

**Zeitschrift:** Acta Tropica  
**Herausgeber:** Schweizerisches Tropeninstitut (Basel)  
**Band:** 9 (1952)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Untersuchungen über Bau und Funktion der Stigmen bei verschiedenen Glossina-Arten und bei Stomoxys calcitrans  
**Autor:** Geigy, R. / Huber, M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-310404>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 24.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Untersuchungen über Bau und Funktion der Stigmen bei verschiedenen Glossina-Arten und bei *Stomoxys calcitrans*\*

Von R. GEIGY und M. HUBER.

(Eingegangen am 1. August 1952.)

Für die nachfolgenden Untersuchungen stand uns Glossinen-Material zur Verfügung, das auf verschiedenen Afrikareisen sowie in eigenen Laboratoriumszuchten gesammelt, zum Teil auch lebend eingebracht werden konnte. Es handelt sich um die Arten *Glossina swynnertoni* und *G. morsitans*, somit um Bewohner der Trokensavanne bzw. des bewaldeten Graslandes, sowie um *G. palpalis* und *brevipalpis* aus Galerienwäldern und um die Urwaldform *G. fusca*. Es schien interessant, zu untersuchen, ob bei diesen Fliegenarten, die, wie viele Insekten, ihren Wasserhaushalt über das Tracheensystem regeln, Größe und Ausbildung der Stigmen sowie deren Funktion je nach dem bevorzugten Biotop irgendwelche Unterschiede erkennen lassen. So könnte man vermuten, daß die xerophilen Arten im Gegensatz zu den hygrophilen durch kleinere Stigmen und andersartige Verschlußapparaturen gegen Austrocknung geschützt sind. Es wurde deshalb bei allen fünf Arten sowie vergleichsweise bei *Stomoxys calcitrans* der Bau aller Stigmen untersucht und bei den Glossinen die mittlere Länge und Breite der Stigmenöffnungen bestimmt. Sodann wurde bei lebenden Glossinen und *Stomoxys* die Abhängigkeit des Stigmenöffnens und der Atembewegungen vom Feuchtigkeitsgehalt der Atemluft experimentell untersucht. Die erhaltenen morphologischen und physiologischen Ergebnisse wurden alsdann in Beziehung gebracht zu gewissen Freiland-Beobachtungen, die anlässlich einer Studienreise des ersten Autors in Tanganyika im Jahre 1949 und an der Elfenbeinküste im Jahre 1952 angestellt werden konnten.

## A. Morphologie der Stigmen.

Alle verwendeten Tsetse-Fliegen und *Stomoxys* waren lebend-frisch in 85% Alkohol fixiert worden. Zum Studium des Stigmenbaues wurden außer der direkten Beobachtung mikroskopische

---

\* Herrn Prof. Dr. Walter Frei, Direktor des veterinär-pathologischen Instituts Zürich, zum 70. Geburtstag gewidmet.

Präparate verwendet, wofür die Objekte durch die Alkoholreihe und Kreosot in Kanadabalsam übergeführt worden waren. Die Messungen wurden an Stigmenöffnungen durchgeführt, die in Faure'scher Lösung aufgehellt worden waren. Über die Lage der thorakalen und abdominalen Stigmen bei den Glossinen gibt die Skizze Abb. 1 Auskunft, bei *Stomoxys* sind die Verhältnisse weitgehend ähnlich.

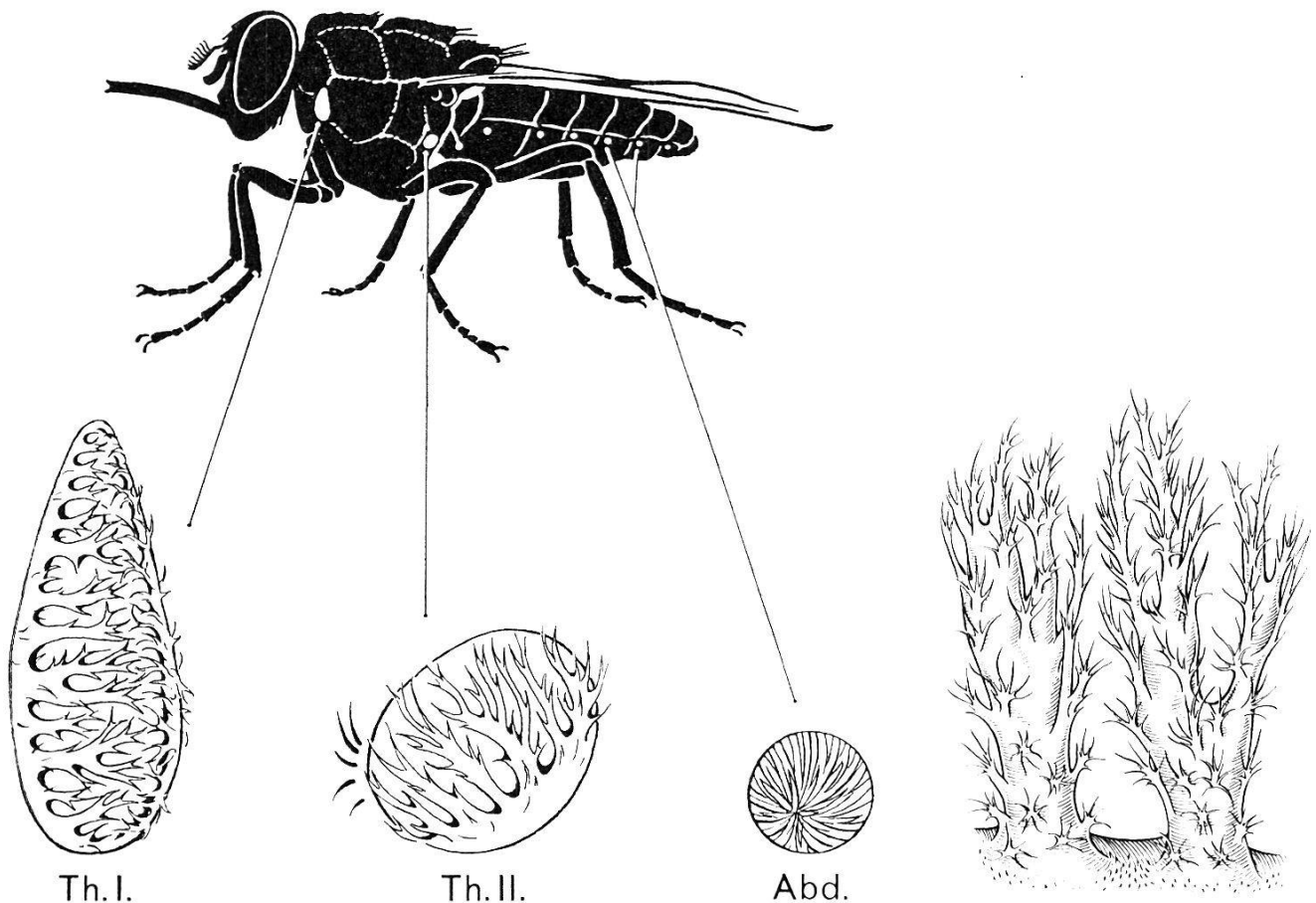
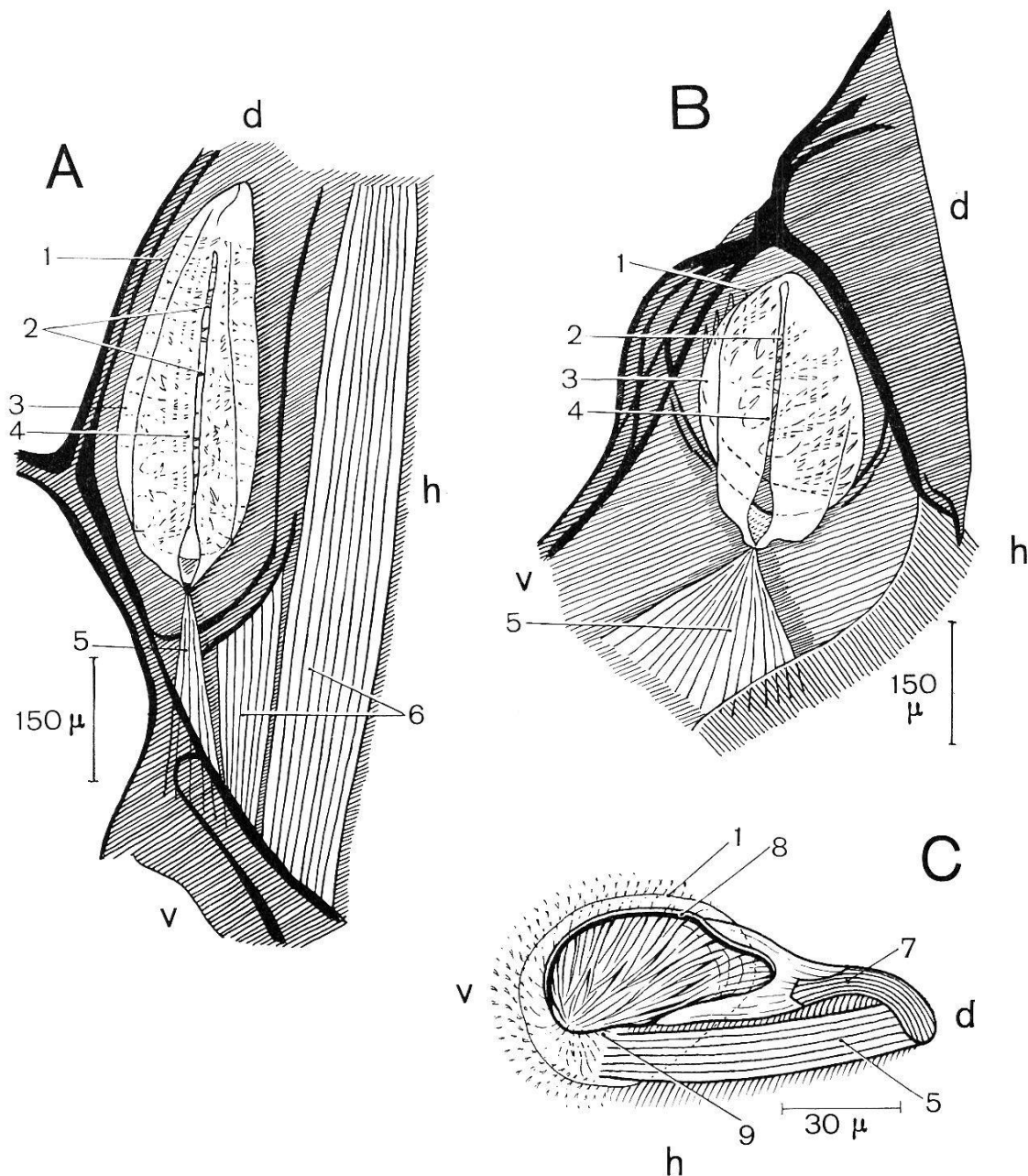


Abb. 1. Lage und vergrößerte Außenansicht der Thorakal- und Abdominalstigmen einer Glossine.

Abb. 2. Reusenhaare des Th I einer Glossine.

### 1. Bau der Stigmen.

Da sich für alle vier *Glossina*-Arten die gleiche Bauart und für *Stomoxys* nur geringe Abweichungen ergaben, kann die Beschreibung gemeinsam erfolgen; die Abbildungen auf den Tafeln I—V geben die für jede Art geltenden Verhältnisse wieder und zeigen die weitgehende Übereinstimmung im Bau sämtlicher Stigmen. Von einer Darstellung der Stigmen von *G. fusca* konnte Abstand genommen werden, da diese, abgesehen von einem minimalen Größenunterschied, mit denjenigen von *G. brevipalpis* identisch sind.

