Beitr. Ent. · Bd. 20 · 1970 · H. 1/2 · S. 13–18 · Berlin

Otto Scheller[1]

Tracheen im imaginalen Dipterenflügel

Mit 12 Textfiguren

Bei mikrophotographischen Arbeiten an Insektenflügeln stellte ich in der Humeralquerader einer *Calliphora*-Art eine Trachee fest. In entomologischen Nachschlagewerken (Kéler 1956, Friese 1964) wird aber von den Queradern gesagt, sie seien nicht hohl und enthielten weder Tracheen noch Nerven. Hinsichtlich des Dipterenflügels wird in einer Arbeit von Hendel (1928) sogar geschrieben, daß der fertige Dipterenflügel keine Tracheen mehr enthalte, da diese mit dem Verwachsen beider Flügelblätter herausgezogen würden. Auch nach Weber (1933) sollen die Tracheen im Imaginalflügel der Dipteren „kollabieren" oder „schwinden".

Der Widerspruch zwischen Beobachtung und Angaben in der Literatur führte zu weiteren Untersuchungen an Flügeln von Dipteren aus folgenden Familien:

Tipulidae, Tabanidae, Syrphidae, Muscidae und Calliphoridae.

Bei diesen Untersuchungen erwies sich das Vorkommen von Tracheen im Dipterenflügel und besonders in der Humeralquerader nicht als außergewöhnlich. Bei manchen Arten ließ sich ein ausgedehntes Tracheensystem feststellen, so beispielsweise bei einer *Calliphora*-Art mit Tracheen in folgenden Adern:

Humeralquerader, Costa, Subcosta, Radius, Radiussektor, Cubitus und Analis.

Musca domestica Linnaeus zeigte Tracheen in:

Humeralquerader, Costa und Radius.

Bei einer nicht näher bestimmten Syrphiden-Art konnten Tracheen festgestellt werden in: Radiuswurzel, Costa, Humeralquerader, Subcosta, Radius und Radiussektor (allerdings zweifelhaft).
Die Anzahl der festgestellten Tracheen war bei den einzelnen Arten recht unterschiedlich. Hinsichtlich des Tracheenverlaufes gab es nicht nur Abweichungen zwischen den einzelnen Individuen der gleichen Art, sondern auch zwischen rechtem und linkem Flügel des gleichen Exemplars.

Wenn auch im Hinblick auf den ungeheuren Artenreichtum der Ordnung Diptera erst relativ wenige Arten und Individuen auf das Vorkommen von Tracheen hin untersucht worden sind, so können doch die in der oben angeführten Literatur gemachten Angaben nicht mehr als zutreffend angesehen werden; dagegen rechtfertigen die bisherigen Untersuchungsergebnisse folgende Behauptungen:

1. Die Queradern sind nicht durch das Fehlen eines Hohlraumes gekennzeichnet; sie weisen zum Teil auch Tracheen auf.

2. Der fertige Dipterenflügel ist nicht grundsätzlich tracheenlos.

[1] Anschrift: DDR – 7403 Lucka (Bezirk Leipzig), Bahnhofstr. 34.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.20.1-2.13-18

Leider hat noch keine Möglichkeit bestanden, das umfangreiche internationale Spezialschrifttum auf dieses Problem hin durchzusehen. Lediglich nach Abschluß meiner Untersuchungen erhielt ich durch Vermittlung von Herrn Dr. habil. G. MORGE, Eberswalde, von Prof. Dr. Dr. W. HENNIG, Ludwigsburg, den Hinweis auf eine in Kanada erschienene Arbeit ARNOLDS (1964), die mir inzwischen auch im Original vorgelegen hat. ARNOLD beschäftigt sich zwar nicht mit den Tracheen im Dipterenflügel, sondern mit der Blutzirkulation in Insektenflügeln. In seiner Arbeit sind aber einige Angaben enthalten, die direkt oder indirekt meine Feststellungen bekräftigen.

