Muscidae* begann Anfang Juni 2010 und endete Mitte September 2010. Die Hauptflugzeiten der Insekten aus der Familie *Tabanidae* lagen im Zeitraum von Anfang Juni 2010 bis August 2010.

Bei den in den Nzi Traps gefangenen Insekten der Familie *Muscidae* handelt es sich vorrangig um *Stomoxys calcitrans* (n=1.312; 73,4 %) gefolgt von *Musca autumnalis* (n=318; 17,8 %) und *Haematobia spp.* (n=158; 8,8 %). Aus der Familie *Tabanidae* konnten *Tabanus bromius* (n=1.431; 46,8 %) und *Haematopota pluvialis* (n=1.325; 43,33 %) am häufigsten gefangen werden. Mit weitem Abstand folgten *Hybomitra distinguenda* (n=114; 3,73 %) und *Haematopota subcylindrica* (n=89; 2,9 %). *Chrysops caecutiens* (n=30) und *Tabanus sudeticus* (n=26), sowie weitere 14 Spezies der Familie *Tabanidae* welche mit weniger als 1 % am Gesamtaufkommen der gefangenen Tabaniden beteiligt waren.

In der Drop Trap konnten im Gegensatz zu den Nzi Taps deutlich mehr *Musca autumnalis* (n=714; 86,44 %) als *Stomoxys calcitrans* (n=93; 11,26 %) gefangen werden. Die Gruppe der *Haematobia spp.* (n=19; 2,3 %) bildet auch hier den kleinsten Anteil. Aus der Familie *Tabanidae* konnten Exemplare der Spezies *Haematopota pluvialis* (n= 23; 45,1 %) und *Chrysops caecutiens* (n=12; 23,53 %) am häufigsten gefangen werden. *Tabanus bromius* war nur mit 6 Exemplaren (11,76 %) am Gesamtfang der Tabaniden beteiligt.

Betrachtet man das gesamte Spektrum der in dieser Studie gefangenen Insekten, so erfüllen nur die Tabanidenspezies *Haematopota pluvialis* und *Tabanus bromius* und die Muscidenspezies *Musca autumnalis* und *Stomoxys calcitrans* die notwendigen Bedingungen im Hinblick auf Häufigkeit ihres Vorkommen, Wirtspräferenz und Aktivitätszeit, um für *B. besnoiti* als mechanische Vektoren mit epidemiologischer Relevanz in Frage zu kommen.

VII SUMMARY

**Potential vectors for mechanical transmission of *Besnoitia besnoiti* in cattle:
Entomological investigations of species diversity and relative frequency in the
families Tabanidae and Muscidae (Diptera) in Erding county, Bavaria,
Germany**

Julia Christiane Scharr

Insects of the order Diptera play an important role as mechanical vectors for various infectious disease agents. Studies from the 60s of the last century indicate that blood-sucking Diptera may be able to transmit *Besnoitia besnoiti*, the pathogen causing bovine besnoitiosis. In Europe, an increase of attention directed at this disease can be noted since bovine besnoitiosis started spreading beyond France, Spain and Portugal. In this context comprehensive epidemiological studies have been demanded. Investigations with regard to direct and indirect transmission of the protozoan parasite are considered to be of utmost importance.

The aim of this study was to identify species in the families *Tabanidae* and *Muscidae*, which may play a role in propagating *B. besnoiti* in Germany. This study was conducted between May 29, 2010, and September 30, 2010, on the premises of the first German cattle farm affected by an autochthonous outbreak of bovine besnoitiosis. Insects were captured on a 1.5 ha pasture by using five multipurpose insect traps (Nzi traps), and a specially designed animal-baited trap (Drop trap).

Nzi traps were emptied daily between 6 and 7 pm. The Drop trap use depended on the weather, and Drop trap catches were only conducted on seven days by utilizing a heifer as a bait-animal every two hours between 8 am and 8 pm. Until species identification, insects were kept in the dark in 96.5 % ethanol.

A total of 5,723 target insects of the order Diptera were harvested during the study period. Of these, 3,109 (Nzi Traps: 3,058; Drop Trap: 51) belonged to 20 species of the family *Tabanidae* and 2,614 (Nzi-Traps: 1,788; Drop Trap: 826) could be divided into four species of the family *Muscidae*. Most insects were caught in July, 2010. *Muscidae* were active from the beginning of June until mid-September. Also the flying period for *Tabanidae* started in the beginning of June

but ended already in August.

Most of the *Muscidae* caught in Nzi traps were *Stomoxys calcitrans* (n=1,312; 73.4 %), followed by those of the species *Musca autumnalis* (n=318; 17.8 %) and *Haematobia spp.* (n=158; 8.8 %). *Tabanus bromius* (n=1,431; 46.8 %) and *Haematopota pluvialis* (n=1,325; 43.33 %) were the most abundant *Tabanidae*. Further the tabanids *Hybomitra distinguenda* (n=114), *Haematopota subcylindrica* (n=89), *Chrysops caecutiens* (n=30), and *Tabanus sudeticus* (n=26) as well as 14 other species (≤ 11 specimens per species) were caught.

In contrast, *Musca autumnalis* (n=714; 86.44 %) was the most abundant muscid species caught by Drop trap. Fewer *Stomoxys calcitrans* (n=93; 11.26 %) and *Haematobia spp.* (n=19; 2.3 %) were caught. Specimens of the species *Haematopota pluvialis* (n= 23; 45.1 %) and *Chrysops caecutiens* (n=12; 23.53 %) formed the largest groups of tabanids. However, only 6 specimens of *Tabanus bromius* (11.76 %) were found.

Regarding the whole spectrum of species caught in this study, only the tabanids *Haematopota pluvialis* and *Tabanus bromius* and the muscids *Musca autumnalis* and *Stomoxys calcitrans* meet all the requirements with regard to abundance, host preference and daily activity period to be considered potential mechanical vectors for *B. besnoiti* of epidemiological relevance.

VIII LITERATURVERZEICHNIS

Agee, H.R., Patterson, R.S., 1983. Spectral sensitivity of stable, face and horn flies and behavioural responses of stable flies to visual traps (Diptera: Muscidae). *Environmental Entomology* 12, 1823-1828.

Allan, S.A., Day, J.F., Edman, J.D., 1987. Visual ecology of biting flies. *Annual Review of Entomology* 32, 297-314.

Basso, W., Schares, G., Gollnick, N.S., Rutten, M., Deplazes, P., 2011. Exploring the life cycle of *Besnoitia besnoiti*-Experimental infection of putative definitive and intermediate host species. *Veterinary Parasitology* 178, 223-234.

Basson, P.A., McCully, R.M., Bigalke, R.D., 1970. Observations on the pathogenesis of bovine and antelope strains of *Besnoitia besnoiti* (Marotel, 1912) infection in cattle and rabbits. *The Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 37, 105-126.

Bauer, B., Blank, J., Heile, C., Schein, E., Clausen, P.H., 2006. Pilotstudie zur Bewertung der Effizienz insektizidbehandelter Netzzäune zum Schutz von Pferden gegen Weidefliegen im nördlichen Brandenburg. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 119, 421-424.

Berkebile, D.R., Thomas, G.D., Campbell, J.B., 1994. Overwintering of the stable fly (Diptera: Muscidae) in southeastern Nebraska. *Journal of economic entomology* 87, 1555-1563.