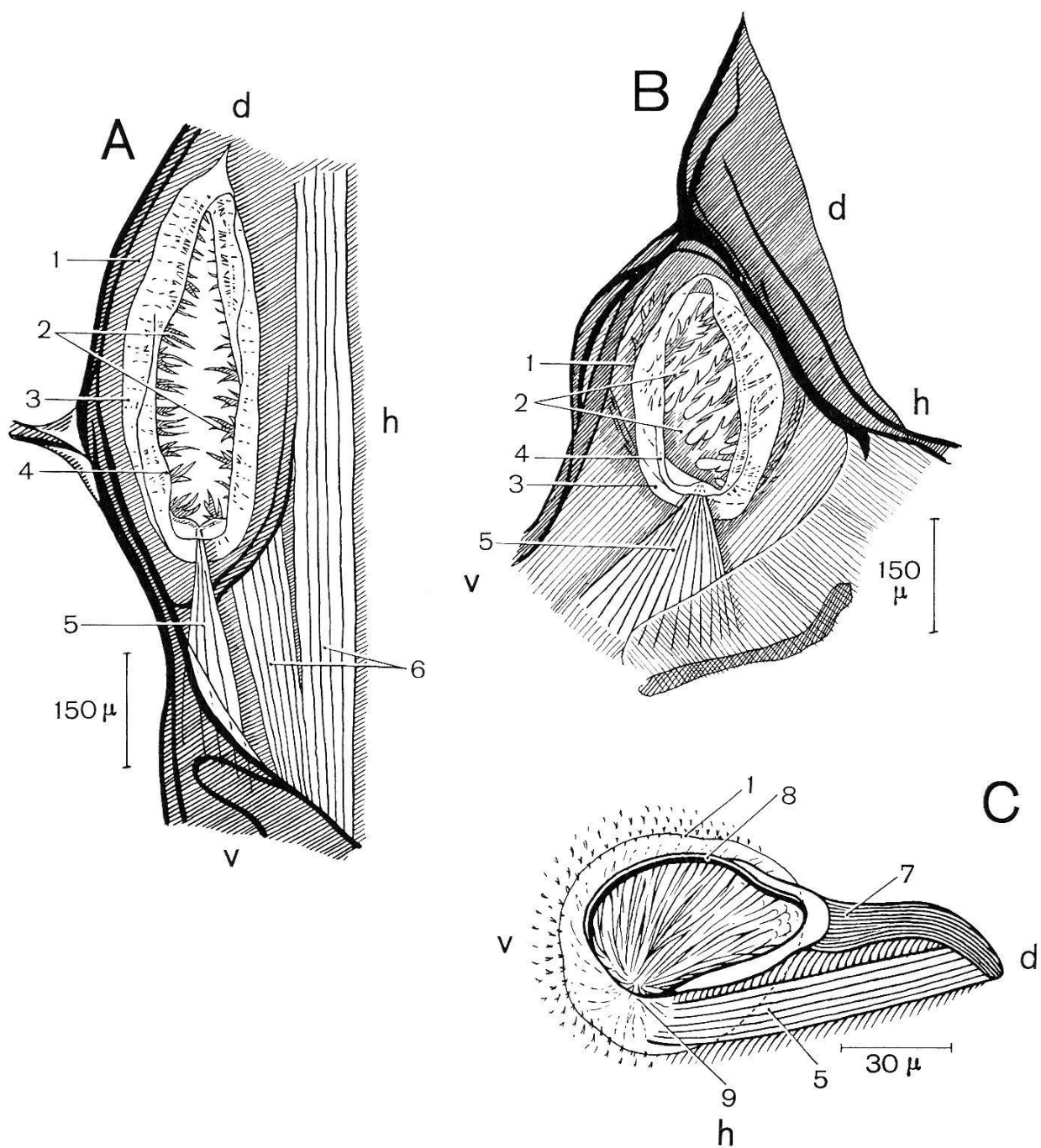


Tafel I — *Glossina swynnertoni*.

A = Th I geschlossen    B = Th II geschlossen    C = Abd offen  
 h = hinten    v = ventral    d = dorsal

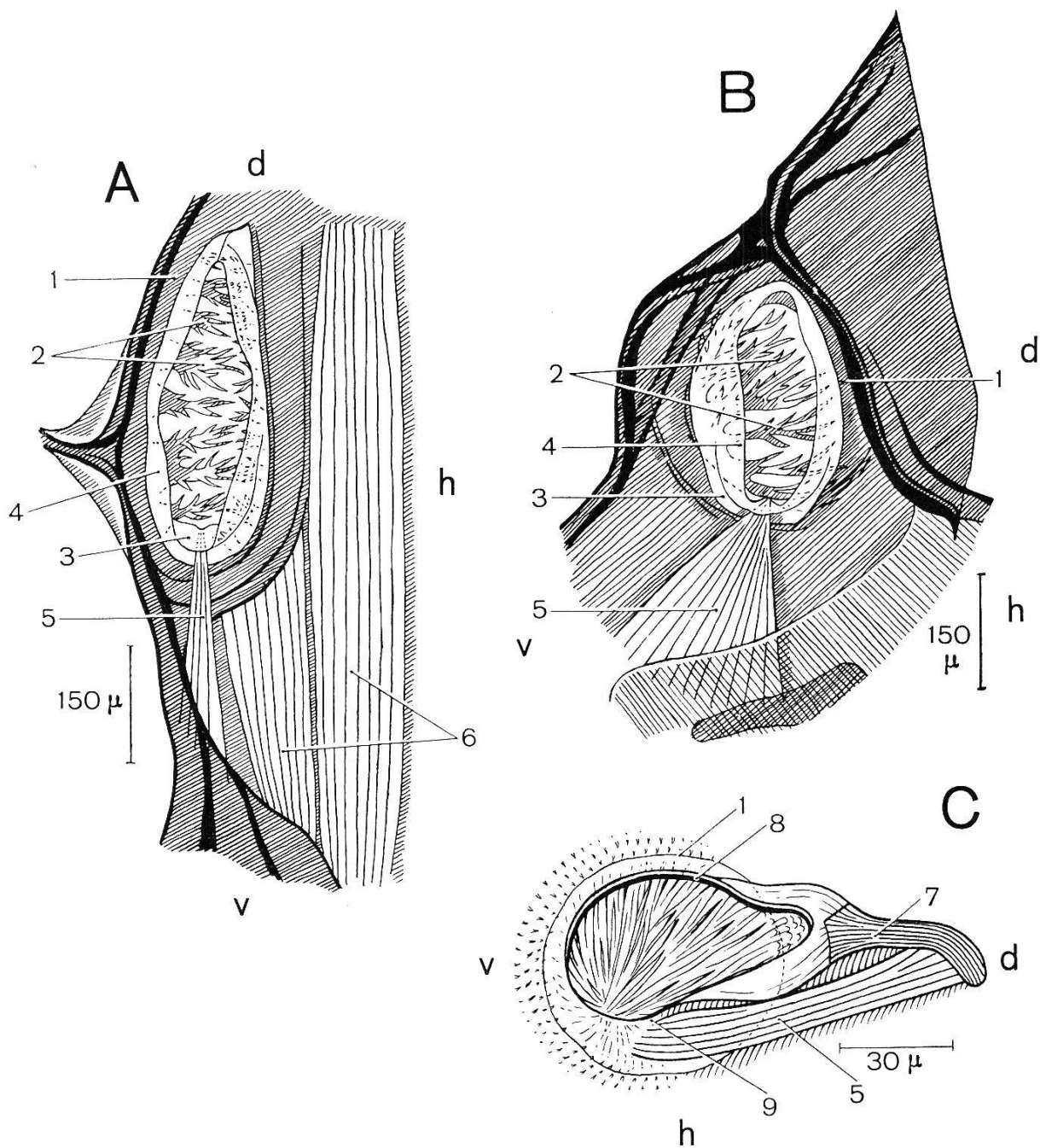
- |  |                              |
|--|------------------------------|
| 1 = äußerer Chitinring                             | 5 = Schließmuskel            |
| 2 = Reuse  | 6 = Teile der Beinmuskulatur |
| 3 = Atriumwand                                     | 7 = Hebel                    |
| 4 = Fortsetzung des Atriums<br>in die Tracheenwand | 8 = Bügel                    |
|  | 9 = Band                     |



Tafel II — *G. morsitans*.

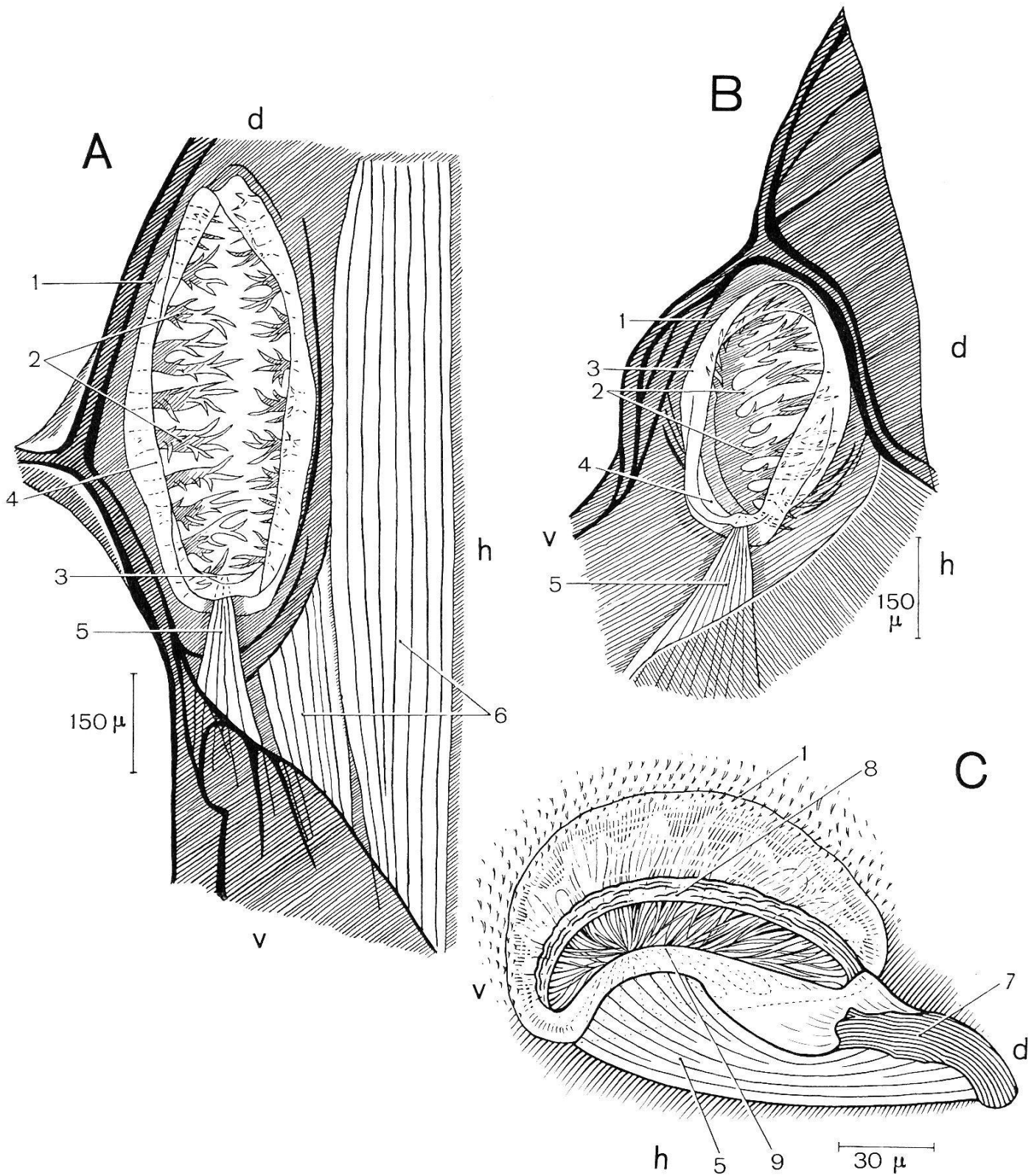
A = Th I offen      B = Th II offen      C = Abd offen

(Bedeutung der Buchstaben und Ziffern siehe Tafel I).

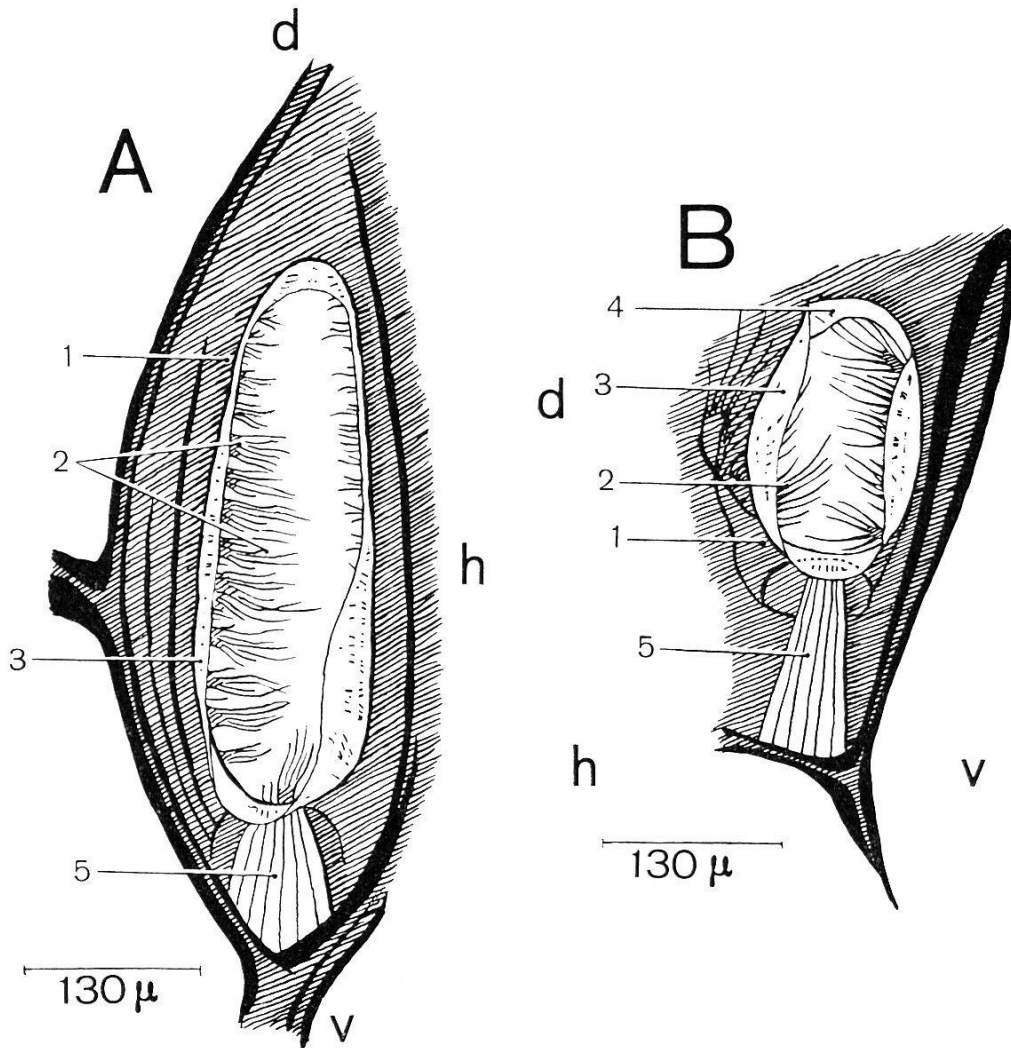


Tafel III — *G. palpalis*.

