

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

**Wirksamkeit Insektizid-behandelter Netze zum Schutz  
von Schweinen vor Tsetsefliegen und  
Trypanosomeninfektionen in Suhum, Eastern Region,  
Ghana**

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

vorgelegt von  
**Bettina Holzgrefe**  
Tierärztin aus Neumünster

Berlin 2012

Journal-Nr.: 3570

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Leo Brunnberg  
Erster Gutachter: Prof. Dr. Peter-Henning Clausen  
Zweiter Gutachter: Prof. Dr. Karl Heinz Lahrmann  
Dritter Gutachter: Univ. – Prof. Dr. Klaus Osterrieder

*Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):*

pigs, deltamethrin, insect control, Muscidae, Diptera, pyrethroid insecticides, insect traps, tsetse traps, Glossina, Ghana, West Africa

Tag der Promotion: 04.02.2013

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

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

ISBN: 978-3-86387-277-9

**Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2012**

Dissertation, Freie Universität Berlin

**D 188**

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

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

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

This document is protected by copyright law.

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

Alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2013

Choriner Str. 85 - 10119 Berlin

[verlag@menschundbuch.de](mailto:verlag@menschundbuch.de) – [www.menschundbuch.de](http://www.menschundbuch.de)

*Diese Arbeit ist Schnitte gewidmet.*



**Inhalt**

**ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS ..... IV**

**ABBILDUNGSVERZEICHNIS ..... VI**

**GRAFIKVERZEICHNIS ..... VII**

**TABELLENVERZEICHNIS ..... IX**

**1 EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG ..... - 1 -**

**2 LITERATURÜBERSICHT ..... - 5 -**

2.1 KLEINBÄUERLICHE SCHWEINEHALTUNG IM REGENWALD GHANAS ..... - 5 -

2.2 BEDEUTUNG DER TRYPANOSOMEN DER NUTZTIERE IN AFRIKA ..... - 6 -

2.3 TRYPANOSOMENINFEKTIONEN BEI SCHWEINEN ..... - 8 -

2.3.1 Erreger ..... - 8 -

2.3.2 Entwicklung ..... - 14 -

2.3.3 Pathogenese, Pathologie und Klinik ..... - 15 -

2.3.4 Diagnose ..... - 17 -

2.3.5 Therapie ..... - 19 -

2.4 TSETSEFLIEGEN ..... - 21 -

2.4.1 Arten ..... - 22 -

2.4.2 Verbreitung ..... - 24 -

2.4.3 Entwicklung ..... - 25 -

2.4.4 Bekämpfung ..... - 25 -

2.4.4.1 Veränderung des Habitats ..... - 26 -

2.4.4.2 Töten von Wildtieren ..... - 27 -

2.4.4.3 SIT (Sterile Insekten Technik) ..... - 28 -

2.4.4.4 Fallenfänge, Handfänge ..... - 29 -

2.4.4.5 Ausbringen von Insektiziden ..... - 31 -

2.4.4.6 Anwendung von Insektiziden am Tier ..... - 31 -

2.4.4.7 Aufstellen Insektizid-behandelter Fallen und Tücher ..... - 33 -

# Inhaltsverzeichnis

---

2.4.4.8	Insektizid-behandelte Netze.....	- 34 -
<b>3</b>	<b>EIGENE UNTERSUCHUNGEN .....</b>	<b>- 36 -</b>
3.1	MATERIAL UND METHODEN.....	- 36 -
3.1.1	Untersuchungsgebiet .....	- 36 -
3.1.2	Untersuchungsdörfer und Schweinepopulation .....	- 37 -
3.1.3	Untersuchungsansatz .....	- 38 -
3.1.4	Untersuchungsgruppen.....	- 39 -
3.1.5	Entomologische Untersuchungen .....	- 40 -
3.1.5.1	Tsetsefliegenfallen .....	- 40 -
3.1.5.2	Aufstellen und Betreuung der Fallen.....	- 41 -
3.1.5.3	Bestimmung und Auszählung der Fänge .....	- 44 -
3.1.5.3.1	Identifikation der Tsetsefliegen.....	- 44 -
3.1.5.3.2	Altersbestimmung .....	- 44 -
3.1.6	Intervention mit Insektizid-haltigen Netzen.....	- 47 -
3.1.6.1	Insektizid-behandelte Netze.....	- 47 -
3.1.6.2	Ausbringung der Netze an den Schweinepferchen .....	- 47 -
3.1.6.3	Untersuchung der bioziden Wirkung der Netze .....	- 49 -
3.1.7	Untersuchung und Behandlung der Schweine auf Trypanosomen .....	- 50 -
3.1.7.1	Blutentnahme.....	- 51 -
3.1.7.2	Färbung der Blutausrichie nach Giemsa .....	- 51 -
3.1.7.3	Auswertung des Blutausrichies .....	- 52 -
3.1.7.4	Trypanozide Behandlung mit Diminazendiazeturat .....	- 52 -
3.1.8	Fragebogenerhebung .....	- 52 -
3.1.9	Wetterdaten.....	- 53 -
3.1.10	Statistische Methoden .....	- 53 -

---

<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE.....</b>	<b>- 55 -</b>
4.1	ENTOMOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN.....	- 55 -
4.1.1	Tsetsefliegendichte .....	- 55 -
4.1.2	Speziesbestimmung.....	- 62 -
4.1.3	Altersbestimmung der Tsetsefliegen.....	- 63 -
4.1.3.1	Wingfray .....	- 63 -
4.1.3.2	Ovarielle Altersbestimmung.....	- 67 -
4.2	UNTERSUCHUNG DER SCHWEINE AUF TRYPANOSOMEN .....	- 69 -
4.2.1	Infektionsraten der Schweine .....	- 69 -
4.2.2	Morphologische Spezies-/Untergattungsbestimmung der Trypanosomen .....	- 71 -
4.3	UNTERSUCHUNG DER INSEKTIZID-BEHANDELTEN NETZE AUF IHRE BIOZIDE WIRKUNG .....	- 72 -
4.4	FRAGEBOGENAUSWERTUNG.....	- 74 -
4.5	WETTER.....	- 76 -
<b>5</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>- 77 -</b>
5.1	VORUNTERSUCHUNG .....	- 77 -
5.2	HAUPTUNTERSUCHUNG .....	- 80 -
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>- 92 -</b>
<b>7</b>	<b>SUMMARY.....</b>	<b>- 95 -</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>- 97 -</b>
	<b>ANHANG.....</b>	<b>- 111 -</b>
	<b>PUBLIKATIONSVERZEICHNIS.....</b>	<b>- 115 -</b>
	<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>- 116 -</b>
	<b>SELBSTSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG .....</b>	<b>- 118 -</b>

**ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

<	Kleiner als
>	Größer als
AAT	African Animal Trypanosomosis
Abb.	Abbildung
b.	<i>Brucei</i>
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
DNS	Deoxyribonucleinsäure
EDTA	Ethylendiamintetraacetat
ELISA	Enzym-linked immunosorbent assay
F	Faktor
FAO	Food and Agriculture Organisation der Vereinten Nationen
G	Gauge
G.	<i>Glossina</i>
HAT	Human African Trypanosomosis
HCT	Hämatokrit-Zentrifugationstechnik
Hk	Hämatokrit
IAEA	International Atomic Energy Agency
IFAT	Indirect Fluorescent Antibody Test
i.m.	intramuskulär
ISCTRC	International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control
KGW	Körpergewicht
m-AECT	Miniatur-Anionenaustausch-Zentrifugations-Technik
männl.	Männlich

---

µl	Mikroliter
µm	Mikrometer
N	Nördlicher Breitengrad
N	Anzahl
Ov. Cat.	Ovarkategorie
Ph	negativer Logarithmus Wasserstoffionenkonzentration
pers.	Persönlich
p.i.	<i>post infectionem</i> , nach Infektion
s.l.	<i>sensu lato</i> , im weiten Sinne
SIT	Sterile Insekt Technik
spp.	Art (species)
T.	<i>Trypanosoma</i>
Tab.	Tabelle
UN	United Nations
UNFPA	United Nations Population Fund
US Dollar	US Amerikanischer Dollar
UV	Ultraviolett
W	Westlicher Breitengrad
weibl.	Weiblich
WF	Wingfray
WHO	World Health Organisation der Vereinten Nationen
X	Wingfray Index

**ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

<b>ABBILDUNG 1:</b>	<b>AN DER TRYPANOSOMOSE ERKRANKTES SCHWEIN, SUHUM, EASTERN REGION, GHANA.....</b>	<b>- 16 -</b>
<b>ABBILDUNG 2:</b>	<b>SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER TSETSEFLIEGE (GATTUNG <i>GLOSSINA</i>). .....</b>	<b>- 22 -</b>
<b>ABBILDUNG 3:</b>	<b>SCHWEINEPFERCH MIT HOLZBODEN.....</b>	<b>- 38 -</b>
<b>ABBILDUNG 4:</b>	<b>FLIEGENFALLE MODIFIZIERT NACH CHALLIER-LAVEISSIÈRE (1973) (QUELLE: INSTITUT FÜR PARASITOLOGIE UND TROPENVETERINÄRMEDIZIN, FREIE UNIVERSITÄT BERLIN).....</b>	<b>- 40 -</b>
<b>ABBILDUNG 5:</b>	<b>RÄUMLICHE VERTEILUNG VON STALLUNGEN UND TSETSEFLIEGENFALLEN IM INTERVENTIONSDORF KWESI KONFO, GHANA, 2007 (QUELLE: MODIFIZIERT NACH BAUER <i>ET.AL.</i> 2011, CERGIS, GHANA).....</b>	<b>- 42 -</b>
<b>ABBILDUNG 6:</b>	<b>RÄUMLICHE VERTEILUNG VON STALLUNGEN UND TSETSEFLIEGENFALLEN IM KONTROLLDORF ZORH, GHANA, 2007 (QUELLE: MODIFIZIERT NACH BAUER <i>ET.AL.</i> 2011, CERGIS, GHANA).....</b>	<b>- 43 -</b>
<b>ABBILDUNG 7:</b>	<b>ANBRINGEN DES NETZES AN EINEM SCHWEINEPFERCH MIT HILFE DER EIGENTÜMER IM INTERVENTIONSDORF KWESI KONFO, GHANA, 2007 .....</b>	<b>- 47 -</b>
<b>ABBILDUNG 8:</b>	<b>MIT NETZ EINGEFASSTER SCHWEINEPFERCH AM ENDE DER SECHSMONATIGEN UNTERSUCHUNGSPERIODE IM INTERVENTIONSDORF KWESI KONFO, GHANA 2007 .....</b>	<b>- 48 -</b>
<b>ABBILDUNG 9:</b>	<b>ZUM SCHUTZ VOR ZERSTÖRUNG MIT HÜHNERDRAHT VERSTÄRKTES NETZ IM INTERVENTIONSDORF KWESI KONFO, GHANA, 2007 .....</b>	<b>- 49 -</b>
<b>ABBILDUNG 10:</b>	<b>NANNOMONAS IM DÜNNEN BLUTAUSSTRICH VOM SCHWEIN (NR. 8) AUS ZORH, GEFÄRBT NACH GIEMSA.....</b>	<b>- 72 -</b>

---

**GRAFIKVERZEICHNIS**

<b>GRAFIK 1:</b>	<b>MITTLERE ANZAHL DER PRO FALLE UND TAG GEFANGENEN TSETSEFLIEGEN IM INTERVENTIONSSTADT KWESI KONFO IM VERGLEICH ZUM KONTROLLSTADT ZORH, MAI-OKTOBER 2007. DIE GESTRICHelte LINIE MARKIERT DEN BEGINN DER INTERVENTION MIT INSEKTIZID-BEHANDELTE NETZEN IN KWESI KONFO. ....</b>	<b>- 56 -</b>
<b>GRAFIK 2:</b>	<b>DARSTELLUNG DER FANGZAHLEN DER PRO FALLE UND TAG GEFANGENEN TSETSEFLIEGEN IM INTERVENTIONSSTADT KWESI KONFO MITTELS EINES MODIFIZIERTEN WHISKER-BOXPLOT, MAI BIS OKTOBER 2007 .....</b>	<b>- 58 -</b>
<b>GRAFIK 3:</b>	<b>DARSTELLUNG DER FANGZAHLEN DER PRO FALLE UND TAG GEFANGENEN TSETSEFLIEGEN IM KONTROLLSTADT ZORH MITTELS EINES MODIFIZIERTEN WHISKER-BOXPLOT, MAI BIS OKTOBER 2007 .....</b>	<b>- 59 -</b>
<b>GRAFIK 4:</b>	<b>ANZAHL DER PRO FALLE UND TAG GEFANGENEN TSETSEFLIEGEN IM INTERVENTIONSSTADT KWESI KONFO, MAI BIS OKTOBER 2007. LINEARE REGRESSION: <math>Y = 4,7 - 0.328 X</math> (<math>P = 0,002</math>, <math>R^2 = 0,634</math>), SIGNIFIKANT (DATEN DER VORLIEGENDEN ARBEIT MIT GENEHMIGUNG BEREITS VERÖFFENTLICHT IN BAUER <i>ET.AL.</i>, 2011) .....</b>	<b>- 61 -</b>
<b>GRAFIK 5:</b>	<b>ANZAHL DER PRO FALLE UND TAG GEFANGENEN TSETSEFLIEGEN IM KONTROLLSTADT ZORH, MAI BIS OKTOBER 2007.LINEARE REGRESSION: <math>Y = 4,7 - 0.025 X</math> (<math>P = 0,62</math>, <math>R^2 = 0,026</math>), NICHT SIGNIFIKANT (DATEN DER VORLIEGENDEN ARBEIT MIT GENEHMIGUNG BEREITS VERÖFFENTLICHT IN BAUER <i>ET.AL.</i>, 2011).....</b>	<b>- 62 -</b>
<b>GRAFIK 6:</b>	<b>WINGFRAY INDEX MÄNNLICHER FLIEGEN IM INTERVENTIONSSTADT KWESI KONFO, MAI BIS OKTOBER 2007, NULLWERTE KENNZEICHNEN ZU GERINGE FANGZAHLEN .....</b>	<b>- 63 -</b>
<b>GRAFIK 7:</b>	<b>WINGFRAY INDEX WEIBLICHER FLIEGEN IM INTERVENTIONSSTADT KWESI KONFO, MAI BIS OKTOBER 2007, NULLWERTE KENNZEICHNEN ZU GERINGE FANGZAHLEN .....</b>	<b>- 64 -</b>
<b>GRAFIK 8:</b>	<b>WINGFRAY INDEX MÄNNLICHER FLIEGEN IM KONTROLLSTADT ZORH, MAI BIS OKTOBER 2007. ....</b>	<b>- 65 -</b>
<b>GRAFIK 9:</b>	<b>WINGFRAY INDEX WEIBLICHER FLIEGEN IM KONTROLLSTADT ZORH, MAI BIS OKTOBER 2007. ....</b>	<b>- 66 -</b>

- GRAFIK 10:** TRYPANOSOMENPRÄVALENZ IN SCHWEINEN VOR (1) UND NACH (2,3) INTERVENTIONSBEGINN IN KWESI KONFO UND BEHANDLUNG MIT DIMINAZENDIACETURAT ( BERENIL<sup>®</sup>, Merial) IN EINER DOSIERUNG VON 3,5 MG/KG KÖRPERMASSE INTRAMUSKULÄR IN KWESI KONFO UND ZORH ..... - 70 -
- GRAFIK 11:** MITTLERE PARALYSERATEN BEI FLIEGEN (*MUSCA DOMESTICA*; N=50) 3, 5, 10, 15, 30 MINUTEN; 6 STUNDEN UND 24 STUNDEN NACH ZEHN SEKÜNDIGEM KONTAKT MIT INSEKTIZID-BEHANDELTEN NETZ. ALS PROBEN DIENTEN NETZSTÜCKE, DIE VOR DER AUSBRINGUNG IM MAI 2007 UND DANACH IN MONATLICHEN ABSTÄNDEN GEWONNEN WURDEN..... - 73 -

---

**TABELLENVERZEICHNIS**

<b>TABELLE 1:</b>	<b>SPEZIES UND SUBSPEZIES DER GRUPPE DER SALIVARIA-TRYPANOSOMEN (HOARE, 1972, MODIFIZIERT NACH STEPHEN, 1986).....</b>	<b>- 9 -</b>
<b>TABELLE 2:</b>	<b>MORPHOLOGISCHE MERKMALE UND BEWEGUNGSMUSTER VON TRYPANOSOMENARTEN INFEKTIÖS FÜR SCHWEINE (HOARE 1972, MODIFIZIERT NACH GALL 2002).....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>TABELLE 3:</b>	<b>TAXONOMIE DER TSETSEFLIEGENARTEN UND UNTERARTEN (NACH GLASGOW, 1970).....</b>	<b>- 23 -</b>
<b>TABELLE 4:</b>	<b>BERECHNUNGSTABELLE DES WINGFRAY-INDEX MIT ANGABE DES JEWEILIGEN FAKTORS.....</b>	<b>- 46 -</b>
<b>TABELLE 5:</b>	<b>MITTLERE ANZAHL DER TSETSEFLIEGEN/FALLE/TAG, VOR UND WÄHREND DER INTERVENTION MIT INSEKTIZID-BEHANDELTEN NETZEN IM INTERVENTIONS-DORF KWESI-KONFO UND IM KONTROLLDORF ZORH, MAI BIS OKTOBER 2007. ....</b>	<b>- 57 -</b>
<b>TABELLE 6:</b>	<b>WINGFRAY INDIZES DER TSETSEFLIEGEN DES INTERVENTIONS-DORFES KWESI KONFO IM VERGLEICH ZUM KONTROLLDORF ZORH .....</b>	<b>- 67 -</b>
<b>TABELLE 7:</b>	<b>PROZENTUALE VERTEILUNG DER OVARIELLEN ALTERSSTRUKTUR DER FÄNGE IN KWESI KONFO (INTERVENTION) UND ZORH (KONTROLLE) IN ABHÄNGIGKEIT VON DER GESAMTZAHL GEFANGENER FLIEGEN PRO FANG, JUNI BIS OKTOBER 2007 .....</b>	<b>- 69 -</b>
<b>TABELLE 8:</b>	<b>TRYPANOSOMENPRÄVALENZ IN SCHWEINEN IN DEN UNTERSUCHUNGS-DÖRFERN KWESI KONFO (INTEVENTION) UND ZORH (KONTROLLE) VOR UND NACH DER INTERVENTION.....</b>	<b>- 71 -</b>
<b>TABELLE 9:</b>	<b>MITTLERE PARALYSERATEN ( %) VON LABORFLIEGEN (<i>MUSCA DOMESTICA</i>, N=50) NACH ZEHN SEKÜNDIGEM KONTAKT MIT EINER INSEKTIZID-BEHANDELTEN NETZPROBE, DIE VOR AUSBRINGUNG DES NETZZAUNES (MAI 2007) UND IN MONATLICHEN ABSTÄNDEN DANACH ENTNOMMEN WURDEN. ALS KONTROLLE DIENTE EINE TESTBOX OHNE INSEKTIZID.....</b>	<b>- 74 -</b>



## 1 Einleitung und Zielsetzung

In den tropischen und subtropischen Klimazonen Afrikas spielen durch Insekten übertragene Infektionskrankheiten eine große sozioökonomische Rolle. Nicht nur Erkrankungen der Menschen selbst sind von Bedeutung, sondern auch Erkrankungen der Haus- und Nutztiere führen zu erheblichen wirtschaftlichen Verlusten.

Aufgrund eines Bevölkerungszuwachses von jährlich rund 2,5 % in den afrikanischen Ländern ist anzunehmen, dass bei heute 840 Millionen Afrikanern im Jahr 2050 1,8 Milliarden Menschen auf dem afrikanischen Kontinent leben werden (UNFPA, 2008). Der Anteil der in Städten lebenden Menschen von heute 33 % wird deutlich zunehmen, und die Versorgung der Menschen mit höherwertigen tierischen Lebensmitteln wie Fleisch und Milch muss durch eine verbesserte Produktivität im ländlichen bzw. periurbanen Sektor sichergestellt werden (Statistisches Bundesamt Deutschland, 2002). Neben der Optimierung der Haltungsbedingungen ist hier die Eindämmung und Eliminierung von Infektionskrankheiten der Nutztiere, einschließlich Zoonosen, von großer Bedeutung. Die afrikanischen Trypanosomen des Menschen und der Tiere, verursacht durch Protozoen der Gattung *Trypanosoma*, stellen noch immer eines der Hauptprobleme für die gesundheitliche und wirtschaftliche Entwicklung der Bevölkerung Afrikas dar (Maudlin, 2004).

Tropischer Regenwald, subtropischer Mischwald und Savanne bieten mit dichter Vegetation, zum Teil sehr hoher Luftfeuchtigkeit sowie hohen Temperaturen mit geringen Schwankungen und nicht zuletzt wegen einer fehlenden Frostperiode einen idealen Lebensraum für den Vektor der Erkrankung, die Tsetsefliege. Zugleich wird eine Bekämpfung der von ihr übertragenen Krankheit erschwert.

Die Verbreitung der Tsetsefliege auf neun Millionen Quadratkilometern in 37 afrikanischen Ländern südlich der Sahara macht deutlich, wie viele Menschen und auch Tiere betroffen sind.

Bekämpfungsmaßnahmen der humanen (human african trypanosomosis, HAT) und der tierischen afrikanischen Trypanosomose (african animal trypanosomosis, AAT), auch Nagana genannt, haben ihren Ursprung schon Anfang des 19ten Jahrhunderts. Nach Isolierung des Erregers aus dem Blut und Erkenntnis über dessen Pathogenität (David Bruce, 1895), nahm man zunächst an, dass hauptsächlich Wildtiere als Reservoir für die Verbreitung der Erkrankung verantwortlich waren (Simpson, 1918). Man versuchte durch großflächige Jagdmaßnahmen diese Art der Verbreitung zu reduzieren. Gemessen am Aufwand der Bekämpfung zeigte sich nur ein geringer Erfolg. Weitere Maßnahmen in Form von Fliegenfallen mit und ohne Lockmitteln oder Insektizid, so wie auch großflächiges Ausbringen von Insektizid folgte. Eine längerfristige Reduktion des Vektors scheiterte meist an der lokalen Organisation und finanziellen Umsetzbarkeit dieser Bekämpfungsprogramme. Beispielsweise wurden im Labor in großer Zahl gezüchtete männliche Tsetsefliegen mittels Gamma-Strahlung, chemisch oder hormonell unfruchtbar gemacht, um anschließend nach konventioneller Bekämpfung in die natürliche Population eingeschleust zu werden (Van der Vloedt, 1980). Dieses Verfahren (SIT, Sterile Insekten Technik) erwies sich aufgrund der Verbreitung des Vektors und dem Vorkommen von 32 verschiedenen Arten und Unterarten als schwer umsetzbar und nur begrenzt erfolgreich (Van der Vloedt, 1980). Lediglich auf Sansibar gelang nach jahrelanger Bekämpfung mit konventionellen Methoden eine Eradikation in den Jahren 1994 bis 1997 durch das Einschleusen von 7,8 Millionen sterilen Männchen in die Population (IAEA, 1997).

Der Misch- und Regenwald an der Küste Westafrikas bildet ein ideales Habitat für die riverinen Tsetsefliegenarten. Gleichzeitig erschwert die geringe Infrastruktur die Bekämpfung mit flächendeckenden Maßnahmen zur vollständigen Eliminierung des Vektors. Eine Bekämpfungsmethode, welche sich in diesem Rahmen als wirksam erweist

und zugleich einfach und lokal gut durchführbar ist, wäre von großem Nutzen für die Bevölkerung und deren Nutztiere.

In ghanaischen Dorfgemeinschaften werden Schweine in Holzpferchen auf ebener Erde oder mit einem Holzboden ausgestattet direkt am Haus gehalten. In einem Pferch können bis zu zehn Tiere leben. Die Tiere werden tagsüber freigelassen und begeben sich im Dorf und im angrenzenden dichten tropischen Mischwald auf Futtersuche. Die finanziellen Mittel der Kleinbauern sind sehr begrenzt.

Im Oktober 2006 berichteten Tierärzte und Veterinärassistenten über ein ungeklärtes Verenden von Schweinen in der Region Suhum/Krabo/Coaltar im Süd-Osten Ghanas. Die Darstellungen von Klinik und Pathogenese legten die Vermutung nahe, dass es sich hierbei um Infektionen mit Trypanosomen handeln könnte. Von einem ursprünglich beschriebenen Schweinebestand von circa 2500 Tieren konnten im April des Jahres 2007, zum Zeitpunkt der Voruntersuchung dieser Studie, lediglich noch circa 250 Tiere gezählt werden, so dass von einer hohen Mortalität ausgegangen werden muss.

Bauer *et al.* (2006a) setzten in verschiedenen Untersuchungen zum Schutz von Nutztieren vor Stech- und Lästlingsinsekten Insektizid-behandelte Netze ein: Um hochwertige Milchrinder in Offenstallhaltungen vor Tsetsefliegen und damit vor der AAT zu schützen, wurden im Rahmen eines Pilotversuches im westlichen Kenia diese Stallungen mit einem 1,5 m hohen Moskitonetzzaun umgeben. Das Netz wurde zuvor mit einem Insektizid aus der Gruppe der Pyrethroide (Beta-Cyfluthrin) behandelt. Auch in Deutschland konnten durch einen mit Insektizid-behandelten Zaun Pferde erfolgreich vor Weidefliegen geschützt werden (Blank, 2007). In einem weiteren Pilotversuch in Ghana zeigte sich darüber hinaus, dass aufgestallte Zebubullen einer signifikant geringeren Anzahl von Stech- und Lästlingsinsekten ausgesetzt waren, als aufgestallte Tiere, welche gänzlich ohne oder mit unbehandeltem Netz geschützt waren (Bauer *et al.*, 2009).

Die vorliegende Arbeit untersucht, ob durch das Ausbringen Insektizid-haltiger Netze an Schweinestallungen die Tsetsefliegenpopulation soweit reduziert werden kann, dass das

## Einleitung und Zielsetzung

---

Infektionsrisiko und damit die Trypanosomenprävalenz in den Schweinebeständen nachhaltig vermindert werden kann.

## **2 Literaturübersicht**

### **2.1 Kleinbäuerliche Schweinehaltung im Regenwald Ghanas**

Traditionell ist in Ghana die Rinderhaltung nicht wie in vielen anderen Afrikanischen Ländern Bestandteil kleinbäuerlichen Wirtschaftens. Haltung von kleinen landwirtschaftlichen Nutztieren bzw. kleinen Klautieren hingegen ist neben dem Anbau von Feldfrüchten überall in den Dörfern üblich. Ziegen, Schafe und Hühner gehören von Nord- bis Südghana fast zu jedem Haus. Unter Anhängern der traditionellen afrikanischen Religion werden Schafe und Ziegen gelegentlich als Schlachtopfer genutzt, Hühnerfleisch stellt für muslimische als auch christliche Ghanaer eine Besonderheit dar und wird gerne zu großen Festen gegessen (Schmidt-Kallert, 1994).

Für die Mehrheit der Bevölkerung ist Fleisch ein besonderes, seltenes Essen. Der tägliche Proteinbedarf wird stattdessen aus Fisch oder eiweißhaltigen Pflanzen wie Erdnüssen und Hülsenfrüchten gedeckt. Angesichts des verbreiteten Mangels an tierischen Proteinen in weiten Teilen des Landes bemüht sich das ghanaische Landwirtschaftsministerium, die Haltung von kleinen landwirtschaftlichen Nutztieren, insbesondere Schweinen, zu propagieren. Im Norden des Landes steht der weit verbreitete muslimische Glaube der Schweinehaltung entgegen, in Südghana ließe sich die Schweinepopulation noch erheblich erhöhen. Probleme bei der Haltung, Krankheiten und Verluste erschweren allerdings die Verbreitung und Nutzung des Hausschweins, obwohl es anspruchsloser ist und in kürzerer Zeit mehr Fleisch als Schaf und Ziege liefert (pers. Mitteilung Charles Mahama).

Die Schweine werden nahe am Wohnhaus eingepfercht. Häufig werden nur ein oder zwei Tiere gehalten, selten auch bis zu zehn Tieren. Eine regelmäßige Fütterung findet meist nicht statt, die Tiere werden zur Futtersuche tagsüber streunen gelassen und die veterinärmedizinische Versorgung ist minimal. Dieses vermindert die täglichen

Gewichtszunahmen, Reproduktivität und Lebenserwartung erheblich. Es sind Anfänge der verstärkten Schweinehaltung in größeren Gruppen und geschützten Stallungen mit regelmäßiger Versorgung der Tiere mit Futter zu sehen. Dabei handelt es sich auch um Zusammenschlüsse mehrerer kleiner Schweinebauern, welche gemeinsam die Haltung, Arbeit und Kosten tragen. Die Anzahl der Schweine in Ghana stieg von 297.000 im Jahr 2003 auf 477.000 im Jahr 2006 (SRID, 2006).

## **2.2 Bedeutung der Trypanosomen der Nutztiere in Afrika**

Die ständig wachsende Bevölkerung des afrikanischen Kontinents ist auf eine funktionierende Versorgung mit Produkten des Grundbedarfes aus der Landwirtschaft angewiesen. Gleichzeitig sind große Teile des Kontinents aufgrund geographischer und klimatischer Bedingungen nicht oder nur bedingt landwirtschaftlich nutzbar. Die wenigen Flächen, welche eine Tierhaltung und somit die Produktion wertvollen tierischen Proteins erlauben, befinden sich zu über 60 % im Bereich des Tsetsegürtels.

Die durch die Tsetsefliegen verursachte Durchseuchung des Tierbestandes mit Trypanosomen reduziert auf direktem und indirektem Weg den Ertrag der Nutztierhaltung. Tierverluste, verminderte Milch- und Fleischerträge sowie kostenintensiver Trypanozideinsatz zählen zu den direkten Verlusten. Nach Schätzungen von Geerts und Holmes (1998) werden jährlich 30 bis 50 Millionen US Dollar für Trypanozide ausgegeben. Die Kosten für Trypanozide nehmen nach Angaben von Ouedraogo (2001) 75 % der jährlichen Ausgaben für Tier-Medikamente ein. Bei Rindern, Schafen und Ziegen kommen akute, subakute und chronische Verlaufsformen der Trypanosomose vor. In Endemiegebieten überwiegt bei weitem die chronische Verlaufsform und stellt als solche ein Herdenproblem dar. Eine schlechte allgemeine Kondition des gesamten Bestandes, Anämien, Gewichtsverluste und zunehmende Schwäche, sowie Aborte und Fertilitätseinschränkungen prägen dabei das klinische Bild (Schillinger, 1985; Connor,

---

1994). Die Produktivität überlebender Tiere im Sinne von Zugkraft, Milchproduktion, Wachstum und Geburtenrate sinkt um 10 bis 40 % (Swallow, 2000).

Schweine sind, ähnlich den anderen Nutztierassen, empfänglich für die Infektion mit diversen Trypanosomen-Arten, zeigen aber unter guten Haltungsbedingungen selten deutliche klinische Symptome. Die ökonomischen Verluste halten sich gering, es sei denn, es handelt sich um Infektionen mit *Trypanosoma simiae* (Hoare, 1939).

Zu den indirekten Auswirkungen der Infektionen mit Trypanosomen zählt die deutliche Einschränkung der Haltung großrahmiger Zugtiere (Zebus oder Kreuzungsprodukte). In den betroffenen Gebieten könnte durch den Einsatz eines Zuggespannes das Zehnfache von dem, was mit Handarbeit erzielt wird, erwirtschaftet werden (Cheneau, FAO, 1994). Es wird geschätzt, dass ohne Trypanosomoserisiko – ein Dreifaches des aktuellen Rinderbestandes gehalten werden könnte, was einer Aufstockung von 90 Millionen Rindern entspräche (FAO, 1994). Ausmaß und Folgen der Trypanosomose der Rinder werden auch durch das Auftreten medikamentenresistenter Trypanosomenpopulationen verschärft (Pinder, 1984; Clausen *et al.*, 1992). Die hohen Kosten von *de novo* Medikamentenproduktionen werden auf 200 bis 800 Millionen US Dollar geschätzt (Di Masi *et al.*, 2003), der Wert von auf dem Markt befindlichen afrikanischen Trypanoziden liegt allerdings bei ca. 20-30 Millionen US Dollar (Borne, 1996).

Schätzungen über Verluste durch Trypanosomen im landwirtschaftlichen Bereich belaufen sich inklusive der indirekten Verluste auf bis zu einer Milliarde US Dollar pro Jahr (Kristianson, 1996).

Nicht zu vernachlässigen ist die Bedeutung der AAT als Zoonose. Mehr als 60 Millionen Menschen leben in Gebieten, in denen sie dem Risiko einer Infektion mit der Schlafkrankheit (HAT) ausgesetzt sind (WHO, 1998). Von einem vermehrten Zuwachs der HAT in Zentralafrika wird seit Anfang 1990 berichtet (Cattand, 1994). Für viele Autoren spielt die Infektion der Wild- und Nutztiere als Reservoir eine tragende Rolle (Molyneux *et al.*, 1984; Mehlitz *et al.*, 1985; Asonganyi *et al.*, 1986). In Westafrika stehen

Hausschweine als Reservoir und Wirt für *T. b. gambiense* in Verdacht (Gibson *et al.*, 1978; Mehlitz *et al.*, 1982; Mehlitz, 1986).

### **2.3 Trypanosomeninfektionen bei Schweinen**

Wie andere Nutztiere können auch Schweine durch verschiedene Trypanosomenarten infiziert werden. Im Folgenden werden relevante Erreger näher beschrieben.

#### **2.3.1 Erreger**

Trypanosomen gehören zur Familie der *Trypanosomatidae*. Es handelt es sich um Protozoen des Stammes der Sarcomastigophora, der Ordnung Kinetoplastida, der Gattung *Trypanosoma*. Innerhalb der Gattung *Trypanosoma* werden die beiden Gruppen Salivaria und Stercoraria unterschieden. Alle *Trypanosoma* spp., die mit dem Speichel infizierter Insektenwirte übertragen werden (übertragungsfähige Stadien in und an den Mundwerkzeugen und zum Teil in den Speicheldrüsen der Vektoren), gehören zur Gruppe der Salivaria. Diejenigen, die hingegen durch den Kot infizierter Vektoren übertragen werden, gehören zur Gruppe der Stercoraria (Hoare, 1972).