Zusammenwachsen der Flügelblätter

ARNOLD bestätigt das Zusammenwachsen der beiden Flügelblätter (The definitive wings of the adult insect are of course modified by union of the two walls over much of their area . . . S. 5), aber er sagt nichts vom „Herausziehen der Tracheen" bei den Insekten im allgemeinen und besonders nicht bei den Dipteren. Lediglich im Kapitel über die Ordnung Odonata (S. 11) erwähnt er eine Angabe, wonach die Tracheen im Odonatenflügel während der Metamorphose zurückgezogen und einschrumpfen würden (Indeed the thought was discouraged by a subsequent statement that the tracheae withdrew from the wing and shrivelled up at metamorphosis. — S. 11). Er bestätigt diese Angabe jedoch nicht nachdrücklich. Es dürfte sich mit dem Odonatenflügel wie mit dem Dipterenflügel verhalten. Das Zusammenwachsen der Flügelblätter bedeutet nicht zwangsläufig das Herausziehen der Tracheen.

Queradern

Aus ARNOLDS Untersuchungen geht eindeutig hervor, daß die Queradern in den Blutkreislauf innerhalb der Flügel einbezogen sind. An Stelle vieler möglichen Zitate soll nur ein Satz aus der Einleitung (S. 5) angeführt werden: "In general, blood from the lateral intermuscular spaces of the thorax enters a wing at the humeral angle, flows distally to the wing apex through the large anterior veins and moves en route through cross-veins toward the posterior margin."

(= Im allgemeinen tritt das Blut am Humeralwinkel aus den seitlichen intermuskularen Räumen des Thorax in den Flügel ein, fließt distal durch die großen Vorderadern zur Flügelspitze und bewegt sich durch Queradern weiter zum hinteren Rande.)

ARNOLD erwähnt auch ausdrücklich die Humeralquerader (S. 36), in der sich der Blutstrom in beiden Richtungen bewegen kann. Bezüglich der Blutzirkulation in den Queradern der Dipterenflügel verweise ich besonders auf die Figuren 61 bis 66 und 70 der ARNOLDschen Arbeit.

Die Tatsache, daß das Blut auch durch die Queradern zirkuliert, ist gleichbedeutend mit dem Vorhandensein eines Hohlraumes in den Queradern, selbst wenn sich darin keine Tracheen befinden sollten.

Tracheen im Flügel

Für ARNOLD ist das Vorkommen von Tracheen im Insektenflügel nicht zweifelhaft; in der Einleitung (p. 5) schreibt er, daß zwischen den Flügelblättern Blut, Tracheen und Nerven enthalten sind (". . . the dorsal and ventral walls are

DOI: 10.21248/contrib.entomol.20.1-2.13-18

structural duplicates of the body wall and contain between them blood, tracheae, and nerves."). Er nimmt auch an, daß die Flügel mancher Insekten wenigstens eine geringe Atmungsfunktion besitzen (". . . it may be suggested that the wings in some insects have at least a small respiratory function." — p. 6) und sagt, daß manche Flügel nahe der Basis ein ausgedehntes Tracheensystem enthalten ("Some contain an extensive tracheal system . . . near the wing bases." — p. 6). ARNOLD spricht hier zwar nicht speziell vom Dipterenflügel, aber zweifellos sind zu den "some insects" (= manche Insekten) auch die Dipteren zu rechnen (meine Untersuchungen bestätigen das).

Ein deutlicher Bezug auf Tracheen im Dipterenflügel liegt bei der Besprechung der Blutzirkulation im Arculus der Tipuliden vor (". . . flexible portions of the arculus wall and of contained tracheae . . ." p. 33). ARNOLD versteht unter „Arculus" die Querader, die sich in der Nähe der Flügelbasis vom Radius bis zum Cubitus erstreckt (". . . a cross-vein (or blood channel) extending from radius to cubitus near the wing base." — p. 32); bei HENDEL (1928) finden wir dafür die Bezeichnung „cubito-mediale Y-Ader" oder „posterior arculus".