A = Th I offen      B = Th II offen      C = Abd offen  
(Bedeutung der Buchstaben und Ziffern siehe Tafel I).

Tafel IV — *G. brevipalpis*.

A = Th I offen    B = Th II offen    C = Abd geschlossen  
 (Bedeutung der Buchstaben und Ziffern siehe Tafel I).



Tafel V. *Stomoxys calcitrans*.

A = Th I offen      B = Th II offen

(Bedeutung der Buchstaben und Ziffern siehe Tafel I).

### Thorakalstigma I (Th I).

Das auf der Grenze zwischen Pro- und Mesothorax gelegene Stigma I stellt sich von außen gesehen als senkrecht stehende längliche Öffnung dar (Abb. 1), die ventral abgerundet ist, oben spitz zuläuft und von beiden Längsseiten her von je einer Reihe bäumchenartiger Chitinbildungen, der sog. Reuse, überdeckt wird. In Abb. 2 sind zwei dieser Reusenhaare von *Glossina* dargestellt. Die am Vorderrand gelegenen sind besonders bei der Tsetse immer länger als diejenigen des Hinterrandes. Die Reuse schützt das Tracheensystem gegen das Eindringen von Fremdkörpern, hat aber mit dem innen gelegenen Verschlußapparat nichts zu tun. Zwischen diesem und der Reuse liegt das hier sehr schwach entwickelte Atrium, das sich nach innen in der Trachea fortsetzt.

Auf der Innenansicht (A auf den Tafeln I—V) erkennt man den Verschlußapparat: Auf den Chitinring, der die Reusenhaare trägt, folgt die membranöse Atriumwand, an der ventral der Schließmuskel ansetzt; dieser inseriert andererseits an einer dorso-ventral verlaufenden Chitinleiste der Thoraxwand. Bei Kontraktionen des Schließmuskels wird die Atriumwand nach unten gezogen, wobei sich zwei Längsfalten bilden, die sich lippenartig zu einem engen Schlitz schließen (Tafel I A). Beim Erschlaffen des Schließmuskels kehrt die elastische Atriumwand automatisch wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück, d. h. bei Totalerschaffung in den maximalen Öffnungszustand. Für die eindringende Atemluft steht dann die durch den äußern Chitinring gegebene Oeffnung voll zur Verfügung, bei intermediären Kontraktionszuständen des Muskels dagegen nur ein Teil derselben. Die Reuse nimmt an diesen Bewegungen keinen Anteil, sondern überdeckt dauernd die Stigmenöffnung. Die bei *Glossina* dem hintern Rand dieses Stigmas entlang laufenden Muskeln führen in die Coxa des ersten Beinpaares und haben mit der Verschlußapparat nichts zu tun.

#### *Thorakalstigma II* (Th II).

Auf der Grenze zwischen Meso- und Metathorax, etwas ventral der Haltere, liegt das kleinere Stigma II. Seine Öffnung ist ellip-tisch und deren Längsachse schräg orientiert (Abb. 1). Die Reusenhaare sind bei den Glossinen an der Basis eng miteinander verbunden und nur am ventralen Rande ausgebildet. Bei *Stomoxys* dagegen stehen die einzelnen Haarbüschel frei und besetzen sowohl den dorsalen als den ventralen Rand (Tafel V B).

Die Innenansicht (B auf den Tafeln I—V) zeigt, daß die Verschlußapparat und deren Funktion (Tafel I B) derjenigen von Th I weitgehend entspricht, nur daß hier der Schließmuskel breiter zur hintern Ansatzstelle ausfasert. Bei *Stomoxys* (B auf Tafel V) umfaßt der membranöse Teil das Atrium nicht allseitig wie eine Manschette, sondern geht gegen vorne zu in die durchsichtige Tracheenwand über. Die Ansätze des Schließmuskels und dessen Wirkung stimmen jedoch mit den bei den Glossinen beschriebenen Verhältnissen überein.

#### *Abdominalstigmen* (Abd).

Die bedeutend kleineren Abdominalstigmen sind unter sich alle gleich, besitzen nahezu kreisrunde bis ovale Öffnungen und liegen bei *Glossina* beidseitig am obern Sternitenrand der Segmente 2—7 (Abb. 1), bei *Stomoxys* liegen sie bereits im Tergiten. Beim Männchen von *Glossina* flankiert das sechste Stigma die Basis des Hypopygiums. Äußerlich werden die Abd durch ringsherum angeord-



nete, meist unverzweigte Reusenhaare überdeckt. Diese berühren sich nahezu mit der Spitze, lassen aber stets eine exzentrisch gelegene, kleine Öffnung frei.

Die Innenansicht (C auf den Tafeln I—IV) läßt erkennen, daß auf den äußeren Stigmenrand ein kurzes Atrium folgt, welches nach innen und vorne zu von einem Chitinbügel halbkreisförmig umfaßt wird. Über den hinteren Atriumraum, zwischen den offenen Enden des Bügels, spannt sich das sog. Band aus. Dorsalwärts läuft der Bügel in einen verstärkten Hebel aus, der frei in das Körperinnere hineinragt. An der äußeren Spitze dieses Hebels setzt ein Muskelbündel an, welches andererseits auf dem genannten Band inseriert. Der Schließmechanismus der Abd ist schwieriger zu verstehen als derjenige der Th. Wir geben hier die für uns wahrscheinlichste Interpretation und erläutern sie an Hand der Tafeln III C und IV C. Bei Kontraktion des Muskels leistet der starre Teil dieses Systems, d. h. Hebel und Bügel, einen mehr oder weniger elastischen Widerstand. Infolgedessen wird das weiche Band nachgeben müssen und als Verschluß über die Öffnung hingezogen werden. Bei maximaler Erschlaffung würde das elastische Verschlußband in den Zustand minimaler Dehnung zurückkehren und damit der Atemluft die durch den äußeren Chitinring gegebene volle Öffnung freigeben.

Die Schilderung des Stigmenbaues hat gezeigt, daß die Menge der in das Tracheensystem eindringenden Atemluft und damit auch die Intensität des Wasserverlustes durch die Stigmen abhängt von der Weite des starren äußeren Chitinrings einerseits und von der Funktion des inneren Schließmechanismus andererseits. Um nun zu untersuchen, ob Glossinenarten trockener Biotope durch engere Stigmenöffnungen oder auch durch einen anders funktionierenden Verschlußmechanismus gegen Austrocknung geschützt sind, haben wir einerseits Messungen der durch den äußeren Chitinring bestimmten Öffnungen vorgenommen, über die sub 2 berichtet werden soll, sowie einige atemphysiologische Beobachtungen betreffend die Verschlußmechanismen (Kapitel B 1 und 2) angestellt.

## 2. Stigmenmessungen.

Bei den fünf Arten sind untersucht worden:

- a) Die Totallänge des Fliegenkörpers vom vorderen Kopfrand bis zur Abdomenspitze.
- b) Bei allen Stigmen der linken und rechten Körperhälfte der größte Längen- und Breitendurchmesser des äußeren Chitinrings.

Die Messungen stützen sich auf folgende Individuenzahlen:

|                       | ♂  | ♀  |
|-----------------------|----|----|
| <i>G. swynnertoni</i> | 11 | 10 |
| <i>G. morsitans</i>   | 10 | 10 |
| <i>G. palpalis</i>    | 35 | 35 |
| <i>G. brevipalpis</i> | 10 | —  |
| <i>G. fusca</i>       | 10 | 10 |

Wir begnügen uns, im Folgenden die Durchschnittswerte der Stigmen in Mikrometereinheiten aufzuführen; diejenigen der Körperlänge sind in mm angegeben:

TABELLE I.  
*Glossina swynnertoni*.

|             | Mittelwerte von |        |       |        |
|-------------|-----------------|--------|-------|--------|
|             | 10 ♀            |        | 11 ♂  |        |
| Körperlänge | 8,9             |        | 8,15  |        |
| Stigmenmaße | Länge           | Breite | Länge | Breite |
| Th I        | 24,8            | 9,3    | 23,6  | 8,1    |
| Th II       | 12,8            | 9,4    | 12,0  | 8,6    |
| Abd 1       | 3,5             | 2,9    | 3,4   | 2,6    |
| Abd 2       | 4,1             | 2,9    | 3,2   | 2,9    |
| Abd 3       | 4,6             | 3,5    | 3,8   | 3,0    |
| Abd 4       | 4,8             | 3,5    | 3,8   | 3,0    |
| Abd 5       | 4,6             | 3,3    | 3,7   | 2,9    |
| Abd 6       | 4,5             | 3,3    | 4,2   | 3,0    |

TABELLE II.  
*Glossina morsitans*.

|             | Mittelwerte von |        |       |        |
|-------------|-----------------|--------|-------|--------|
|             | 10 ♀            |        | 10 ♂  |        |
| Körperlänge | 8,95            |        | 8,0   |        |
| Stigmenmaße | Länge           | Breite | Länge | Breite |
| Th I        | 24,0            | 8,7    | 23,6  | 7,9    |
| Th II       | 11,6            | 8,7    | 11,5  | 8,3    |
| Abd 1       | 3,9             | 3,1    | 3,3   | 2,7    |
| Abd 2       | 4,6             | 3,3    | 3,7   | 3,1    |
| Abd 3       | 5,2             | 3,8    | 4,7   | 3,5    |
| Abd 4       | 5,3             | 3,9    | 4,3   | 3,3    |
| Abd 5       | 5,2             | 3,8    | 4,5   | 3,2    |
| Abd 6       | 5,2             | 3,7    | 4,8   | 3,6    |

TABELLE III.  
*Glossina palpalis*.

|             | Mittelwerte von |        |       |        |
|-------------|-----------------|--------|-------|--------|
|             | 10 ♀            |        | 10 ♂  |        |
| Körperlänge | 9,0             |        | 8,7   |        |
| Stigmenmaße | Länge           | Breite | Länge | Breite |
| Th I        | 23,3            | 8,7    | 21,9  | 8,0    |
| Th II       | 13,7            | 9,8    | 12,2  | 8,7    |
| Abd 1       | 3,9             | 3,4    | 3,3   | 3,0    |
| Abd 2       | 4,5             | 3,6    | 3,7   | 3,2    |
| Abd 3       | 5,6             | 4,5    | 4,9   | 3,8    |
| Abd 4       | 6,2             | 4,9    | 5,5   | 4,3    |
| Abd 5       | 6,2             | 5,0    | 5,7   | 4,1    |
| Abd 6       | 5,8             | 4,7    | 5,3   | 4,3    |

TABELLE IV.  
*Glossina brevipalpis*.

|             | Mittelwerte von |        |
|-------------|-----------------|--------|
|             | 10 ♂            |        |
| Körperlänge | 11,6            |        |
| Stigmenmaße | Länge           | Breite |
| Th I        | 36,1            | 16,4   |
| Th II       | 16,9            | 12,0   |
| Abd 1       | 6,2             | 4,9    |
| Abd 2       | 7,9             | 6,2    |
| Abd 3       | 8,2             | 6,8    |
| Abd 4       | 8,1             | 6,7    |
| Abd 5       | 8,5             | 6,1    |
| Abd 6       | 7,3             | 5,3    |



TABELLE V.  
*Glossina fusca*.

|             | Mittelwerte von |        |       |        |
|-------------|-----------------|--------|-------|--------|
|             | 10 ♀            |        | 10 ♂  |        |
| Körperlänge | 12,6            |        | 11,6  |        |
| Stigmenmaße | Länge           | Breite | Länge | Breite |
| Th I        | 35,4            | 13,5   | 33,5  | 13,5   |
| Th II       | 15,2            | 11,2   | 14,5  | 10,4   |
| Abd 1       | 6,0             | 5,0    | 5,8   | 4,3    |
| Abd 2       | 6,7             | 5,5    | 6,5   | 5,9    |
| Abd 3       | 7,3             | 6,2    | 7,0   | 5,8    |
| Abd 4       | 7,3             | 6,2    | 7,1   | 6,0    |
| Abd 5       | 7,0             | 5,9    | 6,9   | 5,4    |
| Abd 6       | 6,9             | 5,5    | 6,2   | 5,5    |

