

32. RENÉ LEBERRE und PETER WENK:

Beobachtungen über das Schwarmverhalten bei *Simulium damnosum* (THEOBALD) in Obervolta und Kamerun¹

(Mit 5 Abbildungen)

Obwohl die Biologie und Ökologie der ♀♀ von *S. damnosum* durch die Erforschung der Epidemiologie der Onchocerciasis, einer Filariose des Menschen, gut bekannt sind, wissen wir über das Verhalten der adulten ♂♂ bei der Geschlechterfindung fast nichts. Lediglich WANSON (1950) hat ♂♂ in größerer Zahl offenbar schwärmend beobachtet, ferner fand man ♂♂ verschiedentlich auf Blüten, wo sie sich offensichtlich Nektar holten (GRENIER 1953, WANSON et al. 1949).

Um die ♂♂ von *S. damnosum* in den Savannengebieten in Obervolta beobachten zu können, wählten wir einen Zeitpunkt, zu dem Simuliiden in Massen schlüpfen, jedoch auf begrenzte, zugängliche Regionen konzentriert bleiben. Diese Bedingungen sind zu Beginn der Trockenzeit (Ende Januar) erfüllt, wenn nur noch die größeren Flüsse strömendes Wasser in genügender Menge führen und die Ufer infolge des niedrigen Niveaus gut zugänglich sind. Die Mücken bleiben auf die Galeriewälder längs der Flüsse konzentriert, denn die übrige Savanne ist zu heiß und trocken, als daß sie dort überleben könnten.

Bei unseren Untersuchungen gingen wir von folgenden Annahmen aus: 1. Die Nahorientierung der ♂♂ zu den ♀♀ erfolgt optisch, denn die ♂♂ haben dieselben hochspezialisierten Komplexaugen, wie die palaearktischen Arten. Demnach müßte die Kopulation bei Tage stattfinden. 2. Die Fernorientierung der Geschlechter beruht nicht auf einem zufälligen Zusammentreffen. Es bestehen bevorzugte Regionen, wo sich ♂♂ und ♀♀, wenn vielleicht auch nur zu bestimmten Zeiten, aufhalten. Möglicherweise gibt es besondere Treffpunkte, d. h. ein auf bestimmte Geländepunkte hin orientiertes Schwarmverhalten. 3. Bei der Kopulation wird eine Spermatophore übertragen, die die ♀♀ noch einige Stunden behalten.

Da in den vorangegangenen Jahren in den Savannengebieten von Obervolta nie Schwärme von ♂♂ beobachtet worden waren, untersuchten wir zuerst, ob die ♂♂ sich beim Blutwirt der ♀♀ ebenfalls einfinden. Da die ♀♀ bevorzugt die Beine des Menschen anfliegen und der für die Geschlechterfindung maßgebliche Anteil des Komplexauges der ♂♂ nach oben zeigt, könnten die ♂♂ dicht über dem Grase fliegen und so nur schwer zu erkennen sein. Um diese Möglichkeit zu prüfen, betrieben wir auf einer von Gras bewachsenen, nur wenige Zentimeter aus dem Flußwasser des Bougouriba herausragenden Schotterbank mitten in einem dicht besiedelten Brutgebiet von *S. damnosum* mehrere Fangmethoden: Während den Zeiten erhöhter Stechaktivität der ♀♀, d. h. von 8—12 Uhr und 16—18 Uhr, wurde ein Ventilator zeitweise dicht über dem Boden, zeitweise in 1,5 m Höhe installiert. Die Blasrichtung zeigte mit der allgemeinen Windrichtung leewärts in ein spitzkegelförmiges Netz. In der Mittagszeit wurde die Anlage alleine, ohne unsere Gegenwart, betrieben. Während den Anflugszeiten der Mücken führten wir einen afrikanischen Jungen regelmäßig in einem weiten Bogen um das Netz und zwischen Ventilator und Netz hindurch (Abb. 1, 2). Außerdem plazierten wir den Jungen von Zeit zu Zeit auf einem weißen Tuch, um vielleicht im Anflug gebildete Kopulae gegen das helle Tuch sehen zu können.