Nach meinen Feststellungen weist der Tipulidenflügel relativ wenige Tracheen auf, dennoch enthält er nicht nur (wie man nach ARNOLD annehmen könnte) im wurzelnahen Teil bis zum Arculus Tracheen, sondern auch im Radius und Cubitus. Die Radius-Trachee zum Beispiel durchzieht den Flügel bis zu drei Viertel seiner Gesamtlänge; sie ist sehr deutlich wahrnehmbar. Wenn ARNOLD nichts von diesen über den Arculus hinausgehenden Tracheen sagt, so erklärt sich das einfach aus der Tatsache, daß nur die Blutzirkulation Gegenstand seiner Untersuchungen war.

ARDOLD erwähnt in seiner Arbeit nichts von den Angaben anderer Autoren, wonach die Queradern aller Insekten keinen Hohlraum und die imaginalen Dipterenflügel keine Tracheen aufweisen sollen. Möglicherweise sind ihm derartige Behauptungen gar nicht bekannt, sonst hätte er ihnen zweifellos widersprochen.

An dieser Stelle danke ich Herrn Dr. habil. G. MORGE, Eberswalde, für die erteilten Auskünfte und für seine Hilfe bei der Beschaffung der ARNOLDschen Arbeit.

Summary

It is sometimes stated in German entomological publications that cross veins are not hollow and thus cannot contain tracheae or nerves; the wings of the dipterous imagines are said to be entirely without tracheae. Studies on the wings of several dipterous species and the evaluation of a paper by ARNOLD on the blood circulation in insect wings have shown that the wings of the Diptera contain tracheae and that the cross veins are hollow.

Zusammenfassung

In der deutschen entomologischen Literatur finden sich Angaben, wonach Queradern nicht hohl sind und folglich weder Tracheen noch Nerven enthalten; der imaginale Dipterenflügel wird als völlig tracheenlos bezeichnet. Untersuchungen an Flügeln verschiedener Dipteren-Arten und die Auswertung einer Arbeit von ARNOLD über die Blutzirkulation in Insektenflügeln haben ergeben, daß der Dipterenflügel Tracheen enthält und die Queradern hohl sind.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.20.1-2.13-18

Резюме

В немецкой энтомологической литературе находятся данные, по которым поперечные жили не полые и поэтому в них не имеются ни трахеев и ни нервов; имагинальное крыло двухкрылых считается безтрахейним. Исследования у крыльев различных видов двухкрылых и использованне работы ARNOLDa о циркуляции крови в крыльях насекомых показали, что крыло двухкрылых имеет трахеи и что поперечные жили полые.

Literatur

ARNOLD, J. W. Blood Circulation in Insect wings. Mem. Ent. Soc. Canada **38**, 1–48; 1964.
FRIESE, G. Insekten. MEYERS Taschenlexikon der Entomologie. Leipzig 1964.
HENDEL, Fr. Zweiflügler oder Diptera. II (Allgemeiner Teil). In: DAHL, Die Tierwelt Deutschlands. Teil 11, 135 pp., Jena 1928.
KÉLER, St. von Entomologisches Wörterbuch. 2. Auflage, Berlin 1956.
WEBER, H. Lehrbuch der Entomologie. Jena 1933.

Figurenerklärung

Fig. 1–3. Das Vorhandensein einer Trachee in der Humeralquerader beweist, daß diese Querader hohl ist. Die Lage der Trachee innerhalb der Ader ist bei den einzelnen Flügeln unterschiedlich. Typisch ist die Verzweigung der Trachee bei Einmündung in die Costalader

Fig. 1. *Myiatropa florea* LINNAEUS (Syrphide). Humeralquerader mit fast geradlinig und zentral verlaufender Trachee. Im unteren Teil der Trachee zweigt rechts eine Tracheole ab, die nahezu parallel zur Haupttrachee verläuft

Lufteinschlußpräparat. – Photographische Endvergrößerung ca. 1060:1.