Die Tabellen lassen sich folgendermaßen kommentieren, bzw. auswerten:

a) Die *Körperlänge* kann individuell um etwa 1 mm variieren je nach dem Ernährungszustand der Fliegen, nach dem Trächtigkeitsgrad der Weibchen usw., obschon bei der Auslese auf eine gewisse Gleichmäßigkeit geachtet wurde. Versuche, das Körpervolumen zu bestimmen, boten große technische Schwierigkeiten und führten zu noch viel ungewisseren Resultaten, so daß das Körperlängenmaß immer noch die besten Vergleichsmöglichkeiten ergab. Vergleicht man die Arten untereinander, so zeigt sich die bekannte Tatsache, daß *G. brevipalpis* und *fusca* die weitaus größten Formen sind. Ihnen folgt in größerem Abstand *G. palpalis*, währenddem *G. swynnertoni* und *G. morsitans* wieder etwas kleiner, unter sich aber praktisch gleich groß sind. Deutlich ist auch ein Größenunterschied der Geschlechter zu erkennen, indem nämlich die Weibchen die Männchen um  $\frac{1}{2}$  bis 1 mm an Länge übertreffen.

b) Zu den *Stigmen* ist zu bemerken, daß die individuellen Schwankungen im selben Geschlecht innerhalb einer Art, sowie zwischen links und rechts, äußerst gering sind und im allgemeinen 0,5 Mikrometereinheiten nicht überschreiten. Das Th I ist überall größer als das Th II. Die Abd sind ihrerseits bedeutend kleiner als Th II und nehmen außerdem von vorne nach hinten an Größe zu.

c) Beim Vergleich *Stigmen/Körper-Größe* fällt zunächst auf, daß die Stigmen den erwähnten Größenunterschied zwischen den Geschlechtern mitmachen, indem alle Stigmen der Weibchen größer sind als diejenigen der Männchen. Es gibt also einen für jedes Geschlecht typischen Stigmen-Mittelwert, welcher ziemlich fest ist; er kann auch durch individuelle Größenschwankungen innerhalb des Geschlechtes kaum beeinflußt werden.

d) *Statistische Auswertung*<sup>1</sup>. Für die Beziehung Stigmengrößen/Körperlänge wurde bei den Männchen jeder Art ein Mittelwert errechnet. Damit ausgeführte t-Teste ergaben, daß sich die Männchen aller 5 Arten in irgendeinem Maß wohl voneinander unterscheiden lassen (am wenigsten ausgesprochen *G. morsitans* von *G. palpalis*). Will man aber eine Reihenfolge in bezug auf die Stigmengrößen aufstellen, so kommt man zu keinem eindeutigen Resultat, weil sich die verschiedenen Stigmen gegenteilig verhalten können. Z. B. ist das Th I von *G. morsitans* im Verhältnis kleiner als dasjenige von *G. fusca*, das Th II dagegen bei *G. morsitans* größer als bei *G. fusca*, und das Abd 3 bei beiden Arten annähernd gleich groß.

Für das hier erörterte Problem sind nun aber die Einzelwerte der Stigmen relativ belanglos, dagegen interessiert der für jede Art charakteristische Gesamtwert aller Stigmenöffnungen. Um davon einen Begriff zu erhalten, wurden für alle Arten Berechnungen der gesamten Stigmenfläche im Verhältnis zur Körperlänge angestellt (links – rechts Mittelwert aus Länge  $\times$  Breite, dividiert durch die entsprechende Körperlänge im Quadrat). Da die Abdominalstigmen von der gesamten Fläche nur  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{4}$  ausmachen, konnte dieser Wert vernachlässigt und lediglich der Wert der Thorakalstigmen berücksichtigt werden. Bei den Männchen lassen sich so drei voneinander gesicherte Gruppen bilden: eine erste bestehend aus *G. morsitans*, *swynnertoni* und *fusca*, die unter sich annähernd gleichwertig sind, jedoch größer als *G. palpalis* (2. Gruppe) und kleiner als *G. brevipalpis* (3. Gruppe). Bei den Weibchen dagegen lassen sich keine Gruppen differenzieren.

Es ergibt sich somit schon jetzt die Einsicht, daß keine gesetzmäßige Anpassung der Stigmengröße bei xerophilen bzw. hygrophilen Glossinenarten vorliegen kann. Wir werden im Schlußkapitel auf diesen Punkt zurückkommen.

### B. Atemphysiologische Untersuchungen.

Um festzustellen, ob der Atemmechanismus von Glossinen aus trockenen bzw. feuchten Biotopen artspezifisch auf den Feuchtigkeitsgehalt der Umgebungsluft abgestimmt ist, wäre es nötig, eine größere Anzahl lebender Individuen unserer fünf Tsetse-Arten vergleichsweise zu untersuchen. Da uns jedoch lebend nur *G. palpalis* zur Verfügung stand, mußten wir uns vorderhand auf

<sup>1</sup> Herr Dr. S. Rosin, Zoologisches Institut der Universität Bern, ist uns bei der statistischen Auswertung in freundlicher Weise behilflich gewesen. Wir möchten ihm für die wertvolle und sachverständige Beratung hier den besten Dank aussprechen.

diese Art beschränken und führten daneben Vergleichsversuche an der den Tsetsefliegen vergleichbaren, ebenfalls blutsaugenden *Stomoxys calcitrans* durch. *Stomoxys* stimmt in ihrem Stigmenbau und dem Schließmechanismus mit den Glossinen weitgehend überein, so daß sie also atemphysiologisch als Vergleichsobjekt zugelassen werden kann. Der Zweck dieser Untersuchungen war, festzustellen, ob sich der Atemmechanismus der beiden Fliegenarten ganz allgemein durch Änderungen im Feuchtigkeitsgehalt der Umgebungsluft beeinflussen läßt.

### 1. Versuchsanordnung.

Es wurden drei zylindrische, oben und unten mit Glasplatten abgedichtete Glaskammern konstruiert, die in Serie zusammengeschlossen wurden. Die mittlere Kammer war zur Aufnahme und laufenden Beobachtung der Versuchsfiegen unter dem Binokular bei 72facher Vergrößerung und hinreichender Beleuchtung bestimmt. Sie hatte einen Durchmesser von 6 und eine Höhe von 3 cm. Die beiden äußeren Glasdosen maßen je 7 cm im Durchmesser und waren 3 cm hoch. Diese dienten als Kontrollkammern zur Unterbringung kleiner, uhrenförmiger, geeichter Hygrometer und waren mit einem einsteckbaren Thermometer versehen. Die erste der beiden Dosen empfing durch einen Zuleitungsstutzen die von einer Pumpe eingeblasene Umgebungsluft, registrierte deren Temperatur und Feuchtigkeitsgrad (Hygrometer I) und leitete sie weiter zu der mittleren Glaskammer, mit der sie durch Glasstutzen und Gummi-Zwischenstück in Verbindung stand. Über die mittels Paraffin in der mittleren Glaskammer fixierten 3—5 Versuchsfiegen wurde somit ein kontinuierlicher, kontrollierter Luftstrom geleitet; durch ein in der mittleren Dose eingeführtes Thermometer konnte zusätzlich die Temperatur dieses Luftstromes überwacht werden. Die Ableitung der Luft fand statt, wieder mittels Glasstutzen und Gummi-Zwischenstück, über die zweite Kontrollkammer, wo erneut deren Feuchtigkeitsgehalt (Hygrometer II) und Temperatur kontrolliert wurden. Diese Dose mündete mit offenem Stutzen wieder in die Umgebungsluft aus.

Beim Funktionieren dieser Apparatur war die Temperatur in allen drei Glaskammern dieselbe; sie betrug in der Regel 26° C und zeigte gesamthaft nur geringe Schwankungen zwischen 25,5° und 27° C. Diese Konstanz wurde dadurch gewährleistet, daß alle Versuche an Glossinen in einem klimatisierten Zuchtraum des Tropeninstituts durchgeführt wurden, in welchem die Temperatur auf 26° C und die relative Luftfeuchtigkeit (RLF) auf 85% einreguliert waren. Daraus ergab sich auch automatisch der Feuchtigkeitsgrad der durchgeblasenen Umgebungsluft für die Feucht-

luftversuche. Bei den Trockenversuchen wurde die Luft zwischen der Pumpe und der ersten Kontrollkammer über Calciumchlorid geleitet; die RLF betrug dann in der ersten Glaskammer 9—13%, in der zweiten 14—19%, wenn die Entfeuchtung der mittleren Kammer beendet war und mit dem Versuch begonnen werden konnte. In den ersten Versuchen war bei *Stomoxys* und *Glossina* (vgl. Tab. VI und VIII) die Versuchsanordnung etwas anders, weil sie aus verschiedenen Gründen nicht im Zuchtraum durchgeführt werden konnten und damals auch noch nicht die beiden Kontrollkammern an die Versuchskammer angeschlossen waren. Die Feuchtluft (ca. 90%) wurde in diesem Falle durch Wasserdampf erzeugt, die Trockenluft wieder mittels Calciumchlorid.

Zum Fixieren der lebenden Fliegen in der Versuchskammer ist zu bemerken, daß sie in Seitenlage zu erfolgen hatte, damit die Stigmen mit dem Binokular ständig beobachtet werden konnten. Außer beim Th II von *Stomoxys* war es in allen Fällen nötig, die Reusenhaare mit einer feinen Glasnadel zu entfernen, um von außen her Einblick auf die Verschlußapparatur zu erhalten (vgl. morphologische Beschreibung). Es zeigte sich dann in Vorversuchen, daß jede Bewegung der Beine oder Flügel, wohl infolge der damit verbundenen Stoffwechselsteigerung, sofort starkes Öffnen der Stigmen zur Folge hatte. Sogar Zuckungen des Abdomens oder Ausschläge der Halteren brachten kleinere Störungen. Es erwies sich deshalb als notwendig, die Versuchsfiegen weitgehend zu immobilisieren, was man in befriedigender Weise dadurch erreichte, daß man ihre Flügel und Beine mit erwärmtem Paraffin auf dem Boden der Versuchskammer anheftete. Die Fliegen ertrugen diese Prozedur ohne weiteres: Glossinen lebten in dieser Lage mindestens 24 Stunden, meist aber mehrere Tage.

An den Versuchsfiegen wurden jeweils zwei Vorgänge beobachtet:

Erstens die sogenannten *Atembewegungen*, worunter wir die rhythmischen dorso-ventralen Muskelkontraktionen des Abdomens verstehen, die zuweilen von teleskopartigem Ineinanderschieben der Hinterleibssegmente begleitet sind. Dadurch wird ein Binnen- druck erzeugt, der sich vornehmlich auf die im Abdomen gelegenen Ausweitungen des Tracheensystems auswirkt und das Ausstoßen der darin befindlichen Luft durch die Stigmen zur Folge hat. Die Insekten geben bekanntlich beim Exspirieren veratmete, d. h. Sauerstoff-frei gewordene, hauptsächlich aus Stickstoff bestehende und mit Wasserdampf beladene Luft nach außen ab, während die CO<sub>2</sub>-Abgabe vor allem über die Körpergewebe durch den Chitinpanzer hindurch erfolgt. Die Inspiration wird dadurch ausgelöst, daß die abdominale Atemmuskulatur erschlafft, die Tracheen und ihre Ausweitungen sich wieder aufblähen und da-



mit frische Umgebungsluft nachziehen. Diese Atembewegungen der Versuchstiere wiederholten sich stets mehrmals pro Minute, wobei man je nach Individuum unterscheiden konnte zwischen wenigen Vollkontraktionen oder vielen, offenbar weniger effektiven Teilkontraktionen. Auch Wechsel zwischen Voll- und Teilkontraktionen bei ein und demselben Individuum konnten zuweilen beobachtet werden, in der Regel aber nur bei der Umstellung von Feucht- auf Trockenluft oder umgekehrt.

Ferner wurde außer den Atembewegungen vor allem auch das *Öffnen und Schließen der Stigmen* beobachtet. Man wählte bei *Glossina* und *Stomoxys* das Th I und Th II, an denen, wie vorher erwähnt, die Reusenhaare entfernt waren. Die Abdominalstigmen eigneten sich wegen ihrer geringen Dimensionen und der dichten, nicht leicht zu entfernenden Reusenhaare weniger für diese Untersuchungen.