¹ Mit Unterstützung der Weltgesundheitsorganisation (WHO).

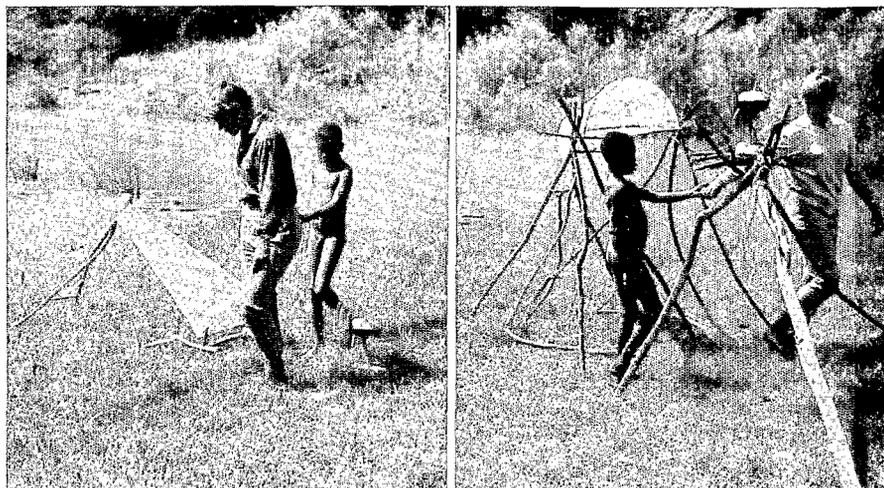


Abb. 1. Versuchsperson wird zwischen Ventilator und Netz dicht am Boden hindurchgeführt.

Abb. 2. Ventilator und Netz in Kopfhöhe der Versuchsperson.

Bei diesen Experimenten wurden an einem Vormittag dicht über dem Gras 54 ♀♀, nachmittags 3 ♂♂ und 246 ♀♀ gefangen. Die ♂♂ waren also entweder nur in geringer Zahl vorhanden, oder unsere Fangmethoden waren nicht wirksam genug. Die Totalfärbung aller gefangenen ♀♀ ergab, daß in den Vormittagsstunden nur 3 von 347 ♀♀ (0,9%) eine Spermatophore trugen, während in den späten Nachmittagsstunden bei 65 von 331 ♀♀ (19,6%) eine Spermatophore gefunden wurde. Außerdem wurden von anderen Fly-boys lückenlos während des ganzen Tages Fänge durchgeführt und stundenweise gesammelt. Hierbei zeigte sich, daß zwischen 15 und 18 Uhr die meisten ♀♀ mit einer Spermatophore anzutreffen waren (Tab. 1). Alle spermatophorentragen-

Tabelle 1. Tageszeitliche Verteilung der ♀♀ mit einer Spermatophore (Spph), bezogen auf das Total der bei Stichprobenfängen in der Savanne und im Regenwald gefangenen ♀♀. Der Unterschied von 18,2% in der letzten Spalte ist statistisch gesichert ($p \leq 0.0027$). Die Prozente in Klammern beziehen sich auf das Total der nulliparen ♀♀ (nur in der Savanne untersucht)

	9—12 Uhr	12—15 Uhr	15—18 Uhr
Savanne (Ober-Volta)	mit Spph/total ♀♀ 2/21 9,5% (18,2%)	mit Spph/total ♀♀ 4/47 8,5% (25,0%)	mit Spph/total ♀♀ 48/166 28,9% (48,5%)
Regenwald (Kamerun)	mit Spph/total ♀♀ 21/159 13,2%	mit Spph/total ♀♀ 173/803 21,6%	mit Spph/total ♀♀ 129/1209 10,7%

den ♀♀ waren zudem nullipar, hatten also noch niemals Eier abgelegt. Bei einigen ♀♀ zeigte der Zustand der Malphigi-Gefäße und das Meconium im Darm an, daß sie erst kurz zuvor aus der Puppe geschlüpft waren. Hieraus konnten wir entnehmen, daß

die Kopulation offenbar am späten Nachmittag stattfindet. Betrachtet man nur die nulliparen ♀♀, so findet man, daß abends fast doppelt so viele ♀♀ (48,5%) eine Spermatoaphore tragen wie tagsüber (18,2% bzw. 25,0%).