Fig. 2. *Calliphora vicina* ROBINEAU-DESVOIDY, linker Flügel. Einmündung der Humeralquerader in die Costa (dunkler Bildteil oben). Trachee ist stark der Aderwand genähert. Typische Tracheenverzweigung bei Eintritt in die Costa

Lufteinschlußpräparat. – Photographische Endvergrößerung ca. 500:1.

Fig. 3. *Calliphora vicina* ROBINEAU-DESVOIDY, rechter Flügel. Trachee der Humeralquerader mit mehrfacher Verzweigung bei Einmündung in die Costa. Trachee innerhalb der Humeralquerader fast zentral gelegen

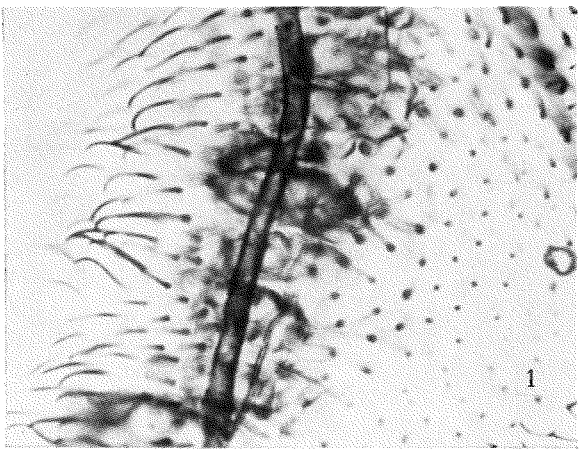
Lufteinschlußpräparat. – Photographische Endvergrößerung ca. 780:1.

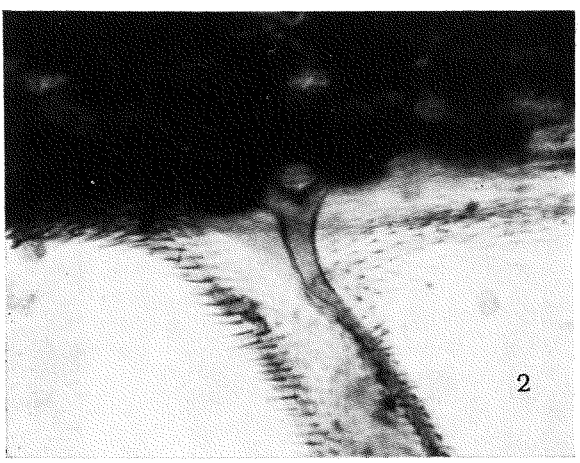
Fig. 4–5: Die grundsätzliche Verzweigung der Humeralquerader-Trachee gilt nach den bisherigen Untersuchungen verschiedener Dipterenflügel zwar als typisch, sie ist jedoch im einzelnen ausgesprochen individuell geprägt. Übereinstimmung ist selbst zwischen rechtem und linkem Flügel des gleichen Individuums noch nicht festgestellt worden. Die Verzweigung findet zuweilen noch innerhalb der Humeralquerader, zuweilen auch erst innerhalb der Costa statt. Als vorherrschend kann die Verzweigung an der Übergangsstelle Humeralquerader/Costa angesehen werden