Bei den Blutformen der HAT-Erreger handelt es sich um langausgezogene, meist leicht gekrümmte Einzeller von 10 bis 30 µm Länge. Sie verfügen über einen Zellkern, eine für die Bewegung verantwortliche, am Hinterende entspringende Geißel, ein Basalkörperchen nahe dem Ursprung der Geißel und einen Kinetoplast, welcher meist hinter dem Zellkern gelegen ist. Die am Hinterende entspringende Zuggeißel ist mit dem Parasitenkörper durch einen Plasmasaum (undulierende Membran) verbunden. Sie verläuft bis zum Vorderende, bzw. in Abhängigkeit von der Art auch mit einem freien Stück darüber hinaus (Hoare, 1949; Jordan, 1986).

Innerhalb der für diese Arbeit bedeutenden Gruppe der Salivaria werden nach Hoare (1972) und modifiziert nach Stephen (1986) die in Tabelle 1 dargestellten Untergattungen, Spezies und Subspezies unterschieden.

Tabelle 1: Spezies und Subspezies der Gruppe der Salivaria-Trypanosomen (Hoare, 1972, modifiziert nach Stephen, 1986)

Untergattung	Spezies	Subspezies	Wirt
Duttonella	<i>T. vivax</i> <i>T. uniforme</i>		Wiederkäuer, Equiden
Nannomonas	<i>T. congolense</i>		Wiederkäuer, Equiden, Karnivoren, <b>Schweine</b>
	<i>T. simiae</i>		<b>Schweine</b>
Trypanozoon	<i>T. brucei</i>	<i>T. b. brucei</i>	Wiederkäuer, Equiden, <b>Schweine</b> , Nagetiere
		<i>T. b. rhodesiense</i>	Menschen, <b>Schweine</b> , Wiederkäuer
		<i>T. b. gambiense</i>	Menschen, Hunde, <b>Schweine</b> , Antilopen, Wiederkäuer
		<i>T. b. evansi</i>	Wiederkäuer, Equiden, <b>Schweine</b> , Kamele Hunde
		<i>T. b. equiperdum</i>	Equiden
Pycnomonas	<i>T. suis</i>		<b>Schweine</b>

Die für das Hausschwein relevanten Spezies sind *T. congolense*, *T. simiae*, *T. brucei*, *T. evansi* und *T. suis*. Mit Ausnahme von *T. evansi* ist ihr Vorkommen ausschließlich auf den Tsetsegürtel Afrikas beschränkt, da ihre Entwicklung an die Tsetsefliege gebunden ist. Schweine sind nicht empfänglich für Infektionen mit *T. vivax* (Hoare, 1972; Maudlin *et al.* 2004)

Die der Untergattung Nannomonas zugehörigen Spezies *T. congolense* und *T. simiae* sind relativ kleine Formen der Trypanosomen. Typisch ist die Abwesenheit einer freien Zuggeißel in allen Entwicklungsstadien. Der Kinetoplast ist von einer mittleren Größe und

liegt meist subterminal und randständig. Während die undulierende Membran bei *T. simiae* deutlich ausgeprägt sein kann, ist sie bei *T. congolense* kaum entwickelt.

Ein weiteres Charakteristikum der Untergattung *Nannomonas* ist die Tendenz zur Autoagglutination, als auch zu einer temporalen Agglutination an Erythrozyten, welches in frischen und gefärbten Blutaussstrichen beobachtet werden konnte (Hoare, 1939).

*T. congolense* gilt als der ökonomisch gesehen wichtigste Erreger der Nagana und ist zugleich als der kleinste bekannte. Die trypomastigote *T. congolense*-Form im Blut befallener Säugetiere hat eine durchschnittliche Länge von 8 bis 24µm (Hoare, 1939). Die monomorphe Körperform im Blut ist lanzettförmig mit einem stumpfen Hinterende und einem lang auslaufenden Vorderende. Im Blut bewegt sich *T. congolense* lebhaft auf einer Stelle.

Die Übertragung von *T. congolense* erfolgt über ein breites Spektrum von Glossinen-Arten der *Palpalis*-, *Morsitans*- und *Fusca*-Gruppe, so dass *T. congolense* im gesamten Verbreitungsgebiet der Tsetsefliege zu finden ist (Lucius & Loos-Frank, 1997). Viele Wildtiere sind symptomlose Träger des Erregers (Hoare, 1972).

*T. simiae* zeichnet sich gegenüber *T. congolense* durch einen ausgeprägten Pleomorphismus aus, was zunächst eine Zuordnung zur *Nannomonas*-Gruppe erschwerte. Verschiedene Namen wurden nach Forschungen von Hoare (1936) als Synonyme unter *T. simiae* zusammengefasst.

Der Erreger ist bekannt für eine Verbreitung in Ost- und Zentralafrika. Veröffentlichungen berichten aber auch von einer Verbreitung in West-Afrika, speziell in der Region der Goldküste (Ghana), welche in zeitlich nahem Zusammenhang mit dem Ausbruch porciner Trypanosomosis gebracht werden konnte (Steward, 1947; Hoare, 1936). Neben der subakuten bis akuten Infektion von Schweinen, steht der Erreger auch im Verdacht, einen ähnlich akuten Krankheitsverlauf in Kameliden auszulösen (Pellegrini, 1948). Bei Schweinen nehmen die Infektionen häufig einen septikämischen Verlauf.

---

Die Untergattung Trypanozoon beinhaltet neben dem Erreger der AAT beim Schwein *T. brucei brucei* (im Weiteren als *T. brucei* benannt), auch die Erreger der Schlafkrankheit des Menschen, die Subspezies *T. brucei rhodesiense* und *T. brucei gambiense*.

Die Subspezies *T. b. brucei* wird wie *T. b. rhodesiense* ebenfalls hauptsächlich durch Fliegen der *Morsitans*-Gruppe übertragen, nur ein geringer Anteil der Fliegen ist befallen. Das Wirtsspektrum umfasst alle Huftiere sowie einige Karnivoren. Während die Infektion bei Schweinen wie auch Rindern, Schafen und Ziegen meist symptomarm verläuft, ist der Verlauf bei Hunden, Pferden und Eseln oft tödlich.

Die Trypanosomen zeigen während der drei bis fünf Wochen dauernden Entwicklung in der Tsetsefliege Unterschiede in der Morphologie. Mit der Blutmahlzeit aufgenommene *gedrungene*, trypomastigote Formen, ohne freie Geißel und nur 15 bis 25µm groß, differenzieren sich im Mitteldarm der Fliege zu prozyklischen trypomastigoten Formen. Nach Vermehrungsphase und Wanderung in den ektoperitrophischen Raum am Epithel des Mitteldarmes erfolgt die Umwandlung in mesozyklische Formen, die sogenannte *intermediäre* Form, einer Übergangsform. Nach einem erneuten Durchdringen der peritrophischen Membran wandern sie im Lumen des Darmtraktes durch den Kropf und den Oesophagus bis in das Lumen der Speicheldrüsen (Lucius & Loos-Frank, 1997). Dort findet die Umwandlung in die epimastigote und anschließend in die trypomastigote metazyklische Form statt. Die *schlanke* Form ist 20 bis 30 µm lang, mit einer über das Körperende hinausragenden Geißel und mit einem eiförmigen zentral gelegenen Zellkern. Die Bewegungen im Blut zeigen eine schlängelnde Vorwärtstendenz. *T. brucei* ist der am wenigsten pathogene Erreger der AAT, spielt jedoch aufgrund der schon genannten morphologischen Ähnlichkeit und der damit verbundenen schwierigen Abgrenzung zu den beiden humanpathogenen Subspezies eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit der menschlichen Schlafkrankheit (Lucius & Loos-Frank, 1997).

*T. suis* wurde erstmals durch Ochmann (1905) beschrieben. Der bisher einzige bekannte Erreger aus der Untergattung *Pycnomonas* gilt als am wenigsten pathogene Spezies für die landwirtschaftlichen Nutztiere Afrikas, eine Infektiosität konnte nur bei Suiden nachgewiesen werden. Das Wirtsspektrum umfasst Wildschweine, Warzenschweine und Hausschweine. Die trypomastigote *T. suis*-Form im Blut befallener Säugetiere hat eine durchschnittliche Länge von 8,5 bis 19 µm und eine Breite von 3 bis 4 µm. Der Körper ist kurz und stumpf und variiert in seiner Gestalt. Einige Formen ähneln der Form des *T. congolense*, haben jedoch eine mehr oder weniger deutliche freie Zuggeißel. Lanzettförmige oder sphäromastigote Formen können auftreten. Ein sehr kleiner Kinetoplast ist marginal oder subterminal am Hinterende positioniert, der große Nukleus liegt im vorderen oder mittleren Teil, selten im Hinterende. In Proben aus frischem Säugetierblut sind die Bewegungen langsam und auf einer Stelle zirkulierend.

Die bis jetzt bekannten Glossinenarten, welche als Überträger von *T. suis* identifiziert wurden, sind *G. brevipalpis* (Peel und Chardome, 1954) in Burundi und Nord-Ost Tanzania (Burt, 1942) und *G. vanhoofi* in der Nähe des Lake Kivu im Kongo (van den Berghe *et al.*, 1963). Eine Übertragung durch andere Glossinen als auch eine weitere Verbreitung in anderen Teilen von Afrika erscheint möglich (Hoare, 1972).

**Tabelle 2: Morphologische Merkmale und Bewegungsmuster von Trypanosomenarten infektiös für Schweine (Hoare 1972, modifiziert nach Gall 2002)**

<b>Spezies</b>	<b><i>T. congolense</i></b>	<b><i>T. simiae</i></b>	<b><i>T. brucei</i></b>	<b><i>T. suis</i></b>
Form und Größe	Monomorph 8-20 µm kleinste Spezies	Pleomorph 3 verschiedene Typen: Congolense Typ: 9-16 µm Simiae-Typ: 12 – 26 µm Rodhani-Typ: 11-24 µm	Polymorph, schlanke Formen: 23 - 30 µm (mit spitz zulaufendem Ende), Kurzformen: 17-22 µm, Zwischenformen: 20 - 25 µm	Polymorph kurz und stumpf aber auch lanzett- und sphäromastigote Formen möglich 8,5 bis 19 µm
Geißel	Keine freie Geißel	Ende der Geißel in den meisten Formen frei	Langes, freies Ende bei schlanken Formen; Kein freies Ende bei Kurzformen	Mehr oder weniger deutlich freie Geißel
Undulierende Membran	Unscheinbar	Deutlich sichtbar	Deutlich sichtbar	
Kinetoplast	Subterminal, marginal	Marginal, mittelgroß	Subterminal, kleiner im Vergleich zu <i>T. congolense</i>	Subterminal, marginal sehr klein
Bewegungsmuster	Lebhafte Bewegungen auf der Stelle, oft an Blutzellen angeheftet	Lebhafte Bewegungen auf der Stelle, oft an Blutzellen angeheftet	Lebhafte Bewegungen auf der Stelle	Langsame, auf der Stelle zirkulierende Bewegung

### 2.3.2 Entwicklung

Die in der Glossine verlaufenden Entwicklungszyklen der Trypanosomoseerreger sind untereinander ähnlich und dauern abhängig von den klimatischen Bedingungen 19 bis 53 Tage. Die bei der Blutmahlzeit von der Tsetsefliege aufgenommenen infektiösen trypomastigoten Blutstromformen gelangen mit dem Blut in den Mitteldarm der Tsetsefliege. Von dort aus wandern die Parasiten in den endoperitrophischen Raum aus. Hier findet unter Verlust der oberflächlichen Schicht, des „surface coat“, die Transformation in nichtinfektiöse prozyklische Formen statt. Darauf folgt die Phase der Vermehrung durch binäre Teilung, welcher sich der Übertritt in den ektoperitrophischen Raum und die Wanderung über den Proventrikulus und den Ösophagus in den Mundbereich anschließt (Woitag, 2003).

Die prozyklischen Formen von *T. brucei* wandern bis in die Speicheldrüsen, wo sie sich zu Epimastigoten umwandeln und anheften, um sich hiernach in metazyklische infektiöse Formen zu transformieren. *T. congolense* und *T. simiae* vollziehen den Gestaltwandel zur metazyklischen infektiösen Form im Labrum, im Mundbereich der Tsetsefliege. Teilungsstadien und Lebenszyklus von *T. suis* entsprechen denen von *T. brucei*.

Der im Wirtstier ablaufende Entwicklungszyklus beginnt mit der Übertragung der infektiösen metazyklischen Formen durch den Stich der Tsetsefliege. An der Einstichstelle kann sich eine ödematöse Schwellung bilden, welche an unpigmentierter Haut auch eine deutliche Rötung aufweist. In diesem sogenannten Schanker findet innerhalb der ersten zehn bis zwölf Tage *p.i.* eine erste Vermehrung der Erreger statt, bevor diese via Lymphstrom in den Blutkreislauf gelangen (Akol & Murray, 1982; Schillinger, 1985). Im Blut sind die ersten Trypanosomen 13 bis 16 Tage nach dem Stich der infizierten Tsetsefliege nachweisbar (Connor, 1994). Hier erfolgt wiederum eine binäre Teilung des Erregers. Bei den Blutstromformen findet ebenfalls ein Formenwandel der vermehrungsfähigen, für Tsetsefliegen nicht infektiösen, in nicht vermehrungsfähige infektiöse Stadien statt (Vickermann, 1985). Diese Entwicklung ist bei *T. brucei* zugleich

---

mit einem Gestaltwandel von der schlanken über die intermediäre zu der gedrungenen Form verbunden.

### 2.3.3 Pathogenese, Pathologie und Klinik

Einer natürlichen Ansteckung durch einen Stich der Tsetsefliege oder einer mechanischen Übertragung durch Tabaniden können verschiedene Krankheitsverläufe folgen. Die Inkubationsperiode beträgt nach zyklischer Übertragung 17 bis 19 Tage, bei mechanischer Übertragung fünf bis sieben Tage (*T. rangeli*, Anez & East, 1984).

Einer Ansteckung mit *T. brucei* und *T. congolense* verläuft bei den meisten Schweinen trotz einer hohen Infektionsrate im durchseuchten Gebiet klinisch symptomlos. Bei ungünstigen Fütterungs- und Haltungsbedingungen zeigt sich jedoch eine hohe chronische klinisch manifeste Morbidität. Die Tiere zeigen Fieber, Mattigkeit, nachlassende Fresslust und Abmagerung. Gelegentlich kommt es nach vorhergehenden Lähmungserscheinungen zu plötzlichen Todesfällen. Trypanosomen im Blut sind mitunter nicht oder nur schwer aufzufinden, selbst Übertragungsversuche zur Anreicherung in Mäusen verlaufen mitunter erfolglos (Plonait & Bickhardt, 1997).

Infektionen mit *T. simiae* und *T. suis* haben einen gänzlich anderen Verlaufscharakter. Sie verursachen fast immer akute und subakute Erkrankungen mit septikämischen Charakter (Hoare 1972 , Steward 1936). Nach einer kurzen Inkubationszeit finden sich bei künstlicher Ansteckung die ersten Parasiten schon nach drei bis sieben Tagen im Blut. Die Körpertemperatur steigt auf 41°C, um nach zwei bis drei Tagen plötzlich auf einen normalen Wert zu fallen. Es kommt zu Fressunlust, die Atemfrequenz steigt und das Atmen ist erschwert. Die Tiere liegen viel und versterben ohne weitere Krankheitsanzeichen innerhalb weniger Tage. Bei subakutem Verlauf beobachtet man noch Abmagerung und rotblaue Verfärbung der Haut. Nach fünf bis 21 Tagen versterben die Tiere unbehandelt. In perakuten Fällen liegen die Tiere ohne sichtbare

Krankheitszeichen plötzlich tot im Stall. Im seltenen chronischen Verlauf kommt es vor dem Tod zu einer starken Abmagerung (Mols & Lenaerts, 1950).



**Abbildung 1: An der Trypanosomose erkranktes Schwein, Suhum, Eastern Region, Ghana**

Die pathologische Untersuchung von getöteten oder verendeten Schweinen zeigt wenige eindeutige Veränderungen. Bei einer vorangegangenen Infektion mit *T. brucei* oder *T. congolense* zeigen sich lediglich eine starke Abmagerung, eine sulzige Durchtränkung der Subcutis, blutig-seröse Ergüsse in Thorax und Abdomen, sowie Milztumoren. Perakute Infektionen mit *T. simiae* weisen neben einer vermehrten Injektion der Gefäße der Hirnhäute und einer leichten Gastroenteritis keine Veränderungen auf. Im Falle von akuten und subakuten Verläufen kommt es zu Veränderungen einer Septikämie: Fleckige rotbraune Verfärbung der Haut, kleine subcutane und intramuskuläre Blutungen (Plonait & Bickhardt, 1997).

---

### 2.3.4 Diagnose

Der Nachweis von Trypanosomen erfolgt im Blut oder im *Liquor cerebrospinalis* (bei der Schlafkrankheit des Menschen) des Wirtes mittels direktem Erregernachweis mit parasitologischen Techniken oder durch indirekte immunologische oder molekularbiologische Methoden (Nachweis von Trypanosomenantigen bzw. Wirtstierantikörpern oder Trypanosomen-DNA).

Ein direkter Trypanosomennachweis kann über einen mikroskopischen Erregernachweis mit Hilfe eines luftgetrockneten Giemsa-gefärbten dünnen Blutausstriches erfolgen (siehe 3.1.7.2.). Zusätzlich kommt auch der sogenannte „dicke Tropfen“ zum Einsatz. Die Nachweisbarkeit hängt dabei entscheidend von der Konzentration der Trypanosomen im Blut ab. Die relativ hohe Nachweisgrenze dieser direkten Erregerdiagnostik liegt bei  $10^4$  Trypanosomen pro Milliliter Blut (Paris *et al.*, 1982; WHO, 1986). Niedrige Parasitämien bei chronischen Verlaufsformen in Endemiegebieten können einen Nachweis der Parasiten im Blut falsch negativ ausfallen lassen (Morrison *et al.*, 1981; Waiswa *et al.*, 1996).

Durch verschiedene Anreicherungsverfahren für Trypanosomen konnte die Diagnostik jedoch bedeutend sensibilisiert werden. Ein von Woo (1969) entwickeltes Anreicherungsverfahren ist die Hämatokrit-Zentrifugationstechnik (HCT), welche später von Walker (1972) und Mehlitz (1978) verfeinert wurde. Circa 30  $\mu$ l der Blutprobe werden dabei in zu einem Drittel mit Walker-Lösung gefüllte Hämatokritkapillaren gesaugt und zentrifugiert. An der Grenze zwischen Plasma- und Blutzellschicht finden sich die angereicherten Parasiten am oberen Rand des Buffy-coat und können unter dem Mikroskop nach Trypanosomen durchmustert werden. Die Nachweisgrenze liegt bei circa  $5 \times 10^2$  Trypanosomen/ml Blut (Woo, 1971; Paris *et al.*, 1982; WHO, 1986).

Ein ähnliches Verfahren wird auch bei der Buffy-coat Technik (nach Murray *et al.*, 1977) angewandt. Die Hämatokritkapillaren werden im Anschluss an die Zentrifugation etwa einen Millimeter unterhalb des Buffy-coat im oberen Bereich der Erythrozytensäule

geschnitten und die am oberen Rand des Buffy-coats konzentrierten Trypanosomen mit dem gesamten Buffy-coat inklusive des Plasmas auf einen Objektträger gebracht, vermischt, abgedeckt und im Dunkelfeld mikroskopisch untersucht. Im Dunkelfeld betrachtet, wird die Sichtbarmachung der Zellen und Parasiten durch Fluoreszenz verbessert. Im Vergleich zum dicken Blutfilm konnten mit dieser Methode 50 % mehr positive Fälle nachgewiesen werden (Murray *et al.*, 1977). Bei guter mikroskopischer Beurteilungsmöglichkeit kann die Morphologie und Motilität der Trypanosomen darüber hinaus auch zur Speziesdiagnostik mit relativ hoher Genauigkeit herangezogen werden.

Eine weitere Möglichkeit der Parasitenanreicherung stellt der Tierversuch dar. Nach Inokulation von infektiösem Blut in empfänglichen Labornagern vermehren sich die Trypanosomen in Abhängigkeit von der jeweiligen Trypanosomenspezies. Der Nachweis von *T. brucei* gelingt mit der Infektion von Labornagern (insb. Vielzitzenmäuse, *Mastomys natalensis*) im allgemeinen gut (Mehlitz, 1978). Nur ein Teil der Infektionen mit *T. congolense* geht in Labornagern an (Paris *et al.*, 1982). *T. simiae* geht nur in Kaninchen, am sichersten bei entmilzten Tieren an. Dieses selektive Wachstum bestimmter Trypanosomenspezies aufgrund der Wirtstierpräferenz führt bei der Inokulation von Feldisolaten in Labornagern unweigerlich zu einer unerwünschten Homogenität der passagierten Trypanosomenisolate, welche durch mehrere Passagen nur noch gefördert wird. Untersuchungsergebnisse aus der Inokulation sind möglicherweise nicht repräsentativ für die Ausgangspopulationen im Wirtstier, Mischinfektionen werden verdeckt.

Die Miniatur-Anionenaustausch-Zentrifugations-Technik (m-AECT) wurde von Lanham und Godfrey (1970) entwickelt und später mehrfach modifiziert (Mehlitz, 1978; Lumsden *et al.* 1979; Sachs, 1984). Trypanosomen werden mit Hilfe einer Anionenaustauschsäule von den korpuskulären Blutbestandteilen aufgrund der unterschiedlichen Oberflächenladungen von Trypanosomen und Blutkörperchen getrennt (Lanham &

---

Godfrey, 1970; Lanham *et al.*, 1972). Die Nachweisgrenze liegt bei etwa 100 Trypanosomen/ml Blut (Kanmogne *et al.*, 1996; WHO, 1986).

Mehlitz (1986) verglich die verschiedenen Anreicherungsverfahren und konnte die Überlegenheit der m-AECT im Vergleich zur HCT beim Nachweis von mit *T. brucei* infizierten Blutproben von Schweinen und Wildtieren in Westafrika demonstrieren. Der Tierversuch war mit 95,4 % am empfindlichsten, gefolgt von der m-AECT mit 74 % und der HCT mit 53,8 %.

Indirekte immunologische oder molekularbiologische Methoden kommen in dieser Arbeit nicht zur Anwendung. Eine kurze Einführung der in Praxis angewandten Methoden soll dennoch gegeben werden:

Zu den immunologischen Nachweisverfahren zählt der direkte Nachweis der Trypanosomen-Antigene (Antigen-ELISA), sowie der indirekte Nachweis der Antikörper (Antikörper-ELISA, IFAT). Auf der molekularbiologischen Ebene besteht die Möglichkeit, bestimmte im Erbgut der einzelnen Trypanosomenspezies vorkommende Nukleinsäuresequenzen anhand von Primern zu vervielfachen und/oder anhand von Sonden nachzuweisen und anschließend zu markieren (Polymerase-Kettenreaktion , DNA-Sondenhybridisierung bzw. eine Kombination aus beiden Verfahren). Verglichen mit den parasitologischen Nachweisverfahren zeichnen sich diese Verfahren durch eine hohe analytische Sensitivität und die Möglichkeit einer exakten Speziesdiagnose aus. Gleichzeitig kann eine große Probenzahl, schnell und vergleichsweise kostengünstig analysiert werden (Gall, 2002).

### **2.3.5 Therapie**

Über die chemotherapeutische Bekämpfung der Trypanosomen der Schweine liegen nur verhältnismäßig wenige Angaben vor. Herauszustellen ist, dass verschiedene Empfindlichkeiten der Erreger eine einheitliche Anwendung erschweren.

Die Chemotherapie der AAT beim Wiederkäuer in Afrika stützt sich generell auf die Salze dreier Wirkstoffe: Diminazen, Homidium und Isometamidium (Anene *et al.*, 2001). Für die Therapie und Prophylaxe von *T. evansi*-Infektionen bei Pferden, Kamelen und Büffeln werden außerdem Quinapyramin, Suramin und Melarsomine eingesetzt (Peregrine, 1994).

Diminazen ist gegenwärtig das populärste Therapeutikum von Trypanosomeninfektionen (Peregrine & Mamman, 1993; Peregrine, 1994), Isometamidium hingegen das am häufigsten eingesetzte Prophylaktikum. Isometamidium ist bekannt unter den Handelsnamen Samorin<sup>®</sup> oder Trypamidium<sup>®</sup>. Hier konnten möglicherweise auf einer Blockade der Cholinesterase beruhende akute Toxizitätserscheinungen bei Hunden, Rindern, Kamelen, Ziegen und insbesondere bei Schweinen beobachtet werden (Peregrine, 1994).

Ein Pirimidinabkömmling des Surfens, Antrycidmethylsulfat (im Handel als Antrycid<sup>®</sup>), zeigte zunächst eine erfolversprechenden Behandlung bei Schweinen. Im Blut künstlich infizierter Ferkel konnten 48 Stunden nach einer Applikation von 3,0 – 5,0 mg/kg KGW keine Parasiten mehr festgestellt werden. Neben weiteren positiven Erfahrungen mit dem Methylsulfat ist bei Unsworth (1952) jedoch nachzulesen, dass bei einem Seuchenausbruch in Nigeria verursacht durch *T. simiae* das Präparat wirkungslos blieb. Auch Watson und Williamson (1958) empfehlen zur Heilbehandlung von *T. simiae* nicht das wasserlösliche Methylsulfat, sondern das schwer lösliche Antrycidchlorid und eine Antrycid-Suramin Kombination. Diese Formulierungen werden auch zur Prophylaxe empfohlen (Plonait & Bickhardt, 1997)

Homidiumchlorid (unter dem Handelsname Novidium<sup>®</sup>) und Homidiumbromid (unter dem Handelsnamen Ethidium<sup>®</sup>), beide aus der Gruppe der Phenanthridine, werden zur i.m. Behandlung von *T. congolense*- und *T. vivax*-Infektionen bei Rindern, kleinen Wiederkäuern und Schweinen eingesetzt (Woitag, 1999). Die Dosierung von 1,0 mg/kg KGW soll bei beiden Salzen dieselbe therapeutische Wirkung entfalten. Eine

---

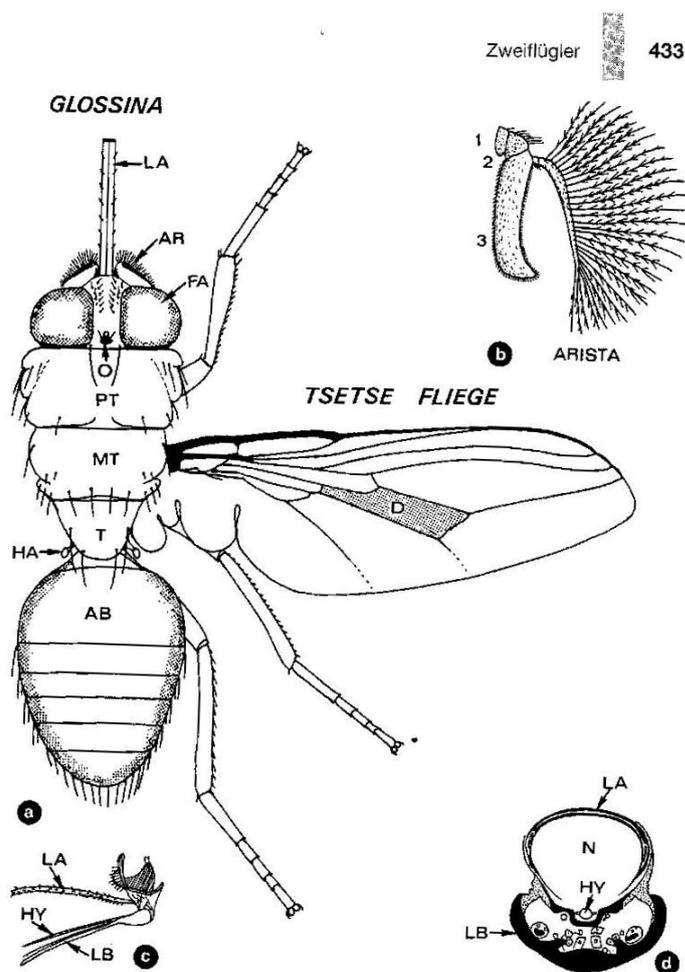
prophylaktische Wirkung ist unbestritten. Generell scheint die Wirkstoffsensibilität der Parasiten sowie der herrschende Infektionsdruck die Prophylaxezeitdauer zu bestimmen (Dolan *et al.*, 1992).

Diminazendiacetat, ein aromatisches Diamidin, ist unter den Handelsnamen Berenil<sup>®</sup>, Pirocide<sup>®</sup>, Veriben<sup>®</sup> und Ganaseg<sup>®</sup> erhältlich. Dosierungsempfehlungen zur Behandlung sensitiver Trypanosomenspezies liegen zwischen 3,5 mg/kg KGW (sensitive *T. congolense*- und *T. vivax*-Infektionen) und bis zu 7,0 mg/kg KGW (*T. brucei*-Infektionen) intramuskulär appliziert. Generell kann die AAT und die Babesiose bei Rindern, kleinen Wiederkäuern, Schweinen, Pferden und Hunden gut behandelt werden. Die Ausscheidung erfolgt größtenteils renal. Durch den geringen therapeutischen Index ist der Einsatz bei Pferden und Hunden eingeschränkt. Bei Kameliden ist eine hohe Toxizität von Diminazendiacetat bekannt, so dass hier vom Einsatz abgeraten wird (Peregrine & Mamman, 1993; Peregrine, 1994).

## 2.4 Tsetsefliegen

Schon an Ihrer Körperhaltung sind Tsetsefliegen eindeutig zu erkennen. In Ruhestellung werden die Flügel scherenartig so über dem Hinterleib zusammengefaltet, dass sie ihn beidseitig überragen und seitlich gerade abschließen. Der typische Stechrüssel (Proboscis) mit den seitlich daran liegenden Palpen wird waagrecht nach vorn getragen und ragt über den Kopf hinaus, so dass der Eindruck einer herausgestreckten Zunge (griech. Glossa) entsteht, woraus sich wahrscheinlich der Gattungsname ergeben hat (Lucius & Loos-Frank, 1997; siehe Abb.2).

Wesentliche Unterscheidungsmerkmale sind ein beilförmig gestaltetes Segment (Abb.2), welches durch den Venenverlauf in den Flügeln gebildet wird, sowie gefiederte, dorsal der Arista aufsitzende Haare (Lucius & Loos-Frank, 1997). Tsetsefliegen haben eine Länge von 7 bis 14 mm und weisen eine bräunlich-graue bis gelb-braune Färbung auf.



**Abbildung 2:** Schematische Darstellung der Tsetsefliege (Gattung *Glossina*).

- a) Dorsalansicht;
- b) Dreigliedrige Antenne (1-3) mit *Arista* (nach *G.pallidipes*);
- c) Mundwerkzeuge, nat. Haltung, Seitenansicht;
- d) Mundwerkzeuge quer.

AB = Abdomen; AR = Arista; D = Diskoidalfeld; FA = Facettenauge; HA = Haltere; HY = *Hypopharynx* mit Speichelgang; LA = *Labrum*; LB = *Labium*; MT = *Mesothorax*; N = *Nahrungsgang*; O = *Ocellus*; PT = *Prothorax*; T = *Metathorax*. Mehlhorn & Piekarski (1995).

### 2.4.1 Arten

Die Tsetsefliege mit der einzigen Gattung *Glossina* stammt aus der Familie der *Glossinidae* aus der Unterordnung *Cyclorrhapha* (Fliegen). Es handelt sich um obligatorische Blutsauger beider Geschlechter an Landwirbeltieren und am Menschen, die durch den Saugakt tier- und menschenpathogene Protozoen der Gattung *Trypanosoma*

übertragen können. Die Einteilung des Genus *Glossina* erfolgt nach dem Habitat und nach morphologischen Merkmalen; Es werden drei Hauptgruppen mit insgesamt 23 Arten und 31 Unterarten beschrieben (Tab. 3).

**Tabelle 3: Taxonomie der Tsetsefliegenarten und Unterarten (nach Glasgow, 1970)**

<b><i>Morsitans</i>-Gruppe</b>	<b><i>Palpalis</i>-Gruppe</b>	<b><i>Fusca</i>-Gruppe</b>
<i>G. morsitans submorsitans</i> <i>G. morsitans centralis</i> <i>G. morsitans morsitans</i>	<i>G. fuscipes fuscipes</i> <i>G. fuscipes quanzensis</i> <i>G. fuscipes martinii</i>	<i>G. fusca fusca</i> <i>G. fusca congolensis</i>
<i>G. austeni</i>	<i>G. palpalis palpalis</i> <i>G. palpalis gambiensis</i>	<i>G. nigrofusca nigrofusca</i> <i>G. nigrofusca hopkinsi</i>
<i>G. pallidipes</i>	<i>G. tachionoides</i>	<i>G. medicorum</i>
<i>G. swynnertoni</i>	<i>G. pallicera pallicera</i> <i>G. pallicera newsteadi</i>	<i>G. tabaniformis</i>
<i>G. longipalpis</i>	<i>G. caliginea</i>	<i>G. schwetzi</i> <i>G. brevipalpis</i> <i>G. longipennis</i> <i>G. frezili</i> <i>G. severini</i> <i>G. haningtoni</i> <i>G. fuscipleuris</i> <i>G. vanhoofi</i> <i>G. nashi</i>

Der *Morsitans*-Gruppe werden fünf Arten und drei Unterarten zugeordnet. Vertreter dieser Gruppe sind während der Regenzeit vor allem in der Buschsavanne anzutreffen, während sie sich in der Trockenzeit in die Nähe von Flussläufen zurückziehen. Der wichtigste Vertreter dieser Gruppe ist *Glossina morsitans* als Überträger der menschlichen Schlafkrankheit sowie als Hauptüberträger der Trypanosomose der Tiere.

Zu der *Palpalis*-Gruppe gehören ebenfalls fünf Arten und sieben Unterarten. Sie sind vor allem auf ein Habitat der Vegetationszone entlang von Flussläufen in Regenwaldgebieten im Tiefland sowie in der Baumsavanne beschränkt. Man bezeichnet sie aus diesem Grund auch als *Flussfliegen*. Die wichtigsten Vertreter dieser Gruppe sind *Glossina palpalis*, *G. tachinoides*, *G. fuscipes* und *G. pallicera* als Überträger der Trypanosomose sowie als Überträger der menschenpathogenen Subspezies *T. b. gambiense* und *T. b. rhodesiense* (Jordan, 1986).

Der *Fusca*-Gruppe, die sogenannten *Waldfliegen*, werden 13 Arten und vier Unterarten zugeordnet, deren Vorkommen auf Tiefland-Regenwaldgebiete beschränkt ist. Auch Arten der *Fusca*-Gruppe sind bekannt für die Übertragung der Spezies *T. brucei* (Jordan, 1986).