## 2. Resultate.

In den Tabellen VI bis IX sind die Beobachtungen über Stigmen und Atembewegungen getrennt aufgeführt, unter jeweiliger Angabe, ob es sich um einen Trocken- oder einen Feuchtversuch handelt. Die Temperatur ist, wie erwähnt, weitgehend konstant bei 26° C. Es wird die Zahl der Atembewegungen pro Minute angegeben; Vollkontraktionen erscheinen im Fettdruck, Teilkontraktionen in Normaldruck, während wenig ausgeprägte oder gänzlich ausgebliebene Atembewegungen den Vermerk «schwach» oder «0» erhielten. Den Versuchsfiegen wurde täglich eine Blutmahlzeit verabfolgt; um gegebenenfalls festzustellen, ob der Ernährungszustand den Atemvorgang beeinflusst, wurden in den Tabellen die frischgefütterten von den «Hungertieren» unterschieden. Für die Beobachtungen an den Stigmen, die ebenfalls pro Minute erfolgten, gelten folgende Unterscheidungen und Zeichen: Entweder sind die Stigmen während der ganzen Beobachtungsminute offen = ○, oder geschlossen = ●, oder halb geschlossen = ◐, oder weniger als halb geschlossen = ◑, oder mehr als halb geschlossen = ◒. Falls innerhalb der Beobachtungsminute ein Wechsel erfolgt, so werden zwei dieser Zeichen mit einem Pfeil verbunden angegeben, z. B.: ○ → ◐. Falls innerhalb der Beobachtungsminute mehrere Wechsel erfolgten, z. B. von halb zu ganz geschlossen und wieder zurück, so wird dies durch eine entsprechende Zahl bei den Pfeilen angegeben, z. B. ◐  $\xrightarrow{4}$  ●.

### a) *Stomoxys calcitrans*.

Wir schicken hier die Beobachtungen an *Stomoxys* voraus, da sich auf Grund davon die Resultate bei *G. palpalis* besser disku-

tieren lassen. 22 der verwendeten Fliegen stammten aus einer Laboratoriumszucht, die zu diesem Zweck angelegt wurde, 6 Versuchsfiegen waren Wildfänge. Es handelte sich mit wenigen Ausnahmen um Weibchen.

TABELLE VI.  
Versuche mit *Stomoxys calcitrans* (1952).

| Hungertiere |          |                                  |                                  |                |           |
|-------------|----------|----------------------------------|----------------------------------|----------------|-----------|
| Datum       | Tier Nr. | Th II                            |                                  | Atembewegungen |           |
|             |          | trocken                          | feucht                           | trocken        | feucht    |
| 6.10.       | 1        | ● $\xrightleftharpoons{4-5}$ ◐   |                                  | 7, 10          |           |
| 9.10.       | 2        | ● $\xrightleftharpoons{8}$ ◐     | ● $\xrightleftharpoons{21}$ ○    | 13             |           |
| 10.10.      | 3        | ●                                | ● $\xrightleftharpoons{8}$ ○     | 21, 19, 19     | 18, 19    |
|             | 4        | ● $\xrightleftharpoons{4-5}$ ◐   | ● $\xrightleftharpoons{4}$ ○     | 26             | <b>16</b> |
| 17.10.      | 5        | ● $\xrightleftharpoons{1-2}$ ◐   | ○                                | 11, 13, 14     | <b>11</b> |
|             | 6        | ●                                | ○ → ●                            | 18, 19         |           |
|             | 7        | ●                                | ○                                | 22             | 16        |
| 17.10.      | 8        | ● $\xrightleftharpoons{13-14}$ ◐ | ○ → ●                            |                |           |
|             | 9        | ● $\xrightleftharpoons{18}$ ◐    | ○ → ●                            | 14, 13, 15     |           |
|             | 10       | ● $\xrightleftharpoons{13}$ ◐    | ○                                | 16, 18, 15     | <b>15</b> |
| 19.10.      | 11       | ●                                | ○ → ◐ $\xrightleftharpoons{7}$ ○ | 20             | 18        |
|             | 12       | ●                                | ○ → ●                            | 15             | <b>14</b> |
| Gefütterte  |          |                                  |                                  |                |           |
| 11.10.      | 13       | ◐                                | ◐ $\xrightleftharpoons{1-2}$ ●   | 19, 17, 20     | 19, 17    |
| 18.10.      | 14       | ● $\xrightleftharpoons{7-8}$ ○   | ○                                | 18             |           |
|             | 15       | ● $\xrightleftharpoons{8}$ ◐     | ○                                | 19             |           |
|             | 16       | ● $\xrightleftharpoons{6-7}$ ◐   | ○                                |                |           |
| 18.10.      | 17       | ● $\xrightleftharpoons{3-5}$ ○   | ○ → ○ $\xrightleftharpoons{5}$ ● | 21             | 26        |
|             | 18       | ●                                | ○                                | 15, 16         | 20        |
|             | 19       | ● $\xrightleftharpoons{12-13}$ ◐ | ◐                                | 22             | 27, 28    |
| 19.10.      | 20       | ● $\xrightleftharpoons{7}$ ◐     | ○                                | 18             | 18        |
|             | 21       | ● $\xrightleftharpoons{8-9}$ ◐   | ○                                | 21, 22         | 19        |
|             | 22       | ◐                                | ○ → ●                            | 21, 22         | 21        |

TABELLE VII.

*Versuche mit Stomoxys calcitrans.*

13. Juni 1952 — Temperatur 24° C.

| Tier Nr.        | Hygrometer<br>‰ RLF |    | Th I | Th II     | Atem-<br>bewegungen |
|-----------------|---------------------|----|------|-----------|---------------------|
|                 | I                   | II |      |           |                     |
| 1<br>Beine frei | 59                  | 61 |      |           | <b>12</b>           |
|                 | 10                  | 12 |      | <b>12</b> |                     |
|                 | 60                  | 60 |      |           | <b>20</b>           |
|                 | 6                   | 8  |      |           | 16                  |
|                 | 60                  | 61 |      | <b>14</b> |                     |
| 2<br>Beine frei | 59                  | 61 |      |           | <b>13</b>           |
|                 | 10                  | 12 |      | 16        |                     |
|                 | 60                  | 60 |      | <b>23</b> |                     |
|                 | 6                   | 8  |      | 15        |                     |
|                 | 60                  | 61 |      | <b>13</b> |                     |
| 3               | 59                  | 61 |      |           | <b>16</b>           |
|                 | 10                  | 12 |      |           | schwach             |
|                 | 60                  | 60 |      |           | schwach             |
|                 | 6                   | 8  |      |           | 12                  |
|                 | 60                  | 61 |      |           | <b>15</b>           |
| 4<br>gefüttert  | 59                  | 61 |      |           | <b>14</b>           |
|                 | 10                  | 12 |      | 23        |                     |
|                 | 60                  | 60 |      | 17        |                     |
|                 | 6                   | 8  |      | 21        |                     |
|                 | 60                  | 61 |      | <b>13</b> |                     |
| 5               | 59                  | 61 |      |           | <b>16</b>           |
|                 | 10                  | 12 |      |           | 18                  |
|                 | 60                  | 60 |      |           | 7                   |
| 6               | 59                  | 61 |      |           | <b>10</b>           |
|                 | 10                  | 12 |      |           | 9                   |
|                 | 60                  | 60 |      |           | <b>10</b>           |
|                 | 6                   | 8  |      |           | schwach             |
|                 | 60                  | 61 |      |           | <b>7</b>            |



Die in den Tabellen aufgeführten Resultate lassen sich wie folgt zusammenfassen und kommentieren:

### *Verhalten der Stigmen.*

#### *Bei Hungertieren:*

In trockener Luft wird das Stigma meistens weitgehend geschlossen gehalten, zuweilen auch vollständig; dazwischen kurzes, partielles Aufsperrn.

In feuchter Luft wird das Stigma häufiger und weitgehender partiell aufgesperrt.

#### *Bei Gefütterten:*

In trockener Luft wird das Stigma weniger stark geschlossen gehalten; dazwischen etwas stärkeres und längeres Aufsperrn.

In feuchter Luft Stigma zeitweise vollkommen geöffnet.

Bei Gefütterten und bei Hungertieren fällt auf, daß das Stigma beim Wechsel zu feucht nach einer längeren Trockenluft-Periode oft während 1 Minute und mehr vollständig offengehalten wird. Nachher kehrt das Stigma in den oben beschriebenen Zustand partieller Öffnung zurück. Es scheint, daß dadurch die Fliege den während der Trockenperiode erlittenen Feuchtigkeitsverlust wieder auszugleichen versucht, indem sie durch maximal geöffnete Stigmen feuchte Umgebungsluft aufnimmt. Bekanntlich gehen Glossinen in trockener Luft (etwa unterhalb 40% RLF) sehr bald ein. Dies trifft nun ähnlich auch für *Stomoxys* zu, denn wenn Individuen dieser Fliegenart im Exsikkator über Calciumchlorid, d. h. bei ca. 20% RLF gehalten werden, so verenden sie alle nach 4—5 Stunden. Werden Überlebende nach ca. 3—4 Stunden wieder in Feuchtluft gebracht, so zeigen sie wieder typisch die oben erwähnte maximale Stigmen-Aufsperrung, um die Feuchtigkeitsanreicherung rasch herbeizuführen.

### *Atembewegungen.*

#### *Bei Hungertieren:*

In trockener Luft sind die Atembewegungen rasch und schwach, d. h. sie beschränken sich in der Regel auf Teilkontraktionen.

In feuchter Luft sind die Atembewegungen langsamer, aber kräftiger, d. h. zum Teil Vollkontraktionen.

*Bei Gefütterten*

werden umgekehrt in trockener und feuchter Luft nur schwache Atembewegungen ausgeführt, was zum Teil mit der mehr oder weniger prallen Füllung des Abdomens zusammenhängen mag. Andererseits wird aber auch durch die Blutfüllung der Eingeweide dem Körper von innen her genügend Wasser zugeführt, so daß es sich erübrigt, durch starke Atembewegungen größere Quantitäten feuchter Umgebungsluft aufzunehmen.

Die Gegenüberstellung zeigt, daß, wie zu erwarten war, zwischen dem Verhalten der Stigmen und den Atembewegungen des Abdomens kein direkter Zusammenhang besteht, höchstens etwa in dem Sinne, daß bei starken Atembewegungen die Stigmen stets zum mindesten partiell geöffnet sind. Eine direkte Koppelung der beiden Vorgänge tut sich erst dann kund, wenn sich das Versuchstier in Erstickungsgefahr befindet, was bei CO<sub>2</sub>-Zugabe eintritt. Wir haben solche Versuche mit *Stomoxys* und in kleinerem Maßstab auch mit *G. palpalis* angestellt, wobei stets derselbe Effekt erzielt wurde: Bei Anreicherung normaler Atemluft mit CO<sub>2</sub> trat sehr bald völliges Aufsperrn der Stigmen ein, das sofort — besonders bei *Stomoxys* — von starken und beschleunigten Atembewegungen begleitet war. Bei mehrmaligem Hin- und Hertransport aus Normalluft in CO<sub>2</sub> konnte dieser Effekt beliebig oft provoziert werden.

b) *Glossina palpalis*.

Die 20 verwendeten Individuen (12 ♀ und 8 ♂) wurden alle zu zwei verschiedenen Malen per Flugzeug von der Elfenbeinküste importiert, und zwar am 4. Februar 1952 2 ♀ und 2 ♂, die am 20. Februar in den Versuch kamen, und am 26. Mai 1952 10 ♀ und 6 ♂, die zwischen dem 28. Mai und dem 11. Juni Verwendung fanden. Die Tiere wurden nach einer früher beschriebenen Methode gehalten (vgl. GEIGY, R., 1948); sie befanden sich in gutem Zustand und nahmen fast täglich eine Blutmahlzeit zu sich. Einzelne Weibchen deponierten in der Gefangenschaft ihre Larven.

Die an Tsetsefliegen gewonnenen Resultate sind einförmiger als diejenigen von *Stomoxys*. So verhalten sich die Stigmen bei Hungertieren und Gefütterten, sowie in trockener als auch in feuchter Luft annähernd gleich, d. h. sie werden fast immer mehr oder weniger geschlossen gehalten. Die Atembewegungen sind ebenfalls viel weniger nüanciert, d. h. bei Hungertieren und Gefütterten, in trockener und feuchter Luft, stets relativ schwach. Es scheint sich hier überhaupt um ein Glossinen-typisches Merkmal

zu handeln, daß die Atembewegungen ganz allgemein weniger intensiv sind.

Wird eine Versuchs-Glossine weniger stark immobilisiert, d. h. läßt man 3—4 Beine oder einen Flügel frei, so führen diese Extremitäten periodisch Bewegungen aus. Bei jeder dieser Zuckungen kann ein teilweises bis ganzes Aufsperrn der Stigmen beobachtet werden; dagegen wurden die Atembewegungen davon kaum beeinflußt.

Es scheint also, daß *Glossina palpalis* in Ruhestellung im Vergleich zu *Stomoxys* gewissermaßen einen gedämpften Atemmechanismus aufweist, d. h. wenig beeinflußt von äußeren und inneren Bedingungen ihre Stigmen fast geschlossen hält und praktisch keine Atembewegungen durchführt. Nur wenn die Fliege in Bewegung ist (Laufen oder Fliegen), wird vermehrt Umgebungsluft aufgenommen. Es ist denkbar, daß die Tsetsefliege infolge dieses atemphysiologischen Verhaltens gegen mikroklimatische Veränderungen ihrer Umgebung besser abgeschirmt ist.

TABELLE VIII.

Versuche mit *Glossina palpalis*.