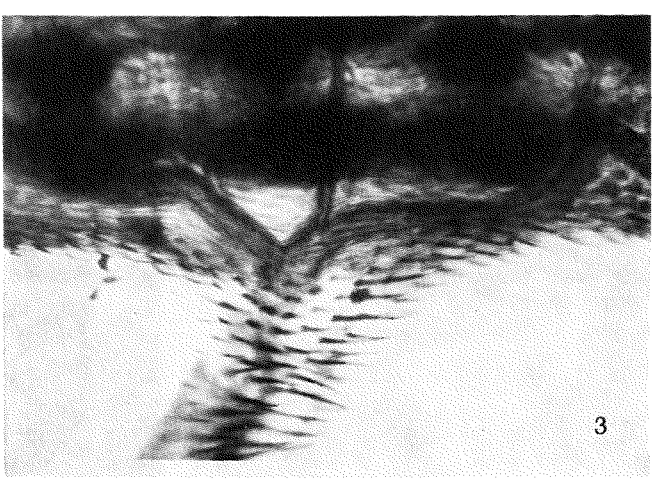
Fig. 4. *Musca domestica* LINNAEUS, rechter Flügel. Verzweigung der Humeralquerader-Trachee nahe der Einmündung in die Costa (im Bilde oben). Eine einfache Verzweigung in Gabelform

Durobalsam-Präparat. – Photographische Endvergrößerung ca. 780:1.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.20.1-2.13-18