#### 2.4.2 Verbreitung

Die Verbreitung der Tsetsefliegen erstreckt sich über 36 afrikanische Länder südlich der Sahara (Mbenga, 1995) auf einer Fläche von zehn bis elf Millionen Quadratkilometern zwischen 14° nördlicher und 29° südlicher Breite (WHO, 1986; Jordan, 1988; Kuzoe, 1993) – dem *Tsetsegürtel*. Damit sind die humiden Zonen des afrikanischen Kontinents im Bereich der großen Flusssysteme zu beiden Seiten des Äquators von West- und Zentralafrika bis nach Ostafrika von Tsetsefliegen besiedelt. Die nördliche Grenze dieses Gebietes wird vom nördlichen Senegal im Westen und vom südlichen Somalia im Osten gebildet. Die südliche Grenze überschneidet sich mit der Kalahari und namibischen Wüste und verläuft im Südosten entlang der afrikanischen Küste. Diese Fläche entspricht einem Drittel des afrikanischen Kontinentes (ILRAD, 1991).

Sechs veterinärmedizinisch bedeutsame Glossinen-Arten wurden in der Umgebung des Untersuchungsgebietes im Distrikt Suhum Kraboa Coaltar beschrieben (Nash, 1948; Offori, 1964; Mahama *et al*, 2003): ein Vertreter der *Palpalis*-Gruppe (*G. pallicera*), ein Vertreter der *Morsitans*-Gruppe (*G. longipalpis*) sowie vier Vertreter der *Fusca*-Gruppe (*G. medicorum*, *G. fusca fusca*, *G. nigrofusca* und *G. tabaniformis*)).

---

### 2.4.3 Entwicklung

Die Glossinen nehmen unter den Insekten hinsichtlich ihrer Fortpflanzung eine Sonderstellung ein, da sie lebendgebärend (larvi- bzw. vivipar) sind und eine extreme Brutpflege zeigen. Wenige Tage nach dem Schlupf wird das Weibchen einmalig begattet. In Spermatheken erfolgt die Lagerung der Spermatozoen während des gesamten reproduktiven Lebens. Alle neun bis zehn Tage wird ein Ei gebildet und aus den Spermatheken befruchtet. Die jeweils einzige Larve wird durch „Milchdrüsen“ im Uterus ernährt und bis zur Drittlarve ausgebildet. Am zehnten Tag wird diese mit einer Länge von circa 5 bis 10 Millimeter geboren und verpuppt sich nach Eingraben sofort im Boden. Die Anforderungen an den Platz der Larvenablage sind hoch, woran sich die hochspezialisierte Lebensweise der Tsetsefliegen zeigt. Der Boden muss eine gewisse Feuchtigkeit enthalten, locker, beschattet und einigermaßen humusreich sein (Lucius & Loos-Frank, 1997). Der Entwicklungszyklus von der Larve über die Puppe zur *Imago* (geschlechtsreifes Insekt) dauert temperaturabhängig zwischen 30 und 60 Tage. Die überwiegend tagaktiven Imagines müssen alle zwei bis drei Tage Blut saugen, in der Trockenzeit mitunter täglich. Die Lebensdauer der weiblichen Fliegen beträgt drei bis vier Monate. Dies bedingt eine geringe Vermehrungsrate von nur sieben bis zwölf Larven bedingt. Männchen leben nur knapp einen Monat (Seifert, 1992; Lucius & Loos-Frank, 1997; Leak, 1998). Säugetiere und Reptilien bilden die Hauptnahrungsquelle; Nahrungspräferenzen sind bei den einzelnen Glossinen-Arten durchaus sichtbar, aber bei Verschwinden ihrer bevorzugten Wirtstiere ist eine flexible Umstellung auf andere Wirte möglich (Clausen *et al.*, 1998).

### 2.4.4 Bekämpfung

Die Bekämpfung der HAT und AAT durch direkte Bekämpfung des Erregers ist limitiert. In vielen afrikanischen Ländern ist es bereits zu Chemoresistenzen gekommen. Bis heute

wurde von Resistenzen gegenüber einem oder mehreren Trypanoziden in mindestens 13 afrikanischen Ländern südlich der Sahara berichtet, wobei in acht dieser 13 Länder Mehrfachresistenzen festgestellt werden konnten (Peregrine, 1994). Auch Impfungen kommen aufgrund des polymorphen Charakters des Erregers nicht in Frage. Trypanosomen tragen auf ihrer Oberfläche eine dichte Schicht aus verschiedenen variablen Glykoproteinen. Diese verändern sich im Verlauf einer Infektion permanent, um der Immunantwort des Wirtes zu entgehen. Man spricht hier von einer Antigenvarianz. Ein Impfstoff kann dem Wirt nach dem heutigen Stand der Entwicklung allerdings immer nur ein oder mehrere fixe Formen von Oberflächenglykoproteinen (Antigen) präsentieren, auf welche dann Antikörper gebildet werden. Eine Anpassung an die verschiedenen Variationen ist nicht möglich.

So fällt der Reduktion und Ausrottung des Vektors der höchste Stellenwert in der Bekämpfung zu. Hierbei gelingt es selten, den Vektor komplett zu entfernen, da es immer wieder zu Reinvasion aus umliegenden Gebieten kommt.

Die hochspezialisierte Lebensweise der Tsetsefliege in den je nach Art charakteristischen Standorten (Habitate), ihre geringe Reproduktionsrate sowie die Eigenschaft, keine größeren offenen Flächen zu überfliegen, erleichtert aber die Kontrolle. Hierbei wird zwischen Methoden der Vektorkontrolle mit und ohne Insektizid unterschieden.

### **2.4.4.1 Veränderung des Habitats**

Die Empfindlichkeit der Tsetsefliegen gegenüber Veränderungen ihres Habitats ist abhängig von der jeweiligen Art. Nach Jordan (1986) ist das Verschwinden von *G. m. submorsitans* im Norden Nigerias durch die Empfindlichkeit dieser Art gegenüber zunehmender Urbanisierung und damit dem Rückgang der bevorzugten Wirtstiere in dem Gebiet zu erklären. Fliegen der *Palpalis*- Gruppe jedoch sind weitgehend fähig sich an menschliche Besiedlung anzupassen (Leak, 1998).

---

In Westafrika zeigte das Entfernen des windbrechenden Dickichts und Einkürzen der Schatten spendenden Bäume in kleinen Wald-Inseln in der nigerianischen Savanne gute Erfolge (Nash, 1940). Diese Methode lässt sich jedoch auf größere Waldgebiete nicht anwenden. Radikale Waldrodung wurde in Ghana zur Bekämpfung der menschlichen Schlafkrankheit (HAT), welche durch engen Kontakt von Mensch und Fliege ausgelöst wurde, nur in Dorfgebieten eingesetzt (Morris, 1949). Ein Verschwinden von *G. tachinoides* und *G. palpalis* konnte festgestellt werden (Leak, 1998).

Versuche in Ost-Afrika durch Kürzen der über 6 Meter hohen Akazien eine Veränderung der mikroklimatischen Bedingungen zu schaffen, erzielten nur eine kurzfristige Reduktion. Trotz messbarem Erfolg bei einigen Einsätzen erscheint die Methode nach Lloyd *et al.* (1933) unpassend als Kontrollmaßnahme gemessen an den Kosten, der Geschwindigkeit der Reinvansion der Glossinen und schädlichen Umwelteinflüssen wie Erderosionen und verminderter Fruchtbarkeit der Böden.

#### **2.4.4.2 Töten von Wildtieren**

Nach der Feststellung von van Jack (1914), dass eine hohe Tsetsefliegendichte mit dem vermehrten Vorkommen wilder Tiere einhergeht, versuchte man durch Jagd den Fliegen die Nahrungsgrundlage zu entziehen. Die Entwicklung der Blutmahlzeitenanalyse brachte eine Verfeinerung der Methode auf das von Tsetsefliegen bevorzugte Wild mit sich. Die Analyse beruht darauf, dass eine weibliche Tsetsefliege für die Arterhaltung zumindest ein weibliches Puparium produzieren muss, und hierfür Nahrung benötigt (Bursell, 1970).

Entfernt man jedoch wilde Wirtstiere, steigt im Ausgleich die Anzahl der Blutmahlzeiten an den Nutztieren, zudem ist auch meist keine hohe Wildtierdichte in urbanisierten Gebieten mit Haustierhaltung anzutreffen. Um in diesen Gebieten eine Eliminierung der Tsetsefliegen zu erreichen, wäre somit letztlich auch eine Entfernung der Nutztiere notwendig (Leak, 1998).

#### 2.4.4.3 SIT (Sterile Insekten Technik)

Eine der moderneren Methoden der Bekämpfung ohne Insektizid ist die *Sterile Insekt Technik* (SIT), welche zuerst von Simpson (1958) als Mittel zur Kontrolle der Tsetsefliege propagiert wurde. Diese Technik beruht auf der Paarung von wilden Weibchen mit sterilen männlichen Fliegen. Physiologisch reicht eine einzige Paarung im Leben einer weiblichen Fliege aus, um eine lebenslange Befruchtung zu ermöglichen, da die Spermien in der so genannten Spermatheke aufbewahrt werden. Die Paarung mit einer sterilen männlichen Fliege führt also zu keinerlei Nachzucht. Die Sterilisierung der Männchen erfolgt durch Bestrahlung (Gamma-Strahlung, Betastrahlung), Chemosterilisation (Bisazir, Metepa, Tepa, Apholate, Phytosterole), sowie physiologische Sterilisation (Pyriproxyfen, Sulphaquinaline, Chlordimeform, Diflubenzuron).

Eine Effektivität der SIT bedingt die sterile Befruchtung von schätzungsweise zehn Prozent der weiblichen Fliegenpopulation. Um dieses zu erreichen muss die Anzahl der freigelassenen Männchen 80 % der männlichen Fliegenpopulation betragen (Rogers & Randolph, 1985). Die geschlüpften Männchen erhalten eine Blutmahlzeit, um das Infektionsrisiko zu senken und werden dann freigelassen (Simpson, 1958). Der erfolgreiche Einsatz der SIT erfordert eine vorhergehende Reduktion der Zielpopulation mit konventionellen Bekämpfungsmethoden.

Auf Sansibar fand 1994 ein erfolgreiches Eradikationsprogramm der Regierung gemeinsam mit der Internationalen Atomenergiebehörde (International Atomic Energy Agency, IAEA) statt. Hier wurde eine Kombination aus Insektizid-behandelten Fallen und SIT angewendet und es gelang die komplette Ausrottung der Tsetsepopulation auf der Insel bis 1996 (IAEA, 1997). Mehr als 7.8 Millionen mit Gamma-Strahlung sterilisierte Männchen der Art *G. austeni* wurden auf der Insel freigelassen. Somit konnte ein Verhältnis von 50 sterilisierten zu einem wilden Männchen hergestellt werden. Diese Kampagne war erfolgreich, da eine Reinvansion des befreiten Gebietes ausgeschlossen werden konnte.

---

Von einer Tsetsefliegenzucht in Tanga, Tansania ist bekannt, dass bei 1,3 Millionen produzierten Puppen über einen Zeitraum von 15 Monaten und letztendlich 0,6 Millionen freigelassenen sterilen Männchen auf 195 km<sup>2</sup> die Kosten sich auf 220 US Dollar pro 1000 Stück beliefen (Williamson *et al.*, 1983). Ein weiterer Ansatz der Sterilisation ist die Verpaarung zweier verschiedener Arten, also das Freilassen einer Art zur Paarung mit der natürlichen Population einer anderen Art. Die Nachzucht hieraus sind sterile Hybriden. Der erfolgreiche Einsatz der SIT ist nur in isolierten Gebieten gegeben, die eine Reinvansion der Zielinsekten ausschließen. Ein sinnvoller Einsatz der SIT basiert zudem auf einem integrierten Einsatz, wobei die ursprüngliche Populationsdichte der Zielinsekten zuvor um 80 bis 90 Prozent durch andere Bekämpfungsmethoden reduziert wurde.

#### **2.4.4.4 Fallenfänge, Handfänge**

Die geringe Reproduktionsrate und lange Lebensdauer der Tsetsefliege machen Fangmethoden zu einer wirkungsvollen Kontrollmaßnahme der Fliegenpopulation. Schon eine zusätzliche Mortalität der weiblichen Fliegen von vier Prozent am Tag kann im Falle ausgeschlossener Reinvansion zu einer erfolgreichen Eradikation führen (Weidhaas & Haile, 1978).

Durch die gezielte Anlockung der Glossinen durch optische Reize, Standort, Form und Farbe der Fallen und Tücher, evtl. in Verbindung mit Geruchsstoffen, werden Auswirkungen auf andere Insekten vermieden. Es gibt unterschiedliche Fallenformen, wie beispielsweise monokonische und bikonische Fallen, NZI- und NGU-Fallen. Die Fallen bestehen aus einem unteren blauen Gazestoffteil mit einem schwarzen Einlassschlitz und einem oberen Teil aus hellem Stoff, zum Teil aus Moskitonetzbesatz, auf einer Metall- oder Holzstütze. Die Kombination aus royal blau und schwarz im Zusammenhang mit einer Kreuzmusterung hat sich am wirkungsvollsten gezeigt (Green, 1989). Gesteigert wird diese Attraktivität auch durch Geruchsstoffe, hier kommen zum Beispiel

Kohlendioxid, Azeton und Phenolderivate, in frühen Versuchen auch Rinderurin, Tier- und Menschenschweiß (Balfour, 1913) zum Einsatz.

Die besonderen Form- und Farbkontraste bzw. Hell-Dunkel-Verhältnisse haben einen speziellen Lockeﬀekt auf Glossinen. Nach dem Anlocken durch den dunklen Stoff und Einﬂiegen in die Falle werden die Fliegen durch die Suche in Richtung Licht in den oberen, hellgehaltenen Teil der Falle gelockt, von wo aus sie nicht mehr zurückkehren können (Fangkäfig) oder wo sie durch Insektizide getötet werden. Tsetseﬂiegen der *Fusca*-Gruppe zeigen sich weniger angezogen durch Falldesign oder Attraktanzien. So konnte im südlichen Guinea auf einer Länge von 82 km Wald *G. palpalis* durch Fallenfänge um 97 % reduziert werden, *G. fusca* lediglich um 67 % (Küpper *et al.*, 1985).

Eine Sonderstellung nehmen die Einzelschirmfallen ein, welche komplett aus natürlichen Materialien gefertigt werden und daher im Vergleich sehr kostengünstig hohe Fangzahlen liefern. Diese Fallen wurde im kleinen Rahmen von ländlichen Kommunen zur Kontrolle der HAT eingesetzt, die Kosten beliefen sich auf schätzungsweise 4,7 US Dollar (Okoth, 1991).

Eine der ersten und gleichzeitig sehr erfolgreichen Bekämpfungsaktionen in einem großen Rahmen fand 1931 bis 1938 im Umfolosi Wildreservat in Zululand, Südafrika statt. Hierbei wurde eine Harrisfalle verwendet (Harris, 1938). Von anfänglich 81,1 *G. pallidipes* pro Tag und Falle konnten die Fangzahlen auf 0,2 Fliegen pro Tag und Falle 1934 und 0,0003 Fliegen pro Tag und Falle im Jahr 1938 reduziert werden.

Handfänge mit Fangnetzen erscheinen weniger effektiv. Von einer erfolgreichen Bekämpfung wird in Kavidoro, Kenia, um 1940 berichtet. Hier konnte nach einem Ausbruch der HAT nach vorangegangener Rodung eine Population von *G. f. fusiceps* deutlich reduziert werden (Glasgow & Duffy, 1947), eine Ausrottung gelang jedoch nicht.

#### **2.4.4.5 Ausbringen von Insektiziden**

Das flächenhafte Ausbringen von Insektiziden am Boden und aus der Luft begann mit der Entdeckung von synthetischen und persistierenden Insektiziden in den 40er Jahren des letzten Jahrhunderts. Wurde zunächst mit Organophosphaten wie DDT und Dieldrin mit Langzeitwirkung, als auch dem schneller eliminierten Cyclodien Endosulfan gearbeitet, so wechselte man in den späten 70er Jahren aus Umweltschutzgründen auf die ebenso kostengünstigen synthetischen Pyrethroide.

Das Ausbringen erfolgt am Boden manuell aus Vernebelungsgeräten, die auf Rückensprühgeräten montiert werden. Genaue Kenntnisse über bevorzugte Brut- und Lagerstätten der Tsetsefliegen sind notwendig.

Aus der Luft wird aus Flugzeugen heraus oder aus dem Helikopter gesprüht bzw. vernebelt. Bei einer Verneblung aus dem Flugzeug in Tansania wurde erstmalig Endosulfan genutzt (Hocking *et al.*, 1966). Die Kosten beliefen sich auf schätzungsweise knapp 55 US Dollar pro km<sup>2</sup> (Leak, 1998). Eine zunächst nicht angestrebte Ausrottung wurde nach vierfachem Ausbringen fast erreicht. Erste Tsetse-Kontrollmaßnahmen unter Benutzung eines Helikopters fanden 1969 am Niger Fluss, in Niger (Spielberger, 1971) und Nigeria (Bauer, 1971) statt. Die Kosten pro Hektar beliefen sich in Nigeria auf schätzungsweise zwölf US Dollar, in Niger auf schätzungsweise 200 US Dollar pro km<sup>2</sup> in Niger (Spielberger *et al.*, 1977). Zwischen 1971 und 1974 kam es zu einer Reinvation von 25 % im Jahr, welche eine erneute Bekämpfung erforderte (Leak, 1998).

#### **2.4.4.6 Anwendung von Insektiziden am Tier**

Die Anwendung von Insektiziden direkt am Tier gehört zu den neueren Bekämpfungsmaßnahmen. Mittel der Wahl sind hier Pour-on-Präparate, Repellentien, Insektizid-haltige Ohrmarken und Halsbänder.

Pour-on-Präparate werden bei den Tieren auf dem Rücken aufgebracht und verteilen sich anschließend über die Haut. Wenn die Fliegen an den Wirtstieren Blut saugen, kommen sie gleichzeitig mit einer tödlichen Insektiziddosis in Kontakt

Anfänglich wurden die Tiere mit DDT oder Pyrethrum behandelt, auch Ivermectine kamen zum Einsatz. Genutzt werden in neuerer Zeit hauptsächlich synthetische Pyrethroide der dritten Generation, da sie beständiger gegenüber UV-Licht sind, und somit ihre Persistenz deutlich länger ist als die ihrer Vorgänger. Am wirkungsvollsten hat sich das Pour-on-Präparat Spot on<sup>®</sup> erwiesen, das als Hauptwirkstoff Deltamethrin enthält. Eine Persistenz des Insektizids konnte über 60 bis 90 Tage nachgewiesen werden (Bauer, 1993).

Repellentien sollen die Blutmahlzeit am Tier durch Geruch oder Chemorezeption verhindern.

Traditionell nutzten die Bauern Substanzen, welche aus einheimischen Pflanzen gewonnen werden, um ihre Tiere zu schützen. Mit der abweisenden Wirkung alleine ist jedoch keine gezielte Bekämpfung der Tsetsepopulation möglich, es können lediglich Einzeltiere geschützt werden. Mehrfaches, immer wieder abgebrochenes Ansetzen zur Blutmahlzeit, führt sogar zu einer erhöhten Übertragung von Trypanosomen (Leak, 1998). Vielen Pour on Präparaten kann auch eine abweisende Wirkung nachgewiesen werden.

Es fanden nur wenige Versuche mit Insektizid-behandelten Ohrmarken oder Halsbändern statt. Zweiseitige Anwendung der Ohrmarken zeigte eine bessere Wirkung als einseitige, es konnte eine Reduktion der Trypanosomenprävalenz um 39 % erreicht werden (Dolan *et al.*, 1988). Tsetsefliegen kontaktieren ihre Wirtstiere hauptsächlich an Unterbauch, Flanken und Beinen. Probleme bei der Nutzung von Ohrmarken zeigen sich auch in der Anwendung. Tiere verlieren ihre Ohrmarken oder Halsbänder. Für wiederholte Behandlungen ist häufig eine erneute Perforation des Ohres notwendig und Wundinfektionen sind möglich.

#### 2.4.4.7 Aufstellen Insektizid-behandelter Fallen und Tücher

Das Aufstellen von mit Insektizid-behandelten Fallen und Tüchern kann als eine Weiterentwicklung der Fallenfänge betrachtet werden. Auch hier werden Pyrethroide als Kontaktinsektizide eingesetzt, welche eine tödliche oder über mehrere Stunden paralyisierende Wirkung (*knock-down*-Effekt) haben. Sie werden auf Fallen oder Tücher aufgebracht.

Die unter 2.4.4.4 beschriebenen Fallen und Tücher kommen dabei modifiziert zum Einsatz.

Zur Wirkungssteigerung werden ebenfalls optische und olfaktorische Lockmittel verwendet. Die Fliegen verenden nach Kontakt mit den behandelten Stoffen.

Kamen zunächst auch hier Organophosphate zum Einsatz, so nimmt man heute ausschließlich synthetische Pyrethroide wie Deltamethrin. Eine Imprägnationstechnik nach einer Studie von Takken *et al.* (1986) welche für blaue Tücher mit den Maßen 70x110 cm genutzt wurde, resultierte in einem Deltametringehalt von 150 mg/m<sup>2</sup>, der eine Reimprägnation in viermonatigen Abständen erforderte. In der Regel wird eine Reduktion von 70 bis 95 % je nach Tsetseart erreicht. Das gewählte Insektizid sollte schon bei kurzem Erstkontakt eine tödliche Wirkung für Insekten aufweisen, resistent gegenüber Witterung und UV-Strahlung sein und keine gegenteiligen Effekte auf optische und olfaktorische Lockreize des Stoffes aufweisen (Torr, 1985). In der Regenzeit empfehlen Torr *et al.* (1992) eine Imprägnation mit 0,6 bis 0,8 %tigem Deltamethrin. Fallen mit einer 0,6 %tigen Imprägnierung zeigten eine über 90 %ige Mortalität bei einer Haltbarkeit von 300 Tagen (Torr *et al.*, 1992). Ölige Formulierungen der Insektizide zeigten sich haltbarer als lösliche Pulverformen (Leak, 1998). Trotz zweimonatiger Reimprägnation zeigten sich allerdings imprägnierte Fallen bei einer Studie im Kongo deutlich weniger effektiv als regelmäßig entleerte, unbehandelte Fallen (Gouteux *et al.*, 1986).

Probleme treten in der Haltbarkeit der Fallen und Tücher, sowie in der UV-Beständigkeit des Materials auf. Zu erwähnen ist auch der mitunter hohe Verlust der ausgebrachten Fallen und Tücher durch Diebstahl. Die qualitativ hochwertigen Stoffe haben einen hohen Nutzwert für die Bevölkerung und sind leicht zu entwenden.

#### **2.4.4.8 Insektizid-behandelte Netze**

Netze zum Schutz vor Lästlings- und Schadinsekten werden häufig in der Nutztierhaltung eingesetzt, um ein Eindringen der Insekten in die Stallungen zu verhindern. Es wird versucht, alle Öffnungen mit Netz zu versehen und lückenlos abzudichten. Ein solches konventionelles Netz muss circa alle zwei Monate erneuert werden und braucht regelmäßige Pflege (Flicken). Häufig verbleiben aber kleine Löcher, durch welche die Insekten eindringen können.

Bei behandelten Netzen reicht eine Berührung des mit einem Kontaktinsektizid imprägnierten Netzes aus, um je nach verwendetem Insektizid eine Paralyse oder den Tod der Fliege zu bewirken. Selbst beschädigte Netze können dementsprechend wirken. Die Netze bestehen aus einem stabilen, mit UV-Schutz versehenen Polyestergarn und haben eine Höhe von einem Meter. Zur Anwendung kommen synthetische Pyrethroide. Das Wirkprinzip gleicht einer großen Falle, in welcher die Tiere das attraktive Lockmittel sind. Im Anflug an das Tier kommt es zu einem Kontakt mit dem Netz und somit mit dem Insektizid.

Eine der ersten Studien wurde im Westen Kenias durchgeführt (Bauer *et al.*, 2006a). Hier wurde Milchvieh vor anfliegenden Tsetsefliegen geschützt. Ziel war es, die Anzahl der Stiche zu vermindern. Es wurde ein mit Beta-Cyfluthrin behandeltes 75 Denier Polyesternetz verwendet. Die Infektionsgefahr mit Trypanosomen konnte signifikant vermindert werden. Auch wurde ein deutlich höheres mittleres korpuskuläres Zellvolumen bei den geschützten Tieren gemessen, was auf einen im Vergleich zu den Kontrolltieren verbesserten Allgemeinzustand hinwies. In einer Pilotstudie in Kumasi, Ghana, gelang es

---

erfolgreich, Zebu-Bullen vor medizinisch und tiermedizinisch bedeutsamen Lästlingsinsekten zu schützen. Die vier Stallungen wurden als A, B, C und D bezeichnet. Stall A diente als Negativ-Kontrolle, das heisst ohne Tiere und ohne Netz; Stall B mit zwei Zebubullen war umgeben von einem unbehandelten Netz (100 cm Höhe); Stall C mit zwei Tieren hatte keinen Netzzaun und Stall D mit ebenfalls zwei Tieren war von demselben aber mit Deltamethrin imprägnierten Netz (100 cm Höhe) umgeben. In und um Stall D (behandeltes Netz) zeigten die Ergebnisse einen gleichbleibend niedrigen Fang von Insekten bei allen Fangmethoden sowie erhebliche Reduktionen (70-80 %) der Belästigungen der Tiere. Die Tiere erschienen ruhiger und ungestörter bei der Futteraufnahme, wohingegen in den anderen Stallungen Lästlingsinsekten erhebliche Störungen der Tiere verursachten. Die meisten Mücken wurden im Stall B (unbehandeltes Netz) gefangen (Maia *et al.*, 2009).

In Deutschland wurden erste Untersuchungen im brandenburgischen Michaelisbruch durchgeführt (Blank, 2008). In der Weidesaison des Jahres 2004 wurde ein pyrethroidhaltiges Netzmaterial zum Schutz der Weidepferde vor stechend- und leckend-saugenden Insekten untersucht. Man untersuchte die Wirkung des Netzes auf Weidefliegen bei drei Pferdegruppen (Kontrollgruppe, teilweise Umzäunung, vollständige Umzäunung). Ermittelt wurde die Muscidendichte mit Hilfe von außen an den Koppeln aufgestellten Fallen (Nzi Fallen), sowie der Befall am Einzeltier mittels einer Digitalkamera. Im Vergleich zur Kontrollgruppe konnte die Muscidendichte um 67 % bzw. 57 % und der Muscidenbefall um 97 % bzw. 96 % reduziert werden. Bestätigt wurde diese Studie durch Untersuchungen von Zaspel, 2007. Auch hier wurde ein mit Deltamethrin imprägniertes Netz an Weidezäunen angebracht und auf seine Wirksamkeit zur Reduktion von Bremsen und anderen Lästlingsinsekten bei weidenden Pferden auf zwei Reiterhöfen in Brandenburg untersucht. Hinsichtlich der Fliegen wurde eine Reduktion der Befallsintensität von mehr als 33 % und hinsichtlich der Bremsen eine Reduktion der Befallsintensität von mehr als 50 % verzeichnet.

### **3 Eigene Untersuchungen**

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

##### **3.1.1 Untersuchungsgebiet**

In Westafrika liegend, ist die Republik Ghana umgeben von Burkina Faso im Norden, Elfenbeinküste im Westen, Togo im Osten und der Küste des Golfs von Guinea (Atlantischer Ozean) im Süden. Sie erstreckt sich zwischen 5° und 11° nördlicher Breite sowie 3° westlicher und 1° östlicher Länge über eine Fläche von 238.537 km<sup>2</sup>. Etwa die Hälfte des Landes liegt bei einer durchschnittlichen Höhenlage zwischen 0 m und 150 m über dem Meeresspiegel, nur an wenigen Stellen des Landes wird eine Höhe von bis zu 900m erreicht. Ghana hat eine geschätzte Einwohnerzahl von 22.409.572 (2006) mit einem Bevölkerungswachstum von 3,3 %. Das durchschnittliche Pro-Kopf-Einkommen der Bevölkerung liegt bei 380 US Dollar pro Jahr (BMZ, 2004), bei 45 % der Bevölkerung liegt das Einkommen unter einem US Dollar pro Tag. Über die Hälfte der ghanaischen Bevölkerung ist in der Landwirtschaft tätig.

Das Versuchsgebiet befindet sich im regengrünen Tropenwaldgebiet der Eastern Region, ca. 70 km nordöstlich der Landeshauptstadt Accra. Die Dörfer liegen nördlich und südlich von der Distrikthauptstadt Suhum. Eine aus tropischem Mischwald bestehende Vegetation wird in dieser Region unterbrochen von einzelnen oder in kleinen Feldern angepflanzten Kulturpflanzen, wie Kokos- und Ölpalmen. Angepflanzt werden hauptsächlich Kakao, Zuckerrohr, Mais, Maniok, Jam, Bananen und Kochbananen, sowie in kleinen Gärten auch Chilipflanzen, Tomaten, Bohnen, Auberginen, Zucchini und weitere dem Klima entsprechende Gemüsearten. Für die Untersuchungen wurden die Dörfer Kwesi Konfo und Zorh ausgewählt, welche im Distrikt Suhum/Kraboia/Coaltar liegen.

### 3.1.2 Untersuchungsdörfer und Schweinepopulation

Die Untersuchungsdörfer wurden mit der Unterstützung der dortigen Veterinärstation ausgewählt. Die betreffenden Dörfer, Kwesi Konfo und Zorh, sind in Struktur, Tier- bzw. Schweinebestand, Vegetation und Wasservorkommen sowie Klima vergleichbar. Sie liegen ca. 30 km auseinander und sind umgeben von tropischem Mischwald.

Die Gebäude der Dörfer sind aus Lehm erbaut und um einen großen Mittelplatz gruppiert. In und um beide Dörfer gibt es mehrere stehende sowie jeweils drei kleinere Fließgewässer. Während der Regenzeit kommt es vermehrt zu Wasserlachenbildung und der lehmige Boden wird aufgeweicht und matschig.

Das Interventionsdorf Kwesi Konfo liegt N 6° 33' nördliche und W 0° 33' westliche Breite. Die Koordinaten des Kontrolldorfs Zorh betragen N 5° 59' nördliche und W 0° 21' westliche Breite. Die genaue Anzahl der ansässigen Bauern wurde nicht ermittelt. Bis auf wenige Ausnahmen beteiligten sich alle Schweine haltenden Bauern aus beiden Versuchsdörfern an der Untersuchung. Aufgrund der geringen Tierpopulation wurden alle interessierten Schweinehalter für den Versuch ausgewählt.

In beiden Dörfern beschränkt sich die Nutztierhaltung auf Geflügel, Ziegen, Schafe und Schweine. Die Tiere werden meist freilaufend in bzw. am Haus gehalten und nachts eingepfercht. Bei den Schweinen handelt es sich um keine einheitliche Rasse und auch die Herkunft ist meist unklar. Großteils findet man die importierte Rasse Danish Large White eingekreuzt mit dem kleinwüchsigen, schwarzen ghanaischen Hausschwein. Teilweise ist eine Einkreuzung der Rasse Pietrain zu erkennen. Es werden Mastendgewichte von schätzungsweise 50 bis 180 kg erreicht. Die Gesamtzahl der Schweine wird in den beiden Dörfern auf 120 bzw. 150 Tiere geschätzt, in die Untersuchung wurden 106 Tiere in Zorh und 111 Tiere in Kwesi Konfo eingeschlossen. Die Bevölkerung berichtete von einer hohen Belästigung durch Tsetsefliegen und einer hohen Mortalität in den Schweinebeständen.



**Abbildung 3: Schweinepferch mit Holzboden**

Für den Versuchszeitraum wurden die Schweine permanent eingepfercht gehalten. Die Pferche waren teilweise direkt auf den Lehm Boden oder auch leicht erhöht auf Holzplanken gebaut (Abb. 3). Es konnte aber nicht verhindert werden, dass einige Bauern ihre Tiere immer wieder frei ließen, damit diese sich ihre Nahrung in der Umgebung suchen konnten.

### **3.1.3 Untersuchungsansatz**

Der Untersuchungszeitraum umfasste sechs Monate von Mai bis Oktober 2007. Zunächst wurden Anfang Mai in beiden Dörfern zwei entomologische Voruntersuchungen im Abstand von 5 Tagen durchgeführt. Anschließend begann die Hauptuntersuchung mit dem Anbringen des Netzmaterials im Dorf Kwesi Konfo. Im weiteren Verlauf wurden jede zweite Woche in beiden Dörfern Tsetsefliegenfallen aufgestellt, 48 Stunden später wieder eingeholt und die Fänge unmittelbar im Anschluss ausgewertet.

Bei 50 % der Schweinepopulation erfolgte eine regelmäßige Blutabnahme. Die erste Blutabnahme wurde zeitgleich mit dem Ausbringen des Netzmaterials vorgenommen. Dies geschah, um die Stressbelastung für die Tiere so gering wie möglich zu halten, da den fixierten Tieren nach der Blutabnahme das Trypanozid verabreicht wurde. Zum

gleichen Zeitpunkt wurde auch die restliche Population mit dem Trypanozid behandelt. Hieraus folgt, dass der Schutz der Schweinepopulation vor Tsetsefliegen durch das ausgebrachte Netz im Interventionsdorf ab dem Zeitpunkt der Behandlung sichergestellt war. Blutuntersuchungen bei den Schweinen fanden zu Beginn, nach der Hälfte und am Ende des Projektes, also insgesamt drei Mal in Abständen von je drei Monaten, statt.

Netzproben wurden zu Beginn der Untersuchung und darauffolgend in monatlichen Abständen durchgeführt. Nach Abschluss der Felduntersuchung wurde das Netz im Labor auf die insektizide Wirkung getestet.

Zudem wurde ein Fragebogen erstellt, mit dessen Hilfe zu Beginn und am Ende der Untersuchung standardisierte Befragungen der Bauern und ihrer Familien durchgeführt wurden.