Besnoit, C., Robin, V., 1912. Sarcosporidiose cutanée chez une vache. *Revue Vétérinaire* 37, 649-663.

Bigalke, R.D., 1968. New concepts on the epidemiological features of bovine besnoitiosis as determined by laboratory and field investigations. *The Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 35, 3-137.

Bigalke, R.D., Prozesky, L., 1994. Besnoitiosis In: Coetzer, J.A.W., Tuskin, R.C. (Eds.) *Infectious Diseases of Livestock*, 2nd Edition. Oxford University Press Southern Africa, Cape Town, pp. 351-360.

Broce, A.B., Elzinga, R.J., 1984. Comparison of prestomal teeth in the face fly (*Musca autumnalis*) and the house fly (*Musca domestica*) (Diptera: Muscidae). *Journal of Medical Entomology* 21, 82-85.

Carn, V.M., 1996. The role of dipterous insects in the mechanical transmission of animal viruses. *The British veterinary journal* 152, 377-393.

Carpenter, S., Szmaragd, C., Barber, J., Labuschagne, K., Gubbins, S., Mellor, P.S., 2008. An assessment of *Culicoides* surveillance techniques in northern Europe: Have we underestimated a potential bluetongue virus vector? *Journal of Applied Ecology* 45, 1237-1245.

Castillo, J.A., Marcén, J.M., Ortega-Mora, L.M., Alvarez-Garcia, G., 2009. La besnoitiosis bovina como una enfermedad emergente en Europa. *Albéitar* 127, 24-25.

Chvala, M., Lyneborg, L., Moucha, J., 1972. The horse flies of Europe (Diptera, Tabanidae). Entomological Society of Copenhagen, Vinderup, Denmark, 498 p.

Cilek, J.E., 1999. Evaluation of Various Substances to Increase Adult *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) Collections on Alsynite Cylinder Traps in North Florida. *Journal of Medical Entomology* 36, 605-609.

Coleman, R.E., Gerhardt, R.R., 1987. Factors affecting the deposition of regurgitated materials onto a substrate by *Musca autumnalis*. *Journal of Agricultural Entomology* 4, 185-188.

Cortes, H., Ferreira, M.L., Silva, J.F., Vidal, R., Serra, P., Caeiro, V., 2003. Contribuição para o estudo da besnoitiose bovina em Portugal - Contribution to

the knowledge of bovine besnoitiosis in Portugal. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias* 98, 43-46.

Durden, L.A., Mullen, G.R., 2009. Introduction, In: Mullen, G.R., Durden, L.A. (Eds.) *Medical and Veterinary Entomology*. Elsevier, Inc., pp. 1-12.

EFSA, 2010. Bovine besnoitiosis: An emerging disease in Europe. Scientific statement on bovine besnoitiosis of the European Food Safety Authority. *EFSA Journal* 8, 1499.

Egri, A., Blaho, M., Kriska, G., Farkas, R., Gyurkovszky, M., Akesson, S., Horvath, G., 2012. Polarotactic tabanids find striped patterns with brightness and/or polarization modulation least attractive: an advantage of zebra stripes. *The Journal of experimental biology* 215, 736-745.

Elzinga, R.J., Broce, A.B., 1986. Labellar modifications of Muscomorpha flies (Diptera). *Annals Entomological Society of America* 79, 150-209.

Everett, R., Lancaster, J.L., 1968. A comparison of animal- and dry-ice-baited traps for the collection of Tabanids. *Journal of economic entomology* 61, 863-864.

Feener, D.H., Jr., Brown, B.V., 1997. Diptera as parasitoids. *Annual Review of Entomology* 42, 73-97.

Fernandez-Garcia, A., Alvarez-Garcia, G., Risco-Castillo, V., Aguado-Martinez, A., Marcen, J.M., Rojo-Montejo, S., Castillo, J.A., Ortega-Mora, L.M., 2010. Development and use of an indirect ELISA in an outbreak of bovine besnoitiosis in Spain. *The Veterinary record* 166, 818-822.

Ferrié, J.J., 1984. La besnoitiose bovine. *Revue bibliographique. Observations personnelles*. Thesis, Ecole National de Toulouse, France, pp. 288.

Foil, L.D., 1989. Tabanids as vectors of disease agents. *Parasitology Today* 5, 88-96.

Foil, L.D., Hogsette, J.A., 1994. Biology and control of tabanids, stable flies and horn flies. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)* 13, 1125-1158.

Foil, L.D., Seger, C.L., French, D.D., Issel, C.J., McManus, J.M., Ohrberg, C.L., Ramsey, R.T., 1988. Mechanical transmission of bovine leukemia virus by horse flies (Diptera: Tabanidae). *Journal of Medical Entomology* 25, 374-376.

Gentile, A., Militerno, G., Bassi, P., Schares, G., Majzoub, M., Gollnick, N.S., 2010. Si di un episodio di besnoitiosi bovina in Italia. *Buiatria - Journal of the Italian Association for Buiiatrics* 5, 3-15.

Gentile, A., Militerno, G., Schares, G., Nanni, A., Testoni, S., Bassi, P., Gollnick, N.S., 2012. Evidence for bovine besnoitiosis being endemic in Italy-first in vitro isolation of *Besnoitia besnoiti* from cattle born in Italy. *Veterinary Parasitology* 184, 108-115.

Gibson, G., Torr, S.J., 1999. Visual and olfactory responses of haematophagous Diptera to host stimuli. *Medical and Veterinary Entomology* 13, 2-23.

Gollnick, N.S., Gentile, A., Schares, G., 2010a. Diagnosis of bovine besnoitiosis in a bull born in Italy. *The Veterinary record* 166, 599.

Gollnick, N.S., Klee, W., Majzoub, M., Rostaher, A., Bauer, B., Basso, W., Conraths, F., Schares, G., 2010b. *Besnoitia besnoiti*: Über das Risiko der Ausbreitung in Deutschland. *Deutsches Tierärzteblatt* 58, 338-343.

Gollnick, N.S., Rostaher, A., Majzoub, M., Selmair, J., Basso, W., Schares, G., 2009. Augen auf beim Tierhandel - hält eine "neue" Infektionskrankheit des Rindes Einzug in Deutschland? *Deutsches Tierärzteblatt* 57, 320-325.

Green, C.H., 1988. The effect of colour on trap- and screen-orientated responses in *Glossina palpalis palpalis* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Glossinidae). *Bulletin of Entomological Research* 78, 591-604.

Gullan, P.J., Cranston, P.S., 2010a. Insect systematics: Phylogeny and classification, In: The insects: An outline of entomology. John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, UK, pp. 189-222.

Gullan, P.J., Cranston, P.S., 2010b. Taxoboxes, In: The insects: An outline of entomology. John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, UK, pp. 461-497.

Hanec, W., Bracken, G.K., 1962. Response of female horse flies (Tabanidae: Diptera) to light. Annals of the Entomological Society of America 55, 720-721.

Jacquiet, P., Lienard, E., Franc, M., 2010. Bovine besnoitiosis: Epidemiological and clinical aspects. Veterinary Parasitology 174, 30-36.

Kingston, S.R., Wangberg, J.K., Sanders, D.P., 1986. Flight behavior and nocturnal resting sites of *Tabanus abactor* Philip (Diptera:Tabanidae) in the Texas Rolling Plains. Journal of the Kansas Entomological Society 59, 337-342.

Kotrba, M., 2011. Wolfgang Schacht (*10. November 1939 † 10. April 2011). Ein Nachruf. Entomofauna 32, III-XII.