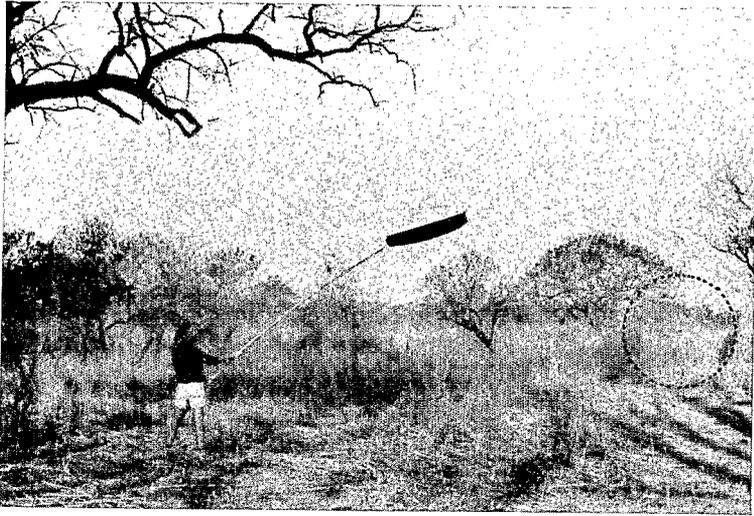


Abb. 3. Optische Marke in horizontaler Stellung, ♂♂ mehrere Meter im Lee schwärmend (Kreis).

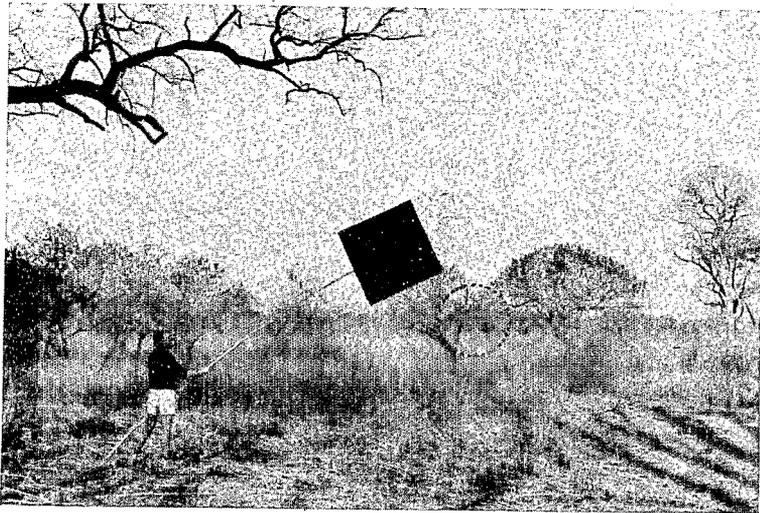


Abb. 4. Optische Marke in vertikaler Stellung, ♂♂ schwärmen in 50 cm Abstand (Kreis), einzelne ♂♂ gehen bis auf 10 cm an die untere Ecke heran.

Um die zweite Möglichkeit der Geschlechterfindung — durch Schwärmen der ♂♂ in der Nähe von markanten Punkten — zu erkunden, waren wir, wie alle unsere Vorgänger zunächst auf reine Beobachtung angewiesen. Lediglich der Zeitpunkt war etwas näher bestimmt. Mit Ferngläsern suchten wir unter den über das Wasser ragenden

Zweigen größerer Bäume nach auf der Stelle fliegenden Insekten. Einzelne Tiere wurden in 3–4 m Höhe beobachtet. Der Fang (im etwa 1 m tiefen Wasser stehend) gestaltete sich anfangs schwierig, denn der Fänger mußte sein Netz nach den Angaben eines zweiten mit dem Fernglas beobachtenden machen. Stück um Stück wurden so 6 ♂♂ von *S. damnosum* aus diesen jeweils etwa 3–5 ♂♂ umfassenden Schwärmen gefangen. Später fanden wir besser zugängliche Schwarmorte der ♂♂ (Abb. 5).