#### **3.1.4 Untersuchungsgruppen**

Im Interventionsdorf Kwesi Konfo nahmen 25 Bauern am Versuch teil, die Schweinepopulation betrug 111 Tiere in 24 Stallungen; im Kontrolldorf Zorh erklärten sich 14 Bauern, damit 106 Tiere in 18 Stallungen, zur Zusammenarbeit bereit. Die Geschlechts- und Altersverteilung der Schweine wurde dokumentiert. Allen Tieren wurden im Zusammenhang mit der Blutabnahme Ohrnummern in das linke Ohr eingezogen, um eine spätere Identifikation zu sichern. In Kwesi Konfo handelte es sich bei der Population um 15 Sauen, 1 Eber, 53 Läufer und 42 Ferkel. Im Dorf Zorh konnten 24 Sauen, 8 Eber, 13 Läufer und 61 Ferkel für den Versuch genutzt werden. Tiere, welche im Versuchszeitraum aus dem Versuch ausscheiden mussten, wurden durch initial mitbehandelte und im gleichen Stall gehaltene gleichaltrige Wurfgeschwister ersetzt. Dies war erforderlich, da einige Tiere der Versuchspopulation im Verlauf der Untersuchung entlaufen waren, geschlachtet, erschossen oder verkauft wurden oder aufgrund schwieriger Eigentumsverhältnisse an einen anderen Besitzer wechselten.

### 3.1.5 Entomologische Untersuchungen

Vor und während der Intervention mit Insektizid-behandelten Netzen wurden vergleichende entomologische Untersuchungen in den Untersuchungsdörfern durchgeführt. Da es sich bei dem Versuchsgebiet um ein feuchtes Habitat handelt, wurden 20 bikonische Fallen eingesetzt, welche in den frühen 1970er Jahren speziell für die *Palpalis* Gruppe in Afrika entwickelt wurden.

#### 3.1.5.1 Tsetsefliegenfallen

Die ursprüngliche Form der Falle besteht aus zwei Kegeln mit einem Durchmesser von 80 cm. Der obere Kegel hat eine Höhe von 73 cm, der untere ist 60 cm hoch. Beide werden am Punkt ihres weitesten Radius verbunden, an dieser Stelle ist zur Erhöhung der Stabilität ein Drahring eingenäht. Der Corpus der Falle wird dadurch offen gehalten (Abb. 4).



**Abbildung 4: Fliegenfalle modifiziert nach Challier-Laveissière (1973) (Quelle: Institut für Parasitologie und Tropenveterinärmedizin, Freie Universität Berlin)**

Im unteren blauen Kegel befinden sich vier Eingangslöcher zum schwarzen Inneren der Falle mit einem Durchmesser von 20 – 30 cm. Der obere Kegel ist aus hellem Netz gefertigt und endet in einem 12 mm breiten Loch, durch welches die Fliegen in einen Netzkäfig gelangen, welcher für die Auszählung abnehmbar ist. Bei diesen Fallen werden die Tsetsefliegen speziell durch den blau-schwarz gefärbten Stoff angelockt. Die Konstruktion wird auf eine Metallstange aufgesteckt und ist so leicht auf- und abbaubar (Pollock, 1997). Zum Schutz vor anderen Insekten, welche die gefangenen Tsetsefliegen auffressen oder anderweitig schädigen könnten (insbesondere Ameisen), wurden die Stangen im unteren Bereich mit Wagenfett umschmiert.

#### **3.1.5.2 Aufstellen und Betreuung der Fallen**

Jeweils zehn Fallen wurden kreisförmig in der Nähe von Pferchen und Wasserstellen in den Dörfern aufgestellt und 48 Stunden im Feld belassen (Abb. 5 und 6). Während dieser Zeit wurde die Unversehrtheit der Fallen von einem verantwortlichen Dorfbewohner überwacht. Die Fallen wurden am frühen Vormittag ausgebracht. Lediglich zweimal kam es in der gesamten Untersuchungsperiode zu mutwilliger Störung eines Fanges an einzelnen Fallen. Die Zeitintervalle zwischen zwei Fängen betragen zwei Wochen.

Zwischen den Fängen wurden die Fallen wenn erforderlich genäht, als auch die Fangkörbe in klarem Wasser gewaschen und geflickt.

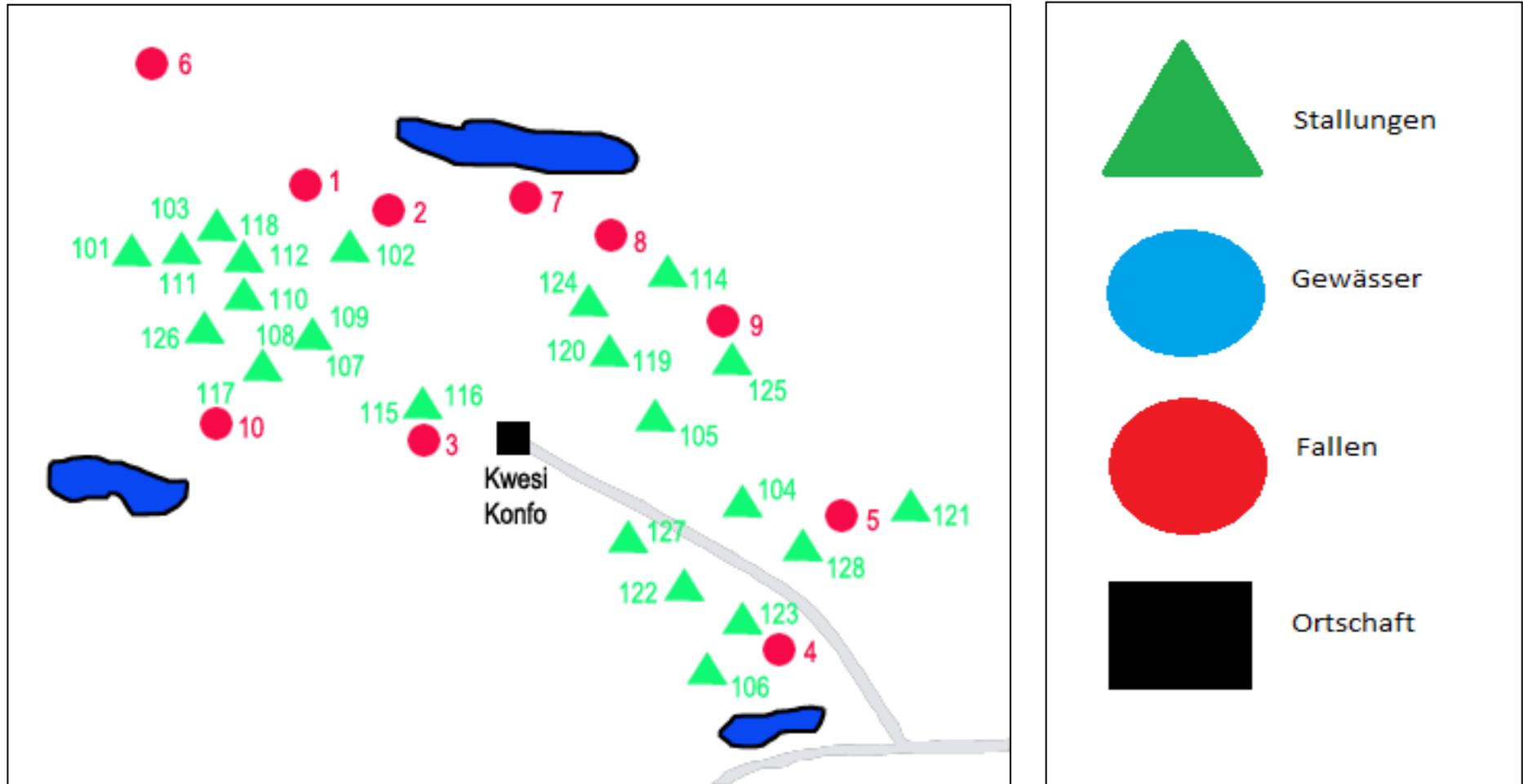


Abbildung 5: Räumliche Verteilung von Stallungen und Tsetsefliegenfallen im Interventionsdorf Kwesi Konfo, Ghana, 2007 (Quelle: modifiziert nach Bauer *et.al.* 2011, CERGIS, Ghana)

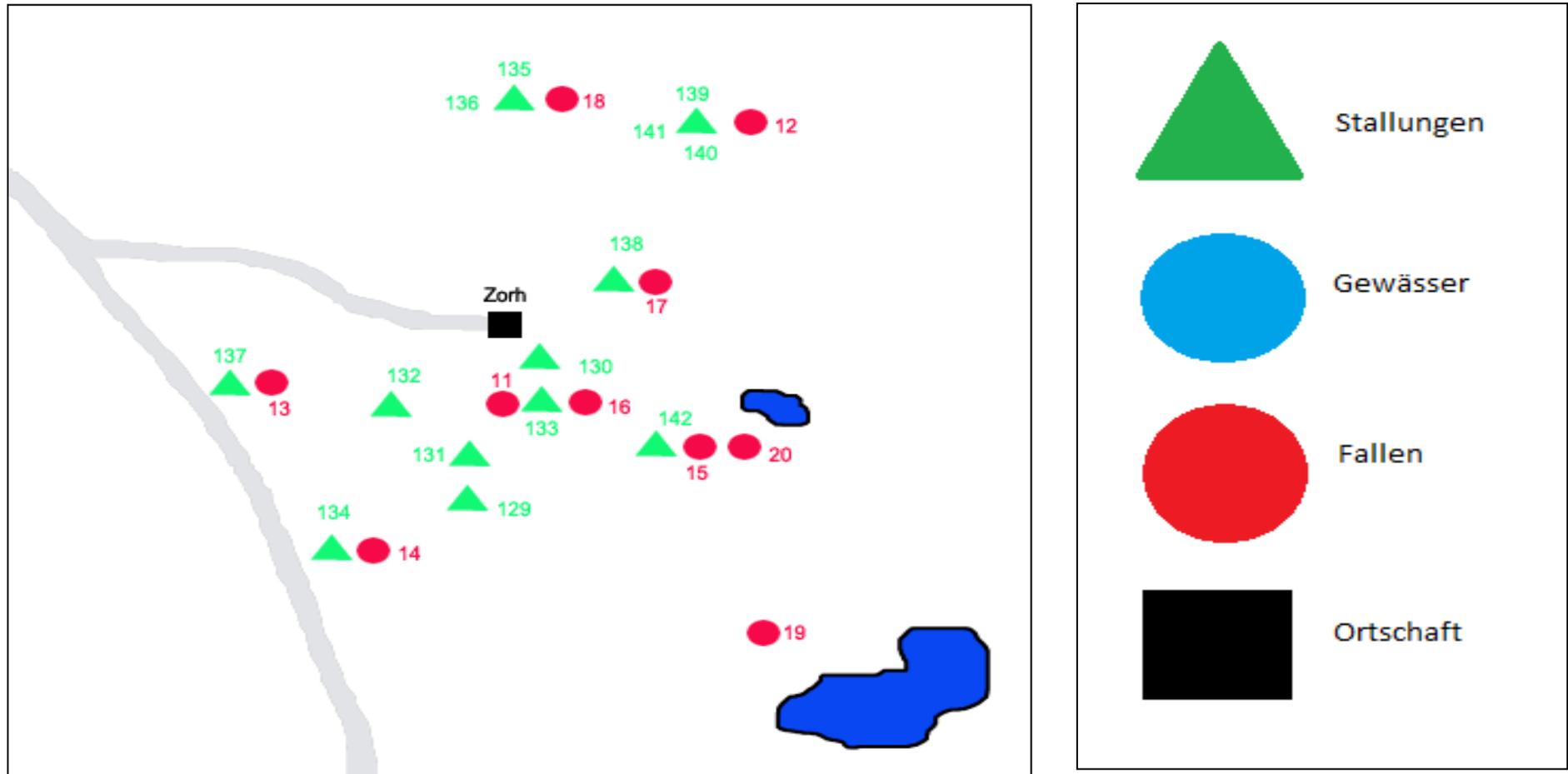


Abbildung 6: Räumliche Verteilung von Stallungen und Tsetsefliegenfallen im Kontrolldorf Zorh, Ghana, 2007 (Quelle: modifiziert nach Bauer *et.al.* 2011, CERGIS, Ghana)

### **3.1.5.3 Bestimmung und Auszählung der Fänge**

Die im Fangkorb befindlichen Insekten wurden unmittelbar nach der Fangperiode kühl und feucht transportiert und gleich im Anschluss identifiziert und ausgezählt.

Aus der Gesamtzahl der in 48 Stunden gefangenen Fliegen pro Dorf wurde ein arithmetischer Mittelwert für jede der zehn Fallen in 24 Stunden gebildet.

#### **3.1.5.3.1 Identifikation der Tsetsefliegen**

Die genauere Differenzierung der Tsetsefliegen erfolgte mittels Stereomikroskop bei zehnfacher Vergrößerung. Zur Geschlechtsdifferenzierung dient das Begattungsorgan, Hypopygium, des Männchens, welches sich an der Unterseite des Abdomens als kleine Erhebung abzeichnet (Pollok, 1997).

Die Speziesbestimmung erfolgte nach einem Identifizierungsschlüssel (Pollok, 1997). Als Kriterien für die Identifizierung wurden Struktur, Farbe und Behaarung des Thorax bzw. Befiederung der Beine genutzt. Hierbei wurde besonderes Augenmerk auf die Fühler mit Arista, Proboscis und Maxillarpalpen, Dorsum und Seiten des Thorax, sowie das Hypopygium und die Form der Zangen gelegt.

#### **3.1.5.3.2 Altersbestimmung**

Um einen Überblick über das Alter und Veränderungen der Altersverteilung in der Population vor und im Verlauf der Intervention zu bekommen, wurden zwei verschiedene Techniken herangezogen. Als eine Methode der Bestimmung wurde eine modifizierte Wingfray- Technik angewendet. Diese Technik wurde ursprünglich für *G. morsitans* und *G. swynnertoni* entwickelt und kann nur bedingt für andere Spezies übernommen werden. In dieser Untersuchung wurde diese Methode dennoch gewählt, um einen Eindruck von

der Altersverteilung in der Population zu bekommen, da eine exakte Altersbestimmung aufgrund fehlender artspezifischer Daten nicht möglich war.

Man geht davon aus, dass nach dem Schlupf die Flügel einer Fliege weich sind und sich erst im Verlauf der Zeit härten. Der laterale Rand der Flügel ist zu diesem Zeitpunkt glatt und ohne Risse oder Ecken. Im Laufe der Zeit kommen Risse hinzu, insbesondere am hinteren Rand. Bei der täglichen Aktivität kommt der Flügel mit der Vegetation, Futtertieren, anderen Fliegen oder Fraßfeinden in Berührung. Die Flügel werden dabei immer mehr in Mitleidenschaft gezogen. Eine sehr alte Fliege hat also zerrissene und eckige Flügel (Pollock, 1997). Hierbei ist es auch von Bedeutung, ob es sich um männliche, also aktivere Insekten, oder weibliche Tiere handelt.

Für die Bestimmung werden die Flügel vorsichtig in einem Tropfen Wasser auf einem Objektträger platziert und unter dem Stereomikroskop betrachtet.

Um den Durchschnitt der jeweiligen Population aussagekräftig bestimmen zu können ist eine Mindestanzahl von 20 Fliegen notwendig. Die Flügel werden nach Pollock (1997) anhand der Abnutzungserscheinung am konvexen caudalen Rand in sechs Gruppen eingeteilt. Basierend auf dieser Einteilung wird mittels Formel 1 ein fiktiver Wert errechnet, welcher zur Bestimmung einer Altersverteilung im Überblick herangezogen wird. Höhere Indizes bedeuten hier eine ältere Population im Vergleich zu niedrigen, welche auf eine junge Population hinweisen. Ein genaues Alter einer Population kann hiermit jedoch nicht angegeben werden.

**Tabelle 4: Berechnungstabelle des Wingfray-Index mit Angabe des jeweiligen Faktors**

Wingfray Kategorie	Fliegenzahl je Kategorie	Faktor F je Kategorie
1	n <sub>1</sub>	1
2	n <sub>2</sub>	2
3	n <sub>3</sub>	3
4	n <sub>4</sub>	4,4
5	n <sub>5</sub>	5,5
6	n <sub>6</sub>	6,9
n <sub>gesamt</sub>		

$$\frac{\text{Summe der Produkte}}{\text{Gesamtzahl der Fliegen}} = \frac{\sum(n \times F)}{n \text{ Gesamt}} = X$$

**Formel 1: Berechnung des Wingfray-Index X nach Pollock, 1997**

Zusätzlich zur Wingfraytechnik erfolgte bei den weiblichen Tieren eine ovarielle Altersbestimmung. Diese wurde bei weiblichen, bereits mindestens einmal verpaarten Fliegen durchgeführt. Frisch tote oder lebende Fliegen wurden unter dem Stereomikroskop sezirt und ihr Reproduktionssystem aus dem Abdomen extrahiert. Hierbei ist darauf zu achten, dass Uterus samt Inhalt, als auch der Eierstock mit seinen vier Follikeln unversehrt bleiben. Zunächst wird das Reproduktionssystem in 0,9 %tiger Kochsalzlösung platziert und unter einer 20fachen Vergrößerung genauer begutachtet. Je nach Größe der Follikel, ihrer Residualzeichen und dem Inhalt des Uterus kann man nun die Fliegen einzeln einem bestimmten Altersstadium zuordnen (siehe auch Altersbestimmung anhand von Follikeln und Residualkörpern auf den Ovarien weiblicher Tsetsefliegen nach Pollock, 1997). Die ermittelten Altersklassen wurden in drei Gruppen (0-20 Tage, 21-40 und > 40 Tage) eingeteilt.

### 3.1.6 Intervention mit Insektizid-haltigen Netzen

#### 3.1.6.1 Insektizid-behandelte Netze

Bei dem verwendeten Netzmaterial wurde ein schwarzes Polyesternetz (150 denier) mit Deltamethrin ( $100\text{mg/m}^2$ ) vorbehandelt und zusätzlich mit einem UV-Schutzmittel versehen. Das Netz hatte eine Maschenweite von  $2 \times 2$  mm und eine Breite von etwa 1m. Es wurde in verschiedenen Längen von 20 bis 50m von der Firma Vestergaard-Fransen (Lausanne, Schweiz) geliefert.

#### 3.1.6.2 Ausbringung der Netze an den Schweinepferchen

Das Ausbringen der Netze erfolgte mit Hilfe der jeweiligen Bauern. Sofern dies notwendig war, wurden die aus Holz gefertigten Schweinepferche dafür repariert und verstärkt; eventuell überstehende Latten wurden an den Ecken abgesägt.



**Abbildung 7: Anbringen des Netzes an einem Schweinepferch mit Hilfe der Eigentümer im Interventionsdorf Kwesi Konfo, Ghana, 2007**

Im Anschluss hieran konnte das Netz mit Hilfe von kurzen Nägeln an Ober- und Unterkante von außen auf den Holzplanken befestigt werden (Abb. 7). Diese Methode erwies sich als schnell, einfach und effektiv. An den Türöffnungen wurde ein Netzteil einzeln und überlappend angebracht, so dass ein leichtes Demontieren des Netzes in diesem Bereich möglich war. Dadurch blieb der Zugang zu den Tieren erhalten, ohne den Schutz zu unterbrechen. Wo ein Kontakt der Schweine mit dem Netz nicht auszuschließen war, wurde dieses mit Hühnerdraht verstärkt und so vor Zerstörung geschützt (siehe Abb. 8 und 9).



**Abbildung 8: Mit Netz eingefasster Schweinepferch am Ende der sechsmonatigen Untersuchungsperiode im Interventionsdorf Kwesi Konfo, Ghana 2007**

Im weiteren Versuchsablauf fanden jede zweite Woche eine Kontrolle und Ausbesserungsarbeiten der Netze statt. Löcher mit einem Durchmesser von mehr als fünf Zentimetern wurden wenn möglich genäht, alternativ wurde das Netzstück im Ganzen durch ein Netz der anfänglich verwendeten Charge ersetzt. Bei kleineren Löchern ist davon auszugehen, dass Tsetsefliegen beim Passieren mit dem Netz in Kontakt kommen und verenden.



**Abbildung 9: Zum Schutz vor Zerstörung mit Hühnerdraht verstärktes Netz im Interventionsdorf Kwesi Konfo, Ghana, 2007**

### **3.1.6.3 Untersuchung der bioziden Wirkung der Netze**

An 13 verschiedenen Lokalisationen im Bereich um die Pferche des Interventionsdorfes wurden zusätzliche Netzproben ausgebracht, von welchen vor Ausbringung und danach einmal monatlich eine 30x40 cm große Netzprobe entnommen wurde. Es ist davon

auszugehen, dass diese Proben im gleichen Maße wie die an den Pferchen verwendeten Netze der Witterung ausgesetzt waren und somit ein eventueller Wirkungsverlust durch Sonne, Regen oder andere Umwelteinflüsse erfasst werden kann. Die Proben wurden einzeln in Alufolie und Frischhaltedosen verpackt, um eine weitere Evaluierung der Wirksamkeit des Netzes im Labor in Berlin vorzunehmen.

Zur Testung der Wirksamkeit der Netze in Berlin standen durchschnittlich 50 Laborfliegen der Gattung *Musca domestica* vom Stamm "Lei" zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um einen Deltamethrin-empfindlichen Stamm, welcher durch das Bundesumweltamt in Berlin bereitgestellt wurde.

In der Untersuchung wurden die Fliegen dieses Stammes mit den einzelnen Netzproben in einer Testbox<sup>®</sup> in Berührung gebracht (Jandowsky, 2009). Bei dieser Testbox<sup>®</sup> handelt es sich um eine aus Karton gefertigte Box (20x8x4 cm), deren Innenfläche circa einer DIN A4 Seite entspricht. Durch eine kleine Einfüllöffnung an der kurzen Seite werden die Fliegen in die mit den Netzproben ausgekleideten Box gefüllt. Nach Ablauf des Expositionszeitraumes von zehn Sekunden wurden durch Öffnen der gesamten gegenüberliegenden kurzen Seite die Fliegen in den Beobachtungskäfig freigelassen. Pro Monat wurden 13 Netzproben gleichen Alters getestet.

In einem Kontrollversuch wurden Fliegen des Stammes unter gleichen Bedingungen einer Insektizid freien Testbox<sup>®</sup> exponiert, um eventuelle mechanische Beeinträchtigungen auszuschließen. Neben je einer Kontrollgruppe wurden sechs Netzproben jedes Untersuchungsmonats getestet und die Paralyserate bzw. die Todesrate der Fliegen nach 3, 5, 10, 15, 30, 60 Minuten, 6 und 24 Stunden ausgewertet. Eine Angabe der paralysierten Fliegen erfolgt in Prozent.

### **3.1.7 Untersuchung und Behandlung der Schweine auf Trypanosomen**

Direkt nach Anbringen der Netze an den Schweinepferchen wurden die Schweine parasitologisch auf Trypanosomen untersucht.

### 3.1.7.1 Blutentnahme

Allen Tieren wurde unmittelbar nach Anbringen der Netze und vor Applikation des Trypanozids die erste Blutprobe entnommen. Eine zweite und dritte Beprobung erfolgte im Verlauf des Versuchs im Abstand von jeweils drei Monaten.

Bei der Blutprobenentnahme wurden zwei verschiedene Methoden angewandt. Aufgrund der erforderlichen Menge und Schwierigkeit der Entnahme im Feld wurde auf die Gewinnung von peripherem Blut aus der *Vena auricularis* verzichtet. Stattdessen erfolgte die Blutentnahme bei Tieren bis circa 50 kg in Rückenlage der Tiere aus der *Vena cava cranialis*. Hierbei fand der Einstich circa einen Zentimeter parallel des Brustbeins in der *Apertura thoracis* nach caudomedial statt. Bei schwereren Tieren konnte die Blutentnahme im Stehen aus der *Vena jugularis* durchgeführt werden. Der Einstich wurde im *Sulcus venosus*, vorzugsweise auf der rechten Seite vorgenommen, um linksseitig eine Verletzung des *Nervus laryngeus recurrens* zu vermeiden (Plonait & Bickhardt, 2004).

In beiden Fällen wurde eine 0,5 x 100mm G16 lange Kanüle mit Luerkonus (Sarstedt®) in Kombination mit einer EDTA-imprägnierten Monovette 4,5 ml (Kabe®) verwendet.

Direkt im Anschluss an die Blutentnahme wurde ein dünner Blutausrich angefertigt und noch im Feld mit 96 % igem Ethanol über fünf Minuten fixiert.

### 3.1.7.2 Färbung der Blutausrich nach Giemsa

Die Färbung der fixierten Blutausrich erfolgte mittels einer Giemsa-Gebrauchslösung. Giemsa-Lösung besteht aus einer Mischung der Farbstoffe Azur A-Eosinat, Azur B-Eosinat, Methylenblau-Eosinat und Methylenblaulchlorid in Methanol mit Glycerin als Stabilisator. Sie wird deshalb auch als Azur-Eosin-Methylenblaulösung bezeichnet.

Die Gebrauchslösung wurde im Verhältnis 1:9 mit Pufferlösung nach Weise angemischt. Im Anschluss an eine Färbedauer von 40 Minuten wurden die Objektträger unter einem Wasserstrahl gründlich abgespült und zum Trocknen ausgelegt.

### **3.1.7.3 Auswertung des Blutausstriches**

Anhand der gewonnenen Blutausstriche wurde die Infektionsrate der Schweine deskriptiv ermittelt. Positive Blutausstriche wurden zur Speziesdiagnostik herangezogen. Die Differenzierung der Trypanosomen erfolgte auf mikroskopisch-morphologischer Basis. Hierbei wurde nach erfolgter Färbung (vgl. 3.1.7.2.) die Bestimmung unter einem Ölimmersionsmikroskops (Okular 10x; Objektiv 100x) vorgenommen.

Neben der Größe (in  $\mu\text{m}$ ) und Form der fixierten Trypanosomen fanden die Lage und Größe des Kinetoplasten, die Ausprägung der undulierenden Membran sowie das Vorkommen einer Zuggeißel, als auch die Form des Hinterendes besondere Beachtung bei der Identifizierung der Trypanosomen-Spezies.

### **3.1.7.4 Trypanozide Behandlung mit Diminazendiazeturat**

Nach Ausbringen des Netzes in Kwesi Konfo wurde den Schweinen beider Versuchsgruppen (Kwesi Konfo, Zorh) ein Trypanozid verabreicht. Direkt nach der ersten Blutprobenentnahme erhielten alle Tiere eine Dosierung von 3,5 mg/kg Diminazendiazeturat (Berenil<sup>®</sup>, Merial). Die Applikation erfolgte intramuskulär im Ohrgrundbereich.

### **3.1.8 Fragebogenerhebung**

Zum besseren Verständnis der epidemiologischen Situation und um einen Eindruck von den subjektiven Empfindungen der Menschen aus den Dörfern zu bekommen, wurde eine Befragung mittels eines Fragebogens zu Beginn und im Anschluss an den Versuch durchgeführt. Hierbei wurden Daten zur Person (Alter, Geschlecht) und zur landwirtschaftlichen Erfahrung des jeweiligen Bauern (Schweinehaltung, Haltung anderer Tierarten), sowie zu seiner Herdenstruktur, deren Fruchtbarkeit und zu allgemeinen gesundheitlichen Problemen der Bestände erhoben. Zusätzlich kam zum Tragen, ob die Bevölkerung Tsetsefliegen identifizieren kann und in welchem Umfang sie persönlich

meinen, von der Intervention zu profitieren bzw. inwieweit sie die Tsetsefliegen und die AAT als eine Beeinträchtigung für ihre Tiere sehen. Eine Darstellung des Fragebogens befindet sich im Anhang.

### **3.1.9 Wetterdaten**

Die Wetterdaten wurden der im Internet bereitgestellten Datenbank einer öffentlichen Wetterstation entnommen (<http://www.wunderground.com>). Vor Abfahrt in das Untersuchungsgebiet wurde hier die aktuelle Wettersituation abgerufen.

### **3.1.10 Statistische Methoden**

Die entomologischen Daten wurden in Microsoft Excel verarbeitet. Die Darstellung der Fangdaten erfolgte neben einem Liniendiagramm, sowie Balkendiagrammen auch mit einem modifizierten Whisker-Boxplot. Diese einfache grafische Methode (auch als Kastengrafik bezeichnet) zur Visualisierung der Lage und Streuung eines Datensatzes, eignet sich besonders zum Vergleich mehrerer Datensätze. Die wesentlichen herangezogenen Kenngrößen sind: Minimum, Unteres Quartil, Median, Oberes Quartil, Maximum. Ausreißer werden besonders gekennzeichnet.

Ein Box-Plot besteht aus einer Schachtel ("box") und zwei Antennen ("whiskers"), die oben und unten von dieser Schachtel wegführen. Eine Achse gibt an, welche Skalierung der Daten vorliegt. Die Schachteln enthalten 50 % der Werte zwischen dem 1. (unteren) und dem 3. (oberen) Quartil und zwei Extensionslinien, welche die Minimal- und Maximalwerte darstellen. Die untere Antenne endet beim Minimum des Datensatzes, die obere beim Maximum. Der Abstand zwischen den beiden äußeren Enden der Antennen ist die Spannweite der Daten. Der Median ist durch einen horizontalen Balken innerhalb des Rechtecks angegeben. Ausreißer werden Werte definiert, die zwischen 1,5 und 3 Boxlängen vom oberen oder unteren Rand der Box entfernt sind. Sie werden mit einem

Dreieck dargestellt. Extremwerte sind mehr als drei Boxenlängen vom oberen oder unteren Rand der Box entfernt und werden durch ein Kreuz gekennzeichnet. Durch diese Darstellung kann man Rückschlüsse auf eine symmetrische oder asymmetrische Verteilung der Werte ziehen. Eine asymmetrische Verteilung liegt vor, wenn das 1. und 3. Quartil unterschiedliche Abstände zum Median aufweisen.

Da die Fliegenfänge pro Falle und Tag nicht einer Normalverteilung folgen, wurden die Daten einer natürlichen logarithmischen Transformation mit anschließender Regressionsanalyse nach der Methode der kleinsten Quadrate unterzogen, um Trends über der Zeit zu veranschaulichen. Es wurden der Chi-Quadrat und der exakte Fisher-Test verwendet, um signifikante Unterschiede in Trypanosomen-Infektionsraten vor und nach Intervention zu bestimmen.

---

## 4 Ergebnisse

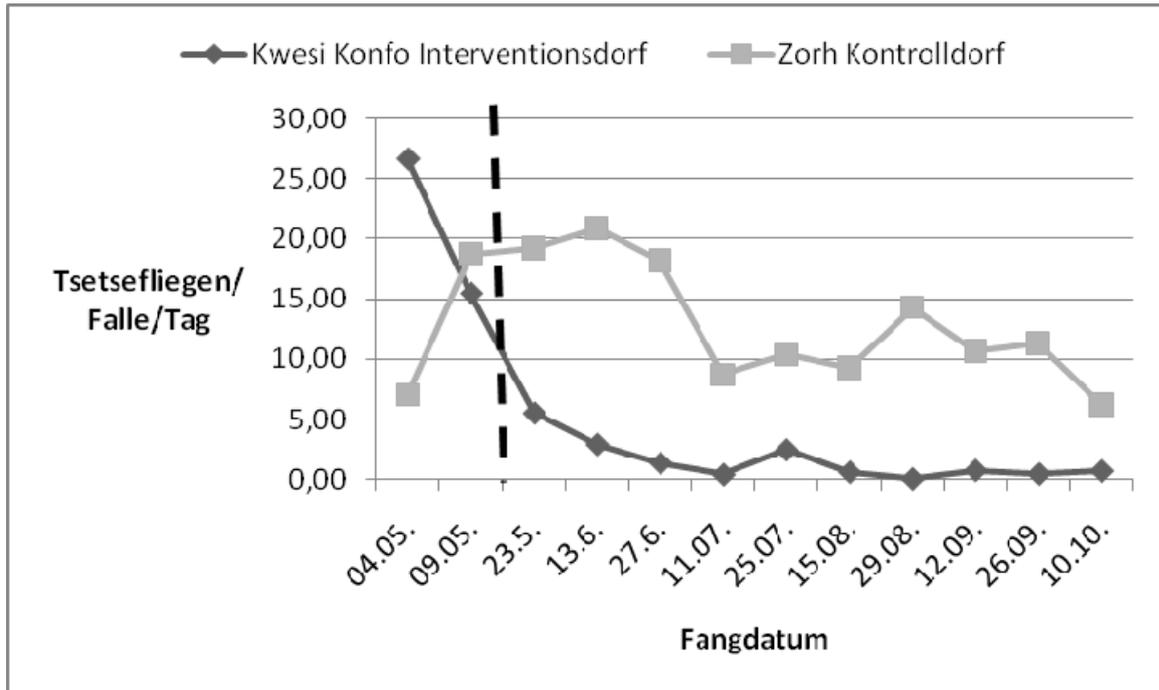
### 4.1 Entomologische Untersuchungen

#### 4.1.1 Tsetsefliegendichte

Die Tsetsefliegendichte in beiden Dörfern wurde mit Hilfe von jeweils zehn bikonischen Fallen vor und nach Intervention in zweiwöchigen Abständen über sechs Monate ermittelt und anschließend das arithmetische Mittel der Fänge pro Falle in 24 Stunden in jedem Dorf berechnet (Grafik 1, Tabelle 5)

Vor Beginn der Intervention wurde in beiden Dörfern der Wert aus zwei Fängen im Abstand von einer Woche bestimmt. Hierbei konnte im Mai eine mittlere Fliegendichte von 26,6 und 15,45 Tsetsefliegen/Falle/24h in Kwesi Konfo ermittelt werden. Hieraus ergeben sich durchschnittlich 21 Tsetsefliegen/Falle/24h. In Zorh konnte eine mittlere Fliegendichte von 7 bzw. 18,75 Tsetsefliegen/Falle/24h, also durchschnittlich 12,88 Tsetsefliegen/Falle/24h, als Ausgangswert ermittelt werden.

Nach Beginn der Intervention im Dorf Kwesi Konfo zeigte sich bereits nach den ersten zwei Wochen ein Rückgang der Fliegenanzahl um 74 % (5,5/21) zum Ausgangswert. Diese Tendenz setzte sich fort, so dass in der fünften Woche eine Verminderung der Fliegenanzahl um 86,1 % (2,9/21) beobachtet werden konnte. Nach acht Wochen hatte eine Reduktion um 98 % (0,4/21) im Vergleich zum Ausgangswert stattgefunden. Im Kontrolldorf Zorh beliefen sich die Fliegenzahlen nach zwei Wochen auf 19,2 Tsetsefliegen/Falle/24h, was einem Zuwachs von 49 % (19,2/12,88) entspricht. Die Anzahl der Tsetsefliegen/Falle/24h im Dorf Zorh bewegte sich bis zum Versuchende schwankend mit einer maximalen Zunahme von 62 % (20,9/12,88) und einer Reduktion um 51,8 % (6,2/12,88) um den zuvor ermittelten Ausgangswert.