Krafsur, E.S., Moon, R.D., 1997. Bionomics of the face fly, *Musca autumnalis*. Annual Review of Entomology, 503-523.

Krčmar, S., Mikuska, A., Merdić, E., 2006. Response of Tabanidae (Diptera) to different natural attractants. Journal of Vector Ecology 31, 262-265.

Krinsky, W.L., 1976. Animal disease agents transmitted by horse flies and deer flies (Diptera: Tabanidae). Journal of Medical Entomology 13, 225-275.

Kumi-Diaka, J., Wilson, S., Sanusi, A., Njoku, C.E., Osori, D.I., 1981. Bovine besnoitiosis and its effect on the male reproductive system. Theriogenology 16, 523-530.

Majzoub, M., Breuer, W., Gollnick, N.S., Rostaher, A., Schares, G., Hermanns, W., 2010. Ein Ausbruch von boviner Besnoitiose bei Rindern in Deutschland; pathomorphologische, ultrastrukturelle und molekularbiologische Untersuchungen. Wiener Tierärztliche Monatsschrift 97, 9-15.

Manuali, E., Lepri, E., Salamida, S., D'Avino, N., Mangili, P., Vitellozzi, G., Grelloni, V., Filippini, G., 2011. An outbreak of bovine besnoitiosis in beef cattle born in central Italy. Transboundary and Emerging Diseases 58, 464-467.

Mihok, S., 2002. The development of a multipurpose trap (the Nzi) for tsetse and other biting flies. Bulletin of Entomological Research 92, 385-403.

Mihok, S., Carlson, D.A., Krafur, E.S., Foil, L.D., 2006. Performance of the Nzi and other traps for biting flies in North America. Bulletin of Entomological Research 96, 387-397.

Mihok, S., Carlson, D.A., Ndegwa, P.N., 2007. Tsetse and other biting fly responses to Nzi traps baited with octenol, phenols and acetone. Medical and Veterinary Entomology 21, 70-84.

Mihok, S., Mulye, H., 2010. Responses of tabanids to Nzi traps baited with octenol, cow urine and phenols in Canada. Medical and Veterinary Entomology 24, 266-272.

Miller, T.A., Treece, R.E., 1968. Some relationships of face fly feeding, ovarian development, and incidence on dairy cattle. Journal of Economic Entomology 61, 250-257.

Mohamed-Ahmed, M.M., Abdulla, M.A., Mohamed, Y.O., El Rayah, I.E., El Amin, Y.E., 2007. Trapability of periurban populations of horseflies (Diptera: Tabanidae) in Karthoum State, Sudan. Journal of Science and Technology 8, 46-63.

Moon, R.D., 2009. Muscid flies (Muscidae), In: Mullen, G.R., Durden, L.A. (Eds.) Medical and Veterinary Entomology. Elsevier, Inc., pp. 275-295.

Mullens, B.A., 2009. Horse flies and deer flies (Tabanidae), In: Mullen, G.R., Durden, L.A. (Eds.) Medical and Veterinary Entomology. Elsevier, Inc., pp. 261-274.

Okech, M., Hassanali, A., 1990. The origin of phenolic tsetse attractants from host urine studies on the proattractants and microbes involved. Insect Science and its Application 11, 363-368.

Okiwelu, S.N., 1977. Observations on the resting sites of tabanidae in a Miombo woodland in the Republic of Zambia. Journal of Medical Entomology 14, 195-197.

Olias, P., Schade, B., Mehlhorn, H., 2011. Molecular pathology, taxonomy and epidemiology of *Besnoitia* species (Protozoa: Sarcocystidae). Infection, Genetics and Evolution: Journal of Molecular Epidemiology and Evolutionary Genetics in Infectious Diseases 11, 1564-1576.

Reisen, K.W., 2009. Epidemiology of vector-borne diseases, In: Mullen, G.R., Durden, L.A. (Eds.) Medical and Veterinary Entomology. Elsevier, Inc., pp. 19-33.

Rostaher, A., Mueller, R.S., Majzoub, M., Schares, G., Gollnick, N.S., 2010. Bovine besnoitiosis in Germany. Veterinary Dermatology 21, 329-334.

Schares, G., Basso, W., Wilking, H., Conraths, F., Majzoub, M., Rostaher, A., Selmair, J., Gollnick, N.S. 2008. *Besnoitia besnoiti*: ein exotischer Rinderparasit erstmals in Deutschland nachgewiesen (Jahresbericht: Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit), pp. 71-75.

Schares, G., Maksimov, A., Basso, W., More, G., Dubey, J.P., Rosenthal, B.,

Majzoub, M., Rostaher, A., Selmair, J., Langenmayer, M.C., Scharr, J.C., Conraths, F.J., Gollnick, N.S., 2011. Quantitative real time polymerase chain reaction assays for the sensitive detection of *Besnoitia besnoiti* infection in cattle. *Veterinary Parasitology* 178, 208-216.

Service, M., 2008a. Horse-flies (Tabanidae), In: *Medical Entomology for Students*. Cambridge University Press, pp. 111-119.

Service, M., 2008b. House-flies and stable-flies (Muscidae) and latrine-flies (Fanniidae), In: *Medical Entomology for Students*. Cambridge University Press, pp. 134-150.

Silver, J.B., 2007. Sampling adults by animal bait catches and by animal-baited traps, In: Silver, J.B. (Ed.) *Mosquito Ecology: Field Sampling Methods*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 493-675.

Tan, S.W., Yap, K.L., Lee, H.L., 1997. Mechanical transport of rotavirus by the legs and wings of *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Journal of Medical Entomology* 34, 527-531.

Taylor, M.A., Coop, R.L., Wall, R.L., 2007. Facultative ectoparasites and arthropod vectors, In: *Veterinary Parasitology*. Blackwell Publishing Ltd., pp. 679-763.

Thomas, D.B., Kunz, S.E., 1986. Diapause survival of overwintering populations of the horn fly, *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae), in South-central Texas. *Environmental Entomology* 15, 44-48.

Thompson, P.H., Pechuman, L.L., 1970. Sampling populations of *Tabanus quinquevittatus* about horses in New Jersey, with notes on the identity and ecology. *Journal of economic entomology* 63, 151-155.

Turner, E.C., 1972. An animal-baited trap for the collection of *Culicoides* spp. (Diptera: Ceratopogonidae). *Mosquito News* 32, 527-530.

Van Geem, T., Broce, A.B., 1985. Significance of cattle discharges and secretions as protein sources for ovarian development in the face fly (Diptera: Muscidae). *Environmental Entomology* 14, 60-64.

van Hennekeler, K., Jones, R.E., Skerratt, L.F., Fitzpatrick, L.A., Reid, S.A., Bellis, G.A., 2008. A comparison of trapping methods for Tabanidae (Diptera) in North Queensland, Australia. *Medical and Veterinary Entomology* 22, 26-31.

Viennet, E., Garros, C., Lancelot, R., Allene, X., Gardes, L., Rakotoarivony, I., Crochet, D., Delecolle, J.-C., Moulia, C., Baldet, T., Balenghien, T., 2011. Assessment of vector/host contact: comparison of animal-baited traps and UV-light/suction trap for collecting *Culicoides* biting midges (Diptera: Ceratopogonidae), vectors of Orbiviruses. *Parasites and Vectors* 4, 119.