20. Februar 1952.

| Tier Nr.         | Th I                                |                                     | Th II                                  |                                    | Atembewegungen |                 |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|------------------------------------|----------------|-----------------|
|                  | 86° RLF                             | trocken                             | 86° RLF                                | trocken                            | 86° RLF        | trocken         |
| 1 ♂              |                                     |                                     | ●                                      | ● $\frac{2}{\rightleftharpoons}$ ○ | 5, 9           | 2, 3            |
|                  |                                     |                                     | ● $\frac{2}{\rightleftharpoons}$ ○ → ○ | ● $\frac{3}{\rightleftharpoons}$ ○ | 3, 4           | 1, 2            |
|                  |                                     |                                     | ● $\frac{2}{\rightleftharpoons}$ ●     | (nach<br>2½ Std.)<br>●             | schwach        | 3, 4, 2         |
|                  |                                     |                                     | ○ → ● $\frac{2}{\rightleftharpoons}$ ● |                                    | schwach        | 4, 5            |
| 2 ♂              |                                     |                                     | ● $\frac{2}{\rightleftharpoons}$ ●     | ● $\frac{1}{\rightleftharpoons}$ ● | 6, 5           | 10, 6           |
|                  | ● $\frac{1}{\rightleftharpoons}$ ●  | ● $\frac{1}{\rightleftharpoons}$ ●  | ● $\frac{1}{\rightleftharpoons}$ ●     | ● $\frac{1}{\rightleftharpoons}$ ● | 7, 8           | 1, 1<br>schwach |
| 3 ♀<br>gefüttert | ● $\frac{11}{\rightleftharpoons}$ ● | ● $\frac{3}{\rightleftharpoons}$ ●  | ● $\frac{18}{\rightleftharpoons}$ ●    | ● $\frac{2}{\rightleftharpoons}$ ○ | 14, 15, 10     | 4, 6, 6         |
|                  | ● $\frac{20}{\rightleftharpoons}$ ○ | wie<br>feucht!                      | ● $\frac{18}{\rightleftharpoons}$ ○    | wie<br>feucht!                     | 20, 18, 17     | wie<br>feucht!  |
| 4 ♀<br>gefüttert | ● $\frac{9}{\rightleftharpoons}$ ●  | ● $\frac{11}{\rightleftharpoons}$ ● | ● $\frac{10}{\rightleftharpoons}$ ●    | ●                                  | 8, 10, 12      | 11, 10, 12      |
|                  | ● $\frac{18}{\rightleftharpoons}$ ○ | wie<br>feucht!                      | ● $\frac{15}{\rightleftharpoons}$ ●    | wie<br>feucht!                     | 18, 19, 16     | wie<br>feucht!  |

TABELLE IX.  
Versuche mit *Glossina palpalis* (1952).

| Datum                | Tier Nr.                             | Hygrometer<br>‰ RLF |    | Th I                                | Th II                               | Atem-<br>bewegungen |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------|----|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
|                      |                                      | I                   | II |                                     |                                     |                     |
| 28. 5.               | 1 ♀<br>gefüttert                     | 97                  | 98 | ● $\frac{1}{\rightleftharpoons}$ ○  | ● $\frac{1}{\rightleftharpoons}$ ○  | 4                   |
|                      |                                      | 52                  | 63 | ● $\frac{1}{\rightleftharpoons}$ ◐  | ● $\frac{2}{\rightleftharpoons}$ ◐  | 3                   |
|                      |                                      | 18                  | 24 | ●                                   | ◐                                   | 1                   |
| 29. 5.               |                                      | 85                  | 85 | ● $\frac{10}{\rightleftharpoons}$ ○ | ◐                                   | 34                  |
|                      |                                      | 11                  | 23 | ● $\frac{2}{\rightleftharpoons}$ ◐  | ● $\frac{1}{\rightleftharpoons}$ ○  | 6                   |
|                      |                                      | 85                  | 85 | ●                                   | ● $\frac{2}{\rightleftharpoons}$ ○  | 4                   |
|                      |                                      | 13,5                | 23 | ●                                   | ◐                                   | 13                  |
|                      |                                      | 85                  | 85 | ●                                   | ◐                                   | 20                  |
| 28. 5.<br><br>29. 5. | 2 ♀<br><br><br><br><br><br>gefüttert | 97                  | 98 | ◐                                   | ● $\frac{1}{\rightleftharpoons}$ ◐  | 3                   |
|                      |                                      | 52                  | 63 | ●                                   | ●                                   | 1                   |
|                      |                                      | 18                  | 24 | ●                                   | ●                                   | 3                   |
|                      |                                      | 85                  | 85 | ◐                                   | ◐                                   | 1                   |
|                      |                                      | 11                  | 23 | ●                                   | ●                                   | schwach             |
|                      |                                      | 85                  | 85 | ●                                   | ◐                                   | 11                  |
|                      |                                      | 13,5                | 23 | ●                                   | ◐                                   | schwach             |
|                      |                                      | 85                  | 85 | ●                                   | ◐                                   | schwach             |
| 29. 5.               | 3 ♀<br>gefüttert                     | 85                  | 85 | ◐                                   | ◐                                   | 0                   |
|                      |                                      | 11                  | 23 | ◐                                   | ●                                   | schwach             |
|                      |                                      | 85                  | 85 | ◐                                   | ●                                   | 0                   |
|                      |                                      | 13,5                | 23 | ◐                                   | ●                                   | schwach             |
|                      |                                      | 85                  | 85 | ◐                                   | ◐                                   | 0                   |
| 29. 5.               | 4 ♂<br>gefüttert                     | 85                  | 85 | ● $\frac{15}{\rightleftharpoons}$ ○ | ● $\frac{15}{\rightleftharpoons}$ ○ | schwach             |
|                      |                                      | 11                  | 23 | ●                                   | ●                                   | 1                   |
|                      |                                      | 85                  | 85 | ●                                   | ◐                                   | 0                   |
|                      |                                      | 13,5                | 23 | ●                                   | ● $\frac{11}{\rightleftharpoons}$ ◐ | 0                   |
|                      |                                      | 85                  | 85 | ● $\frac{12}{\rightleftharpoons}$ ◐ | ● $\frac{4}{\rightleftharpoons}$ ◐  | 4                   |
| 29. 5.               | 5 ♀<br>gefüttert                     | 85                  | 85 | ●                                   | ●                                   | schwach             |
|                      |                                      | 11                  | 23 | ●                                   | ●                                   | 4                   |
|                      |                                      | 85                  | 85 | ●                                   | ●                                   | schwach             |
|                      |                                      | 13,5                | 23 | ●                                   | ●                                   | 0                   |
|                      |                                      | 85                  | 85 | ●                                   | ◐                                   | 0                   |

TABELLE IX (Fortsetzung).

| Datum  | Tier Nr.                | Hygrometer<br>‰ RLF |    | Th I                       | Th II                      | Atem-<br>bewegungen |
|--------|-------------------------|---------------------|----|----------------------------|----------------------------|---------------------|
|        |                         | I                   | II |                            |                            |                     |
| 31. 5. | 6 ♀<br>gefüttert        | 86                  | 86 | ●                          | ●                          | 0                   |
|        |                         | 20                  | 25 | ●                          | ●                          | schwach             |
|        |                         | 86                  | 85 | ●                          | ●                          | 1                   |
| 3. 6.  |                         | 85                  | 85 | ●                          | ◐                          | 3                   |
|        |                         | 22                  | 28 | ● $\frac{2}{\parallel}$ ○  | ◐                          | schwach             |
| 4. 6.  |                         | 84                  | 84 | ● $\frac{15}{\parallel}$ ◐ | ●                          | 20                  |
|        |                         | 8                   | 14 | ● $\frac{21}{\parallel}$ ○ | ●                          | 16                  |
|        |                         |                     |    |                            |                            |                     |
| 31. 5. | 7 ♀<br>gefüttert        | 86                  | 86 | ● $\frac{2}{\parallel}$ ○  | ◐                          | schwach             |
|        |                         | 20                  | 25 | ●                          | ●                          | schwach             |
|        |                         | 86                  | 85 | ●                          | ●                          | schwach             |
| 3. 6.  |                         | 85                  | 85 | ◐                          | ●                          | 0                   |
|        |                         | 22                  | 28 | ◐                          | ◐                          | 0                   |
| 4. 6.  |                         | 84                  | 84 | ◐                          | ●                          | 10                  |
|        |                         | 8                   | 14 | ●                          | ●                          | 11                  |
| 3. 6.  | 8 ♂<br>1 Flügel<br>frei | 85                  | 85 | ◐                          | ◐                          | schwach             |
|        |                         | 22                  | 28 | ◐                          | ●                          | 0                   |
| 4. 6.  |                         | 84                  | 84 | ● $\frac{32}{\parallel}$ ○ | ● $\frac{32}{\parallel}$ ○ | schwach             |
|        |                         | 8                   | 14 | ●                          | ●                          | 0                   |
| 5. 6.  | 9 ♀<br>Beine frei       | 84                  | 84 | ●                          | ●                          | 0                   |
|        |                         | 13                  | 19 | ●                          | ●                          | 0                   |
|        |                         | 9                   | 19 | ●                          | ●                          | 0                   |
|        |                         | 35                  | 29 | ●                          | ●                          | schwach             |
|        |                         | 46                  | 32 | ○                          | ◐                          | schwach             |
|        |                         | 65                  | 45 | ○                          | ◐                          | 0                   |
|        |                         | 85                  | 85 | ●                          | ●                          | 0                   |
| 5. 6.  | 10 ♂<br>Beine frei      | 84                  | 84 | ●                          | ●                          | 0                   |
|        |                         | 13                  | 19 | ●                          | ●                          | 0                   |
|        |                         | 9                   | 19 | ●                          | ●                          | 0                   |
|        |                         | 35                  | 29 | ●                          | ◐                          | 0                   |
|        |                         | 46                  | 32 | ○                          | ◐                          | 4                   |
|        |                         | 65                  | 45 | ○                          | ◐                          | 0                   |
|        |                         | 85                  | 85 | ○                          | ◐                          | 3                   |
| 5. 6.  | 11 ♂<br>Beine frei      | 84                  | 84 | ◐                          | ◐                          | 0                   |
|        |                         | 13                  | 19 | ●                          | ●                          | 0                   |
|        |                         | 9                   | 19 | ●                          | ●                          | schwach             |
|        |                         | 35                  | 29 | ●                          | ●                          | schwach             |
|        |                         | 46                  | 32 | ●                          | ◐                          | 0                   |
|        |                         | 65                  | 45 | ◐                          | ◐                          | 0                   |
|        |                         | 85                  | 85 | ○                          | ◐                          | 0                   |

TABELLE IX (Fortsetzung).

| Datum  | Tier Nr.           | Hygrometer<br>‰ RLF |    | Th I  | Th II | Atem-<br>bewegungen |
|--------|--------------------|---------------------|----|-------|-------|---------------------|
|        |                    | I                   | II |       |       |                     |
| 5. 6.  | 12 ♂<br>Beine frei | 84                  | 84 | ●     | ●     | 0                   |
|        |                    | 13                  | 19 | ●     | ●     | 0                   |
|        |                    | 9                   | 19 | ◐     | ●     | 0                   |
|        |                    | 35                  | 29 | ●     | ●     | schwach             |
|        |                    | 46                  | 32 | ●     | ◐     | schwach             |
|        |                    | 65                  | 45 | ◐     | ◐     | 0                   |
|        |                    | 85                  | 85 | ◐     | ◐     | 0                   |
| 5. 6.  | 13 ♀<br>Beine frei | 84                  | 84 | ◐     | ◐     | 4                   |
|        |                    | 13                  | 19 | ◐     | ●     | 5                   |
|        |                    | 9                   | 19 | ◐     | ●     | 0                   |
|        |                    | 35                  | 29 | ◐     | ◐     | 0                   |
|        |                    | 46                  | 32 | ◐     | ◐     | schwach             |
|        |                    | 65                  | 45 | ◐     | ◐     | schwach             |
|        |                    | 85                  | 85 | ◐     | ◐     | 0                   |
| 11. 6. | 14 ♀<br>gefüttert  | 85                  | 85 | ●     | ●     | 0                   |
|        |                    | 17                  | 18 | ●     | ●     | schwach             |
|        |                    | 40                  | 30 | ●     | ◐     | 2                   |
|        |                    | 85                  | 85 | ○ → ● | ○ → ● | 3                   |
| 11. 6. | 15 ♀               | 85                  | 85 | ◐     | ●     | 0                   |
|        |                    | 17                  | 18 | ◐     | ◐     | 0                   |
|        |                    | 40                  | 30 | ○     | ○     | 0                   |
|        |                    | 85                  | 85 | ○     | ○     | 0                   |
| 11. 6. | 16 ♂               | 85                  | 85 | ◐     | ●     | <b>8</b>            |
|        |                    | 17                  | 18 | ●     | ●     | <b>1</b>            |
|        |                    | 40                  | 30 | ●     | ●     | 0                   |
|        |                    | 85                  | 85 | ●     | ●     | 0                   |

*C. Vergleich der morphologischen und physiologischen Ergebnisse mit Freilandbeobachtung.*