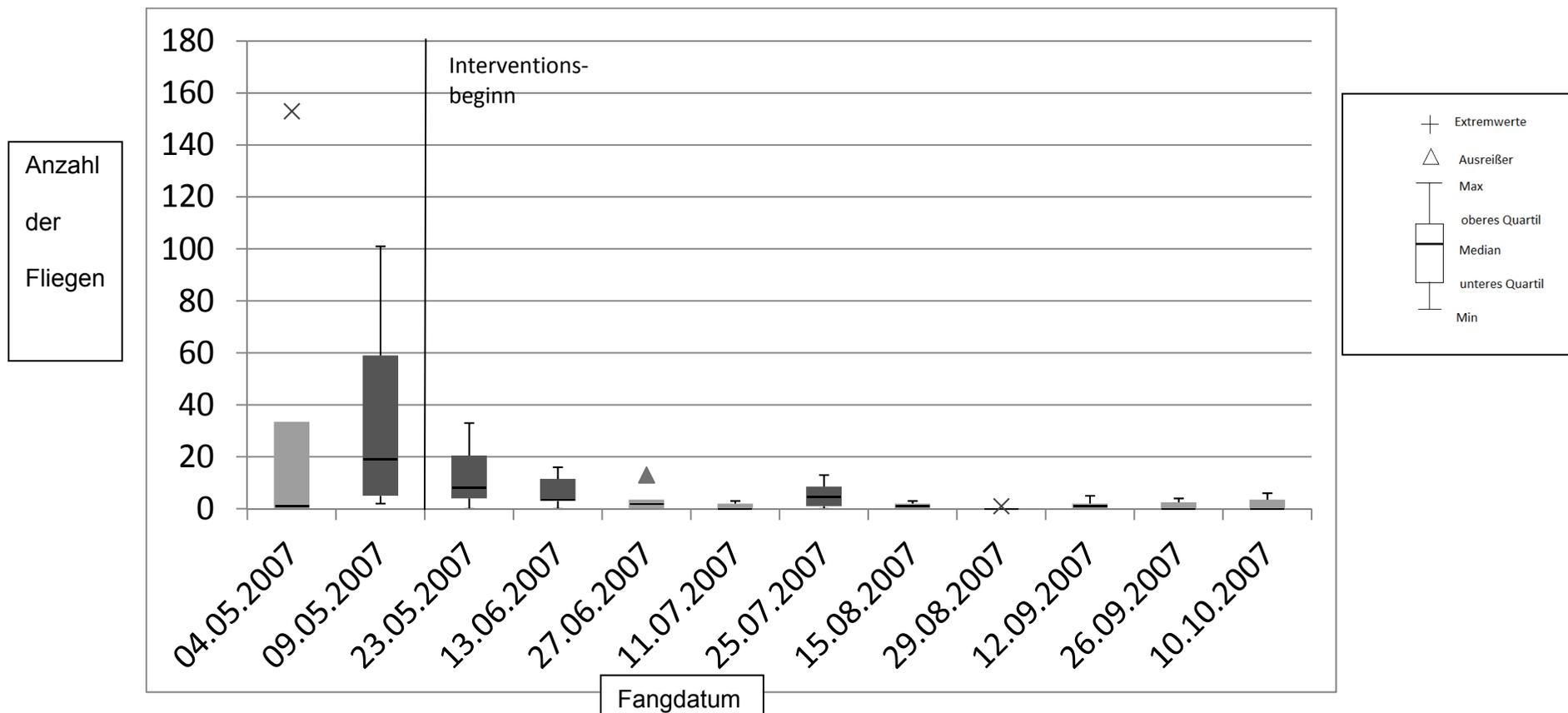


**Grafik 1: Mittlere Anzahl der pro Falle und Tag gefangenen Tsetsefliegen im Interventionsdorf Kwesi Konfo im Vergleich zum Kontrollldorf Zorh, Mai-Oktober 2007. Die gestrichelte Linie markiert den Beginn der Intervention mit Insektizid-behandelten Netzen in Kwesi Konfo.**

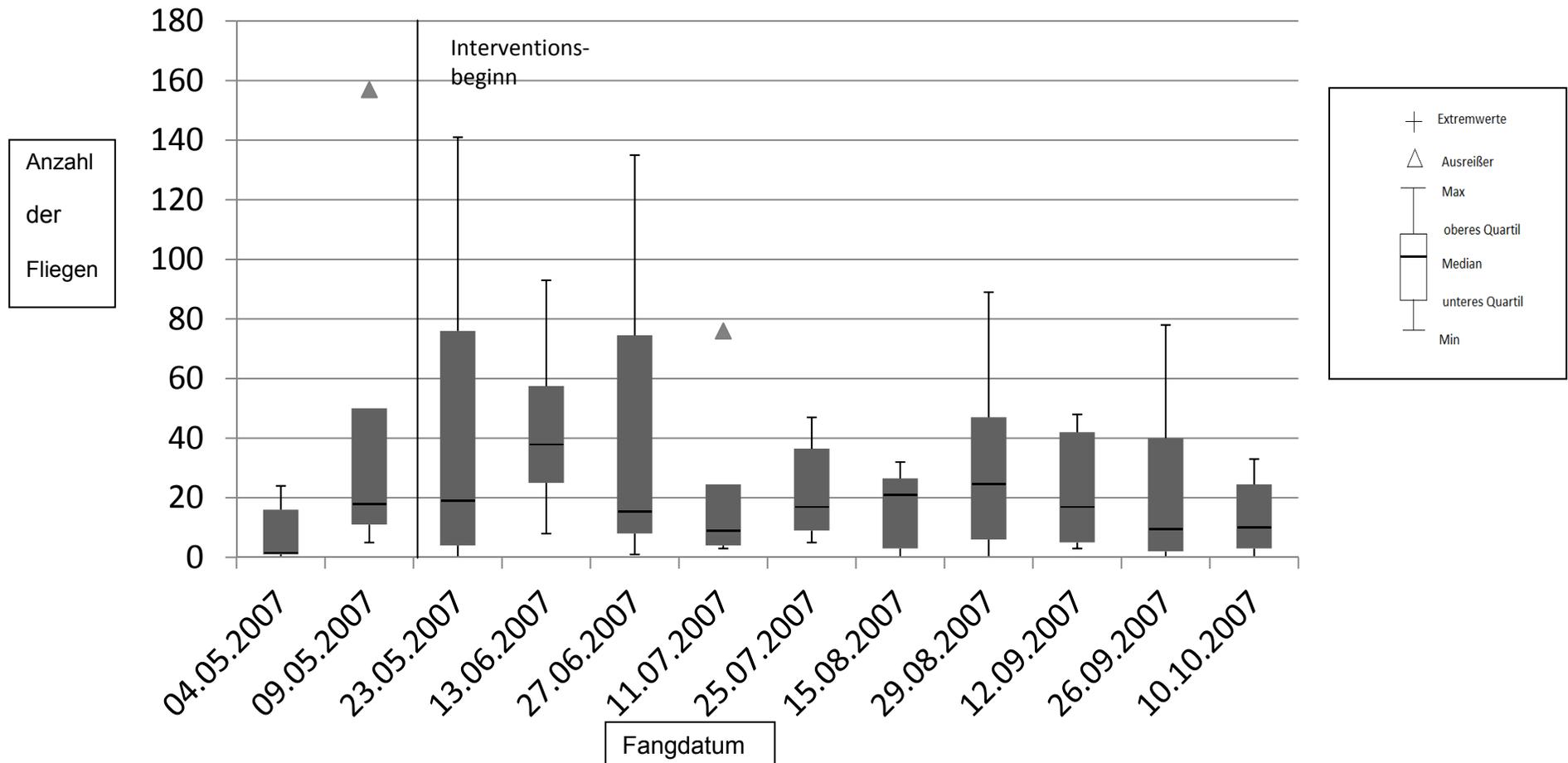
In Kwesi Konfo blieb die Reduktion der Tsetsefliegen/Falle/24h hingegen bis zum Versuchsende stetig im Bereich zwischen 89 % (2,45/21) und 99,8 % (0,05/21) um den zuvor ermittelten Ausgangswert.

**Tabelle 5: Mittlere Anzahl der Tsetsefliegen/Fälle/Tag, vor und während der Intervention mit Insektizid-behandelten Netzen im Interventionsdorf Kwesi-Konfo und im Kontrolldorf Zohr, Mai bis Oktober 2007.**

Dörfer	<u>Voruntersuchung</u>		<u>Hauptuntersuchung</u>									
	04.05.	09.05.	23.05.	13.06.	27.06.	11.07.	25.07.	15.08.	29.08.	12.09.	26.09.	10.10.
<b>Kwesi-Konfo</b>	26,6	15,45	5,5	2,9	1,35	0,4	2,45	0,6	0,05	0,75	0,45	0,7
<b>Zohr</b>	7	18,75	19,2	20,9	18,2	8,7	10,35	9,28	14,3	10,7	11,28	6,2



**Grafik 2: Darstellung der Fangzahlen der pro Falle und Tag gefangenen Tsetsefliegen im Interventionsdorf Kwesi Konfo mittels eines modifizierten Whisker-Boxplot, Mai bis Oktober 2007**

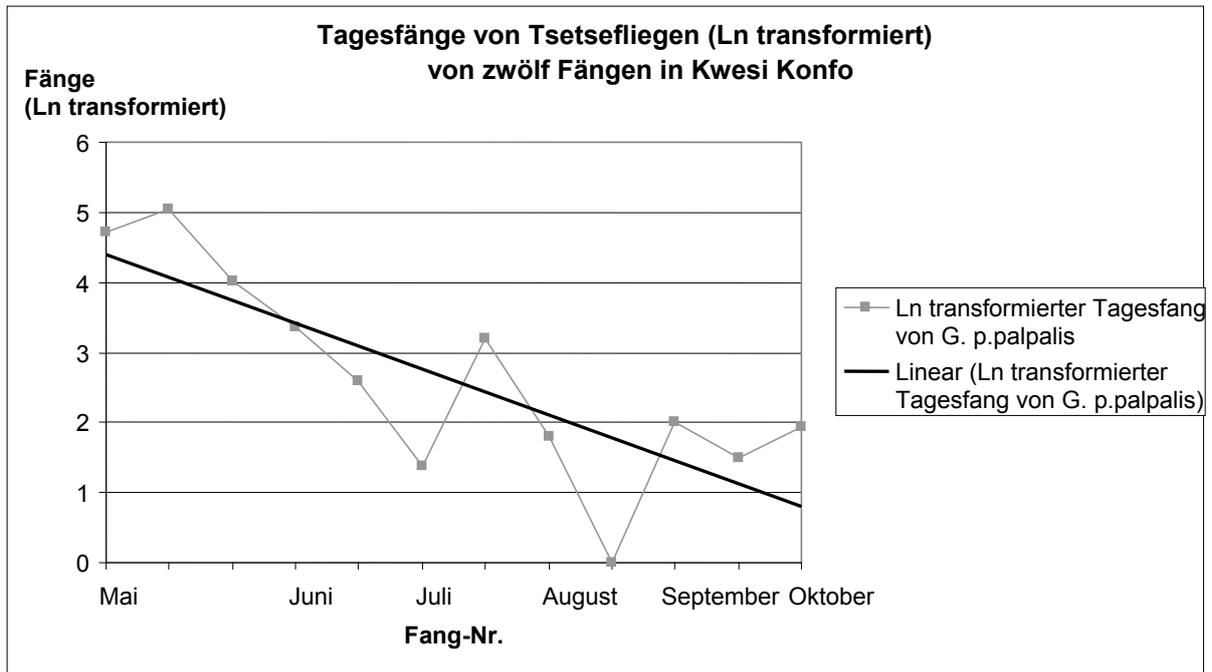


**Grafik 3: Darstellung der Fangzahlen der pro Falle und Tag gefangenen Tsetsefliegen im Kontrolldorf Zorh mittels eines modifizierten Whisker-Boxplot, Mai bis Oktober 2007**

Durch die Darstellung im modifizierten Whisker-Boxplot (Grafik 2 und 3) ist eine größere Streuung der Fangzahlen bezogen auf die einzelnen Fallen im Kontrolldorf Zorh bei zwei Fängen am 23.05.2007 und am 27.06.2007 zu erkennen. Im Interventionsdorf Kwesi Konfo ist dies lediglich vor Beginn der Intervention am 09.05.2007 zu sehen. Am 09.05.2007 und am 11.07.2007 werden im Kontrolldorf Zorh zwei Ausreißer dargestellt. Im Interventionsdorf sind ein Ausreißer am 27.06.2007, sowie ein Extremwert bei der ersten Messung am 04.05.2007 zu erkennen. Im Wesentlichen wird in beiden Dörfern eine asymmetrische Verteilung der Werte um den Median ersichtlich.

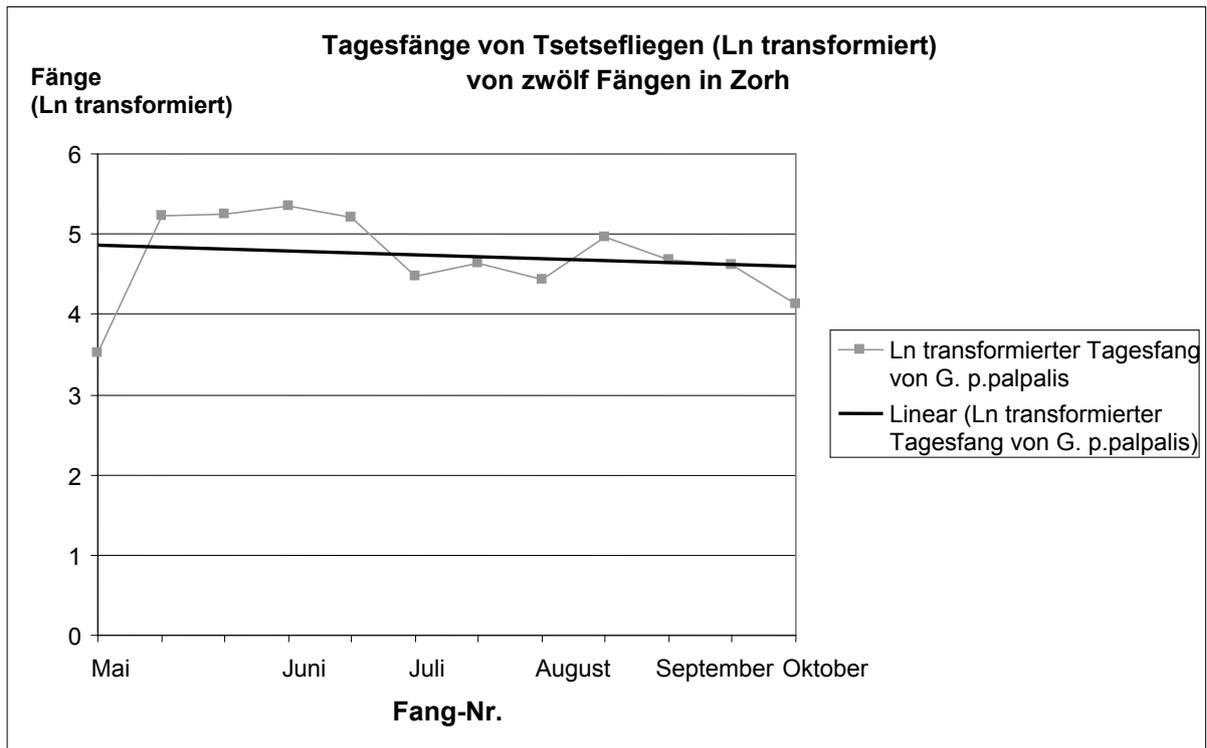
Trotz einer möglichen Reinvasion von Tsetsefliegen aus der Umgebung wurde ein deutlicher Rückgang der Tsetsepopulation sichtbar.

Gleichzeitig sind die Fänge der Tsetsefliegen im Dorf Zorh (Kontrolle) weitgehend unverändert geblieben. Eine Reduktion zwischen 30 bis 48 % war jedoch in drei Fällen zu beobachten, diese konnten anhand eines Abgleichs der Erhebungszeitpunkte mit den lokalen Wetterdaten heftigen Gewittern vor der jeweiligen Erhebung in dem Kontrolldorf zugeschrieben werden.



**Grafik 4: Anzahl der pro Falle und Tag gefangenen Tsetsefliegen im Interventionsdorf Kwesi Konfo, Mai bis Oktober 2007. Lineare Regression:  $y = 4,7 - 0,328 x$  ( $p = 0,002$ ,  $R^2 = 0,634$ ), signifikant (Daten der vorliegenden Arbeit mit Genehmigung bereits veröffentlicht in Bauer *et.al.*, 2011)**

Die Auswertung der Daten anhand einer natürlichen logarithmischen Transformation mit anschließender Regressionsanalyse nach der Methode der kleinsten Quadrate veranschaulicht in der linearen Darstellung im Kontrolldorf Zorh einen den Fangzahlen entsprechenden zeitlichen Trend. Es hat keine signifikante lineare Regression stattgefunden. Im Interventionsdorf Kwesi Konfo zeigt sich hingegen eine deutlich signifikante lineare Regression im zeitlichen Verlauf der Untersuchung (Grafik 4 und 5).



**Grafik 5: Anzahl der pro Falle und Tag gefangenen Tsetsefliegen im Kontrolldorf Zorh, Mai bis Oktober 2007. Lineare Regression:  $y = 4,7 - 0,025 x$  ( $p = 0,62$ ,  $R^2 = 0,026$ ), nicht signifikant (Daten der vorliegenden Arbeit mit Genehmigung bereits veröffentlicht in Bauer *et.al.*, 2011)**

#### 4.1.2 Speziesbestimmung

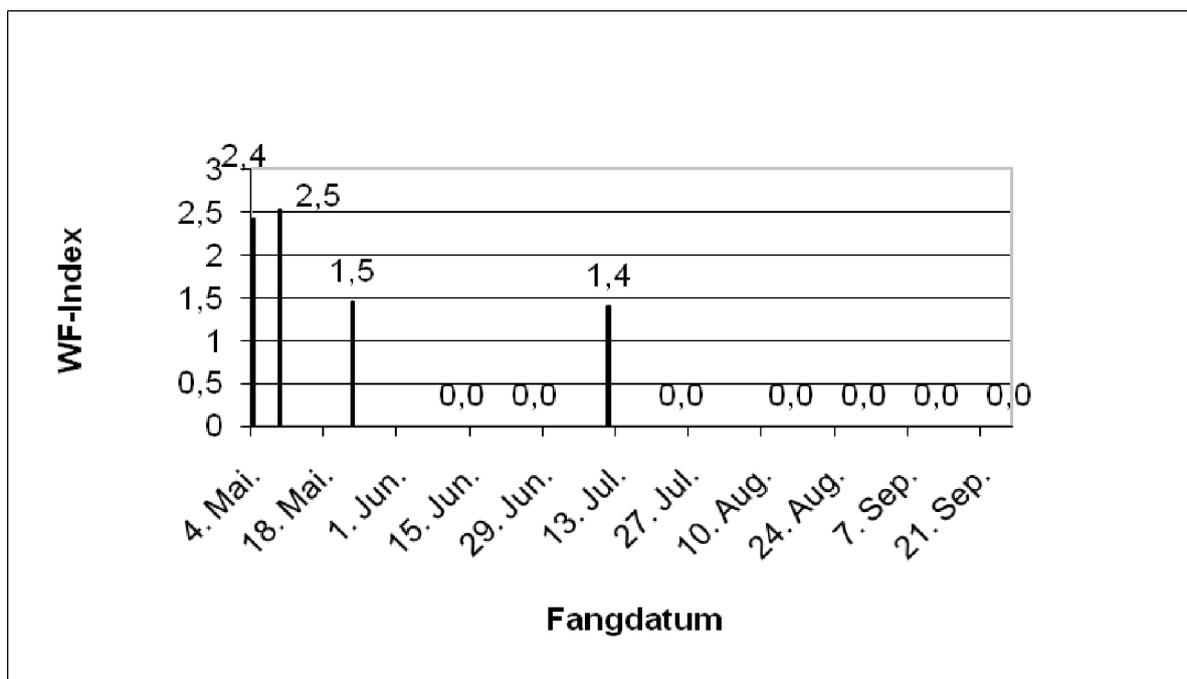
Es wurden insgesamt 3819 Tsetsefliegen unter dem Stereomikroskop untersucht. Die Beurteilung erfolgte anhand des taxonomischen Schlüssels nach Pollock (1979). Bei allen Fliegen zeigten sich die Segmente der Hinterbeine durchgängig dunkel gefärbt und die oberflächlichen Haken des männlichen Hypopygeons enden in zwei Krallen. Zudem sind die Zangen durch eine Membran verbunden. Dieses fordert eindeutig eine Zuordnung in die *Palpalis* Gruppe (*Glossina palpalis s.l.*).

Eine weitere Differenzierung anhand der morphologischen Merkmale der männlichen Geschlechtsorgane wurde nicht durchgeführt.

### 4.1.3 Altersbestimmung der Tsetsefliegen

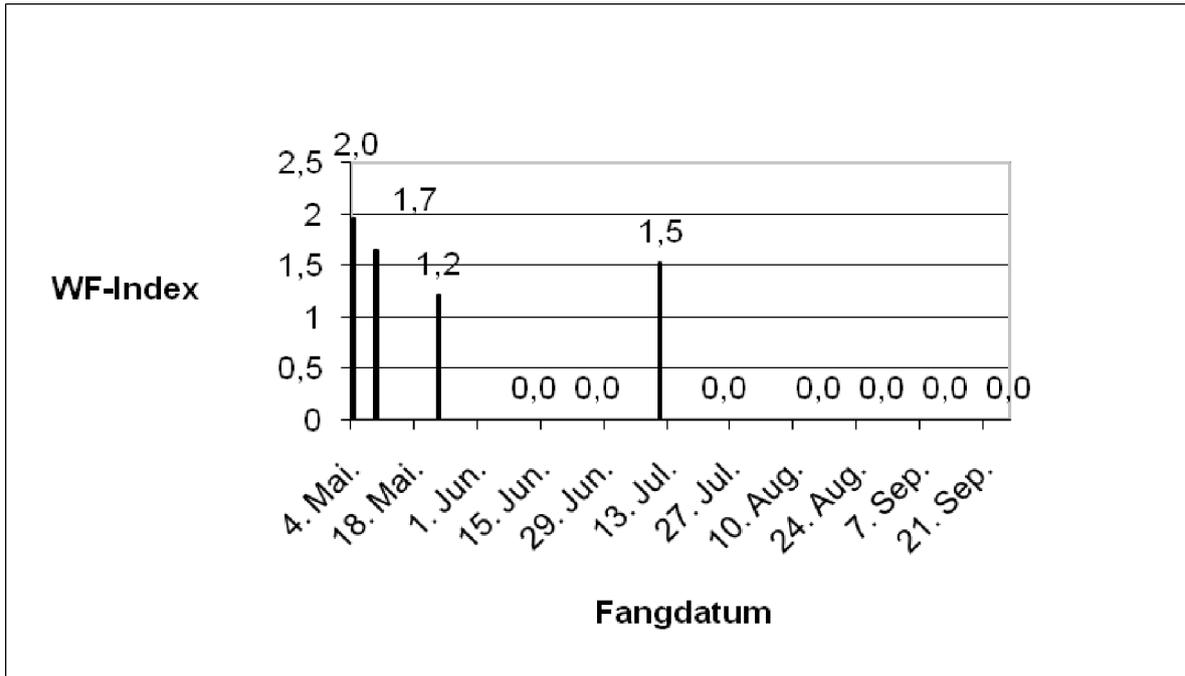
#### 4.1.3.1 Wingfray

Mit der Wingfray-Technik war es möglich, einen Einblick in die Veränderung der Altersverteilung im Verlauf der Intervention zu bekommen. Hierbei wurde anhand der Abnutzungserscheinung der Flügel eine relative Alterseinschätzung vorgenommen (siehe 3.1.6.4.).



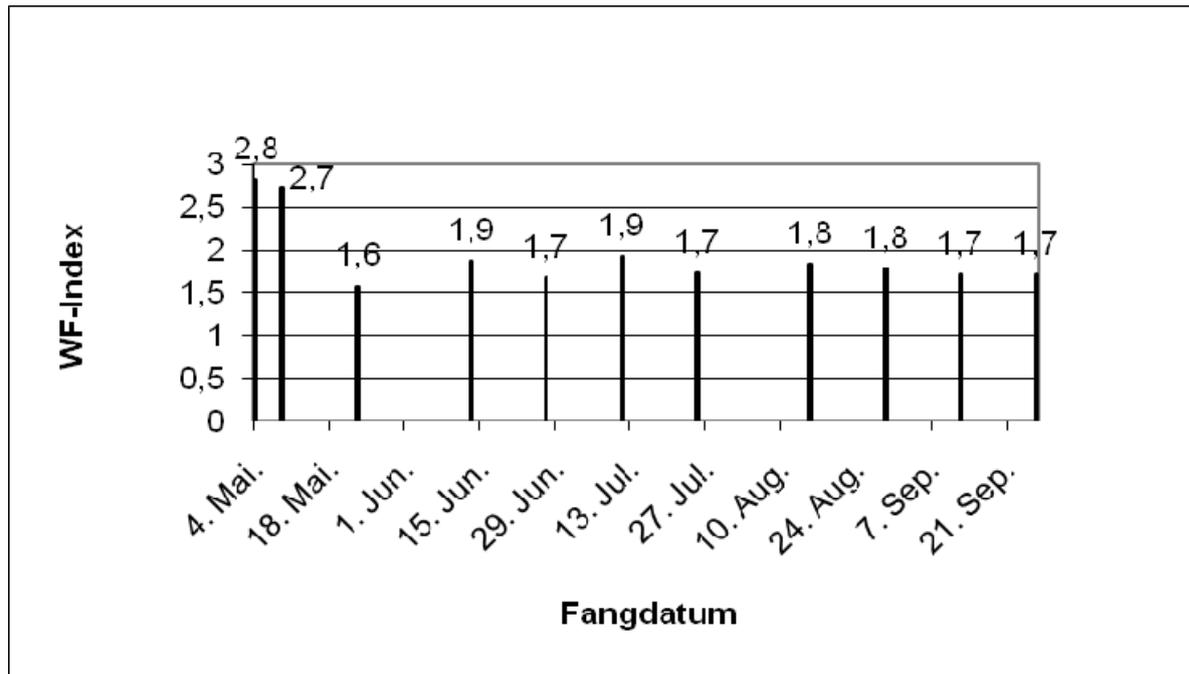
**Grafik 6: Wingfray Index männlicher Fliegen im Interventionsdorf Kwesi Konfo, Mai bis Oktober 2007, Nullwerte kennzeichnen zu geringe Fangzahlen**

Die in den Voruntersuchungen gemessenen Werte von 2,4 am 04.05.2007 und 2,5 am 09.05.2007 des Altersprofils der Population männlicher Tsetsefliegen im Interventionsdorf Kwesi Konfo konnten nach Ausbringen der Netze in der Hauptuntersuchung nicht mehr erreicht werden (Grafik 6). Es kam zu einer deutlichen Verjüngung der Population mit Indizes von 1,5 und 1,4, gemessen am 23.05. und am 13.07.2007. Alle anderen Messungen der Hauptuntersuchung konnten leider nicht bewertet werden, da der Probenumfang aufgrund der Intervention auf eine Anzahl von unter 20 Tsetsefliegen gesunken war und somit zu niedrig für eine repräsentative Berechnung lag.



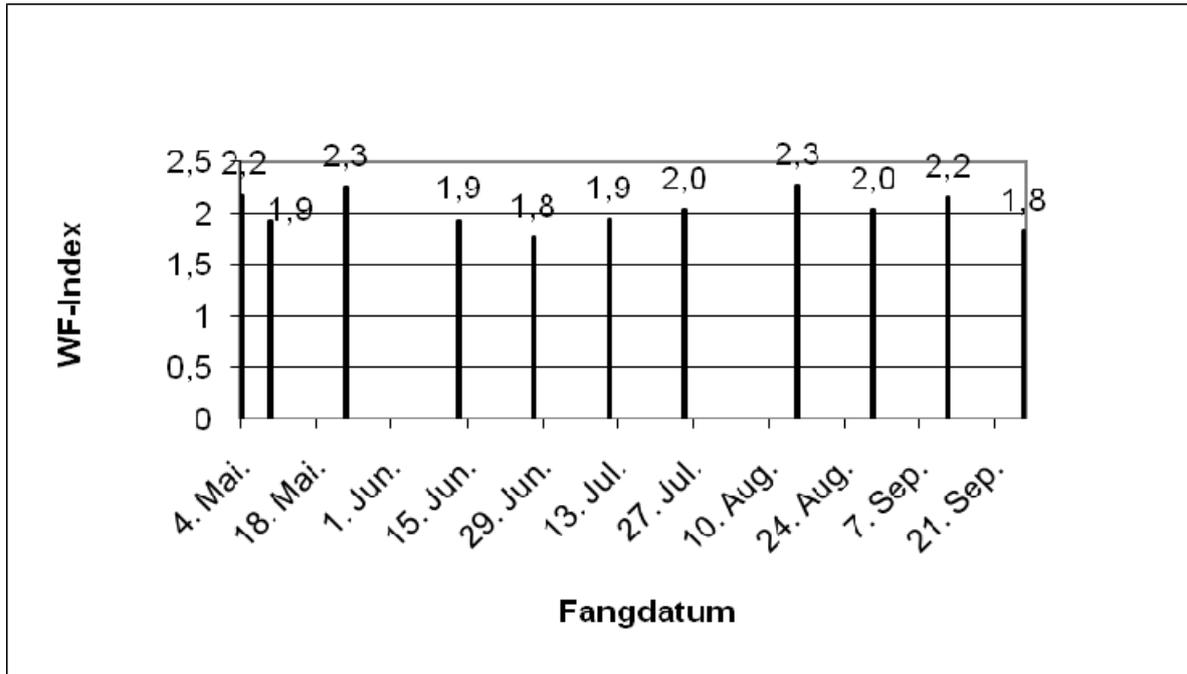
**Grafik 7: Wingfray Index weiblicher Fliegen im Interventionsdorf Kwesi Konfo, Mai bis Oktober 2007, Nullwerte kennzeichnen zu geringe Fangzahlen**

Auch bei dem Anteil der weiblichen Fliegen im Interventionsdorf Kwesi Konfo konnten die in der Voruntersuchung erzielten Werte von 2,0 am 04.05.2007 und 1,7 am 09.05.2007 in der Hauptuntersuchung nicht mehr erreicht werden (Grafik 7). Stattdessen zeigte sich eine Verjüngung im Populationsprofil auf Indizes von 1,2 am 23.05.2007 und 1,5 am 13.07.2007. Wie schon bei der Bewertung in der männlichen Population des Interventionsdorfes erwähnt, konnten auch hier aufgrund zu geringer Probenumfänge (als Folge der Intervention) keine weiteren Messungen in die Wertung mit einbezogen werden.



**Grafik 8: Wingfray Index männlicher Fliegen im Kontrolldorf Zorh, Mai bis Oktober 2007.**

Im Kontrolldorf Zorh ging nach einem ursprünglichen Wingfray Index von 2,8 und 2,7 (gemessen in den Voruntersuchungen am 04. und 09.05.07) das durchschnittliche Alter des männlichen Anteils der Tsetsefliegenpopulation zurück auf einen Wert von 1,6 (gemessen bei der ersten Messung der Hauptuntersuchung am 23.05.2007). Alle weiteren acht Messungen im Rahmen der Hauptuntersuchung von Juni bis Oktober zeigten ein konstantes Altersprofil mit Werten zwischen 1,7 und 1,9 (Grafik 8).



**Grafik 9: Wingfray Index weiblicher Fliegen im Kontrolldorf Zorh, Mai bis Oktober 2007.**

Die in der Voruntersuchung gewonnenen Wingfray Indizes der weiblichen Tsetsefliegen im Kontrolldorf Zorh von 2,2 am 04.05.2007 und 1,9 am 09.05.2007 entsprachen auch denen der Hauptuntersuchung. Nach einem leicht erhöhten Wert bei der ersten Messung am 23.05.2007 von 2,3 kam es hier zu einer geringen Verjüngung des Anteils weiblicher Tsetsefliegen in der Population mit Werten zwischen 1,8 und 2,0. Lediglich in der ersten August- und Septemberhälfte kam es zu einem Anstieg des Index auf 2,3 am 15.08.07 und 2,2 am 12.09.2007 (Grafik 9).

**Tabelle 6: Wingfray Indizes der Tsetsefliegen des Interventionsdorfes Kwesi Konfo im Vergleich zum Kontrolldorf Zorh**

Dörfer	Datum	04. Mai	09. Mai	23. Mai	13. Jun	27. Jun	11. Jul	25. Jul	15. Aug	29. Aug	12. Sep	26. Sep	10. Okt
Kwesi	Weibl.	2	1,7	1,2			1,5						
Kwesi	Männl.	2,4	2,5	1,5			1,4						
Zorh	Weibl.	2,5	2,2	1,9	2,3	1,9	1,8	1,9	2	2,3	2	2,2	1,8
Zorh	Männl.	2,8	2,7	1,6	1,9	1,7	1,9	1,7	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7

Vergleicht man beide Dörfer, so zeigen sich in den Voruntersuchungen kaum Unterschiede der Altersstruktur der beiden Populationen. Die Tsetsefliegen des Interventionsdorfes Kwesi Konfo zeigen eine geringfügig jüngere Altersverteilung, wobei in beiden Dörfern insgesamt der männliche Anteil einen höheren Index aufweist als der weibliche Anteil. Nach Interventionsbeginn bleibt die Altersverteilung im Kontrolldorf konstant. Trotz geringer Fangzahlen ist im Interventionsdorf eine Tendenz zur Verjüngung der Population zu erkennen (Tab. 6).

#### 4.1.3.2 Ovarielle Altersbestimmung

Als weitere Methode wurde die ovarielle Altersbestimmung eingesetzt. Diese lieferte genaue Aussagen über das Alter der Weibchen, verliert diese Genauigkeit jedoch ab einem Alter von 60 bis 80 Tagen (siehe 3.1.6.4.). Aufgrund technischer und materieller Schwierigkeiten, konnte eine Bestimmung mit dieser Methode erst nach Beginn der Interventionsmaßnahmen vorgenommen werden.