Wall, R., Shearer, D., 2001. Adult flies (Diptera), In: *Veterinary Ectoparasites: Biology, Pathology and Control*. Blackwell Science Ltd, pp. 83-112.

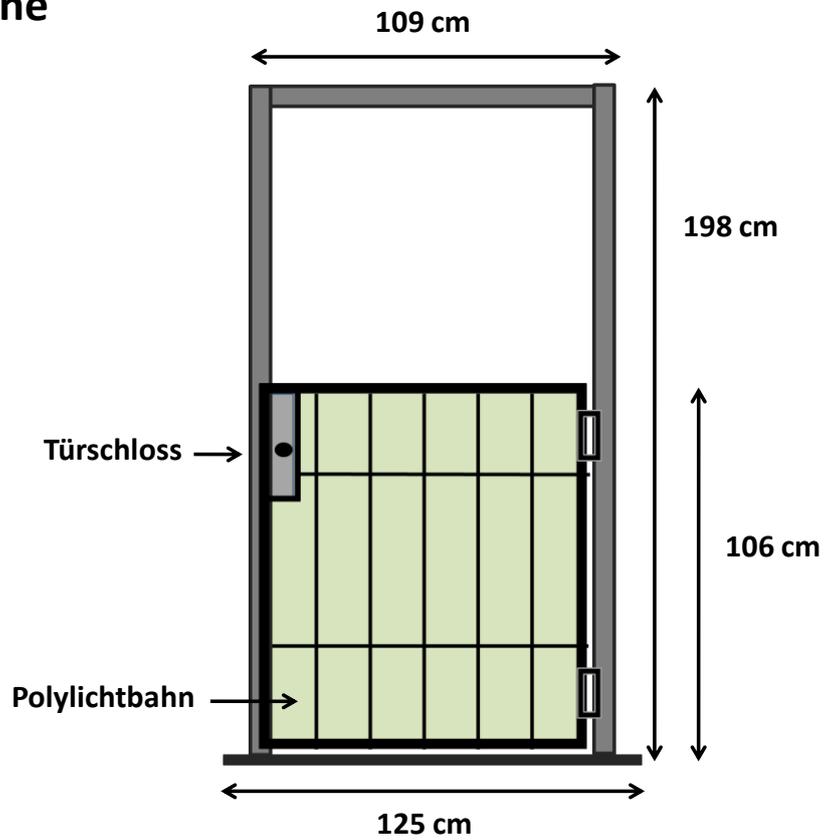
Weidner, H., 1982. Bestimmungstabellen der Vorratsschädlinge und des Hausungeziefers Mitteleuropas, 4. Edition. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart - New York, 251 p.

Wilton, D.P., Darsie, R.F., Jr., Story, R., 1985. Trials with portable screen rooms modified for use as animal-baited net traps for mosquito collection. *Journal of the American Mosquito Control Association* 1, 223-226.

IX ANHANG

Abbildung IX-1: Bauzeichnerische Details zur Drop Trap: Türen

Tür vorne



Tür hinten

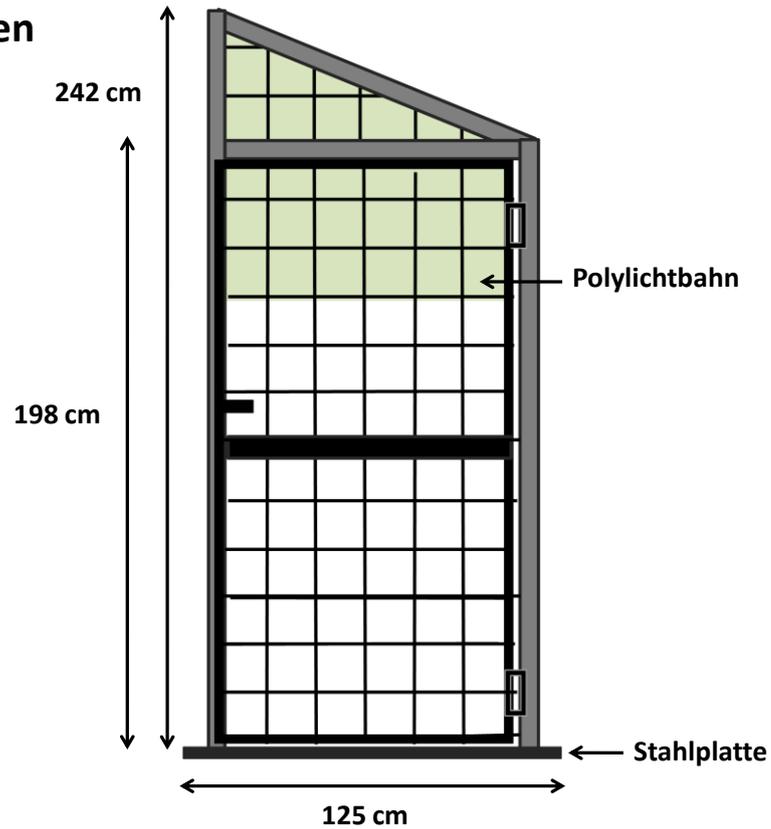
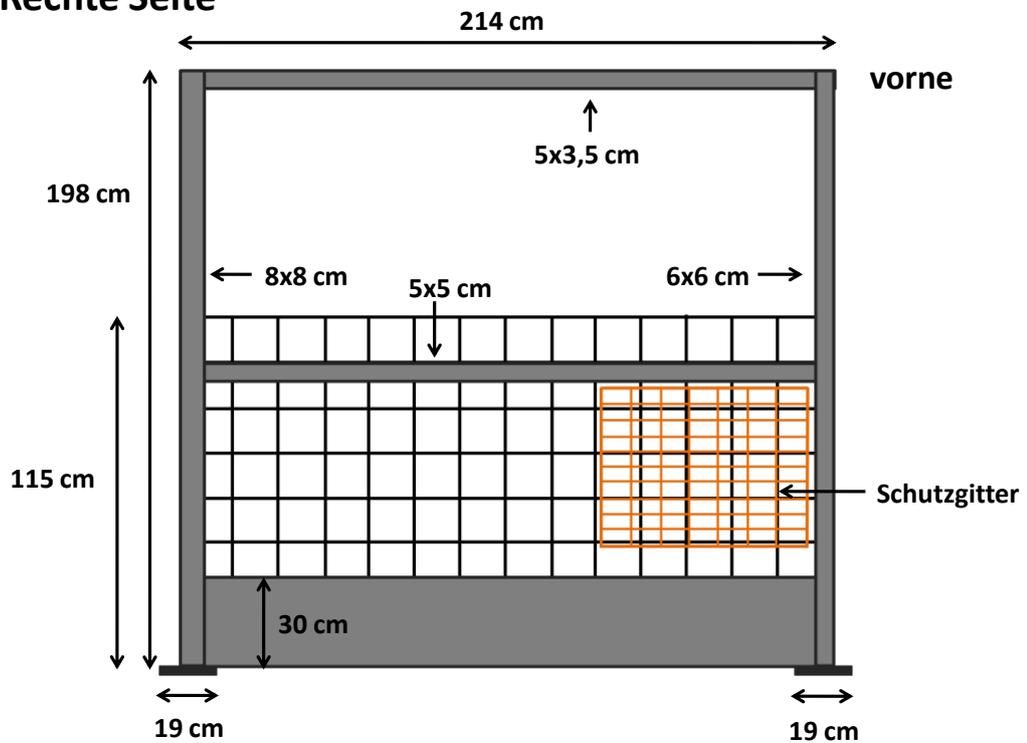