Nachdem hiermit ein optisch orientiertes Schwarmverhalten der ♂♂ mit großer Wahrscheinlichkeit vorlag, wurden weitere Experimente mit einer künstlichen, optischen Marke, wie sie auch bei europäischen Arten wirksam ist (WENK 1965), unternommen. Über einen quadratischen Rahmen aus Eisendraht mit 1 m Seitenlänge wurde ein schwarzes Tuch gespannt und die Marke an einem 4 m langen Bambusstab befestigt. In horizontaler Stellung der Marke (Abb. 3) wurde die schwarze Fläche in der an den Galeriewald unmittelbar angrenzenden Savanne in etwa 3 m Höhe her-



Abb. 5. Freistehender Baum neben Brutplatz, unter dessen ausladenden Zweigen ♂♂ schwärmten (Pfeile! Samandeni, Obervolta).

umgetragen, um ♂♂, die wir neben kleineren Bäumen beobachtet hatten, anzuziehen. Die die Marke bewegende Person stand im Luv, so daß die im Lee sich ansammelnden ♂♂ nicht im Flug behindert wurden. Sobald ♂♂ mit dem Glas festzustellen waren, wurde die Marke in vertikale Stellung gedreht (Abb. 4). Für das Auge der ♂♂ wird der Umriß der Marke dadurch kleiner und sie rücken dementsprechend näher. Nun waren sie mit bloßem Auge gut zu sehen und Netzfänge gelangen in beliebiger Zahl. Alle auf diese Weise an mehreren Tagen gefangenen ♂♂ gehörten zur Art *S. damnosum*. Bei diesen Fängen stellten wir außerdem fest, daß die ♂♂ von *S. damnosum* — im Gegensatz zu den europäischen Arten — durch weißen Untergrund (helles Netz) erheblich gestört und vertrieben werden. Vermutlich beruhte hierauf unser Mißerfolg mit dem afrikanischen Fly-boy auf weißem Tuch und die geringe Zahl Fänge mit der Netz-Ventilator-Kombination. Auch dieses Netz war weiß gewesen.

Kopulae konnten weder in den natürlichen noch in den künstlich induzierten Schwärmen beobachtet werden. Dies war auch bei den europäischen Arten nur indirekt nachgewiesen worden. Wir dürfen annehmen, daß die Kopulation von *S. damno-*

sum durch Verfolgen der ♀♀ — welche die optische Marke direkt anfliegen — von den ♂♂ aus dem Schwarm und der Vollzug im Fluge stattfindet. Jedenfalls verfolgen die ♂♂ aus dem Schwarm auch kleine Steinchen, die man über den Schwarm wirft, in gleicher Weise, wie es die ♂♂ von *W. equina* bei uns tun.

Im Vergleich zu den Verhältnissen in der trockenen Savanne wurden weitere Beobachtungen in der feuchten, tropischen Regenwaldzone des Berglandes von Westkamerun gemacht. Obwohl auch in den kleineren, von der Vegetation vollkommen überwachsenen Bächen Simuliidenlarven in großer Zahl brüten, wird der Mensch dort nur an den Ufern der großen Waldflüsse von den ♀♀ in großer Zahl angegriffen: Der über dem breiten Wasser offene Himmel scheint bei dem oft bedeckten Wetter für ihre Orientierung allein die nötige Helligkeit zu gewährleisten.