Über den gesamten Untersuchungszeitraum von Juni bis Oktober wurden im Interventionsdorf Kwesi Konfo 23 Fliegen (74,19 %) mit einem Alter von über 40 Tagen gefangen (Tab. 7). Der Anteil der zwischen 21 und 40 Tage alten Fliegen war mit einer Fliege (3,22 %) am geringsten. Juvenile und Tsetsefliegen bis zu einem Alter von 20 Tagen entsprachen einem Anteil von 7 Fliegen (22,58 %) der insgesamt seziierten 31 weiblichen Tsetsefliegen. Im zeitlichen Verlauf in den Monaten Juni und Juli wurden

16,67 % (2/12) bis 20 % (1/4) der gefangenen Fliegen in Kwesi Konfo unter 20 Tage alt. Im September wurde bei insgesamt zwei Fängen nur jeweils eine Fliege unter 20 Tagen gefangen, Tsetsefliegen im Alter von 21 bis 40 Tagen wurde lediglich eine (50 %, 1/2) in der zweiten Septemberhälfte gefangen. Der Anteil der über 40 Tage alten Fliegen betrug in den ersten drei Fängen in den Monaten Juni und Juli zwischen 16,7 % (2/10) und 25 % (2/6). Eine Bestimmung im August konnte nicht durchgeführt werden, da keine weiblichen Fliegen gefangen wurden. In der ersten Septemberhälfte konnten noch zwei Fliegen und im Oktober noch eine Fliege im Alter über 40 Tage gefangen werden. Insgesamt nahm die Probenzahl im Interventionsdorf Kwesi Konfo bedeutend ab, so dass im August keine Bestimmung möglich war und im September und Oktober eine Altersbestimmung an nur ein bis drei insgesamt gefangenen Fliegen vorgenommen werden konnte. Bei allen handelte es sich um ältere Weibchen über 40 Tage.

Im Kontrolldorf Zorh wurden im gesamten Untersuchungszeitraum von Juni bis Oktober 85,07 % (325/382) weibliche Fliegen mit einem Alter von über 40 Tagen gefangen. Der Anteil der zwischen 21 und 40 Tage alten Fliegen war auch hier mit 2,61 % (10 Fliegen) sehr gering. Juvenile und Tsetsefliegen bis zu einem Alter von 20 Tagen entsprachen einem Anteil von 12,3 % (47/382) der gefangenen weiblichen Fliegen. Chronologisch zeigte die Altersverteilung während des gesamten Untersuchungszeitraumes von Juni bis Oktober eine geringgradige Tendenz zugunsten der über 40 Tage alten Fliegenpopulation. Der prozentuale Anteil der gefangenen Fliegen über 40 Tage war mit 61,53 % (16/26) im Juli bis zu 96,92 % (63/65) im September über den gesamten Zeitraum am höchsten. Der Anteil der Tsetsefliegen zwischen 21 und 40 Tagen lag bei maximal 7,69 % (2/26). In den letzten acht Wochen des Untersuchungszeitraumes wurden keine Fliegen zwischen 21 und 40 Tagen mehr gefangen. In den Monaten Juni, Juli und August entsprach der Anteil der juvenilen und bis zu 20 Tagen alten Fliegen Werten zwischen 15 % (5/58) und 30,8 % (8/26). Im weiteren Verlauf der Untersuchungen nahm ihr Anteil ab und erreichte in der

zweiten Augushälfte bis zum Ende der Untersuchungen im Oktober Werte von 3,08 % (2/65) bis zu 10,3 % (3/26) (Tab. 7).

**Tabelle 7: Prozentuale Verteilung der ovariellen Altersstruktur der Fänge in Kwesi Konfo (Intervention) und Zorh (Kontrolle) in Abhängigkeit von der Gesamtzahl gefangener Fliegen pro Fang, Juni bis Oktober 2007**

Alters- gruppe (Tage)	13.6.		27.6.		11.7.		15.8.		29.8.		12.9.		26.9.		10.10.		Gesamt n
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
<b>Kwesi Konfo</b>																	
0-20	2	16,7	2	25,0	1	20,0	0	0,0	0	0,0	1	33,3	1	50,0	0	0,0	<b>7</b>
21-40	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	50,0	0	0,0	<b>1</b>
>40	10	83,3	6	75,0	4	80,0	0	0,0	0	0,0	2	66,7	0	0,0	1	100,0	<b>23</b>
Gesamt	12	100	8	100	5	100	0	100	0	100	3	100	2	100	1	100	<b>31</b>
<b>Zorh</b>																	
0-20	5	9,1	12	24,0	8	30,8	9	15,0	5	8,6	2	3,1	3	10,3	3	7,7	<b>47</b>
21-40	3	5,5	3	6,0	2	7,7	2	3,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	<b>10</b>
>40	47	85,5	35	70,0	16	61,5	49	81,7	53	91,4	63	96,9	26	89,7	36	92,3	<b>325</b>
Gesamt	55	100	50	100	26	100	60	100	58	100	65	100	29	100	39	100	<b>382</b>

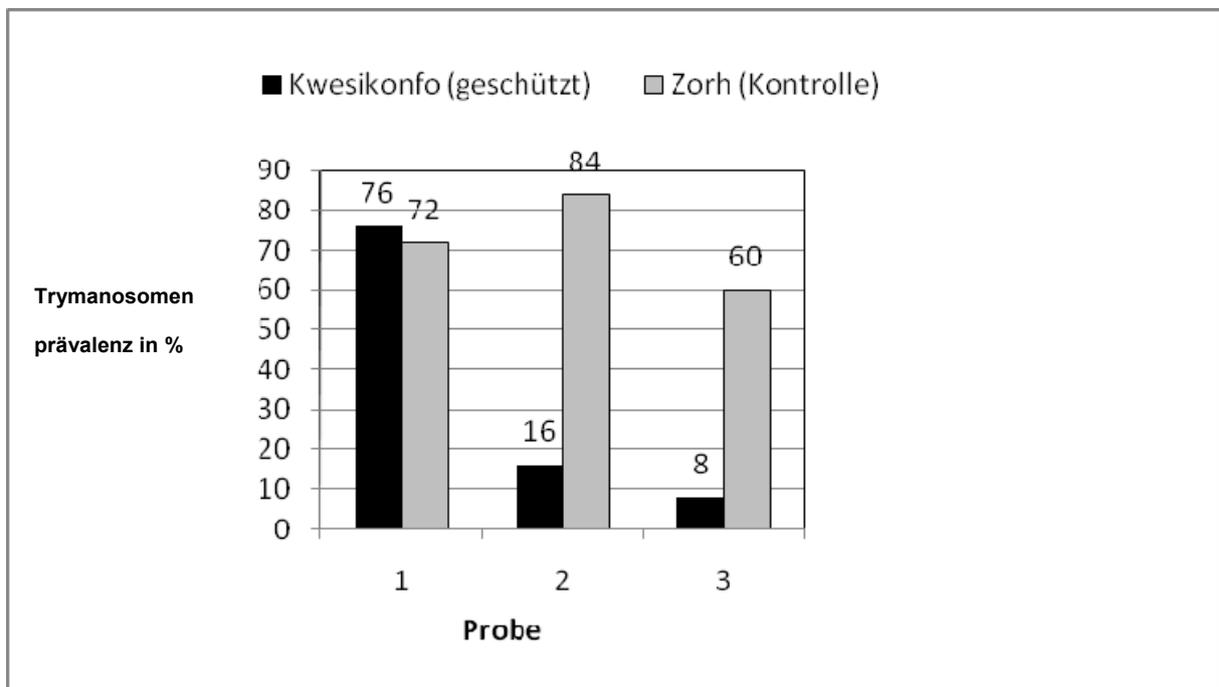
## 4.2 Untersuchung der Schweine auf Trypanosomen

Die Untersuchung der Schweine auf Trypanosomen erfolgte mittels eines dünnen Blutausstriches (vergleiche 3.1.7.2.; 3.1.7.3.).

### 4.2.1 Infektionsraten der Schweine

Zum Untersuchungsbeginn, unmittelbar nach Ausbringung der Netze im Interventionsdorf, wurde in den Schweinepopulationen des Interventionsdorfes eine Ausgangsprävalenz in Höhe von 76% (38/50) und im Kontrolldorf Zorh eine Prävalenz von 72 % (36/50) gemessen (Grafik 10). Die trypanozide Behandlung aller mit Ohrmarken versehenen Tiere

fürte zu einem deutlichen Rückgang der Prävalenz in der Interventionsgruppe auf 16 % (8/50) drei Monate nach der Behandlung. Im Gegensatz dazu zeigte sich in der Kontrollgruppe im gleichen Zeitraum eine Zunahme auf 84 % (42/50). Abschließend wurden nach sechs Monaten bei 8 % (4/50) der Schweine des Interventionsdorfes Kwesi Konfo eine Reinfektion nachgewiesen, wohingegen sich die Ausprägungswalenz bei den Tieren der Kontrollgruppe auf 60 % (30/50) belief (Tab.8).



**Grafik 10: Trypanosomenprävalenz in Schweinen vor (1) und nach (2,3) Interventionsbeginn in Kwesi Konfo und Behandlung mit Diminazendiaceturat ( Berenil<sup>®</sup>, Merial) in einer Dosierung von 3,5 mg/kg Körpermasse intramuskulär in Kwesi Konfo und Zorh**

**Tabelle 8: Trypanosomenprävalenz in Schweinen in den Untersuchungsdörfern Kwesi Konfo (Intervention) und Zorh (Kontrolle) vor und nach der Intervention**

	Kwesi Konfo	Zorh
Zum Beginn der Intervention	0,76 <sup>a</sup> (0,578; 0,762)	0,72 <sup>a</sup> (0,632; 0,808)
Drei Monaten nach Interventionsbeginn	0,16 <sup>b</sup> (0,088; 0,232)	0,84 <sup>a</sup> (0,768; 0,912)
Sechs Monaten nach Interventionsbeginn	0,08 <sup>b</sup> (0,027; 0,133)	0,60 <sup>b</sup> (0,504; 0,696)

<sup>a,b</sup> Superskript mit verschiedenen Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede bei  $p < 0,05$   
p (95 % Konfidenz Intervall)

#### 4.2.2 Morphologische Spezies-/Untergattungsbestimmung der Trypanosomen

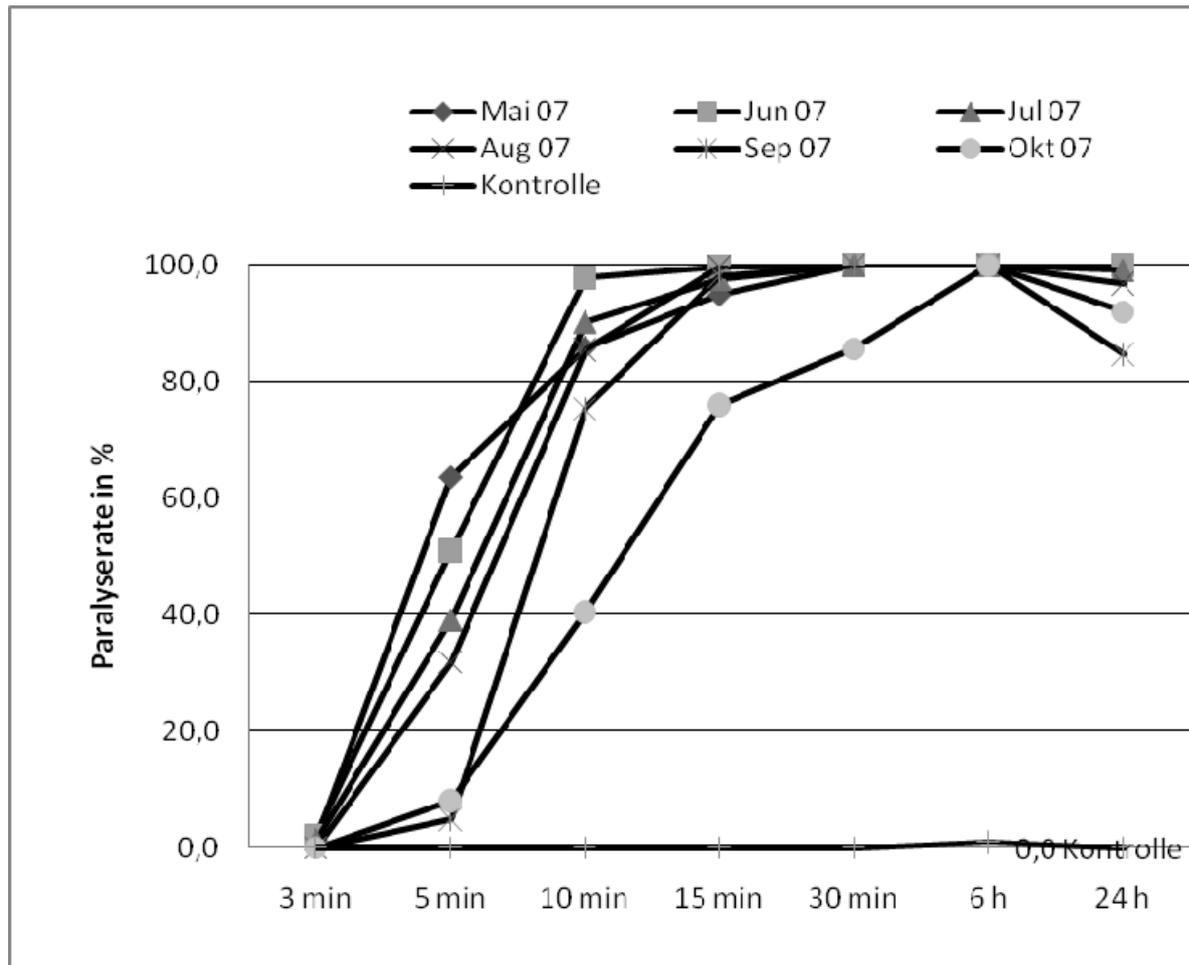
Für die Speziesbestimmung wurden insgesamt 158 Trypanosomen – positive Blutaussstriche ausgewertet. Bei den Erregern handelte es sich um typische Salivaria, gekennzeichnet durch ein stumpfes, abgerundetes Hinterende (Abb. 10). Der Kinetoplast ist marginal und subterminal gelegen. Die undulierende Membran ist schwach ausgebildet, ein freies Geißelende fehlt. Eine Ausmessung ergab eine Länge von 13,1 µm. Morphologisch sind die Trypanosomen der Untergattung Nannomonas zuzuordnen. Eine Speziesdifferenzierung mittels PCR wurde nicht durchgeführt.



**Abbildung 10: Nannomonas im dünnen Blutausstrich vom Schwein (Nr. 8) aus Zorh, gefärbt nach Giemsa**

#### **4.3 Untersuchung der Insektizid-behandelten Netze auf ihre biozide Wirkung**

Um die insektizide Wirkung des Netzes im Verlauf der Untersuchung zu dokumentieren wurden Netzproben vor Beginn der Intervention und dann im monatlichen Verlauf genommen und im Labor gegenüber *Musca domestica* getestet (vgl. 3.1.5.3.).



**Grafik 11: Mittlere Paralyseraten bei Fliegen (*Musca domestica*; n=50) 3, 5, 10, 15, 30 Minuten; 6 Stunden und 24 Stunden nach zehn sekundigem Kontakt mit Insektizid-behandeltem Netz. Als Proben dienten Netzstücke, die vor der Ausbringung im Mai 2007 und danach in monatlichen Abständen gewonnen wurden**

Eine erste deutliche Paralysewirkung konnte nach 5 Minuten an Proben verzeichnet werden, die in den ersten drei Monaten (Mai, Juni, Juli 2007) genommen wurden. Zum Versuchsende (September und Oktober 2007) genommene Proben erreichten eine erste deutliche Paralysewirkung erst nach 10 Minuten nach Kontakt im Freiflugkäfig.

Nach 30 Minuten waren bei fast allen Proben 100 % der Fliegen paralytisch, mit Ausnahme der Proben vom Oktober (85,7 %), hier waren erst nach 120 Minuten sämtliche Fliegen paralytisch. Nach sechs Stunden lag die Paralyserate konstant bei 100 Prozent, während sich nach 24 Stunden wieder Unterschiede zeigten. Bei Proben aus dem ersten Drittel (Mai, Juni) des Versuchs lag auch hier die Paralyserate bei 100 %, im

zweiten Drittel (Juli, August) lag sie bei 99 bzw. 97 % und fiel im letzten Drittel (September, Oktober) auf Werte von 85 bzw. 92 %. Im Gegensatz dazu zeigten die Fliegen der Kontrollgruppen keinerlei Ausfälle. Lediglich ein Prozent zeigte nach sechsständiger Beobachtung eine Beeinträchtigung. Die mechanische Manipulation hatte also nur sehr geringe bis gar keine Auswirkungen in Bezug auf die Betrachtung der Paralyserate (Grafik 11, Tab. 9).

**Tabelle 9: Mittlere Paralyseraten (%) von Laborfliegen (*Musca domestica*, n=50) nach zehn sekündigem Kontakt mit einer Insektizid-behandelten Netzprobe, die vor Ausbringung des Netzzaunes (Mai 2007) und in monatlichen Abständen danach entnommen wurden. Als Kontrolle diente eine Testbox ohne Insektizid**

Monat (2007)	Paralyserate (%) nach						
	3 min	5 min	10 min	15 min	30 min	6 h	24 h
Mai	1,5	63,6	85,8	94,9	100,0	100,0	100,0
Juni	2,2	51,0	97,8	99,8	100,0	100,0	100,0
Juli	1,3	39,0	90,2	97,6	100,0	100,0	99,1
August	0,0	31,9	85,5	99,7	100,0	100,0	96,8
September	0,0	4,9	75,4	98,1	100,0	100,0	84,7
Oktober	0,0	8,0	40,5	75,9	85,7	100,0	92,0
Kontrolle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0

#### 4.4 Fragebogenauswertung

Aus beiden Dörfern beteiligten sich 39 Schweinehalter an der Fragebogenaktion (25 aus Kwesi Konfo und 14 aus Zorh). Die Befragten unterteilten sich in Kwesi Konfo in neun Frauen und 16 Männer, aus Zorh nahmen fünf Frauen und neuen Männer teil. Das Alter der Bauern und Bäuerinnen lag bei durchschnittlich 41,8 Jahren, die/der Jüngste gab ein Alter von 15, die/der Älteste von circa 83 Jahren an. Die Erfahrung mit der Haltung von Schweinen belief sich im Mittel auf 8,8 Jahre, zwischen sechs Monaten und 35 Jahren. Im

---

Durchschnitt wurden 5,5 Schweine gehalten. 24 (61,3 %) Befragte hielten zusätzlich Hausziegen verschiedenen Ursprungs, zehn darüber hinaus auch Schafe; Geflügelzucht betrieben 26 (66,4 %) der Bauern, acht Befragte hatten Hunde und einer gab an, auch Katzen zu halten. Die Schweine wurden hauptsächlich im Pferch gehalten, nur zwei (5,1 %) Schweinehalter gaben an, die Tiere auch frei laufend zu haben. Die Altersverteilung zeigte dass 17 % adulte Sauen, 4 % Eber, 33 % Läufer über sechs Monate und 46 % Ferkel gehalten wurden. Als allgemeine Probleme bei der Schweinehaltung gaben zwei (5,1 %) Bauern Durchfallerkrankungen an, vier (10,2 %) sahen deutliche Probleme durch Endoparasiten, Ektoparasitosen wurden bei 18 (46 %) der Befragten als häufigstes gesundheitliches Problem der Tiere gesehen. Trypanosomosen, Anämie, Aborte und Respiratorische Erkrankungen hielten lediglich zwei (5,1 %) der Befragten als gesundheitlich bedenklich.

Betrachtet man die Gewichtung der Haltungsprobleme so empfinden sechs Bauern (15,3 %) Ektoparasiten als wichtig. Endoparasiten und Abortgeschehen halten jeweils vier Befragte (10,2 %) der Befragten für problematisch. Durchfälle sahen zwei (5,1 %) Bauern als wichtig an. In der Geflügelhaltung spielt die Newcastle Disease bei sieben Befragten (17,9 %) eine große Rolle. Allerdings sind sich auch acht (20,4 %) der Bauern keinerlei Haltungsproblemen bewusst.

Im Zeitraum von zwei Monaten vor Versuchsbeginn erhielten zwei Schweine in Kwesi Konfo und ein Schwein in Zorh eine Behandlung gegen Trypanosomose durch den Veterinärservice. In Kwesi Konfo ferkelten in dieser Zeit zwei (2/15; 13 %) Sauen, weitere vier (4/15; 27 %) kamen während des Versuches in die Geburt. Im Versuchszeitraum konnte bei sieben (7/15; 47 %) Sauen in Kwesi Konfo von einer erneuten Trächtigkeit ausgegangen werden. In Zorh ferkelten drei (3/24; 12,5 %) Sauen vor und sechs (6/24; 25 %) Sauen während des Versuchszeitraumes, neun (9/24; 37,5 %) wurden erneut tragend.

Alle Teilnehmer der Befragung konnten nach eigenen Angaben eine Tsetsefliege identifizieren und auf eine Bitte hin beschreiben. In Kwesi Konfo hatten vor Beginn der Intervention zehn Befragte (40 %) manchmal, 14 (56 %) regelmäßig und einer (4 %) häufig Tsetsestiche am eigenen Körper. Nach der Intervention sagten 18 (72 %), sie hätten gar keine Stiche mehr. Zwei der Befragten (8 %) sagten, sie hätten einen Stich gehabt, fünf (20 %) enthielten sich. Im Kontrolldorf Zorh hatten vor Beginn drei (21,4 %) Teilnehmer manchmal und elf (78,5 %) regelmäßig Tsetsestiche. Diese Zahlen blieben auch nach Abschluss der Untersuchungen gleich, lediglich einer (7,1 %) sagte, er habe keine Stiche mehr beobachtet. Ein Fall einer Infektion mit Trypanosomen beim Menschen war nur einem Befragten (7,1 %) bekannt.

Vor Beginn der Untersuchungen gaben 15 (60 %) der in Kwesi Konfo befragten Schweinehalter an, dass die Schweine in ihrem Wohlbefinden durch das Vorkommen der Tsetsefliegen gestört würden, in Zorh traf dies auf elf (78,5 %) der Befragten zu.

Nach Abschluss der Untersuchungen gaben in Kwesi Konfo alle Bauern an, dass ihre Tiere deutlich weniger durch Tsetsefliegen belästigt würden und auch im Umfeld keine Tsetsefliegen mehr festzustellen wären. In Zorh empfanden weiterhin elf (78,5 %) der Befragten Tsetsefliegen als Belastung für ihre Tiere.

### **4.5 Wetter**

Die Temperaturen im Versuchszeitraum von Mai bis einschließlich Oktober 2007 waren weitestgehend konstant. Spitzenwerte um 29° und 30°C waren lediglich im Mai zu vermerken, im Anschluss hieran bewegten sich die Temperaturen zwischen 25° und 28°C.

Starke Niederschläge konnten nur am 11.7.2007 und am 15.8.2007 verzeichnet werden.

---

## 5 Diskussion

Die Zielsetzung dieser Arbeit bestand darin, die Wirksamkeit Insektizid-haltiger Netze zum Schutz von Schweinen vor Tsetsefliegen und der durch sie übertragenen Trypanosomen zu untersuchen. Der tropische Mischwald in der Region von Suhum/Kraboah/Coaltar in Ghana stellt diesbezüglich ein Untersuchungsgebiet mit hoher Tsetsefliegendichte und hohem Infektionsrisiko für Trypanosomen dar. Nach Berichten der dortigen Veterinärstation war es im Vorfeld der Studie zu hohen Verlusten in der Schweinepopulation durch Infektionen mit Trypanosomen gekommen. Daher wurden für den Versuch zwei Dörfer (Kwesi Konfo und Zorh) aus dem betroffenen Gebiet ausgewählt. Eine Auswahl weiterer Dörfer war aufgrund der begrenzten Finanzmittel für diese Pilotstudie nicht möglich.

### 5.1 Voruntersuchung

Eine Voruntersuchung der Fliegendichte zeigte in beiden Dörfern ein hohes Vorkommen von Tsetsefliegen. Die verwendeten bikonischen Fallen sind für den Fang von Flusswaldspezien gut geeignet. Schon beim Aufstellen der Fallen führte die Attraktivität des verwendeten blauschwarzen Stoffes zum Anflug einzelner Tsetsefliegen. In zwei Fängen im Abstand von einer Woche wurde im späteren Interventionsdorf Kwesi Konfo eine mittlere Fliegendichte von 21 Fliegen/Falle/24h ermittelt. Für das Kontrolldorf Zorh lag der Ausgangswert bei rund 13 Fliegen/Falle/24h. In einer Studie von Dagnachew *et al.* (2005), die von September 2003 bis April 2004 in den Distrikten Denbecha und Jabitehenan im Nordwesten Äthiopiens durchgeführt wurde, sind bei Fängen mit bikonischen Fallen 1,08 Fliegen/Falle/24h in der späten Regenzeit und 0,68 Fliegen/Falle/24h in der Trockenzeit gefangen worden. Eine weitere Studie fand von November 2008 bis Februar 2009 im Guraferda und Sheko Distrikt im Südwesten von

Äthiopien statt. Die mittlere Fliegendichte belief sich auf 2,83 Fliegen/Falle/24h, wobei der Anteil der Fänge aus bikonischen Fallen bei 18,71 % lag (Tadesse & Tsegaye, 2010). Verglichen mit diesen beiden Studien kann man von einer hohen Ausgangswert der mittleren Fliegendichte in beiden Untersuchungsdörfern der vorliegenden Studie sprechen. Lediglich in einer Studie in Burkina Faso konnten Bauer *et al.* (1999) eine höhere Fliegendichte (54,2 Fliegen/Falle/24h) vor Interventionsbeginn messen.

Um eine gute Aussage über die Wirksamkeit der Maßnahme zu treffen, kann man die Altersverteilung einer Fliegenpopulation heranziehen. Der Entwicklungszyklus der Tsetsefliege über 30 bis 60 Tage ist vergleichsweise langsam (siehe 2.4.3.). Kommt es nun zu einer Reduktion der Fliegenzahl durch Bekämpfungsmaßnahmen, nimmt der ältere Anteil der Population proportional deutlich ab und nur geringe Zahlen jüngerer Fliegen werden gefangen.

Die Darstellung der Altersverteilung in der Fliegenpopulation erfolgte anhand des Wingfray Index (Pollock, 1997). Eine genaue Altersbestimmung in Tagen ist hiermit nicht möglich; es lässt sich lediglich eine Tendenz der Altersverteilung in der jeweiligen Population ableiten, da sich der Index aus einer Formel ergibt und nur das Alter der Fliegen im Verhältnis zueinander beschreibt. Vor Beginn der Intervention wurden in der männlichen Population im Interventionsdorf Indices von 2,4 und 2,5 und im Kontrolldorf ähnliche Werte von 2,8 und 2,7 ermittelt. Geringfügig unterhalb dieser Indices lagen die Indices der jeweiligen weiblichen Populationen (2,0 und 1,7 im Interventionsdorf, bzw. 2,2 und 2,9 im Kontrolldorf). Da die Bestimmung des Wingfray Index anhand der Abnutzung der Flügel vorgenommen wird, kann von einer gleichmäßigen Altersverteilung von männlichen und weiblichen Fliegen in beiden Dörfern ausgegangen werden. Männliche Fliegen sind bei der Paarungssuche deutlich aktiver als weibliche und nutzen somit ihre Flügel schneller ab (Pollock, 1997). Die Technik der Altersbeurteilung durch Wingfray Indices wurde ursprünglich an männlichen Fliegen der Gattung *G. morsitans* und *G. swynnertoni* beschrieben (Pollock, 1997). Ein Wingfray Index von 2,7 entsprach bei der

---

Entwicklung dieser Technik einem mittleren Alter von 20 Tagen. Fraglich ist jedoch die Vergleichbarkeit der Werte mit der Ausgangsstudie, da in vorliegender Studie weder *G. morsitans* noch *G. swynnertoni*, sondern ausschließlich Fliegen der *Palpalis*-Gruppe vorkamen.

In beiden Dörfern wurde zu Beginn der Untersuchung eine Fragebogenerhebung durchgeführt. Hierbei wurde versucht, einen Überblick über die allgemeine Situation der Tierhaltung, Tiergesundheit und Belastung der Menschen und Tiere durch Tsetsefliegen zu erhalten. Insgesamt wurden 39 Bauern befragt. Das Alter der Bauern lag bei durchschnittlich 41,8 Jahren. Die Erfahrung in der Haltung von Schweinen belief sich auf im Mittel 8,8 Jahre, wobei jeder Bauer zum Zeitpunkt der Erhebung durchschnittlich 5,5 Schweine hielt. Die Schweinehaltung für den eigenen Bedarf ist in den ländlichen Regionen weit verbreitet. Zusätzlich hielten 24 Bauern Ziegen, welche auch als Reservoir für Trypanosomenspezies in Betracht kommen. Lediglich zwei Schweine im Interventionsdorf wurden in den zwei Monaten vor Versuchsbeginn mit einem Trypanozid behandelt, oft fehlt das Wissen, als auch die finanziellen Mittel (E. Dotcher, pers. Mitteilung) für die tierärztliche Behandlung. Von den Bauern berichteten 15 der 25 (60 %) befragten Bauern in Kwesi Konfo und 11 der 14 (78,7 %) befragten Bauern in Zorh über eine Belästigung ihrer Schweine durch Tsetsefliegen. Ähnlich waren die Empfindungen der Bauern über die persönliche Belastung durch Stiche der Tsetsefliegen: Hier klagten vor der Intervention 15 Befragte in Kwesi Konfo und elf Befragte in Zorh über regelmäßige oder häufige Stiche. Versuche, die Tiere vor einer Belästigung durch Fliegen zu schützen, beschränkten sich auf den kompletten Schutz der Stallungen mit engmaschigen, unbehandelten Netzen. Diese Netze hielten nach Berichten der Bauern nur circa zwei Monate den Witterungsbedingungen stand und wiesen schnell Löcher auf. Sie verringerten zudem den Austausch von Luft, da die Luftzirkulation gestört wurde. Durch die Löcher kam es sogar zu einer Ansammlung der angelockten Fliegen im Stall.

## 5.2 Hauptuntersuchung

Während der Hauptuntersuchung ist eine starke Abnahme des Vorkommens von Tsetsefliegen im Interventionsdorf Kwesi Konfo zu verzeichnen. Im ersten Monat nach Beginn der Intervention wird eine Reduktion von 86 %, nach zwei Monaten eine Reduktion von 98 % im Vergleich zum Ausgangswert beobachtet. Dieser Zustand hält über den restlichen Verlauf von vier Monaten bis Studienende an. Sehr deutlich ist dabei der Unterschied zu der Fliegendichte im Kontrolldorf zu sehen, da in Zorh keine vergleichbare Abnahme der Fliegendichte über den Verlauf hinweg registriert werden kann. Zwar werden am 11.07.2007 und am 15.08.2007 besonders niedrige Werte gemessen, dies ist jedoch auf heftige Niederschläge am Tag der Messung zurückzuführen. Durch den Gewitterregen ist die Aktivität der Tsetsefliegen eingeschränkt. Im Anschluss an die Regenzeit erholte sich die Population im Kontrolldorf jedoch entsprechend. Grundsätzlich ist bei den erhobenen Fliegendichten zu bedenken, dass sie saisonabhängig schwanken. Innerhalb der kalten Trockenzeit von Januar bis März ist die Abundanz für Fliegen der *Palpalis*-Gruppe am höchsten und nimmt in der heißen Trockenzeit von April bis Mitte Mai und in der Regenzeit von Mai bis Oktober ab (Bauer *et al.*, 1999). Im Interventionsdorf kann keine jahreszeitliche Schwankung mehr festgestellt werden, da nach Studienbeginn durch die Reduktion der Fliegenpopulation kaum noch Fliegen gefangen werden. In Ermangelung einer weiteren Intervention oder einer Sperrzone gegen einwandernde Tsetsefliegen, wäre eine kontinuierliche Reinvasion aus den benachbarten Regionen zu erwarten gewesen, welche jedoch kaum zu beobachten war.

Vergleichbare Studien mit Insektizid-behandeltem Netz zur Reduktion von Lästlingsinsekten in Afrika fanden in Kenia (Bauer *et al.*, 2006a) und in Kumasi, Ghana (Maia, 2006; Maia, *et al.* 2009) statt. Während der 6-monatigen Studie im Westen Kenias wurde bei Milchkühen die Inzidenz von Trypanosomen-Infektion überwacht, um die Wirksamkeit von mit Insektiziden behandelten Netzen zum Schutz gegen Tsetsefliegen zu

---

beurteilen. Die Versuchsgruppen setzten sich aus 34 Tieren aus 11 Milchvieh-Einheiten, die kontinuierlich geschützt waren, und 153 Tiere aus 46 Milchvieh-Einheiten, die teilweise geschützt waren, zusammen. Die Kontrollgruppe bestand aus 162 Tieren in 42 ungeschützten Einheiten. Es wurde ein Phasenkontrast-Buffy-Coat-Verfahren für die parasitologische Überwachung eingesetzt. Die mittlere Hazard Rate für Trypanosomen war bei den geschützten Kühen mit einem Wert von 0,007 signifikant niedriger, als mit 0,02 in der Kontroll-Gruppe. Der Hämatokrit als Indikator für eine Infektion war signifikant höher bei den geschützten Tiere (29,7 %) als bei den ungeschützten (27,6 %). Bei der Studie von Maia (2006) konnte beim Schutz von Zebu-Bullen in Kumasi, Ghana, eine Reduktion von Lästlingsinsekten um insgesamt 54 % in einem Zeitraum von drei Monaten erreicht werden. In vier unterschiedlich ausgestatteten Stallungen wurde hier die Insektendichte gemessen. In dreien waren jeweils zwei Zebu-Bullen aufgestellt, welche ohne, mit und durch mit Insektizid-behandeltem Netz geschützt waren.

In Deutschland wurden verschiedenen Untersuchungen zum Schutz von Pferden und Rindern durchgeführt. In der Studie von Blank (2008) wurde im brandenburgischen Michaelisbruch in der Weidesaison 2004 ein Insektizid-behandeltes Netzmaterial zum Schutz der Weidepferde vor Lästlingsinsekten bei drei Pferdegruppen (Kontrollgruppe, teilweise Umzäunung, vollständige Umzäunung) untersucht. Die Fliegendichte wurde mit Hilfe von außen an den Pferdekoppeln aufgestellten Fallen (NZI Fallen) ermittelt. Der Fliegenbefall der Einzeltiere wurde mittels einer Digitalkamera festgehalten. Die Studie ergab, dass jeweils im Vergleich zur Kontrollgruppe der Fliegenbefall um 97 % bzw. 96 % und die Fliegendichte um 67 % bzw. 57 % reduziert war. Auch Untersuchungen von Zaspel (2007) zeigten eine Reduktion von Bremsen und anderen Lästlingsinsekten bei weidenden Pferden auf zwei Reiterhöfen in Brandenburg. Hierfür wurden jeweils bei drei Pferden pro Interventions- und Kontrollweide die Befallsintensitäten an fünf verschiedenen Körperregionen (Kopf, Hals, Flanke, Rücken und Brust) registriert. Bei Fliegen wurde eine Reduktion der Befallsintensität von mehr als 33 % und bei Bremsen eine Reduktion von

mehr als 50 % verzeichnet. An den Interventionsweiden wurden allerdings auch circa 50 % weniger Nicht-Ziel-Insekten gefangen.