Abbildung IX-2: Bauzeichnerische Details zur Drop Trap: Seitenansicht

Rechte Seite



Linke Seite

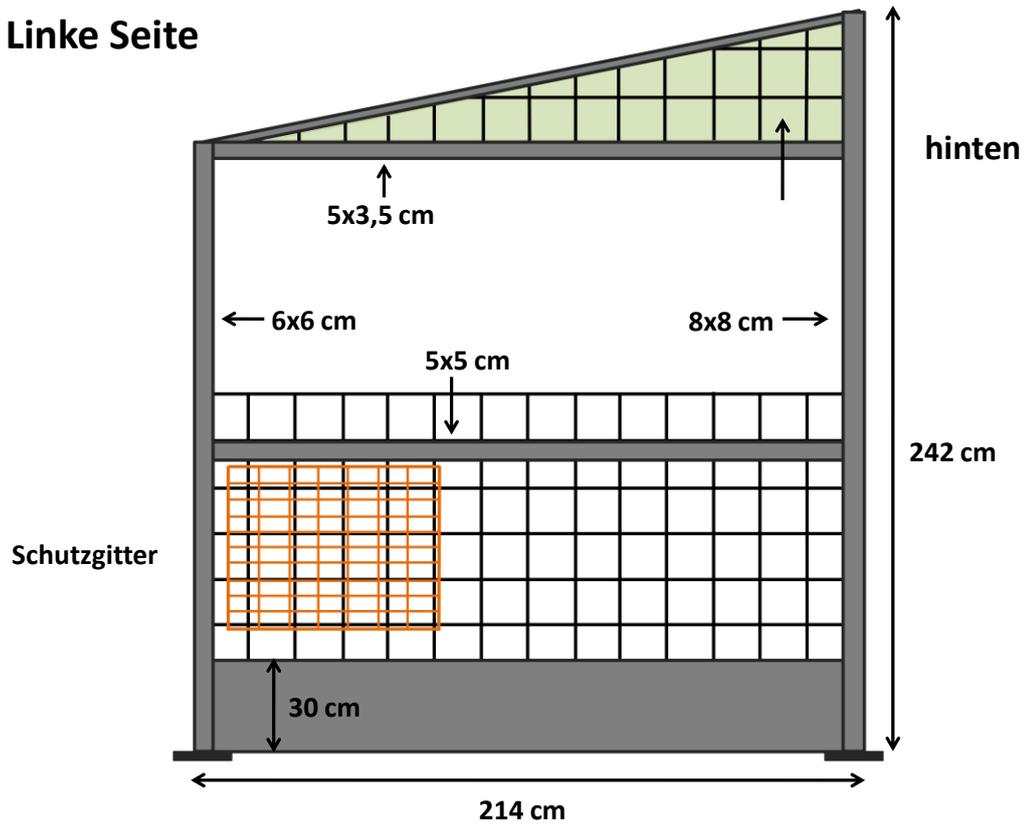


Abbildung IX-3: Bauzeichnerische Details zur Drop Trap: Dach

Dach

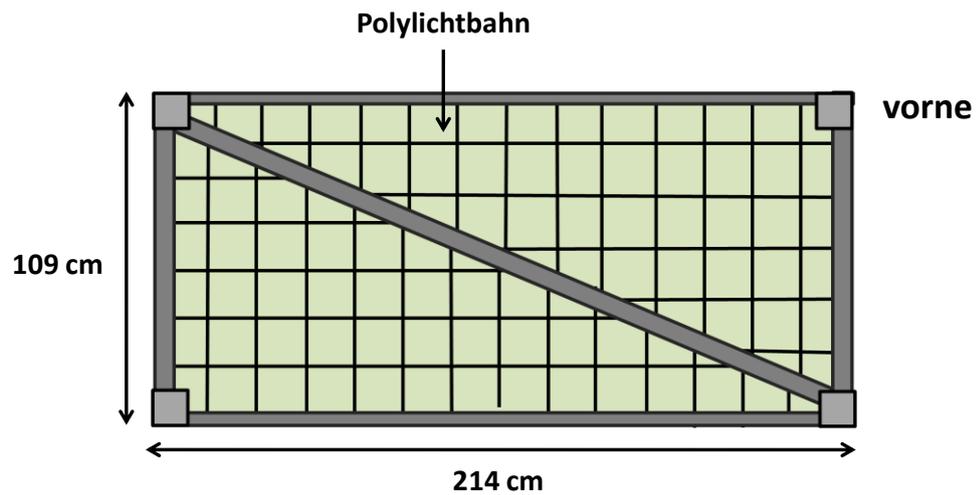


Tabelle 6: Darstellung der gefangenen und in die Ergebnisse mit einfließenden Insekten aus der Familie der *Muscidae* der Nzi Traps je Versuchswoche

	<i>Haematobia spp.</i>	<i>Musca autumnalis</i>	<i>Stomoxys calcitrans</i>
29.05.-30.05	0	10	0
31.05.-06.06.	0	7	0
07.06.-13.06	9	21	16
14.06.-20.06.	2	4	3
21.06.-27.06.	9	19	34
28.06.-04.07	4	13	168
05.07.-11.07.	22	16	184
12.07.-18.07.	27	116	245
19.07.-25.07.	18	61	160
26.07.-01.08.	4	23	70
02.08.-08.08.	1	10	37
09.08.-15.08.	3	7	110
16.08.-22.08.	10	2	95
23.08.-29.08.	4	5	97
30.08.-05.09.	1	1	23
06.09.-12.09.	5	1	33
13.09.-19.09.	0	0	14
20.09.-26.09.	0	2	21
27.09.-30.09.	0	1	1

Tabelle 7: Darstellung der gefangenen und in die Ergebnisse mit einfließenden Insekten aus der Familie der *Tabanidae* der Nzi Traps je Versuchswoche

	<i>Chrysops caecutiens</i>	<i>Haematopota pluvialis</i>	<i>Haematopota subcylindrica</i>	<i>Hybomitra distinguenda</i>	<i>Tabanus bromius</i>	<i>Tabanus sudeticus</i>
29.05.-30.05.	0	0	0	0	0	0
31.05.-06.06.	0	0	0	0	0	0
07.06.-13.06.	2	12	21	3	3	2
14.06.-20.06.	0	1	0	0	0	0
21.06.-27.06.	2	32	11	8	24	4
28.06.-04.07.	5	290	23	39	221	8
05.07.-11.07.	2	272	38	35	240	5
12.07.-18.07.	13	542	27	20	496	5
19.07.-25.07.	4	86	5	9	361	3
26.07.-01.08.	1	9	2	0	28	0
02.08.-08.08.	1	15	0	0	7	0
09.08.-15.08.	1	36	0	0	8	0
16.08.-22.08.	0	13	0	0	24	0
23.08.-29.08.	0	16	0	0	20	0
30.08.-05.09.	0	0	0	0	0	0
06.09.-12.09.	0	0	0	0	1	0
13.09.-19.09.	0	0	0	0	0	0
20.09.-26.09.	0	0	0	0	0	0
27.09.-30.09.	0	0	0	0	0	0