Über den ganzen Tag ausgedehnte Fänge von ♀♀ mit Fly-boys ergaben, daß um die frühe Nachmittagszeit (12—15 Uhr) an einzelnen Plätzen bis zu 24,4% der ♀♀ eine Spermatophore tragen, vormittags (8—12 Uhr) zwischen 5 und 17%, spätnachmittags (15—18 Uhr) zwischen 11 und 8%. Die Durchschnittswerte finden sich in Tab. 1. Außerdem wurden zusammen mit den 2171 an einem Tag gefangenen ♀♀ auch 21 ♂♂ erhalten. Da alle diese Fänge nicht mit dem Netz, sondern mit kleinen Röhrchen, die man über die angeflogene Mücke stülpt, ausgeführt wurden, mußten diese ♂♂ die Fly-boys direkt angeflogen haben. Da die ♂♂ ja nicht blutsaugen, ist dies nur so zu verstehen, daß die ♂♂ die ♀♀ verfolgen, d. h., die Kopulation findet hier offenbar doch nahe dem Blutwirt statt. Ganz Entsprechendes beobachtet man bei *W. equina*, welche in den Ohren von Pferden und Rindern Blut saugt: 1% der aus den Ohren gefangenen Mücken sind ♂♂, die normalerweise neben den Blutwirten schwärmen.

In der Regenwaldzone konnten schwärmende ♂♂ nicht gefunden werden, jedoch mag dies an dem schwer zu begehenden Ufergelände gelegen haben (dichter Wald bis zum Wasser, selten Sandbänke, meistens Schlamm- oder Felsuntergrund). Versuche mit optischen Marken stehen noch aus. Da die Auswertung der Fänge mittels Spermatophorenfärbung erst nach der Rückkehr in Europa erfolgen konnte, war der hierfür günstigste Zeitpunkt erst nachher zu ermitteln gewesen.

Wir können demnach sagen, daß die Geschlechterfindung von *S. damnosum* in den beiden von ihr besiedelten Extrembiotopen Afrikas offenbar nicht wesentlich von dem bei *W. equina* ermittelten Schema abweicht. Daß die ♂♂ bisher in der Savanne praktisch nicht beobachtet werden konnten, lag einmal an ihrer Kleinheit, so daß sie gegen die Blendwirkung des hellen Himmels oder den unruhigen Hintergrund der Vegetation im bewegten Flug mit bloßem Auge auf mehr als 2 m Distanz kaum zu erkennen sind. Die genauere Kenntnis des wahrscheinlichsten Zeitpunktes des Schwärmens, ferner der bevorzugten Plätze und nicht zuletzt die Benutzung von Ferngläsern sicherten unseren Erfolg.

Diskussion

LÖWENTHAL: Sind Ihre Untersuchungen über die räumliche und zeitliche Verteilung und Häufigkeit der Simuliidenmännchen im Hinblick auf die Ausarbeitung brauchbarer Vernichtungsmethoden, z. B. Massensterilisierung, durchgeführt worden?

Ich stelle diese Frage, weil auf dem letzten internationalen Kongreß über Tropenkrankheiten 1964 in Rio de Janeiro die starke Zunahme der Onchocerkose in vielen Gegenden Afrikas und Südamerikas (Venezuela) in mehreren Referaten betont wurde und eindrucksvolle Bilder über Entvölkerung durch Erblindung in afrikanischen Eingeborensiedlungen gezeigt wurden.

WENK: Die Massensterilisation der ♂♂ setzt eine Laborzucht voraus; diese ist vorerst noch nicht möglich.

Schrifttum

- GRENIER, P.: Simuliidae de France et d'Afrique du Nord in Encyclopédie entomologique XXIX. 170 S., 248 figs., Lechevalier, Paris 1953.
- WANSON, M., L. COURTOIS, B. LEBIED: L'éradication du *Simulium damnosum* (THEOBALD) à Leopoldville. Ann. Soc. Belge Med. Trop. 29 (1949) 373—403.
- WANSON, M.: Contribution à l'étude de l'Onchocercose africaine humaine (Problèmes de prophylaxie à Leopoldville). Ann. Soc. Belge de Med. Trop. 30 (1950) 667—863.
- WENK, P.: Über die Biologie blutsaugender Simuliiden (Diptera) II. Schwarmverhalten, Geschlechterfindung und Kopulation. Z. Morph. Okol. Tiere 55 (1965) 671—713.

R. LeBerre, Centre Muraz, Bobo-Dioulasso, Obervolta (West-Afrika) und
P. Wenk, Tropenmedizinisches Institut der Universität, 7400 Tübingen, Wilhelmstraße 11