Rohrman (2009) vernetzte in zwei Milchviehanlagen jeweils einen Stall, ein weiterer Stall blieb vollkommen ungeschützt und diente als Kontrolle. Es wurden spezielle Gnitzen- (Biogents-Sentinel UV-Licht-Fallen®) und Fliegenfallen (Glue-Fly Klebebandfallen®) verwendet. Das entomologische Monitoring erfolgte von Mitte Mai bis Ende Oktober 2008 auf beiden Versuchsbetrieben. Die Ausbringung der Netze ergab auf beiden Milchviehanlagen im Vergleich zum Kontrollstall keine nachhaltige Reduktion der Gnitzen- und Fliegenzahlen im Interventionsstall. Die Fliegenfangzahlen konnten eine durchschnittliche Reduktion von 31 % erreichen. Die vergleichsweise unbefriedigende Wirkung der Netze auf Fliegen lässt sich in der nachgewiesenen Resistenz gegenüber dem Pyrethroid Deltamethrin (Jandowsky et al., 2009) begründen. Lediglich Blank (2008) erzielte eine ähnlich hohe Reduktion der Fliegendichte. In dieser Studie wurde nicht wie in der vorliegenden Studie eine umfassende Einzäunung mit einem Insektizid-behandelten Netz verwendet, sondern nur etwas mehr als 13 % der Weide geschützt. Lediglich ein Paddock zum Auslauf war vollständig geschützt.

Aus vorhergehenden Untersuchungen ist bekannt, dass *Glossina* ssp. sehr empfindlich auf Umweltveränderungen reagieren (Leak, 1998; Vale, 1983). Die Anflughöhe der Tsetsefliegen liegt im Normalfall bei einer Höhe von unter einem Meter (B. Bauer, pers. Mitteilung), so dass ein Kontakt mit dem Netz im Anflug auf das Tier sehr wahrscheinlich ist. Die kleinen Schweinepferche konnten immer komplett mit Insektizid-behandeltem Netz umzäunt werden. Bis auf wenige Ausnahmen wurden die Tiere permanent in ihren Stallungen gehalten. Gefangen wurden ausschließlich Fliegen der *Palpalis*- Gruppe. Eine Studie von Dagnogo *et.al.* (1985) in Guinea konnte nachweisen, dass 98 % der gefangenen *G. palpalis* Blutmahlzeiten von domestizierten Schweinen bevorzugten.

---

Auch die in dieser Studie im modifizierten Whisker-Boxplot dargestellte asymmetrische Verteilung der Fänge pro Falle ist auf die unterschiedliche Attraktivität der einzelnen Fallenstandorte bezüglich des Aufenthaltsortes der Tsetsefliegen zurückzuführen.

Betrachtet man die Untersuchungen zur Altersbestimmung mittels Wingfray Index, so fällt im Interventionsdorf eine Tendenz zur Verjüngung der Fliegenpopulation auf. Diese Altersentwicklung ist auf die Interventionsmaßnahme zurückzuführen. Da im Verlauf der Intervention die Fliegenzahlen weit zurückgingen, konnten jedoch nur drei einzelne Werte genommen werden, zwei zu Beginn und eine dritte im Juli als fünfte Messung in der Studie. Die erhobenen Werte zeigen eine Population, welche im Verlauf der Untersuchung jünger wird. Vermutlich ist die Ursache dieser Altersentwicklung auf die Interventionsmaßnahmen zurückzuführen. Eine geringradige Verjüngung ist auch im Kontrolldorf zu sehen, die eher saisonal bedingt ist. Im Kontrolldorf zeigten sich nach einer leichten Verjüngung zum Studienanfang konstante Werte. Diese geringradige Verjüngung scheint allerdings eher saisonal bedingt zu sein.

Die Werte in der ovariellen Altersbestimmung im Kontrolldorf bestätigten die konstanten Werte der Wingfray Bestimmung. Hier sind zum Abschluss der Versuchsreihe einzelne Fliegen mit einem Alter von über 40 Tagen gefangen worden. Dies lässt auf eine Reinvasion aus der Umgebung schließen. Korrelationen zwischen Wingfray und der ovariellen Altersbestimmung sind in früheren Studien berichtet worden, mit  $r^2$ -Werte von bis zu 80 % (Saunders, 1962; Allsopp, 1985; Leak & Rowlands, 1997). Brightwell *et. al.* (1997) beschreibt in einer Studie in Nguruman, Kenia, die Reinvasion von *G. pallidipes*. Hier zeigte sich, dass die weiblichen Fliegen zweimal schneller wieder in ein Gebiet einfliegen als männliche. Auch in der vorliegenden Studie bestätigt sich die Reinvasion von älteren weiblichen Glossinen. Diesem könnte durch Rodung eines Schutzgürtels (Jackson, 1954) oder Umstellen des Gebietes mit Fallen (Hargrove, 1993) entgegen gewirkt werden. Allerdings sind diese Maßnahmen nur eingeschränkt durchführbar.

Eine permanente Schutzwirkung durch die Netze könnte hier den Aufwand zur Vermeidung einer Reinvasion deutlich vermindern.

Ein Problem bei der korrekten Auswertung der Fallen stellten Fraßfeinde, beispielsweise Ameisen, dar (Dres. B. Djagma und E. Dotcher, pers. Mitteilung). Durch das Einschmieren der Stangen mit Wagenfett konnte diesem entgegen gewirkt werden. Lediglich zweimal kam es auch zu einer mutwilligen Zerstörung einer Falle, so dass die Kooperation der Bauern als überwiegend gut angesehen werden kann. In früheren Projekten, beispielsweise im Dorf Oyoko, war bei den Bekämpfungsmaßnahmen ein geringerer Kooperationswille der Bevölkerung zu verzeichnen gewesen (Dres. B. Djagma/ Ch. Abavana, pers. Mitteilung). So berichteten Mitglieder des ghanaischen Veterinär Service in Accra beispielsweise vom Diebstahl der aufgestellten Tücher oder Fallen. Die Stoffe wurden von der Bevölkerung für andere Zwecke genutzt oder verkauft.

In drei im Abstand von zwei Monaten durchgeführten parasitologischen Tests wurde jeweils eine Stichprobengröße von 50 Schweinen mittels Blutabnahme auf eine Infektion mit Trypanosomen untersucht. Die erste Testung vor Beginn der Intervention ergab in den Schweinen der beiden Untersuchungsdörfer eine hohe Prävalenz mit Trypanosomen, von 72 %, bzw. 76 %. Nach anschließender Behandlung mit einem Trypanozid zeigten die geschützten Schweine in den zwei folgenden Blutabnahmen lediglich eine Prävalenz von 16 % und 8 %, während im Kontrolldorf Prävalenzen von 84 % und 60 % bestimmt wurden. Einige mögliche Fehlerquellen vermindern die Aussagekraft der Prävalenz. Trifft beispielsweise der Zeitpunkt der Blutabnahme nicht genau die parasitämische Phase der Infektion, können falsch negative Ergebnisse vorliegen (Morrison *et al.*, 1981; Waiswa *et al.*, 1996). Auch die Testung von systemischen statt peripherem Blut kann zu falsch negativen Ergebnissen führen. In der vorliegenden Untersuchung musste dennoch auf die Entnahme von peripherem Blut verzichtet werden, da die Punktion der Ohrvene aufgrund der schlechten Gewöhnung der Tiere an Zwangsmaßnahmen nicht möglich war. Die einmalige trypanozide Behandlung zieht in der Regel eine gewisse Phase der

---

prophylaktischen Schutzwirkung nach sich (Schnieder, 2006). Für das hier verwendete Diminazendiazeturat überwiegt die therapeutische Wirkung deutlich der prophylaktischen, diese beträgt im Durchschnitt eine Woche. Zudem sind die Abstände der Blutprobenentnahme entsprechend lang gehalten, die nach Injektion des Trypanozids erfolgte Blutprobenentnahme, fand mit einem Abstand von zwei Monaten statt. Die genannten Fehlerquellen mussten in beiden Dörfern in Kauf genommen werden. Zweygarth und Röttcher (1987) versuchten in drei experimentell infizierten Schweinen Trypanosomen in der Cerebrospinalflüssigkeit festzustellen. Obwohl der Nachweis über die Cerebrospinalflüssigkeit bei allen drei Tieren positiv war, wurden nur in einem der Tiere Trypanosomen mittels HCT nachgewiesen. Die anderen beiden Tiere zeigten keine Parasitämie im Sinne einer Diagnose mittels HCT und Buffy Coat Technik (Murray *et al.*, 1977). Die trotz der vergleichsweise einfachen und wenig sensitiven diagnostischen Methode sehr hohen Prävalenzen in der vorliegenden Studie weisen somit auf eine erhebliche chronische Durchseuchung der Schweinepopulation mit Trypanosomen in beiden Dörfern hin. Des Weiteren sollte beachtet werden, dass es sich bei den in den Dörfern vorkommenden Schweinen um Kreuzungen aus Tieren der Rassen Danish Large White und Pietrain, sowie dem schwarzen ghanaischen Hausschwein handelt. Die Empfänglichkeit für Infektionen mit Trypanosomen ist bei der ghanaischen Rasse deutlich weniger ausgeprägt, als in den anderen beiden Rassen (pers. Mitteilung, Dr. Ch. Mahama).

Eine Einschränkung bei der Beprobung der Schweine stellten die Verluste der Probestiere durch Verkauf, Umstallung und Tod dar. So kam es leider vor, dass nicht alle 50 Schweine während der gesamten Untersuchungszeit zur Beprobung herangezogen werden konnten. Hier wurden allerdings Geschwistertiere gewählt, welche auch zu Beginn eine Ohrmarke und eine trypanozide Behandlung erhielten und im gleichen Stall unter gleichen Bedingungen gehalten wurden.

Trotz der genannten Einschränkungen hinsichtlich der Nachweisempfindlichkeit der Infektionsbestimmung kann aufgrund der ermittelten eindeutigen Prävalenzabnahme von einem effektiven Schutz der Tiere durch das Insektizid-behandelte Netz vor Tsetsefliegen und damit vor einer Neuinfektion mit Trypanosomen ausgegangen werden.

Die in den Blutausstrichen morphologisch bestimmten Trypanosomen sind der Untergattung *Nannomonas* zuzuordnen (Hoare, 1939). Eine genauere Spezieszuordnung mittels PCR sollte noch durchgeführt werden. Eine hohe Morbidität und Mortalität werden bei Schweinen in der Regel auf akute oder perakute Infektionen mit *T. simiae* (Untergattung *Nannomonas*) zurückgeführt (Stephen 1966). Die klinischen Symptome der Krankheit und auch die *post mortem* Befunde ähneln sehr den Berichten der ghanaischen Veterinary Services vor Beginn der Studie. Arbeiten anderer Autoren berichten bei Schweinen von Mischinfektionen mit Trypanosomen der Untergattung *Nannomonas* (Gibson, 2001; McNamara, 1989; Lehane, 2000; Majiwa *et. al.*, 1993). Von den morphologischen Merkmalen sind Infektionen mit Trypanosomen der Untergattung *Pycnomonas* mit *T. suis* als einziger Spezies (Stephen, 1966; Lindh, 2009) nicht zweifelsfrei auszuschliessen. Allerdings ist die Existenz von *T. suis* kürzlich angezweifelt worden. Sogenannte Isolate von *T. suis* wurden eindeutig als *T. congolense tsavo* (Untergattung *Nannomonas*) identifiziert (McNamara, 1989; Majiwa *et. al.*, 1993; Gibson, 2001).

Die biologische Wirksamkeit des Netzzaunes wurde zusätzlich in Labortests überprüft. Die Verweildauer der Versuchsfiegen auf dem Netzmaterial in der abgedunkelten Testbox betrug bei der gewählten Methode nur zehn Sekunden. Die WHO setzt in einem empfohlenen Test zum Wirkungsnachweis von Insektiziden eine Verweildauer der Testinsekten von 60 Sekunden voraus (WHO, 2005). Beobachtungen im Feldversuch zeigten zwar, dass die Fliegen teilweise deutlich länger auf dem Netz verweilten, aber für die begleitenden Tests sollten kürzere Zeiten gelten, um eine gute Wirkung zu garantieren. Bei der Testung des Netzes in den ersten drei Monaten nach Ausbringung

---

waren erste Paralyseerscheinungen bereits nach fünf Minuten sichtbar und nach 30 Minuten vollständig (100 %) vorhanden. Zum Versuchsende hin genommene Proben (fünfter und sechster Monat) erreichten eine erste Paralysewirkung erst nach zehn Minuten. Insgesamt ergaben die Tests im Verlauf der Versuchsreihe eine graduelle Abnahme der insektiziden Wirkung des verwendeten Netzes. Bei der letzten Testung im Oktober 2007 (sechs Monate nach Ausbringung) waren die Paralyseraten gemindert. Eine vollständige Paralyse aller Testinsekten stellte sich erst nach sechs Stunden ein. Diese Ergebnisse lassen unter tropischen Witterungsverhältnissen die Schlussfolgerung zu, dass das ausgebrachte Netze auch nach sechs Monaten noch eine ausreichende insektizide Wirkung hatte.

Auch bei Zaspel (2007) verringerten sich die Paralyseraten der Netzproben nach 5 bzw. 10 Minuten im späteren Verlauf des Untersuchungszeitraumes zunehmend, während sie nach 15 Minuten, 6 Stunden und 24 Stunden nahezu konstant blieben. Die verminderte Wirksamkeit des Netzes fünf Monate nach der Installation führt Zaspel (2007) auf starke Niederschläge zurück.

Rohrmann (2009) führte ähnliche Untersuchungen im Bioassay neben Fliegen auch an Gnitzen durch. Auch hier wurden Netzproben im Abstand von vier Wochen überprüft. Die Auswertung erfolgte allerdings unter der Angabe des T-50 Wertes. Als T-50 Wert wird der Zeitpunkt nach Exponierung, bei dem 50% aller Fliegen paralytisch waren, definiert. Im Fliegen-Bioassay lagen die T-50 Werte bei durchschnittlich 8,6 bzw. 8,1 Minuten.

Fünf Monate nach Studienbeginn konnte bei beiden Netzen ein Anstieg des T-50-Wertes beobachtet werden, die Werte stiegen bis auf 15,9 bzw. 44,1 Minuten. Die Wirksamkeit des Netzes nahm folglich ab. Als Grund für diese deutlichen Anstiege des T-50 werden erhebliche Schmutzablagerungen auf den Netzen genannt. Ein ähnliches Bild zeigte der Gnitzen-Bioassay. Vor Ausbringung der Netze lag der T-50-Wert bei durchschnittlich 3,3 Minuten. Die Zeiten zeigen, dass Gnitzen wesentlich schneller auf das Deltamethrin

reagieren. Auch hier war fünf Monate nach Versuchsbeginn ein Anstieg des T-50-Wertes zu verzeichnen. Die Werte lagen bei 4,8 Minuten bzw. bei 6,1 Minuten.

Beide Studien werden durch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigt. Durch die Umweltexposition kommt es zu einer graduellen Wirkungsabnahme. Verschmutzungen des Netzes durch Staub bewirken eine Überlagerung des Wirkstoffes und damit einen Wirkungsverlust. In weiteren Untersuchungen sollte auch noch eine Minderung der Wirkung durch starke UV-Strahlung und Auswaschung abgeklärt werden. Gerade in tropischen und subtropischen Regionen spielt dies eine große Rolle. So wurde im Verlauf der vorliegenden Studie eine zunehmende Verwitterung der Netze festgestellt. Zudem muss hinsichtlich der Lebensdauer der Netze angemerkt werden, dass im Feldversuch durch den direkten Kontakt der Schweine mit dem Netz Löcher im Netz auftraten. Es wurde versucht, die Netze mit Hühnerdraht zu schützen. Waren bereits zu große Löcher entstanden, mussten diese jedoch mit frischem Netzmaterial abgedeckt werden. In der Studie von Zaspel (2007) wurde im Rahmen der Untersuchung der Umweltverträglichkeit des Netzes eine mögliche Auswirkung von über das Netz laufendem Niederschlagswasser auf Bodeninsekten untersucht. Monatliche Tests mit Larven von *Aedes aegypti* wurden durchgeführt. Alle in das Niederschlagswasser überführten Larven starben innerhalb von 24 Stunden ab. Diese negativen Umwelteinflüsse gilt es vor allem bei der exzessiven Nutzung des Netzes zu berücksichtigen. Da das verwendete Insektizid als hautreizend eingestuft wird, ist auch bei der Handhabung Vorsicht geboten. Geht man allerdings von der in dieser Studie verwendeten Menge von 340 Metern des Netzzaunes pro Dorf aus, so ist bei einem Insektizidgehalt von  $100\text{mg/m}^2$  mit einer Gesamtbelastung von 34 g Deltamethrin für ein Areal von  $10\text{ km}^2$  zu rechnen. Die Auswertung einer Studie von Jandowsky *et al.* (2010) zum Schutz von Milchvieh mit Insektizid-behandelten Netzen zeigte, dass es sich hier um eine ökologisch akzeptable Methode mit gezielter und begrenzter Insektizid-Anwendung handelt. Es wurden keine Spuren von Insektiziden in Fleisch, Milch und Wasser und nur geringe Mengen in Bodenproben gefunden. Fänge mit

---

Malaisefalle ergaben darüber hinaus, dass gefährdete Insektenarten nicht betroffen waren.

Am Ende des Versuchszeitraumes wurde in der vorliegenden Studie eine erneute Fragebogenerhebung mit denselben Teilnehmern durchgeführt (siehe 5.1). Im Kontrolldorf blieb die Belästigung der Menschen und der Tiere durch die Fliegen gleich, im Interventionsdorf hingegen sagten 18 der Befragten (72 %), sie hätten keine Stiche mehr, zwei berichteten lediglich von einem. Alle gaben an, dass die Tiere deutlich weniger belästigt würden und auch im Umfeld keine Tsetsefliegen mehr zu sehen wären. Somit bestätigen diese Angaben die Ergebnisse der Untersuchung. Der Rückgang der Fliegenpopulation ist deutlich und die Belastung von Menschen und Tieren durch Tsetsefliegen hat abgenommen.

Zusammenfassend kann nach Abschluss der Studie von einer deutlichen Reduktion der Tsetsefliegendichte durch das Insektizid-haltige Netz im Interventionsdorf Kwesi Konfo gesprochen werden. Tsetsefliegen zeichnen sich durch eine hohe Sensibilität gegenüber Umwelteinflüssen aus. Die Insektizid-behandelten Netze zeigten in der vorliegenden Studie eine gute Schutzwirkung und eine deutliche lokale Verminderung der Fliegenpopulation.

Hinsichtlich der Frage, ob die mit Insektizid-behandelten Netze in Zukunft als Mittel zur Bekämpfung der Tsetsefliege eingesetzt werden sollten, gilt es die nachfolgenden Punkte abzuwägen: Die Nachteile des Insektizid-behandelten Netzes sind vor allem in der engen Maschenweite zu sehen. Dieses bewirkt eine geringe Luftdurchlässigkeit und vermindert unter Umständen den seitlichen Luftzug im Stall. Gerade in subtropischen und tropischen Regionen spielt die Temperaturregulation im Stall aber eine große Rolle; Mastgewicht, Fruchtbarkeit und Milchproduktion (im Falle von Milchviehhaltung) werden negativ durch zu hohe Temperaturen beeinflusst.

Die Nutzung der Insektizid-behandelten Netze macht es der Bevölkerung möglich, in Eigeninitiative einen kostengünstigen Schutz zu schaffen. Die Dorfbewohner sind nicht

abhängig von großflächig geplanten Bekämpfungsmaßnahmen, sondern können sich selbst schützen. Auch die an der Studie beteiligten Bauern befestigten die Netze in Eigenarbeit an den Stallungen und wurden lediglich von dortigen Veterinärassistenten eingewiesen. Im Vergleich zu den Kosten anderer Bekämpfungsmaßnahmen ist der Einsatz von Insektizid-behandelten Netzen wenig kostenintensiv. Nach Angaben der Firma Vestergaard Frandsen Disease Control Textiles werden 0,90 US Dollar pro Quadratmeter Stoff berechnet. Zusammen mit dem Befestigungsmaterial kann man von einem Preis von 1 US Dollar pro Quadratmeter ausgehen. Für einen normalen Stall mit ungefähr zehn Quadratmetern Bodenfläche werden somit Kosten in Höhe von etwa 14 US Dollar verursacht. Im Interventionsdorf wurden 340 m Netzmaterial mit einer Breite von einem Meter verbraucht. Die Kosten belaufen sich somit auf einen Preis von 340 US Dollar für ein Areal von circa 10 km<sup>2</sup>, bzw. 34 US Dollar/km<sup>2</sup> und einem Zeitraum von sechs bis acht Monaten. Dies liegt unterhalb der Kosten der meisten gängigen Bekämpfungsmaßnahmen. Es ist lediglich eine Kontrollmaßnahme in der Elfenbeinküste bekannt (Shaw *et al.*, 1994), deren jährliche Ausgaben von 26 US Dollar/km<sup>2</sup> als geringer anzusehen sind. Es wurden unbehandelte monopiramidale Fallen verwendet, der aktuelle Preis einer Falle beläuft sich aber auf rund 10 US Dollar, so dass auch hier die Bekämpfungskosten höher liegen.

Geht man entsprechend der vorliegenden Studie von einer ausreichenden Wirksamkeit des Materials von bis zu einem Jahr aus, gibt es keine kostengünstigere Maßnahme, welche auch von einem Kleinbauern mit einem geringen Jahreseinkommen getragen werden kann. Das Insektizid-behandelte Netz stellt somit eine effektive und kostengünstige Alternative zum Schutz von Nutztieren in vergleichbaren Haltungssystemen vor Tsetsefliegen dar. Darüber hinaus ergibt sich ein hoher zusätzlicher Nutzen für die Bevölkerung. Berichte von Dorfbewohnern aus dem Interventionsdorf weisen darauf hin, dass nicht nur die Tiere, sondern auch die Menschen von der Reduktion der Tsetsefliegen und anderer Lästlingsinsekten profitierten.

---

In nachfolgenden Studien sollte geklärt werden, ob durch eine weitere Verbesserung der Qualität der Netze eine höhere Witterungsbeständigkeit erreicht werden kann. Auch strukturelle Veränderungen des Netzmaterials bezüglich der Maschenweite und somit der Luftdurchlässigkeit könnten eine bessere Nutzbarkeit bewirken. Um umfassendere Ergebnisse einer systematischen, großflächigen Ausbringung der Netze zu erlangen, sind weiterführende Studien notwendig. Hierbei sollte zunächst das Vorkommen der Tsetsefliegen in der ganzen Region geklärt werden, auch, um eventuelle natürliche Schwankungen in der Populationsdichte besser bewerten zu können. Aufwandsentschädigungen in Form von kleinen Mengen an Kraftfutter könnten die Motivation zur Mitarbeit bei der Bevölkerung steigern, welches beispielsweise das Verbringen und den Verkauf von Versuchstieren minimieren würde.

Wie schon die vielversprechenden Ergebnisse bisheriger Untersuchungen (Bauer *et al.*, 2006a; Bauer *et al.*, 2006b; Zaspel, 2007; Blank *et al.*, 2008; Maia *et al.*, 2009) bestätigt die vorliegende Studie den hohen Nutzen des Insektizid-behandelten Netzes als kostengünstige, einfach umsetzbare und überaus effektive Maßnahme gegenüber anderen alternativen Bekämpfungsmethoden zur Bekämpfung der Tsetsefliege und der hiermit verbundenen Vektorensuche der Trypanosomose.

## 6 Zusammenfassung

### **Wirksamkeit Insektizid-behandelter Netze zum Schutz von Schweinen vor Tsetsefliegen und Trypanosomeninfektionen in Suhum, Eastern Region, Ghana**

Die durch Tsetsefliegen übertragenen afrikanischen Trypanosomen der Tiere sind eine der Hauptursachen für die Einschränkung der Haltung von Haus- und Nutztieren im äquatorialen Afrika südlich der Sahara. Die Infektion ist verbunden mit einer reduzierten Produktivität und Fruchtbarkeit und führt unbehandelt zum Tod der Tiere. Kontrollstrategien umfassen die Nutzung von trypanoziden Medikamenten und die Reduktion des Vektors (*Glossina* spp.) mit verschiedenen Methoden. Vektor-Kontrollmethoden sind erfolgreich, aber oft kostenintensiv und nicht lange aufrecht zu erhalten, was zu einer schnellen Reinvasion der Tsetsefliegen nach Beendigung der jeweiligen Projektmaßnahmen führt.

Die vorliegende Studie bewertet eine innovative Vorgehensweise zur Kontrolle von *Glossina palpalis palpalis*, bei der ein mit Deltamethrin imprägniertes Netz zur Umzäunung von Schweinepferchen angebracht wird. Die Wirksamkeit wurde anhand der Reduktion von Tsetsefliegen, und damit einhergehend einer Verminderung von Trypanosomeninfektionen von Mai bis Oktober 2007 in Suhum, südöstliches Ghana, nachgewiesen.

Für die Untersuchung wurden zwei Dörfer ausgewählt, welche hinsichtlich Schweinebestand, Tierhaltung, Vegetation, Wasservorkommen und Klima (tropische Regenwaldzone) vergleichbar waren. Ein Dorf (Zorh) diente als ungeschützte Kontrolle; die Schweinepferche des anderen Dorfes (Kwesi Konfo) wurden durch ein 100 cm hohes, Insektizid-behandeltes Netz (Polyester, 150denier) mit einem Gehalt von 100-120mg/m<sup>2</sup>

Deltamethrin geschützt, welche direkt an den äußeren Holzplanken der Pferche befestigt wurde.

Eine Messung der Tsetsefliegendichte mittels bikonischer Fallen fand außerhalb der Pferche über sechs Monate statt. Die Reduktionsrate der Fangzahlen im Interventionsdorf Kwesi Konfo erreichte schon in den ersten zwei Monaten 90 %. Ein weiterer Rückgang der Fliegenpopulation in den nächsten Monaten von 95 % konnte erreicht werden und blieb bis zum Abschluss der Untersuchungen nahezu konstant. Diese Ergebnisse stehen in klarem Kontrast zu den im Kontrolldorf Zorh ermittelten Fangzahlen. Hier zeigten sich lediglich saisonale Schwankungen, jedoch keine Reduktion der Tsetsefliegendichte.

Nach Identifikation der gefangenen Tsetsefliegen fand eine Alters- und Geschlechtsbestimmung statt. An multipaaren weiblichen Fliegen wurde eine Ovarielle Altersbestimmung durchgeführt. Im Kontrolldorf kam es zu einer Verjüngung der Population, im Interventionsdorf wurden nach den ersten zwei Fängen aufgrund der erheblichen Reduktion nur noch jeweils weniger als 20 Fliegen gefangen, so dass eine Auswertung nicht möglich war.

In monatlichen Intervallen genommene Netzproben wurden im Anschluss durch Bioassays auf ihre verbleibende biozide Aktivität überprüft. In Labortests zeigte sich die insektizide Wirkung des ausgebrachten Netzes vor und im Verlauf nach der Ausbringung auf Musziden (*Musca domestica*). Die hohen Paralyseraten nach 5, 10 bzw. 15 Minuten nahmen über die Versuchsperiode deutlich korrelierend zum Zeitverlauf ab, während sie nach 30 Minuten, 6 Stunden und 24 Stunden nahezu konstant blieben.

Zu Beginn, und nach drei und sechs Monaten nach Netzausbringung wurden Blutproben von 50 % der Schweinepopulation genommen. Nach der ersten Blutprobenentnahme erhielten alle Tiere eine trypanozide Behandlung mit 3.5 mg/kg Diminazendiaceurat (Berenil<sup>®</sup>, Intervet) intramuskulär. Vor Behandlung zeigten die angefertigten dünnen Blutausrichungen eine Trypanosomenprävalenz von 76 % (Interventionsdorf Kwesi Konfo) bzw. 72 % (Kontrolldorf Zorh) vor der Intervention. Drei Monate nach Ausbringung der

Netze und Behandlung mit dem Trypanozid war die Prävalenz auf 16 % in Kwesi Konfo reduziert, wohingegen die Blutaussstriche aus dem Kontrolldorf (Zorh) weiterhin eine hohe Prävalenz von 84 % aufwiesen. Dieser Effekt bestätigte sich durch die Resultate der dritten Probenuntersuchung (sechs Monate nach Interventionsbeginn) mit einer Trypanosomenprävalenz von 8 % bei den geschützten Schweinen im Kontrast zu 60 % in den Schweinen der Kontrollgruppe.

Die vorliegende Studie bestätigt, dass das getestete Netz auch bei dichter Vegetation im tropischen Mischwald die Population von Tsetsefliegen deutlich reduzieren und damit zu deutlich verbesserten Haltungsbedingungen von Haus- und Nutztieren im äquatorialen Afrika beitragen kann. Eine effektive lokale Bekämpfung des Vektors ist hiermit gegeben. Die einfache Durchführbarkeit, ein geringer Materialaufwand sowie die in der Studie erwiesene ausreichende Persistenz von über sechs Monaten erlauben der Dorfbevölkerung eine unabhängige und individuelle Nutzung des Netzes. Eine weitere Verbesserung der Materialeigenschaften in Bezug auf Luftdurchlässigkeit, Haltbarkeit und UV-Schutz wäre wünschenswert.

## 7 Summary

### **A pilot study to measure the efficacy of insecticide-treated fences for protection of pigs against tsetse flies in the tropical rain forest zone, Eastern Region of Suhum/Kraboah/Coaltar, Ghana**

Tsetse-transmitted African Animal Trypanosomosis (AAT) constitutes a main constraint to livestock industries in sub-Saharan Africa, causing reduced productivity and fertility as well as death without treatment. Control strategies comprise trypanocidal drug use and reduction of vector populations (*Glossina* spp) by various methods. Vector control methods are successful but unsustainable resulting in rapid reversal of achievements after external support termination. This study evaluates an innovative approach to control *Glossina palpalis palpalis* using deltamethrin-treated mosquito fences protecting pig pens, finally reducing trypanosome prevalence in Ghana. Two villages comparable in pig numbers, husbandry practices, vegetation, surface water and climate (tropical rain forest zone) were selected. While one village (Zorh) served as unprotected control, the pig pens of the other village (Kwesi Konfo) were protected with 100cm high insecticide-treated mosquito fences (polyester, 150denier, 100-120mg/m<sup>2</sup> deltamethrin) which were attached to the timber poles and planks surrounding each pig pen in May 2007. Apparent tsetse densities were monitored for six months by using geo-referenced biconical traps.

The reduction of fly numbers in Kwesi Konfo (netted pig pens) exceeded 90 % within two months. A further decline of the population during the following months led to reductions of more than 95 % until termination. This contrasted clearly with the tsetse numbers in the control village, which remained stable apart from their usual seasonal variations.

Captured tsetse flies were identified and separated according to sex and age. Non teneral and parous female flies were dissected for ovarian age grading. Net samples were taken

## Summary

---

at monthly intervals and stored for further evaluation of their bio-cidal activity through bio-assays. To monitor the persistence of the insecticide treated netting material it was tested in the laboratory before and throughout the installation using house flies (*Musca domestica*). The rates of paralysis five, ten and fifteen minutes after exposure decreased markedly in the six months trial corresponding with the time passing. The rates of paralysis 30 minutes, six hours and 24 hours after exposure remained at comparable levels until termination of the project.

Blood samples were collected three times from about 50 % of the respective pig populations during the trial: at the onset, after three months, and at the end of experiment (six month after intervention). After the first sampling all pigs were treated with a trypanocidal drug (diminazene aceturate, Berenil<sup>®</sup>, Intervet) at a dose of 3.5mg/kg. Initially, thin blood smears revealed a trypanosome (*Nannomonas*) prevalence of 76 % and 72 %, respectively, in pigs from Kwesi Konfo and Zorh. The examination of the second blood samples showed a prevalence reduction to 16 % in Kwesi Konfo whereas the infection rate in pigs of the control village had increased to 84 %; this effect was well confirmed by the results of the third examination with 8 % trypanosome prevalence in protected pigs as opposed to 60 % in the control pigs.

The study confirmed that insecticide treated netting material leads into a significant reduction of tsetse flies even in dense vegetation of tropical rain forest zone and therefore considerably improves livestock industries in sub-Saharan Africa. A successful local vector control method has proven its feasibility. High practicability, easy handling and low cost of material as well as a confirmed persistence of more than six months allows independent and individual use of insecticide treated nets by farmers themselves. Future improvement of quality characteristics, concerning persistence, heat and UV-resistance of the net material is recommended.