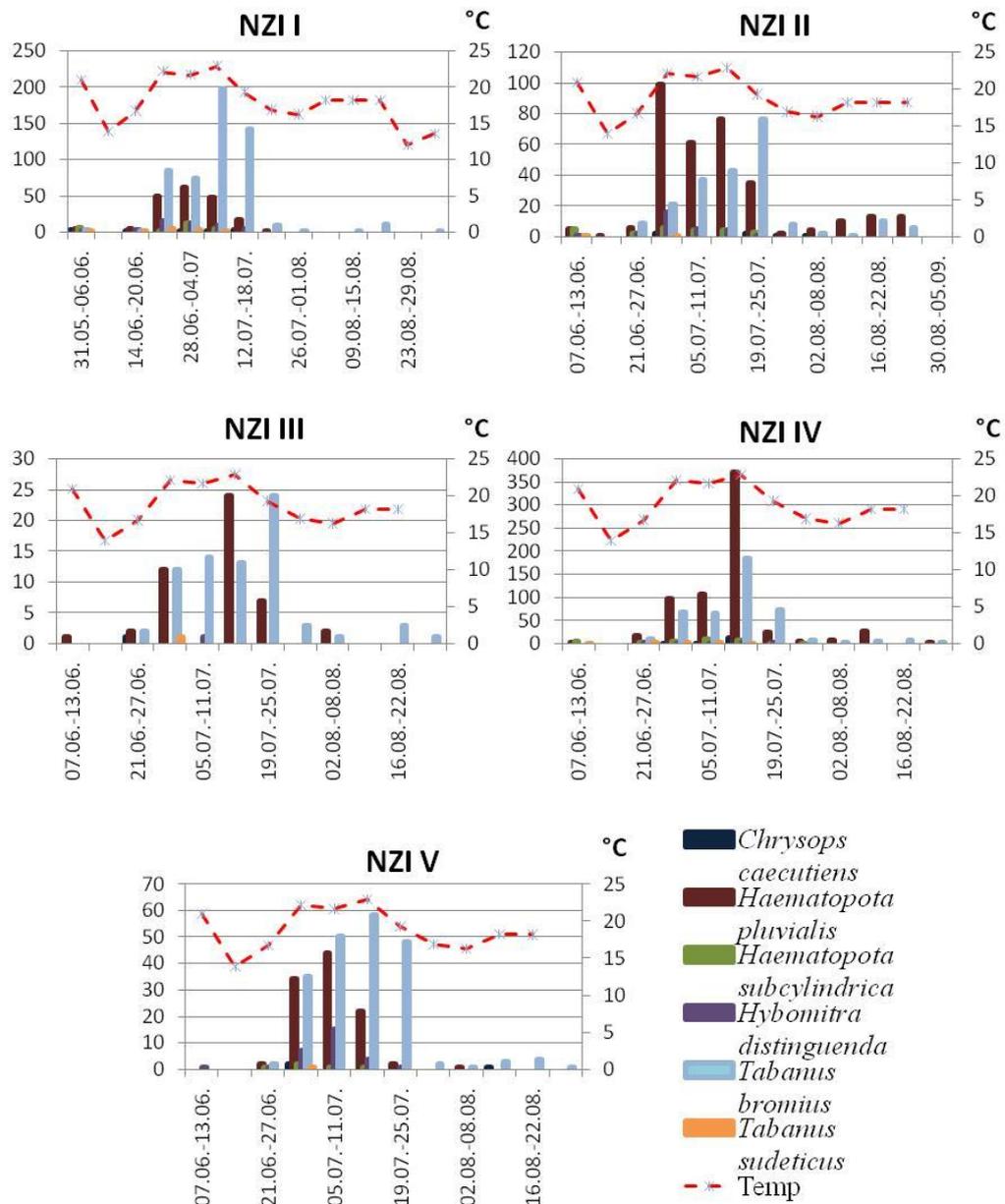


Abbildung IX-4: NZI Trap I-V: Darstellung der Fangergebnisse der Familie *Tabanidae* über den Versuchszeitraum im Verhältnis zum Tagesmittel der Temperatur in °C.

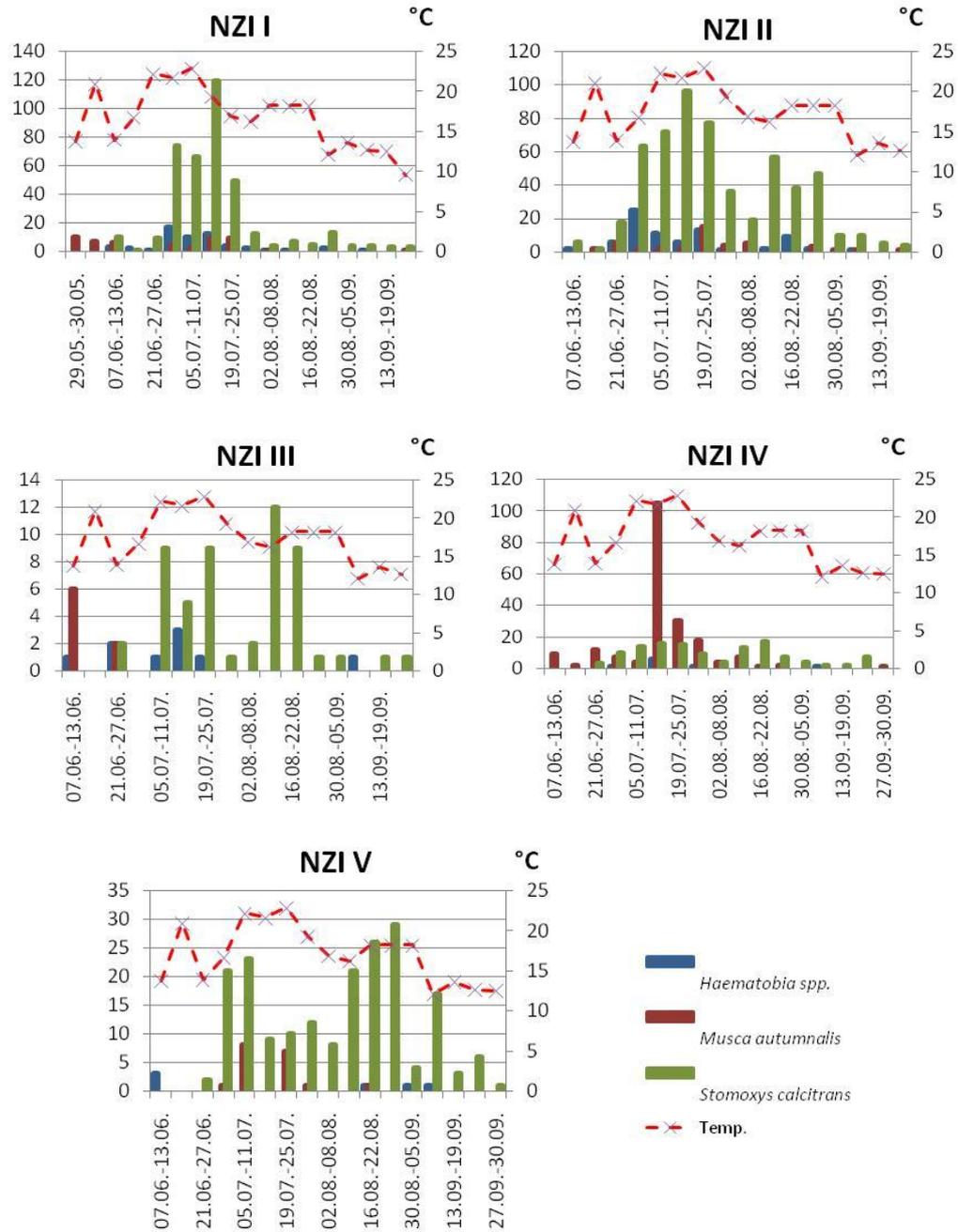


Abbildung IX-5: NZI Trap I-V: Darstellung der Fangergebnisse der Familie Muscidae über den Versuchszeitraum im Verhältnis zum Tagesmittel der Temperatur in °C.