Die Wohngebiete der Glossinen, d. h. ihre Jagdreviere und Brutplätze, sind an bestimmte charakteristische afrikanische Landschaftstypen gebunden (vgl. auch GEIGY, R., 1950). Unter den hier berücksichtigten Arten ist *G. fusca* eine Bewohnerin des großen tropischen Urwaldes. *G. brevipalpis* hält sich in Galerienwäldern oder in größeren, dichten Waldstrichen mit Urwaldcharakter auf, häufig in der Nähe von Elefanten- und Nilpferdwechselln (vgl. Abb. 4). *G. palpalis* wird vor allem in ausgesprochenen Galerienwäldern angetroffen oder etwa auch in Waldpartien in der Nähe von größeren Wasseransammlungen, bzw. Sumpfgebieten (vgl. Abb. 3). Im Gegensatz zu diesen drei Arten, die man etwa als hygrophil bezeichnet, ist *G. morsitans* im bewaldeten Grasland heimisch, d. h. in jenem lichten, von *Brachystegia*-Arten durchsetzten Wald, dessen Boden von hohem Gras überwachsen ist und der zeitweise offene Flächen freiläßt, die Antilopen, Giraffen und



Zebras als Weideplätze dienen (Abb. 5). *G. swynnertoni* bewohnt die trockene Buschsteppe, deren dürres Präriegras unterbrochen wird durch Baum- und Strauchgruppen (Abb. 6), in deren Schatten die Glossinen sich aufhalten und ihre Puppen deponieren, falls sie nicht im Freiland auf Blutmahlzeit ausgehen, indem sie Antilopen und Buschschweinen nachjagen. Es ist eindrucklich, bei einer Reise durch verschiedenartige afrikanische Landschaften festzustellen, wie hartnäckig die Glossinenarten an ihrem Biotop festhalten, wobei allerdings gewisse Überdeckungen der Standorte, eventuell auch gelegentliche gemeinsame Benützung von Brutplätzen möglich sind, da wo verwandte Biotope direkt aneinandergrenzen. Dies konnte beobachtet werden z. B. zwischen *G. swynnertoni* und *G. pallidipes*, zwischen *G. pallidipes* und *G. morsitans*, zwischen *G. morsitans* und *G. brevipalpis*. Werden aber z. B. in der Natur versuchsshalber zahlreiche Individuen von *G. morsitans* in ein Biotop von *G. swynnertoni* verbracht, also aus bewaldetem Grasland in trockene Savanne, wie dies an der Tsetse-Station von Old Shinyanga (Tanganyika) einmal vorgenommen worden ist (Mitteilung von C. H. N. JACKSON), so können sich die ins fremde Biotop transplantierten Fliegen auf die Dauer dort nicht halten. Andererseits gelingt es aber, Glossinen in Europa in klimatisierten Zuchträumen — also in einem durchaus atypischen «künstlichen Biotop» — zu halten und monate- bis jahrelang zu züchten (durchgeführt mit *G. morsitans*, *G. brevipalpis* und vor allem mit *G. palpalis* — vgl. GEIGY, R., 1948).

Man kann sich nun fragen, welches die für die Tsetse entscheidenden Merkmale und Eigenschaften eines Landschaftstypus sind, die sie dazu bestimmen, denselben als Wohngebiet zu akzeptieren. Für die Beantwortung dieser Frage stehen wir heute noch ziemlich am Anfang. Minuziöse Detailstudien wie diejenigen von E. BURTT (1952) an *G. swynnertoni* müssen vergleichsweise auf andere Glossinenarten ausgedehnt werden, um allmählich klarer erkennen zu lassen, worauf eigentlich die Präferenzen der einzelnen Arten beruhen. Was die Brutplätze anbelangt, so wäre, wie BURTTs Befunde zeigen, speziell noch auf das unterschiedliche Verhalten in Regen- und Trockenperioden zu achten. Eine Rolle spielt zweifellos die Vegetation und ihre Zusammensetzung, die Beschaffenheit des Bodens, die Anwesenheit von Wild, vielleicht sogar bestimmter Wildarten, speziell von Großwild als Blutspender der Tsetse. Eine andere Frage ist, inwiefern das Mikroklima für die Wahl des Biotops mitbestimmend ist. Man muß annehmen, daß das Klima der nächsten Umgebung, in der sich die Fliege aufhält, u. a. via Stigmen und Tracheen-System auf das Insekt einzuwirken vermag.

Zur Frage dieser klimatischen Beeinflussung, speziell durch Feuchtigkeit und Temperatur, will diese Arbeit einen Beitrag





Abb. 3.



Abb. 4.

Abb. 3. Blick aus der umgebenden Farnzone auf einen Galerienwald in der Nähe von Brazzaville. Jagd- und Brutrevier von *G. palpalis*.

Abb. 4. Waldstrich in Kihogosi bei Ifakara, Ulanga-Distrikt, Tanganyika. Biotop von *G. brevipalpis*.



Abb. 5.



Abb. 6.

Abb. 5. Bewaldetes Grasland bei Ifakara, Ulanga-Distrikt, Tanganyika. Biotop von *G. morsitans*. Im Vordergrund Antilopenexkreme.

Abb. 6. Trockene Buschsteppe bei Old Shinyanga, Lake District, Tanganyika. Biotop von *G. swynnertoni*. Fly-boys beim Tselsefang.



liefern. In den vorausgehenden Kapiteln konnte nun bereits gezeigt werden, daß kein gesetzmäßiger Unterschied besteht in der relativen Stigmengröße von Glossinenarten, die sogenannte trockene Gebiete bewohnen, wie z. B. *G. swynnertoni* und *G. morsitans*, und solchen aus feuchten Biotopen, wie z. B. *G. fuscä* oder *G. brevipalpis*. Es ist also nicht so, daß xerophile Arten engere Stigmenöffnungen besitzen als hygrophile, woraus man schließen könnte, daß sie auf diese Weise besser vor Austrocknung geschützt und deshalb für den Aufenthalt an trockenen Standorten gewissermaßen prädestiniert wären. Die Ergebnisse der atemphysiologischen Untersuchungen an *Stomoxys calcitrans* und *G. palpalis* weisen in ähnlicher Richtung. Sowohl der Verschlußmechanismus der Stigmen als die Atembewegungen reagieren bei *Stomoxys* merklich auf Trocken- bzw. Feuchtluft, d. h. der Atemmechanismus spricht relativ deutlich auf Veränderungen des «Mikroklimas» an. Demgegenüber zeigt der Atemmechanismus der in Ruhestellung gehaltenen Glossinen eine weit geringere Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgrad der Umgebungsluft. Die Tsetsefliege scheint demnach gegen wechselnde klimatische Bedingungen besser abgeschirmt zu sein als *Stomoxys*. Wenn man also einerseits auf Grund von Freilandbeobachtungen zur Auffassung kommt, daß die Tsetsefliegen in äußerst empfindsamer Weise auf Unterschiede ihrer Umgebung anzusprechen vermögen und sich deshalb je nach Art auf sehr verschiedene Biotope spezialisiert haben, so bieten andererseits unsere morphologischen und physiologischen Untersuchungen des Atemsystems keinerlei Anhaltspunkte für ein unterschiedliches oder besonders sensibles Ansprechen der Arten gegenüber dem Mikroklima.

Nun muß allerdings zugegeben werden, daß über die Beschaffenheit des Mikroklimas in Tsetse-Biotopen bis heute nur sehr spärliche Angaben vorliegen. Anlässlich von Studienreisen nach Tanganyika und an die Elfenbeinküste konnte der erste Autor (z. T. mit Hilfe von Herrn Dr. U. RAHM, Verwalter der Schweizerischen Forschungsstation in Adiopodoumé, Elfenbeinküste — dem hier der beste Dank für seine Bemühungen ausgesprochen sei) thermohygrographische Messungen in verschiedenen Tsetse-Gebieten vornehmen. Es seien hier einige typische Kurven wiedergegeben, die alle an Stellen aufgenommen worden sind, wo regelmäßig Tsetsefliegen gefangen und wo in der Nähe häufig auch im Boden Puppen gefunden wurden. Der Thermohygrograph war jeweils etwa 30 cm bis 1 m über dem Boden aufgestellt und wurde regelmäßig mit einem Schleuderpsychrometer kontrolliert. Bei der Beurteilung der Kurven sind Abweichungen von bis etwa 2° bzw. 2% als mögliche Fehlergrenze in Betracht zu ziehen.

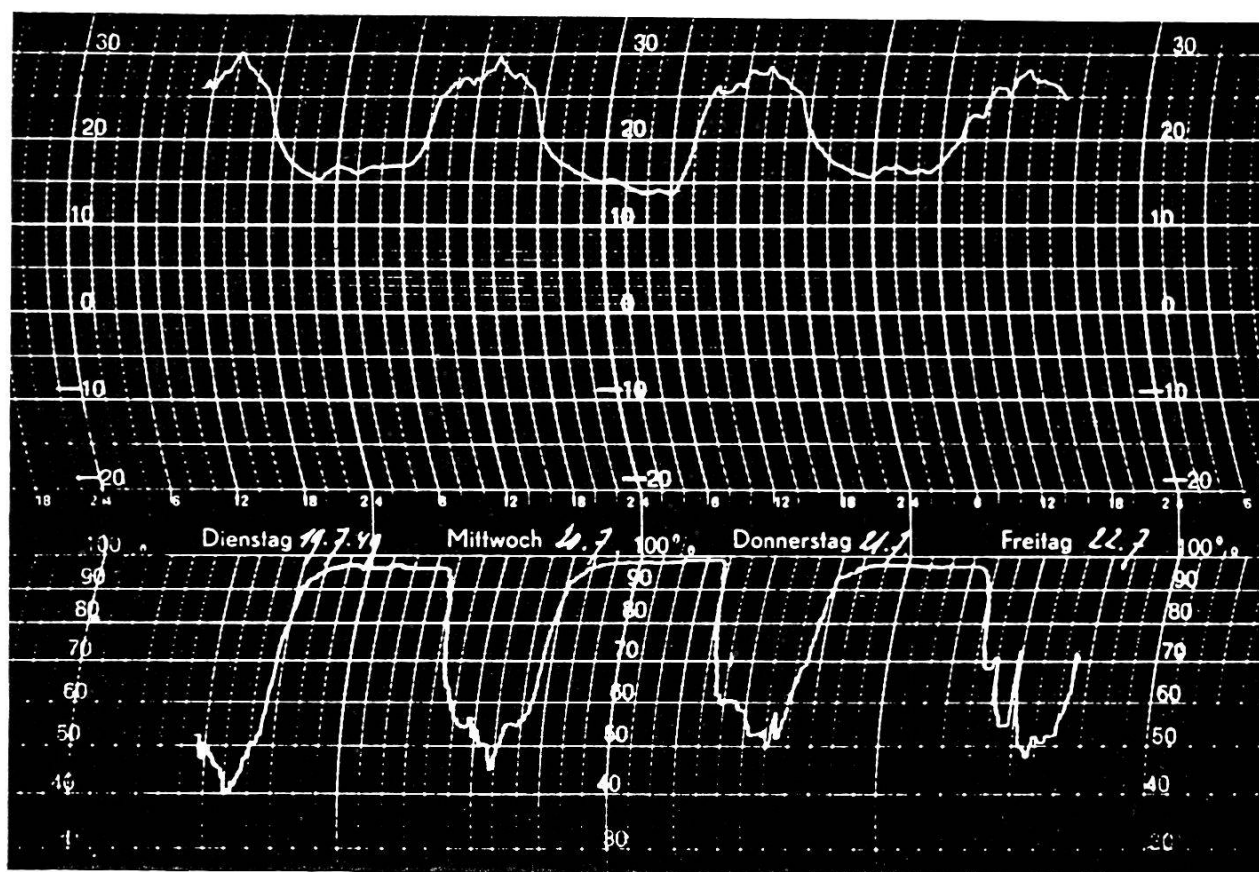


Abb. 7.