---

## 8 Literaturverzeichnis

- Akol, G.W.O., & Murray, M. (1982).  
Early events following challenge of cattle with tsetse infected with *Trypanosoma congolense*: Development of the local skin reaction.  
*Vet Rec* **110**, 295-302
- Allsopp, R. (1985).  
Wing fray in *Glossina morsitans centralis* Machado (Diptera: Glossinidae).  
*Bull Ent R*, **75**, 1-11
- Anene, B.M., Onah, D.N., & Nawa, Y. (2001).  
Drug resistance in pathogenic African trypanosomes: what hopes for the future?  
*Vet Parasitol* **96**, 83-100
- Añez, N., East, J.S. (1984).  
Studies on *Trypanosoma rangeli* Tejera, 1920 II. Its effect on feeding behaviour of triatomine bugs.  
*Acta Trop.*; **41**(1);93-5
- Asonganyi, T., Sede Mbakop, J., & Ngu, J.L., (1986).  
Trypanosomiasis in Mbam division (Cameroon): parasitological and immunodiagnostic examination of the domestic animal population.  
*Ann Univ Sci Santé* **3**(3), 181-189
- Balfour, A. (1913).  
Animal trypanosomiasis in the Lado (Western Mongalla) and notes on tsetsefly traps and on an alleged immune breed of cattle in southern Kordofan.  
*Ann Trop Med Parasitol* **7**, 113-120
- Bauer, B. (1971).  
Helicopter operations for controlling the tsetse fly in Africa.  
*Agricultural Aviation* **12**, 51-56
- Bauer, B., Amsler, S., Kaboré, I., & Petrich-Bauer, J. (1993).  
Application of synthetic pyrethroids to cattle. Laboratory trials and tsetse control operations with specific consideration of extension to rural communities.  
ISTRC 19th Meeting(1993), Kampala, Uganda, 276-279
- Bauer, B., Amsler-Delafosse, S., Kabore, I., Kamuanga, M. (1999).  
Improvement of cattle productivity through rapid alleviation of African animal trypanosomosis by integrated disease management practices in the agropastoral zone of Yale, Burkina Faso.  
*Trop Anim Health Prod* **31**, 89-102

- Bauer, B., Gitau, D., Oloo, F.P., & Karanja, S.M. (2006a).  
Evaluation of a preliminary trial to protect zero-grazed dairy cattle with insecticide-treated mosquito netting in western Kenya.  
*Trop Anim Health Prod* **38**, 29–34
- Bauer, B., Blank, J., Heile, C., Schein, E., & Clausen, P.-H. (2006b).  
Pilotstudie zur Bewertung der Effizienz insektizid-behandelter Netzzäune zum Schutz von Pferden gegen Weidefliegen im nördlichen Brandenburg.  
*Berl Münch Tierärztl Wochenschrift* **9**, 421-424
- Bauer, B., Holzgreffe, B., Mahama, CH., Baumann, M.P.O., Mehlitz, D., Clausen, P.-H. (2011).  
Managing tsetse transmitted trypanosomosis by insecticide treated nets - an affordable and sustainable method for resource poor pig farmers in Ghana  
*PLoS Negl Trop Dis*, **5**(10), Oktober 2011
- Blank, J. (2008).  
Die Wirkung eines Insektizid-behandelten Netzzaunes zum Schutz von Pferden gegen Weidefliegen  
Dissertation, Journal Nr. 3073, Freie Universität Berlin, Berlin
- Borne, P. (1996).  
The hidden cost of Trypanosomosis.  
SANOFI Symposium on the control of trypanosomosis. Bordeaux, Frankreich
- Brightwell, R., Dransfield, R. D., Stevenson, P. & Williams, B. (1997).  
Changes over twelve years in populations of *Glossina pallidipes* and *Glossina longipennis* (Diptera: Glossinidae) subject to varying trapping pressure at Nguruman, south-west Kenya  
*Bull Ent R* **87**, 349-370
- Bruce, D. (1895).  
Preliminary Report on Tsetse Fly Disease or Nagana in Zululand.  
*Bennett and Davis*, Durban, **28**
- Bursell, E. (1970).  
Theoretical aspects of the control of *Glossina morsitans* by game destruction.  
*Zoologica Africana* **5**, 135-141
- Burt, B.D. (1942).  
Some East African vegetation communities.  
*J. Ecol* **30**, 65-146
- Cattand, P. (1994).  
Trypanosomiase Humaine Africaine: Situation épidémiologique actuelle, une recrudescence alarmante de la maladie.  
*Bulletin de la Société de Pathologie Exotique* **87**, 307-310

- 
- Cheneau, Y.A. (1994).  
Systematic approach to tsetse and trypanosomiasis control.  
*Proceedings of the FAO Panels of Experts. In: FAO Animal and Production Health Paper. Rome, Italy*
- Clausen, P.-H., Sidibé, I., Kaboré, I., & Bauer, B. (1992).  
Development of multiple drug resistance of *Trypanosoma congolense* in Zebu cattle under natural tsetse fly challenge in the pastoral zone of Samorogouan, Burkina Faso  
*Acta Trop.* **51**, 229-236
- Clausen, P.H., Adeyemi, I., Bauer, B., Breloer, M., Salchow, F., & Staak, C. (1998).  
Host preferences of tsetse (*Diptera: Glossinidae*) based on bloodmeal identifications.  
*Med Vet Entomol* **12(2)**, 169-80
- Connor, R.J. (1994).  
African Animal Trypanosomiasis.  
In: Coetzer, Thomson, Tustin (Eds.). *Infectious diseases of livestock..*  
Capetown: Oxford University Press. 167-205
- Dagnachew, S., Sangwan, A.K., Getachew, A. (2005).  
Epidemiology of bovine trypanosomosis in the Abay (Blue Nile) basin areas of Northwest Ethiopia  
*Revue Élev Méd vét Pays trop.* **58 (3)** 151-157
- Dagnogo, M, Lohuirignon, K., und Goutteux, J.P. (1985).  
Comportement alimentaire des populations peridomestiques de *Glossina palpalis* et *Glossina tachinoides* Westwood du Domaine Guinéen de Cote d'Ivoire.  
*Cahiers OSTORM Série Ent Méd Par* 21 29-34
- DiMasi J.A., Hansen, R.W., & Grabowski, H.G. (2002).  
The price of innovation: new estimates of drug development costs.  
*Jr of Health Econ* **22(2)**, 151-185
- Dolan, R.B., Sayer, P.D., Alushula, H., & Heath, B.R. (1988).  
Pyrethroid impregnated ear tags in trypanosomiasis control.  
*Trop Anim Health Prod* **20(4)**, 267-268.
- Dolan, R.B., Stevenson, P.G., Alushula, H., & Okech, G. (1992).  
Failure of chemoprophylaxis against bovine trypanosomiasis on Galana Ranch in Kenya.  
*Acta Trop* **51**, 113-121
- FAO (1991).  
Programme for the control of African Animal Trypanosomiasis and related development.  
*Second meeting of the Inter-secretariat Coordinating Group. Rome.*

- Gall, Y. (2002).  
PCR und DNA-Sondenhybridisierung zur Überprüfung  
des Behandlungserfolges von Trypanosomen-Infektionen bei Rindern in  
der Provinz Kénédougou in Burkina Faso, Westafrika.  
Dissertation Journal Nr. 2659, Freie Universität Berlin, Berlin
- Geerts, S., & Holmes P.H. (1998).  
Drug management and parasite resistance in bovine trypanosomiasis in  
Africa. Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO)  
*PAAT technical and sciences series*, No. 1, Rom, Italy, 3-15
- Gibson, W., Mehlitz, D., Lanham, S.M., & Godfrey, D.G. (1978).  
The identification of *Trypanosoma brucei gambiense* in Liberian pigs and  
dogs by isoenzymes and by resistance to human plasma.  
*Tropenmedizin und Parasitologie* **29**, 335-345
- Gibson, W.C., Stevens, J.R., Mwendia, C.M., Ngotho, J.N., Ndung'u, J.M.,  
(2001). Unravelling the phylogenetic relationships of African  
trypanosomes  
of suids.  
*Parasitology* **122**, 625–631.
- Glasgow, J.P. (1970).  
The Genus *Glossina*: Introduction.  
*The African Trypanosomiases*. Mulligan, H.W. & Potts, W.H. (Eds.).  
George Allen and Unwin. London, **225-242**
- Glasgow, J.P. , & Duffy, B.J. (1947).  
The Extermination of *Glossina palpalis fuscipes*, Newstead, by hand  
catching.  
*Bull Ent R* **51**, 705-713
- Gouteux, J.-P., Noireau, F., Sinda, D., & Frezil, J.-L. (1986).  
Essais du piège pyramidal contre *Glossina palpalis palpalis* (Rob.-Desv.)  
dans le foyer du Niari.  
*Cahiers ORSTOM Série Entomologie Médecin et Parasitologie* **24**, 181-  
190
- Green, C.H. (1989).  
The use of two-coloured screens for catching *Glossina palpalis palpalis*  
(Rob.-Desv.) (Diptera: Glossinidae).  
*Bull Ent Res* **79**, 81-93
- Hargrove, J. W. (1993).  
Target barriers for tsetse flies (*Glossina ssp.*): quick estimates of optimal  
target densities and barrier widths.  
*Bull Ent R* **83**, 197-200
- Harris, R.H.T.P. (1938).  
The Control and Possible Extermination of the Tsetse by Trapping.  
*Acta Conv tert trop malar Morbis*. 663-677.

- 
- Hoare, C.A. (1936).  
Morphological and taxonomic studies on mammalian trypanosomes, II.  
*Trypanosoma simiae* and acute porcine trypanosomiasis in tropical Africa.  
*Trans R Soc trop Med Hyg* **29**, 619-645
- Hoare, C.A. (1939).  
Morphological and taxonomic studies on mammalian trypanosomes.  
*Trans R Soc trop Med Hyg* **32**, 642
- Hoare, C.A. (1949).  
*Handbook of Medical Protozoology*.  
London: Balliere, Tindall and Cox
- Hoare, C.A. (1972).  
*The Trypanosomes of Mammals. A Zoological Monograph*.  
Oxford: Blackwell Scientific Publications
- Hocking, K.S., Lee, C.W., Beesleya, J.S.S., & Matechi, H.T. (1966).  
Aircraft applications of insecticides in East Africa. XVI.—Airspray experiment with endosulfan against *Glossina morsitans* Westw., *G. swynnertoni* Aust. and *G. pallidipes* Aust.  
*Bull Ent R* **56**, 737-744
- IAEA (1997).  
*Expert group confirms: Tsetse fly eradicated on Zanzibar*.  
Press release PR 97/38, International Atomic Energy Agency
- ILRAD (1991).  
*Annual Report*.  
International Laboratory for Research on Animal Diseases. P.O. Box 30709, Nairobi, Kenya
- Jack, R.W. (1914).  
Tsetse fly and big game in southern Rhodesia.  
*Bull Ent R* **5**, 97-110
- Jackson, C. H. N.(1954).  
The availability of tsetse flies.  
*ISCTRC Fifth meeting Pretoria* **206**, 97
- Jandowsky, A., Schein, E., Clausen, P.-H., Sievert, K., Bauer, B. ( 2010).  
Vorkommen und Verbreitung von Insektizidresistenzen bei Fliegen (*Musca domestica* L.) in Milchviehbetrieben.  
*Praktischer Tierarzt* **91**, 7
- Jordan, A.M. (1986).  
Trypanosomiasis Control and African Rural Developement.  
Longman Inc., New York, USA, 44-45

- Jordan, A.M. (1988).  
The role of tsetse in African animal trypanosomiasis.  
In: The african trypanotolerant livestock network, livestock production in tsetse affected areas of Africa. In: Proceedings of a meeting held in Nairobi, Kenya from 23rd to 27th November 1987. International Livestock Centre for Afrika (ILCA/International Laboratory for Research on Animal Diseases (ILRAD), Nairobi, Kenya, 37-42
- Kanmogne, G.D., Asonganyi, T. & Gibson, W.C. (1996).  
Detection of *Trypanosoma brucei gambiense*, in serologically positive but aparasitaemic sleeping-sickness suspects in Cameroon, by PCR.  
*Ann Trop Med Parasitol* **90**, 475-83
- Kinabo, L.D. (1993).  
Pharmacology of existing drugs for animal trypanosomiasis.  
*Acta Trop*, **54**, 169-183
- Kristjanson, P.M., Rowlands, G.J., Kruska, R.L., & de Leeuw, P.N. (1999).  
Measuring the costs of African animal trypanosomosis, the potential benefits of control and returns to research.  
*Agricultural Systems* **59**, 79-98
- Küpper, W., Manno, A., Clair, M., & Kotia, K. (1985).  
The large-scale control of *Glossina palpalis s.l.*, *Glossina fusca fusca*, *Glossina medicorum* and *Glossina longipalpis* in the southern guinean zone of the Ivory Coast by deltamethrin impregnated biconical traps.  
*Cahiers ORSTOM Serie Entomologie Medicale et Parasitologie* **23**, 9-16
- Kuzoe, F.A.S. (1993).  
Current situation of African trypanosomiasis.  
*Acta Trop*, **54**, 153-162
- Lanham, S.M., & Godfrey, D.G. (1970).  
Isolation of salivarian trypanosomes from man and other mammals using DEAE-cellulose.  
*Exp Parasitol* **28**, 521-34
- Lanham, S.M., Williams, J.E., & Godfrey, D.G. (1972). Detection of low concentrations of trypanosomes in blood by column-separation and membrane-filtration.  
*Trans R Soc Trop Med Hyg* **66**, 624-627
- Leak, S.G.A. & Rowlands, G.J. (1997).  
The dynamics of trypanosome infections in natural populations of tsetse (*Diptera: Glossinidae*) studies using wing-fray and ovarian ageing techniques.  
*Bull Ent R* **87**, 273-282
- Leak, S.G.A. (1998).  
*Tsetse biology and ecology: their role in the epidemiology and control of trypanosomosis*. Oxford and New York: CABI Publishing, **81**.

- 
- Lehane, M.J., Msangi, A.R., Whitaker, C.J., Lehane, S.M. (2000).  
Grouping of trypanosome species in mixed infections in *Glossina pallidipes*. *Parasitology* **120** (Pt 6), 583–592.
- Lindh J.M., Torr S.J., Vale G.A. and Lehane M.J. (2009).  
Improving the cost-effectiveness of artificial visual baits for controlling the tsetse fly *Glossina fuscipes fuscipes*.  
*PLoS Negl Trop Dis* **7**;3(7)
- Lloyd, L., Lester, H.M.O., Taylor, A.W. , & Thornehill A.S. (1933).  
Experiments in the control of tsetse fly. Part II.  
*Bull Ent R* **24**, 233-251
- Lucius, R., & Loos-Frank, B. (1997).  
Parasitologie.  
Grundlagen für Biologen, Mediziner und Veterinärmediziner, Spektrum Lehrbuch.  
Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin, 38-51
- Lumsden, W.H.R., Kimber, C.D., Evans, D.A., & Doig, S.J. (1979).  
*Trypanosoma brucei*: Miniature Anion Exchange Centrifugation Technique for detection of low parasitaemias: adaptation for field use.  
*Trans R Soc Trop Med Hyg* **73**, 312-317
- Mahama, C.I., Mohammed, H.A., Abavana, M., Sidibe, I., Kone A., & Geerts, S. (2003).  
Tsetse and trypanosomoses in Ghana in the twentieth century: a review.  
*Revue Élev Méd vét Pays trop* **56 (1-2)**, 27-32
- Maia, M. (2009).  
Impact of insecticide-treated nets protecting cattle in zero-grazing units on nuisance and biting insects in the forest region of Kumasi, Ghana.  
Dissertation, Journal Nr. 3298, Freie Universität Berlin
- Maia, M., Mehlitz, D., Clausen, P.H., Garms, R. & Bauer, B (2006).  
Protection of confined cattle against biting and nuisance flies (*Muscidae: Diptera*) with insecticide-treated nets in the Ghanaian forest zone at Kumasi.  
*Paras R* **106 (6)**, 1307-1313
- Maia, M., Kruppa, T., Garms, R., May, J., Mehlitz, D., Clausen, P.-H., Bauer, B., (2006).  
Insecticide-treated netting for the protection of cattle against biting and nuisance insects in Kumasi, Ghana.  
22. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Parasitologie e.V.  
Wien, 22.-25.02.2006, 76
- Majiwa, P.A., Maina, M., Waitumbi, J.N., Mihok, S., Zwegarth, E. (1993).  
*Trypanosoma (Nannomonas) congolense*: molecular characterization of a new genotype from Tsavo, Kenya.  
*Parasitology* **106** (Pt 2), 151–162.

- Maudlin, I., Holmes, P. H., & Miles, M. A. (2004).  
*The Trypanosomiasis*.  
C.U. Press. Cambridge, UK: International CABI Publishing.
- Mbenga, M. (1995).  
Address by the honourable Muse Mbenga, minister for agriculture and national resources of the Gambia, during the opening ceremony.  
Proc. 23th Meeting of the International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control, Banjul, Gambia, *OAU/STRC* **119**, 1-2
- McDermott, J. (2003).  
Field studies of drug-resistant cattle trypanosomes in Kenedougou Province, Burkina Faso.  
*Acta Trop*, **86(1)**, 93-103
- McNamara, J.; Dukes, P.; Snow, W.F.; Gibson, W.C.(1989).  
Use of DNA probes to identify *Trypanosoma congolense* and *T. simiae* in tsetse from The Gambia.  
*Acta Trop*. 46, 55–61
- Mehlhorn, H., & Piekarski, G. (1995).  
*Grundriss der Parasitenkunde*. 433  
Stuttgart: Gustav Fischer Verlag
- Mehlitz, D. (1978).  
Untersuchungen zur Empfänglichkeit von *Mastomys nataliensis* für *Trypanosoma (Trypanozoon) brucei gambiense*.  
*Trop Med Parasitol* **29**, 101-107
- Mehlitz, D. (1986).  
Le réservoir animal de la maladie du sommeil à *Trypanosoma brucei gambiense*.  
*Etudes et Synthèses de l'EMVT*, **18**, 156
- Mehlitz, D., Zillmann U., Scott, C.M., & Godfrey, D.G. (1982).  
Epidemiological studies on the animal reservoir of Gambiense sleeping sickness. Part III. Characterization of trypanozoon stocks by isoenzymes and sensitivity to human serum.  
*Trop Med Parasitol* **33(2)**, 113-118
- Mehlitz, D., Zillman, U., & Sachs, R. (1985).  
The domestic pigs as carriers of *Trypanosoma brucei gambiense*.  
West Africa.  
*Trop Med Parasitol* **36(3)**, 18
- Mols, A., & Lenaerts, A.T. (1950).  
*T. simiae* infection of pigs at Elizabethville, Belgian Congo.  
*Bull. agric. Congo belge* **41**, 427-436
- Molyneux, D.H., DeRaadt, P., & Seed, J.R. (1984).  
African human Trypanosomiasis.  
*Recent Adv Trop Med*, Gilles, E.M. (Ed) Churchill Livingstone, Edinburgh. 39-62

- 
- Morris, K.R.S.(1949).  
The use of traps against tsetse in west Afrika.  
*Bull Ent R* **39**, 13-21
- Morrison, W., Murray, M., & McIntyre, W.I.M. (1981).  
Bovine trypanosomiasis.  
In: M. Ristic, W.I.M. McIntyre (Eds.): *Diseases of cattle in the tropics*.  
Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, Boston, 469-498
- Murray, M., McIntyre, W.I.M., & Murray, P.K. (1977).  
An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis.  
*Trans R Soc Trop Med Hyg* **71**, 325-326
- Nash, T.A.M.(1940).  
The effect upon *Glossina* of changing the climate in the true habitat by partial clearing of vegetation  
*Bull Ent R* **31**, 69-84
- Nash, T.A.M. (1948).  
*Tsetse flies in British West Afrika: the Gold Coast*.  
London, UK, Her Majesty Stationary Office, 28-67
- Ochmann, R. (1905).  
Trypanosomiasis beim Schweine.  
*Berliner Tierärztl Wochenschrift*
- Offori E.D. (1964).  
Tsetse flies in Ghana.  
*Ghana Journal Sci* **4**, 1-8
- Okoth J.O.(1991).  
Description of a mono-screen trap for *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead in Uganda.  
*Ann Trop Med Parasitol* **85(3)**, 309-14
- Paris J., Murray, M., & Mc Odimba, F. (1982).  
A comparative evaluation of the parasitological techniques currently available for the diagnosis of African trypanosomiasis in cattle.  
*Acta Trop*, **39**, 307-316
- Peel, E. , & Chardome, M. (1954).  
Etudes expérimentale de souches de *Trypanosoma simiae* (Bruce, 1912), transmises par *G.brevipalpis* du Mosso (Urundi).  
*Annales de la Société Belge de Médecine Tropicale* **34**, 345
- Pellegrini, D., (1948).  
*Trypanosoma simiae* (Bruce, 1912), Infection of the camel.  
*East African agricultur journal*,**13**
- Peregrine, A.S. (1994).  
Chemotherapy and delivery systems: haemoparasites.  
*Vet Parasitol* **54**, 223-48.

- Peregrine, A.S., & Mamman, M. (1993).  
Pharmacology of diminazene: a review.  
*Acta Trop* **54**, 185-203
- Pinder, M. (1984).  
The appearance of isometamidium resistant *Trypanosoma congolense*  
in West Africa.  
*Acta Trop* **41**, 247-252
- Plonait, K., & Bickhardt, H. (1997)  
*Lehrbuch der Schweinekrankheiten*.  
Berlin: Parey Buchverlag. 2. Auflage, 148
- Plonait, K., & Bickhardt, H., überarbeitet durch Waldmann, Wendt (2004)  
*Lehrbuch der Schweinekrankheiten*.  
Berlin: Parey Buchverlag. 4. Auflage, 178-179
- Pollock, J.N. (1997).  
Training manual for tsetse control personnel. Vol I: Tsetse biology,  
systematics and distribution; techniques.  
Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), Rome.
- Rogers, D.J., & Randolph, S.E. (1985).  
Population ecology of tsetse.  
*Annual Rev Ent* **30** 197-216
- Rohrmann, K.M.A. (2010)  
Die Wirksamkeit Insektizid-behandelter Netze zum Schutz von Rindern  
vor Gnuzen und Lästlingsinsekten in Milchviehstallungen  
*Dissertation, Journal No. 3344, Freie Universität Berlin, Berlin*
- Sachs, R. (1984).  
The superiority of the miniature anion-exchange centrifugation technique  
for detecting low grade trypanosome parasitaemias.  
*Trans R Soc Trop Med Hyg* **78**, 694-969
- Saunders, D.S. (1962).  
Age determination for female tsetse flies and the age compositions of  
samples of *Glossina pallidipes* Aust., *G. palpalis fuscipes* Newst. & *G.*  
*brevipalpis* Newst.  
*Bull Ent R*, **53**, 579-595
- Schillinger, D. (1985).  
Ursachen von Therapieversagen bei der Behandlung der Naganaseuche  
des Rindes.  
*Tierärztl Umsch* **40**, 894-904
- Schmidt-Kallert, E. (1994).  
Ghana: Fakten—Zahlen—Übersichten  
Gotha: Perthes
- Schnieder, T. (2006), begründet von Boch, J., Supperer, R.  
Veterinärmedizinische Parasitologie. 6. Auflage, Stuttgart, 359

- 
- Seifert, H.S.H. (1992).  
*Tropentierhygiene*.  
Jena, Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Shaw, APM, Zessin, K-H, Muenstermann, S (1994).  
Modelling the economics of tsetse control using mono-pyramidal traps in  
Cote d'Ivoire.  
*The Kenya Veterinarian* **18(2)**, 244-246.
- Simpson, J.J. (1918).  
Bionomics of tsetse and other parasitological notes in the gold coast  
*Bull of Ent R*, **8**, 193-214
- Simpson, H.R. (1958).  
The effect of sterilised males on a natural tsetse fly population.  
*Biometrics* **14(2)**, 159-173
- SRID, Ministry of Food and Agriculture (2006).  
Countrystat@statsghana.gov.gh
- Spielberger, U. (1971).  
Lutte contre la trypanomiase animales au Niger.  
OAU/STRC 13th Meeting, Lagos, Nigeria. *OAU/STRC Publications* **105**,  
289-293
- Spielberger, U., Naisa, B.K., & Abdurrahim, U. (1977).  
Tsetse eradication by aerial (helicopter) spraying of persistent  
insecticides in Nigeria.  
*Bull Ent R* **67**, 589-598
- Statistisches Bundesamt Deutschland (2002).  
Weltbevölkerungsbericht
- Stephen, L.E. (1986).  
Pig Trypanosomiasis in Afrika,  
Review Series No. 8  
*Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Bucks, England*,  
65
- Steward, J.L. (1936).  
Porcine trypanosomiasis in the Gold Cost.  
*Trans R Soc Trop Med Hyg* **30**, 313
- Stewart, J.L. (1947).  
Porcine trypanosomiasis.  
*Veterinary Record*, **59**
- Swallow, B.M. (2000).  
Impacts of trypanosomiasis on African agriculture  
*PAAT Technical and Scientific Series 2*, FAO: Rome
- Tadesse, A., Tsegaye, B. (2010).  
Bovine trypanosomosis and its vectors in two districts of Bench Maji  
zone, South Western Ethiopia  
*Trop Anim Health Prod* **42** 1757–1762

- Takken, V., Oladunmade, M.A., Dengwat, L., Feldmann, H.U., Onah, J.A., Tenabe, S.O., & Hamanna, H.J. (1986).  
The eradication of *Glossina palpalis palpalis* (Rob-Desv) (Diptera: Glossinidae) using traps, insecticide-impregnated targets and the sterile insect technique in central Nigeria.  
*Bull Ent R* **76**, 275-286
- Torr, S.J.(1985).  
The susceptibility of *Glossina pallidipes* Austeni to insecticide deposits on targets.  
*Bull Ent R* **75**, 451-458
- Torr, S.J., Holloway, M.P.T., & Vale, G.A. (1992).  
Improved persistence of insecticides deposits on targets for controlling *Glossina pallidipes*.  
*Bull Ent R* **82**, 525-533
- Unsworth, K. (1952).  
The Ixodid parasites of cattle in Nigeria, with particular reference to the northern territories.  
*An of trop med and Parasitol* **46(4)**, 331–336
- UNFPA (2008).  
UNFPA Jahresbericht, New York
- Vale, G.A. (1983).  
The effects of odours, wind direction and wind speed on the distribution of *Glossina* (Diptera: Glossinidae) and other insects near stationary targets.  
*Bull Ent R* **73**, 53-64
- Van den Berghe, L., & Zaghi, A.J. (1963).  
Wild pigs as hosts of *Glossina vanhoofi* (Hanrard) and *Trypanosoma suis* (Ochmann) in the Central African forest.  
*Nature* **197**, 1126-1127
- Van der Vloedt, A.V.M., Baldry, D.A:T. Politzar, H., Kulzer, H. & Cuisance, D. (1980).  
Experimental helicopter applications of deltamethrin followed by release of sterile males for the control of riverine vectors of trypanosomiasis in Upper Volta.  
*Ins science n app*, **1**, 105-112
- Vickermann, K. (1985).  
Developmental cycles and biology of pathogenic trypanosomes:  
*Br Med Bull*, **41** (2): 105-114.
- Vickermann, K., & Luckins, A.G. (1969).  
Localization of variable antigens on the surface coat of *Trypanosoma brucei* using ferritin conjugates antibodies.  
*Nature* **224**, 1125-27

- 
- Waiswa, C., Mehlitz, D., Patzelt, R., & Katunguka, E. (1996).  
Clinical presentation, diagnosis and treatment of *Trypanosoma brucei*  
*brucei* infected Ankole Longhorn breed of cattle.  
In: K.H. Zessin (Ed.): *Livestock production and diseases in the tropics: Livestock production and human welfare*. Proceedings of the VIII International Conference of Institutions of Tropical Veterinary Medicine held from 25 to 29 September 1995 in Berlin. Deutsche Stiftung für internationale Entwicklung (DSE), Feldafing, Germany, 722
- Walker, P.J. (1972).  
Capillary concentration technique applicable to infections of *T. congolense* in cattle.  
*Trans R Soc Trop Med Hyg* **66**, 348
- Watson, H. J. C., und Williamson, J. (1958).  
Suramin complexes. III. Preliminary experiments on *Trypanosoma simiae* infections in pigs  
*Ann Trop Med* **52**, 72-81
- Weidhaas, D.E., & Haile, D.G. (1978).  
A theoretical model to determine the degree of trapping required for insect population.  
*Control Bulletin of the ESA* **24(1)**, 18-20
- WHO (1986).  
Epidemiology and control of African trypanosomiasis  
*Tech Rep Ser* **739**, WHO, Rome
- WHO (1998).  
Control and surveillance of African trypanosomiasis, Report of a WHO Expert Committee  
*Tech Rep Ser* **881**, WHO, Rome
- Williamson, D.L.; Baumgartner, H.H.; Mtuya, A.G.; Warner, P.V. Tarimo, S.A. & Cobb, P.E. (1983).  
Integration of insect sterility and insecticides for control of *Glossina morsitans morsitans* Westwood in Tanzania  
*Bull of Ent R*, **73**, 259-265
- Wilson, S.M. (1991).  
Nucleic Acid Techniques and the Detection of Parasitic Diseases.  
*Parasitology Today* **7**, 255-259
- Woitag, T. (1999).  
Incidence, associated factors and impact of drug resistance in Kéné Dougou province, Burkina Faso.  
In: Special Project (BMZ), PN 97.7860.6-001.00, *Annual Report 1999 and Final Report 1998-1999. Field studies on the development and impact of drug resistance of animal trypanosomes in market-oriented production systems in the southern guinean zone of West Africa*, 24-31
- Woitag, T. (2003).  
Untersuchungen zum Vorkommen und zur Verbreitung von medikamentenresistenten Trypanosomenpopulationen in Rinderherden der Provinz Kéné Dougou im Südwesten von Burkina Faso, Westafrika.  
Dissertation, Journal No. 2718, Freie Universität Berlin

Woo, P.T.K. (1969).

The haematocrit centrifuge technique for the detection of trypanosomes in blood.

*Can J Zool* **47**, 921-923

Woo, P.T.K. (1971).

Evaluation of the haematocrit centrifuge and other techniques for the field diagnosis of human trypanosomiasis and filariasis.

*Acta Trop* **28**, 298-303.

Zaspel, D. (2007).

Strategischer Einsatz insektizidhaltiger Netze zum Schutz von Pferden gegen Bremsen und andere Lästlingsinsekten auf Weiden.

*Dissertation, Journal No. 3239, Freie Universität Berlin, Berlin*

Zweygarth, E., & Röttcher, D. (1987).

The occurrence of *Trypanosoma (Nannomonas) simiae* in the cerebrospinal fluid of domestic pigs.

*Parasit R* **73**, 479-480

---

## Anhang

Anhang 1: Fragenbogen

### Questionnaire for interviewing individual farmers

Date..... With/without protection.....Yes/No Interviewer.....

**1. Farmers identity and location**

Farm/PenID:

Name.....

Age.....

Sex.....

District.....

Location.....

Village.....

**2. Herd structure and management**

**2.1. How many pigs belong to your herd? .....**

**2.2. What other different livestock are kept? Number of livestock?**

goat.... sheep.... poultry.... dogs..... cats..... others....

**2.3. Who owns livestock with regards to gender (male or female)?**

**How long do you farm in general?**

**2.4. Animals brought in over the last 2 month**

<b>category</b>	<b>Pigs</b>	<b>Dogs</b>	<b>goat</b>	<b>sheep</b>	<b>poultry</b>	<b>Cats</b>	<b>others</b>
<b>Growers</b>							
<b>Adults</b>							
<b>Old</b>							
<b>Sick</b>							
<b>Gifts</b>							
<b>Dowry</b>							
<b>trade</b>							

**2.5. Animals lost in over the last 2 month**

<b>Category</b>	<b>pigs</b>	<b>Dogs</b>	<b>goat</b>	<b>sheep</b>	<b>poultry</b>	<b>Cats</b>	<b>others</b>
<b>growers/piglets</b>							
<b>Adults</b>							
<b>Old</b>							
<b>Sick</b>							
<b>Gifts</b>							
<b>Sold</b>							
<b>Death</b>							

**2.6. If you have, how many of your sows have given birth within the last six month?**

**2.7 How many got pregnant in the last six month?**

**2.8. If you can remember, how many got pregnant in the previous six month before the trial started?**

**2.9. Mode of animal husbandary**

indoors....          open pen....          running free....

**3. Major health problems**

**3.1. What are the most common diseases affecting your livestock?**

.....

**3.2. What are the most common diseases affecting your herd of pigs?**

.....

**4. Personal Questions**

**4.1. Do you think you can certainly tell a Tsetse fly apart?    yes    no**

**4.2. How often do you get bitten by a Tsetse Fly?**

Never            once            occasionally            on regular bases            every day

**4.3. Do you know or have you ever known anyone suffering from sleeping sickness?**

**4.4. Do you think Tsetse and other flies are bothering your pigs a lot, so it keeps them from growing and gaining weight?    Yes...            No...**

---

**After trial:**

**4.4.1. Do you think that the amount of flies has changed over the last six month?**

..in your environment?    more... less... same...

..on your pigs?            more... less... same...

**4.5. What do you think about the net?**

**Anything you would like to mention according to the trial?**

**Thank you very much for your help and cooperation!**

**Publikationsverzeichnis**

- Bauer, B., Maia, M., Holzgreffe, B. , Mehlitz, D. , Abonuusum, A. , Osei, S., Kruppa, T., May, J., Garms, R. , Abavana, M., Djagmah, B., Dotcher, E., Mahama, C. and Clausen, P.-H. (2009):  
Protection of livestock with insecticide-treated mosquito fences against insects of veterinary and medical relevance.  
Proceedings of the 29th Meeting of the International Council for Trypanosomosis Research and Control (ISCTRC) in Luanda, Angola, 2007. AU/ISCTRC, Publication No. **124**, 190-200.
- Bauer, B., Holzgreffe, B., Mahama, C., Baumann, M.P.O., Mehlitz, D., Clausen, P.-H.(2011):  
Managing tsetse transmitted trypanosomosis by insecticide treated nets - an affordable and sustainable method for resource poor pig farmers in Ghana  
*PLoS Negl Trop Dis*, **5**(10), 1343
- Holzgreffe, B., Mahama, C., Dotcher, E., Mehlitz, D., Clausen, P.H., Bauer, B. (2008)  
Insecticide-treated mosquito fences protect pigs against tsetse-transmitted trypanosomes in the Suhum district, Ghana, West Africa23.  
Deutsche Gesellschaft für Parasitologie, Tagung 2008, Poster 38

## **Danksagung**

Mein herzlicher Dank gilt Herrn Professor Dr. P.-H. Clausen für die Überlassung des Themas und die jederzeit freundlich gewährte Hilfe, Unterstützung und Geduld während der Erstellung dieser Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. B. Bauer und Herrn Prof. Dr. D. Mehlitz für die fachliche Betreuung, ihr Verständnis, die Fürsorge und Beratung bezüglich der Versuchsvorbereitung, Versuchsbegleitung sowie der Nachbereitung.

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

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

Mein besonderer Dank gilt der Firma Vestergaard Frandsen Disease Control Textiles für die finanzielle Unterstützung der vorliegenden Studie.

Für die engagierte Hilfe bei der Durchführung der Versuche danke ich den Mitarbeitern der ghanaischen Veterinary Service/PAATEC, insbesondere Dres. E. Dotcher, B. Djagma und Charles Mahama, sowie den Mitarbeitern des Veterinary Service im Distrikt Suhum/Krabo/Coaltar.

Für die unkomplizierte und schnelle Hilfe im Bereich der statistischen Auswertung danke ich Herrn Dr. M.P.O. Baumann, International Animal Health, FU Berlin, sowie dem Institut für Biometrie und Informationsverarbeitung der FU Berlin.

Ganz besonders danke ich Grit Möller, Sandra Kühnel, sowie Gabi und Uwe Kleinemann-Rehmann für ihre Unterstützung für das Gelingen dieser Arbeit.

Mein liebevoller Dank gilt Ronny Schneider, der mir Halt gegeben und einen großen Teil der Arbeit mit getragen hat.

Besonderer Dank auch meiner Familie für die immerwährende Unterstützung vor und während der Dissertationsarbeit. Insbesondere meine Schwester Jule möchte ich erwähnen, die geduldig alle Abschnitte Korrektur gelesen hat.

**Selbstständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Leipzig, 21.12.2012

Bettina Holzgrefe