Tabelle 8: Darstellung der Drop Trap Fänge**25.06.2010**

	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
<i>Chrysops caecutiens</i>	0	0	2	1	0	0	0
<i>Haematopota spp.</i>	0	0	0	0	3	1	1
<i>Tabanus autumnalis</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Tabanus sudeticus</i>	0	0	0	1	0	0	0
<i>Musca autumnalis</i>	10	16	13	20	10	12	0
<i>Stomoxys calcitrans</i>	0	0	3	0	1	4	0

30.06.2010

	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
<i>Haematopota spp.</i>	1	0	2	0	1	0	0
<i>Tabanus sudeticus</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Musca autumnalis</i>	5	27	8	15	5	7	2
<i>Stomoxys calcitrans</i>	0	3	0	1	4	4	0

07.07.2010

	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
<i>Chrysops caecutiens</i>	0	0	1	1	2	0	0
<i>Haematopota spp.</i>	0	0	0	2	1	0	0
<i>Tabanus sudeticus</i>	0	0	1	1	0	0	0
<i>Tabanus bromius</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Stomoxys calcitrans</i>	0	0	2	1	0	3	1
<i>Musca autumnalis</i>	15	15	0	9	50	29	16

13.07.2010

	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
<i>Chrysops caecutiens</i>	0	0	0	1	0	2	0
<i>Haematopota spp.</i>	1	0	0	4	0	1	1
<i>Tabanus bromius</i>	0	0	0	0	0	1	0
<i>Musca autumnalis</i>	11	20	15	21	14	26	22
<i>Stomoxys calcitrans</i>	1	0	0	0	3	0	2
<i>Haematobia spp.</i>	0	0	0	0	2	0	0

20.07.2010

	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
<i>Chrysops caecutiens</i>	0	0	3	0	0	0	0
<i>Haematopota pluvialis</i>	0	0	0	0	3	0	1
<i>Tabanus bromius</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>Musca autumnalis</i>	10	9	10	12	12	16	16
<i>Stomoxys calcitrans</i>	1	1	1	8	3	2	10
<i>Haematobia spp.</i>	0	0	0	0	0	0	1

10.08.2010

	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
<i>Musca autumnalis</i>	0	26	25	10	8	29	11
<i>Stomoxys calcitrans</i>	0	1	0	8	3	1	2
<i>Haematobia spp.</i>	0	0	0	0	0	1	1

26.08.2010

	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
<i>Haematopota spp.</i>	0	0	0	1	0	0	0
<i>Musca autumnalis</i>	28	13	5	7	10	17	18
<i>Stomoxys calcitrans</i>	0	0	0	3	2	4	5
<i>Haematobia spp.</i>	1	0	0	0	1	1	0

Tabelle 9: Übersicht über die Anzahl der pro Tag in den NZI Traps I und II gefangenen Spezies der Familie *Muscidae* und *Tabanidae* an den Drop Trap Fangtagen, fangarmen Tagen und fangreichen Tagen

NZI Trap I

	Drop Trap Fangtage							Fangarme Tage				Fangreiche Tage			
	25.06.2010	30.06.2010	07.07.2010	13.07.2010	20.07.2010	10.08.2010	26.08.2010	06.07.2010	07.07.2010	08.07.2010	09.07.2010	01.07.2010	14.07.2010	16.07.2010	21.07.2010
<i>Chrysops caecutiens</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Chrysops relictus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haematopota pluvialis</i>	1	3	4	18	8	0	0	0	1	11	7	20	8	8	6
<i>Haematopota subcylindrica</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	11	0	0	2	1	0
<i>Tabanus autumnalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tabanus bromius</i>	1	10	11	58	80	0	8	1	11	27	4	42	16	69	43
<i>Tabanus sudeticus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	2	0	0	0
<i>Hybomitra distinguenda</i>	1	0	0	5	4	0	0	1	0	2	1	3	0	0	0
<i>Haematobia spp.</i>	0	2	0	5	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	2
<i>Musca autumnalis</i>	0	0	0	5	4	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
<i>Stomoxys calcitrans</i>	0	11	10	33	15	0	10	6	10	12	5	11	33	20	15

NZI Trap II

	Drop Trap Fangtage							Fangarme Tage				Fangreiche Tage			
	25.06.2010	30.06.2010	07.07.2010	13.07.2010	20.07.2010	10.08.2010	26.08.2010	06.07.2010	07.07.2010	08.07.2010	09.07.2010	01.07.2010	14.07.2010	16.07.2010	21.07.2010
<i>Chrysops caecutiens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chrysops relictus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haematopota pluvialis</i>	3	2	11	23	4	2	5	0	11	5	11	4	5	7	19
<i>Haematopota subcylindrica</i>	0	2	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	3
<i>Tabanus autumnalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tabanus bromius</i>	2	1	14	12	1	1	6	0	14	6	8	3	6	0	68
<i>Tabanus sudeticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hybomitra distinguenda</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	1	0	0
<i>Haematobia spp.</i>	1	2	2	0	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0	3
<i>Musca autumnalis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	6
<i>Stomoxys calcitrans</i>	2	7	14	8	5	7	11	13	14	8	3	7	14	21	5

Tabelle 10: Übersicht über die pro Fangzeit vom Deutschen Wetterdienst an der Wetterstation München/Flughafen ermittelten Wetterdaten an den Drop Trap Fangtagen: 25.06., 30.06., 07.07. und 13.07.

	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	Tages Mittel
25.06.2010								
Lufttemperatur in °C	14,1	19,4	22,2	23,8	25,0	24,1	23,5	21,7
Relative Luftfeuchtigkeit in %	82	64	50	47	40	45	50	54,0
Mittlere Windgeschwindigkeit in m/s der letzten 2 Stunden	2,4	2,8	2,6	2,2	1,9	2,4	1,6	2,3
Sonnenscheindauer in Minuten der letzten 2 Stunden	83	120	115	92	101	80	10	85,9
Wolkenbedeckungsgrad in Achtel	1	1	3	3	4	7	6	3,6
30.06.2010								
Lufttemperatur in °C	20,2	22,7	25,0	27,1	26,3	26,9	23,6	24,5
Relative Luftfeuchtigkeit in %	69	65	59	55	50	51	61	58,6
Mittlere Windgeschwindigkeit in m/s der letzten 2 Stunden	2,2	3,5	3,6	2,8	2,1	2,0	3,1	2,8
Sonnenscheindauer in Minuten der letzten 2 Stunden	35	59	120	118	71	64	101	81,1
Wolkenbedeckungsgrad in Achtel	5	1	1	2	6	4	3	3,1
07.07.2010								
Lufttemperatur in °C	15,8	19,0	20,1	21,1	22,8	22,6	21,7	20,4
Relative Luftfeuchtigkeit in %	69	44	41	36	33	35	38	42,3
Mittlere Windgeschwindigkeit in m/s der letzten 2 Stunden	0,7	1,1	1,6	1,8	2,0	1,6	1,6	1,5
Sonnenscheindauer in Minuten der letzten 2 Stunden	120	120	113	79	102	110	120	109,1
Wolkenbedeckungsgrad in Achtel	5	5	3	4	3	2	1	3,3
13.07.2010								
Lufttemperatur in °C	20,8	23,9	26,5	28,4	29,7	29,8	28,2	26,8
Relative Luftfeuchtigkeit in %	74	62	44	46	39	35	45	49,3
Mittlere Windgeschwindigkeit in m/s der letzten 2 Stunden	1,2	1,2	1,6	2,0	1,8	2,9	2,1	1,8
Sonnenscheindauer in Minuten der letzten 2 Stunden	77	111	119	117	91	118	107	105,7
Wolkenbedeckungsgrad in Achtel	3	7	7	7	7	7	5	6,1