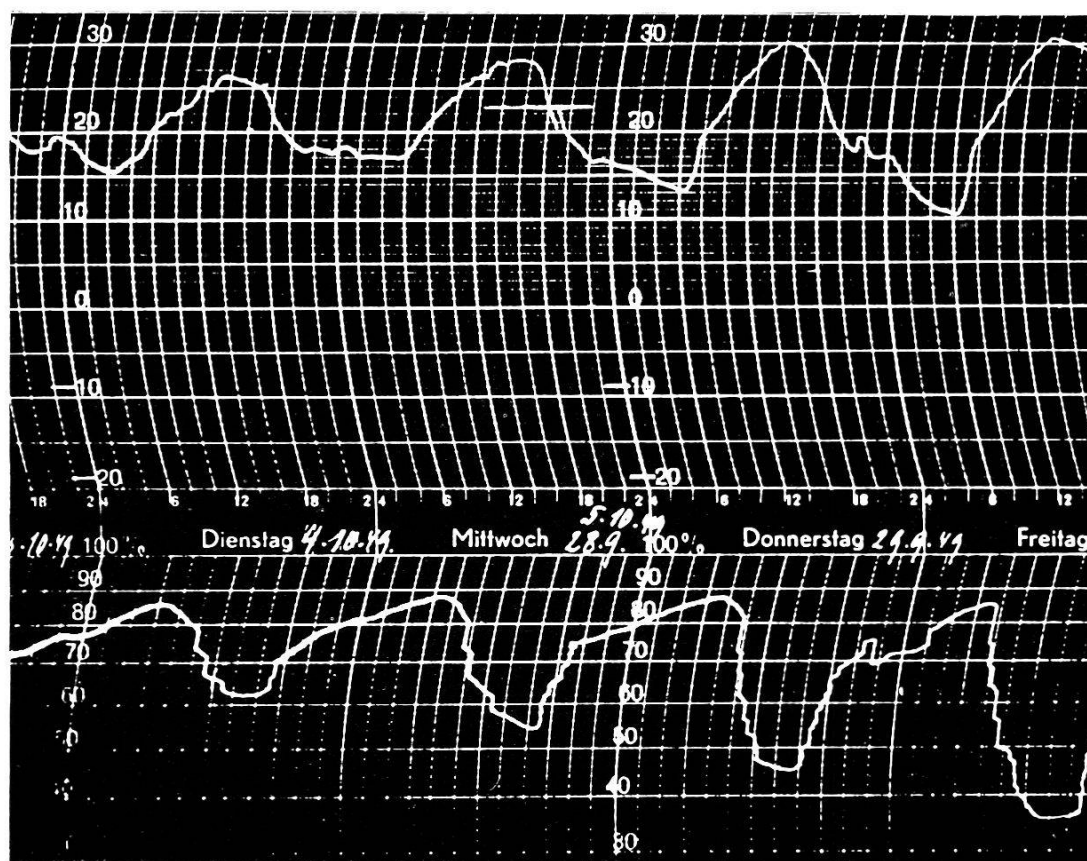


Abb. 8.

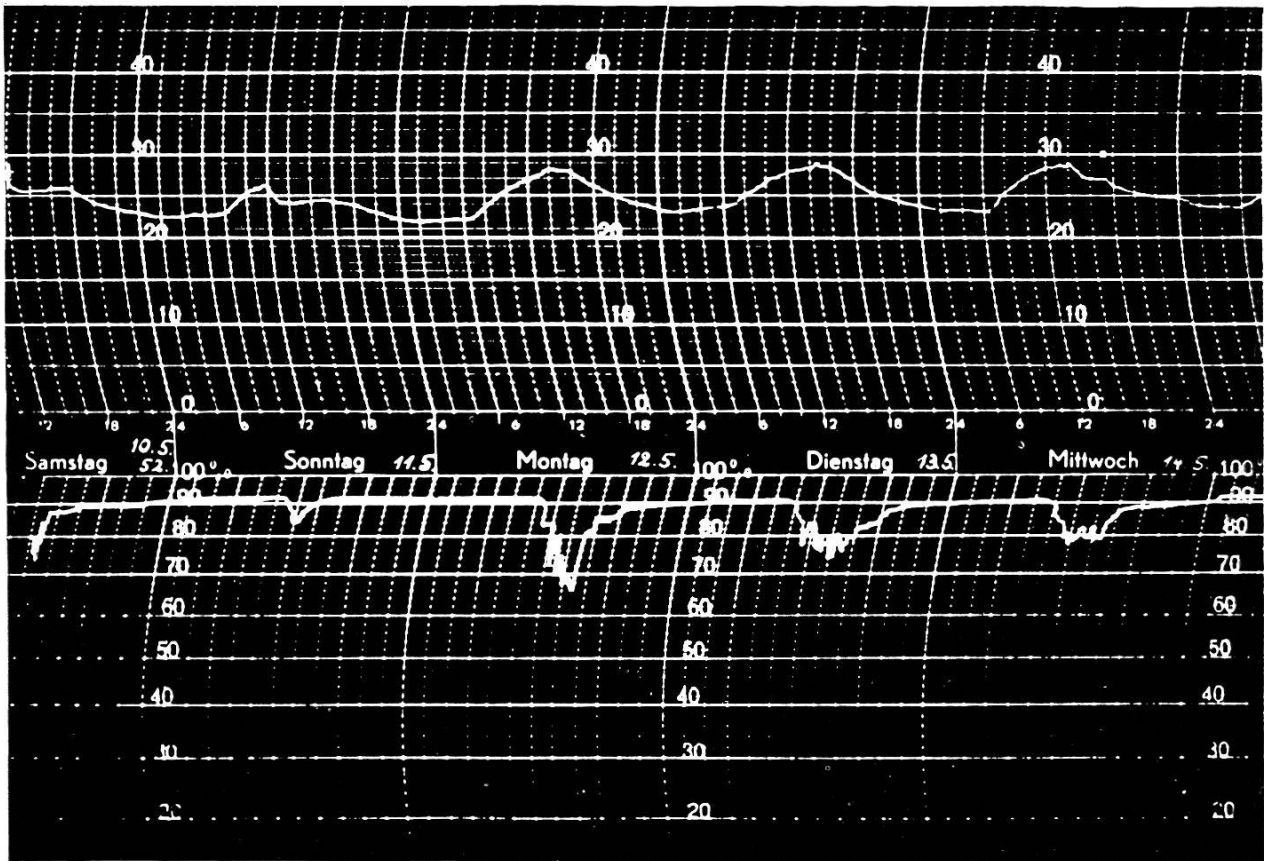


Abb. 9.

Abb. 7. Kurven aus *Morsitans-Biotop* (vgl. Abb. 5), Tanganyika, Trockenzeit Juli 1949.

Die Feuchtigkeitskurve erreicht zwischen 12 und 14 Uhr ihr Minimum (45–50%), dann steigt sie steil an bis auf etwa 95% ca. um 20 Uhr. Dieses Maximum bleibt sozusagen unverändert bis ca. 7 Uhr morgens, dann fällt die Kurve, zuerst steil, nachher etwas gemäßigter, zum Minimum ab. Dem RLF-Minimum entspricht jeweils ein Temperaturmaximum von 28–30°C und dem flach verlaufenden RLF-Maximum ein ähnliches Temperaturminimum von 8–11°C.

Abb. 8. Kurven aus *Brevipalpis-Biotop* (vgl. Abb. 4), Tanganyika, Trockenzeit September 1949.

Die RLF-Kurve verläuft ähnlich wie am *Morsitans*-Standort, doch zeigt sie nach einem steilen Aufstieg bis etwa um 20 Uhr von 45–50% auf 75–80% während einiger Stunden ein charakteristisches langsames Ansteigen, bis dann etwa um 7 Uhr bei 85–90% auch das Maximum erreicht ist. Der Rückgang zum Minimum beginnt wie bei *morsitans* etwa um 8 Uhr. Die Temperaturkurve verläuft entsprechend und im großen und ganzen wie bei *morsitans*.

Abb. 9. Kurven aus *Fusca-Biotop* — Urwald Yapo Nord, Elfenbeinküste, Ende Trockenzeit 10.–14. Mai 1952.

Die RLF-Kurve verläuft flach und hält sich nachts und während eines großen Teiles des Tages auf dem Maximum von ca. 91%, dem ein Temperaturtiefstand von 22–24°C entspricht. Auch hier wie bei *morsitans* und *brevipalpis* handelt es sich um Schönwettertage, nur am Sonntag (11.5.) war es tagsüber bewölkt und abends fiel Regen. Der heißeren Mittagszeit (Maximum 29°C) entspricht jeweils ein Feuchtigkeitsrückgang im Urwald bis zum Minimum von 66%.

Die klimatischen Schwankungen, die wir mit den heute verfügbaren Apparaturen in verschiedenen Tsetsegebieten messen können, sind vergleichsweise nicht allzu sehr voneinander verschieden. So lassen sich speziell die Verhältnisse im Grasland und im Galerienwald stark einander annähern, während sie, wie zu erwarten war, im Urwald etwas spezieller liegen. Wenn wir auch nicht behaupten wollen, daß wir mit dieser verhältnismäßig groben Methode das «Mikroklima» dieser Tsetse-Arten registriert hätten und deshalb mit der Interpretation vorsichtig sein müssen, so scheinen doch diese Resultate in einer gewissen Übereinstimmung zu stehen mit den vorangegangenen morphologischen und physiologischen Daten. Man gewinnt den Eindruck, daß die von Biotop zu Biotop herrschenden Unterschiede in den Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen für die Standortwahl einer Tsetse-Art nicht von ausschlaggebender Bedeutung sein können. Diese Ansicht wird noch bekräftigt durch den bereits erwähnten Umstand, daß es uns z. B. gelungen ist, *G. palpalis* während über drei Jahren außerhalb ihres natürlichen Biotops in einem konstanten künstlichen Klima (Temperatur 26° C und RLF 85%) erfolgreich zu züchten; allerdings machten sich gegen Ende der Zuchtperiode bei den Fliegen Degenerationerscheinungen geltend, die aber kaum auf einen nachteiligen Klima-Effekt zurückzuführen sind.

#### Literatur.

- Burt, E. (1952). The occurrence in nature of tsetse pupae (*Glossina swynnertoni*, Austen). Acta Tropica, Vol. 9, H. 4 (in Vorbereitung).  
Geigy, R. (1948). Elevage de *Glossina palpalis*. Acta Tropica, Vol. 5, p. 201-218.  
— (1950). Observations sur quelques espèces de Glossines de l'Afrique Orientale. Congr. Internat. Hygiène & Méd. Méditerran., Alger, p. 172-185.

#### Summary.

It is well known that the various species of tsetse fly have their areas of distribution in diverse and clearly definable regions in Africa.

This paper is intended to contribute to the analysis of some of the many internal and external factors which might lead a given species to settle in such and such a vegetation zone, either fringing forest, dense forest, thorn bush, or elsewhere.

Five species of tsetses have been chosen for this purpose, the natural distribution areas of which are clearly distinguishable one from the other; they are: *G. swynnertoni*, *G. morsitans*, *G. palpalis*, *G. brevipalpis*, and *G. fusca*, as well as *Stomoxys calcitrans* for the sake of comparison.

The experiments described here are concerned only with the question of climatology: the results of morphological, statistical and physiological studies of the stigmata and the respiratory mechanism of the flies are correlated with the thermohygrographic data obtained in distribution areas of tsetse flies in various localities in Africa.



The five species examined show a relatively strong uniformity as regards the size and structure of the stigmata. The tsetse flies haunting dry districts and being thus more exposed to drought do not, as one might expect, have smaller or better protected stigmata than the purely hygrophilous species, or vice versa.

On the other hand, comparing the regulation of the respiratory mechanism in *Stomoxys calcitrans* and *G. palpalis* under conditions of artificial aridity and humidity, it is noticed that the tsetse reacts very slightly to changes of the microclimate.

The thermohygrographic data, recorded in the dry season in sites of tsetse flies living respectively in the wooded grassland, fringing forest and dense forest, show that the difference of the microclimate between one place and another is less pronounced than one would have thought.

Considering this last fact together with the fact of uniformity of the respiratory system and the stability of its reactions, the conclusion is drawn that the climate has no decisive influence on the choosing by the tsetse fly of this or that area.

### Résumé.

Il est connu que les différentes espèces de glossines ont choisi leurs aires de distribution dans des paysages africains de types divers et bien déterminés.

Ce travail veut contribuer à l'analyse de quelques-uns des multiples facteurs externes et internes qui pourraient amener une espèce donnée à se fixer dans telle ou telle zone, soit donc dans une galerie forestière, dans la grande forêt vierge, dans la savane ou ailleurs.

On a choisi à cet effet cinq espèces de tsé-tsés, dont les zones naturelles d'expansion se distinguent très nettement les unes des autres ; il s'agit de *G. swynnertoni*, *G. morsitans*, *G. palpalis*, *G. brevipalpis* et *G. fusca*, ainsi que, à titre de comparaison, de *Stomoxys calcitrans*.

Les recherches décrites ici se bornent au côté climatologique de la question ; les résultats d'une étude morphologique, statistique et physiologique des stigmates et du mécanisme respiratoire des mouches sont mis en rapport avec des relevés thermohygrographiques, provenant de diverses localités africaines, biotopes de glossines.

Les 5 espèces examinées montrent une grande uniformité relative quant à la structure et la grandeur de leurs stigmates. Il n'arrive donc pas, comme on aurait pu supposer, que des glossines habitant des zones arides et étant de ce fait exposées davantage au dessèchement, possèdent des stigmates plus petits ou mieux protégés que des espèces nettement hygrophiles, ou vice versa.

En comparant d'autre part expérimentalement, dans des conditions artificielles de sécheresse et d'humidité, la régulation du mécanisme respiratoire chez *Stomoxys calcitrans* et *G. palpalis*, on constate chez la glossine très peu de réaction vis-à-vis des changements du microclimat.

Les données thermohygrographiques enregistrées en saison sèche dans des gîtes de tsé-tsés localisés respectivement dans une savane boisée, dans une galerie forestière et dans la grande forêt vierge, montrent que les différences du microclimat de lieu en lieu sont effectivement moins prononcées qu'on pourrait le supposer.

En tenant compte d'une part de ce dernier fait et d'autre part de l'uniformité du système respiratoire et de la stabilité de ses réactions chez la glossine, on arrive à la conclusion que le facteur climat ne doit pas jouer un rôle décisif dans la spécialisation de ces mouches sur tel ou tel biotope.