Tabelle 11: Übersicht über die pro Fangzeit vom Deutschen Wetterdienst an der Wetterstation München/Flughafen ermittelten Wetterdaten an den Drop Trap Fangtagen: 20.07., 10.08., und 26.08.

	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	Tages Mittel
20.07.2010								
Lufttemperatur in °C	16,2	20,4	22,6	23,7	25,6	26,0	25,6	22,9
Relative Luftfeuchtigkeit in %	91	73	60	59	51	45	48	61,0
Mittlere Windgeschwindigkeit in m/s der letzten 2 Stunden	1,7	3,6	4,3	3,1	2,3	2,1	1,8	2,7
Sonnenscheindauer in Minuten der letzten 2 Stunden	114	120	118	96	89	115	120	110,3
Wolkenbedeckungsgrad in Achtel	0	2	3	3	3	1	1	1,9
10.08.2010								
Lufttemperatur in °C	14,2	18,6	22,2	24,2	25,3	25,2	23,0	21,8
Relative Luftfeuchtigkeit in %	97	75	62	54	49	43	57	62,4
Mittlere Windgeschwindigkeit in m/s der letzten 2 Stunden	0,6	1,0	0,9	1,2	1,8	1,9	1,1	1,2
Sonnenscheindauer in Minuten der letzten 2 Stunden	80	112	78	74	106	110	77	91,0
Wolkenbedeckungsgrad in Achtel	5	5	5	5	3	2	6	4,4
26.08.2010								
Lufttemperatur in °C	17,0	23,1	26,1	28,6	29,4	29,0	24,8	25,4
Relative Luftfeuchtigkeit in %	78	59	51	46	45	45	63	55,3
Mittlere Windgeschwindigkeit in m/s der letzten 2 Stunden	1,2	3,4	6,3	6,7	7,5	6,4	3,0	4,9
Sonnenscheindauer in Minuten der letzten 2 Stunden	26	120	117	116	112	109	37	91,0
Wolkenbedeckungsgrad in Achtel	3	1	2	2	5	5	7	3,6

Tabelle 12: Wetterdaten für den Monat Juli 2010, bezogen durch den Deutschen Wetterdienst

Datum	TM	RFM	FM	SO	NM	RR
01.07.2010	21,7	72	1	10,4	4,5	0
02.07.2010	22,9	67	1	14	2,4	0
03.07.2010	23,5	64,7	1	14,7	1	0
04.07.2010	22,9	72,2	3	8,1	5,9	0
05.07.2010	23,2	63,7	2	11,4	4	0
06.07.2010	19,4	56,4	3	10	5,9	0
07.07.2010	18,1	54,7	1	13,8	3,3	0
08.07.2010	19,5	58,7	2	15,1	0,5	0
09.07.2010	22,5	59,5	2	14,8	1	0
10.07.2010	24	59,6	2	14,6	1,7	0
11.07.2010	24,9	59,6	2	13,5	3,5	0
12.07.2010	25,7	57	2	13,5	4	0,7
13.07.2010	24,2	58,7	2	13,1	5,5	0
14.07.2010	24,9	63,2	2	11,4	3	8,5
15.07.2010	22,7	74,6	2	5,7	5,7	0
16.07.2010	25,3	69,4	1	12,4	3,7	9,6
17.07.2010	20,7	80,3	3	3,7	7,1	28,3
18.07.2010	16,7	86,5	2	3,6	6,2	0,3
19.07.2010	18,4	68,9	2	14,6	1	0
20.07.2010	20,2	71,7	2	13,6	1,1	0
21.07.2010	24	64,2	1	13,9	1,4	0
22.07.2010	23,7	69,8	2	10,3	4,3	18,8
23.07.2010	18,3	90,3	2	0	7,9	28,4
24.07.2010	14,4	94,3	3	0	7,8	9,3
25.07.2010	16,1	65,9	3	11,4	4,8	0
26.07.2010	16,3	72,3	2	7,1	5,8	4,4
27.07.2010	16,3	83,8	2	4,1	6,8	0,7
28.07.2010	17,5	78,5	3	5,9	6	2,9
29.07.2010	15,8	84,3	2	2,8	6,9	10,6
30.07.2010	15,1	81,2	2	4,1	6,1	0
31.07.2010	16,8	71,7	1	14,2	1	0

TM	Mittel der Temperatur in 2 m über dem Erdboden	°C
RFM	Mittel der relativen Feuchte	%
FM	Mittel der Windstärke	m/sec.
SO	Summe der Sonnenscheindauer	Stunden
NM	Mittel des Bedeckungsgrades	Achtel
RR	Niederschlagshöhe	mm

X DANKSAGUNG

Meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Klee danke ich herzlich für die Überlassung des Themas und die Möglichkeit diese Arbeit an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung anzufertigen.

Frau Dr. Nicole Gollnick danke ich für die tolle Betreuung und, dass sie immer für mich und meine Fragen da war.

Ohne Bürgsti (Georg Mührer) wäre nichts von all dem möglich gewesen, was durchgeführt wurde. Sowohl handwerklich, aber vor allem auch zeitlich hat er mich immer unterstützt. Ohne seine Hilfe und tatkräftige Unterstützung hätte ich sicherlich nach sehr kurzer Zeit einen Insektenfang-Koller bekommen – Vielen, vielen Dank!

Vielen Dank Familie Pichlmair! Maria, Du hast immer super für uns gesorgt! Martin, ohne Deine Bereitschaft, Tiere und Flächen zur Verfügung zu stellen, hätte das Projekt nie stattgefunden.

Fritz und Markus, vielen Dank für die Hilfe beim Einfangen der lieben Tierchen ☺

Herrn Dr. Josef Selmair danke ich für die kompetente medizinische Betreuung der Tiere.

Sandra, Caro und Alex: vielen Dank für Eure tolle Hilfe ☺

Herrn Dr. Burkhard Bauer von der FU Berlin danke ich für die Beratung und Hilfe bei der Vorbereitung des Versuches.

Herrn Dr. Steve Mihok danke ich für die Überlassung der Nzi Traps.

Frau Dr. Marion Kotrba und Herrn Wolfgang Schacht († April 2011) danke ich herzlich für die Hilfe bei der Bestimmung der Insekten. Ohne die Hilfe von Herrn Schacht würde ich wahrscheinlich heute noch versuchen die Insekten zu bestimmen!

Martin: für mich auch!

Vielen Dank an die Firma Prionics AG, Schlieren, Schweiz für die finanzielle Unterstützung der Studie durch eine Spende.