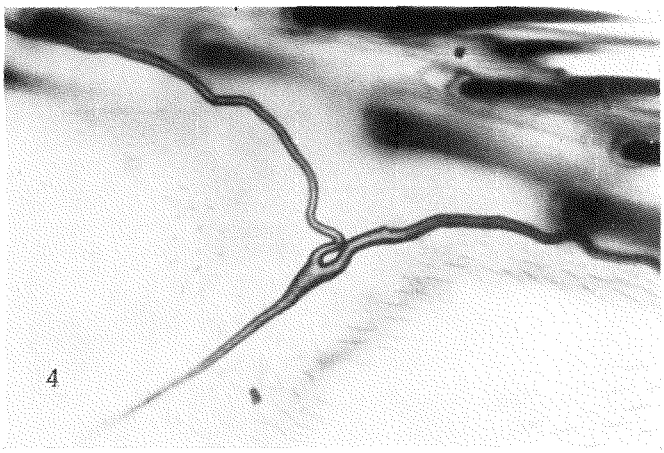


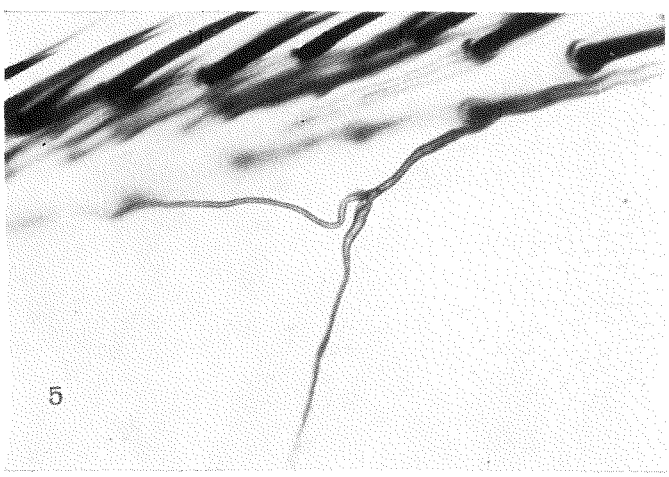


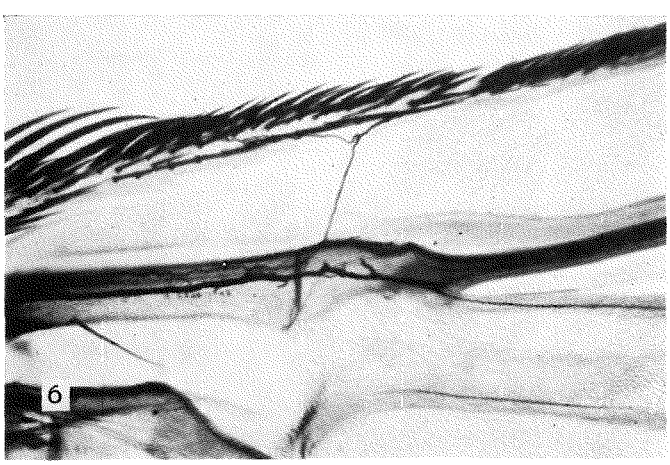


Tafel 1

DOI: 10.21248/contrib.entomol.20.1-2.13-18

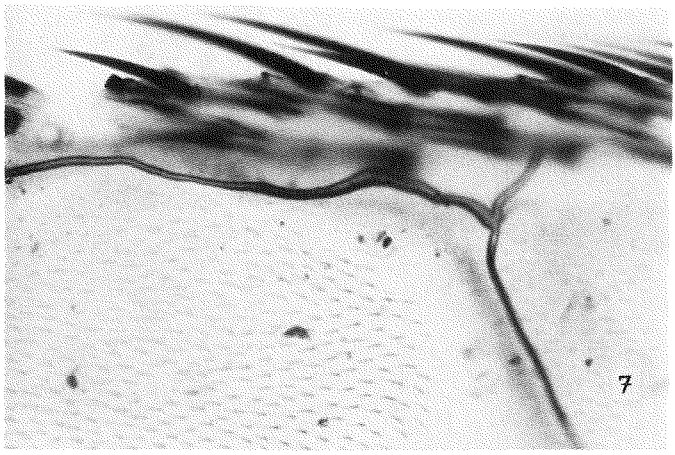


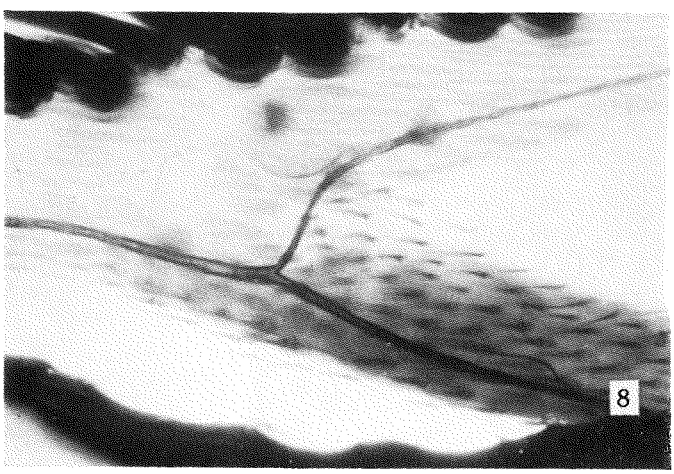


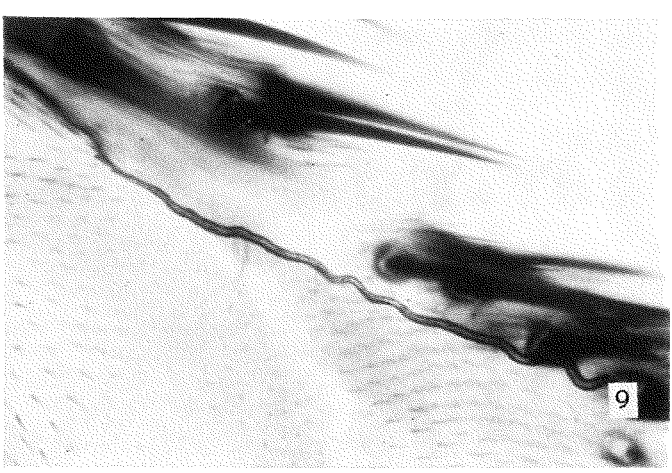


Tafel 2

DOI: 10.21248/contrib.entomol.20.1-2.13-18

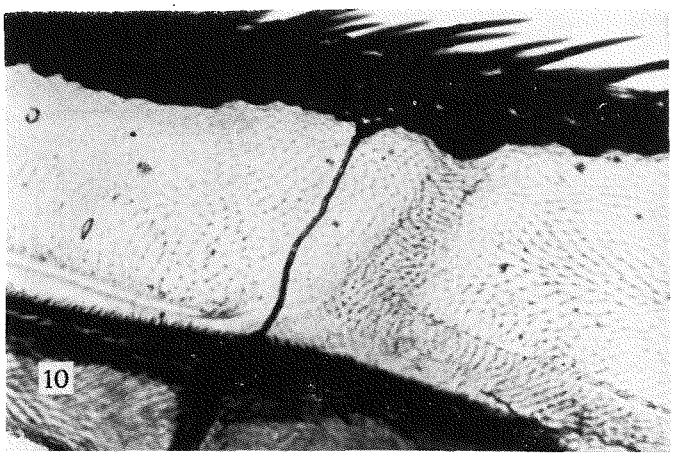


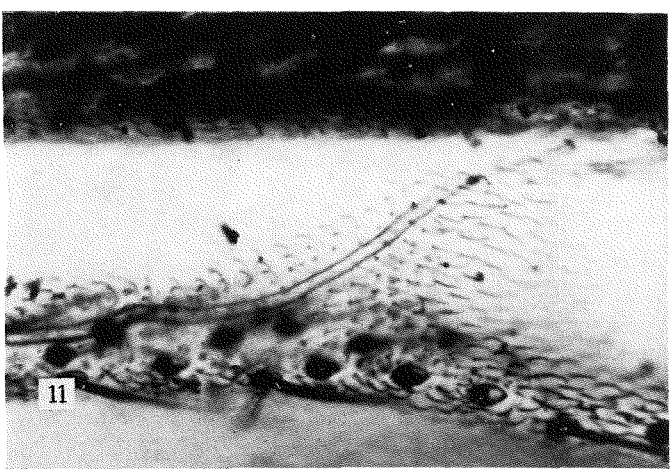


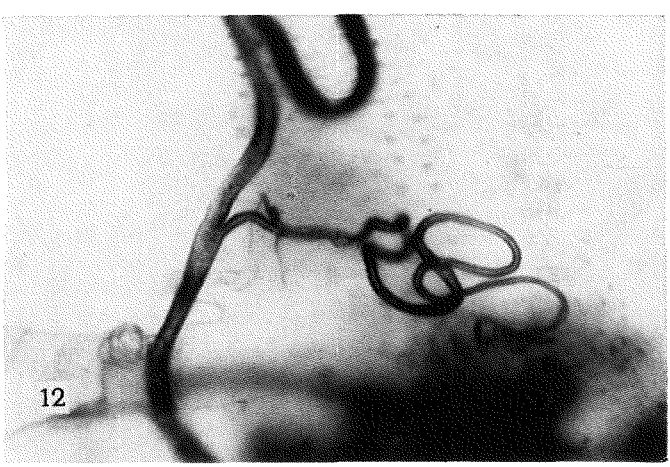


Tafel 3

DOI: 10.21248/contrib.entomol.20.1-2.13-18







Tafel 4

DOI: 10.21248/contrib.entomol.20.1-2.13-18

Fig. 5. *Musca domestica* LINNAEUS, rechter Flügel. Tracheenverzweigung am Übergang Humeralquerader/Costa. Der linke Tracheenast zeigt anfangs rückläufige Tendenz, ehe er nach links (basalwärts) in die Costa übergeht

Durobalsam-Präparat. – Photographische Endvergrößerung ca. 500:1.

Fig. 6. *Musca domestica* LINNAEUS, rechter Flügel mit Humeralquerader-trachee (ungefähr in der Bildmitte). Diese Trachee kommt zwar aus dem Radius, sie ist aber ein selbständiger Tracheenstrang – also nicht nur ein Ast der Radius-Trachee –, der sich bis in die Flügelwurzel verfolgen läßt. Vor der Einmündung in die Costa (im Bilde oben) die typische Verzweigung der Humeralquerader-Trachee; je ein Zweig verläuft innerhalb der Costa nach links (basalwärts) und nach rechts (apikalwärts). Im Radius ist unterhalb der Humeralqueradertrachee die Radius-Trachee zu erkennen, die einen Zweig in den Radiussektor entsendet. Der noch weiter unten parallel zur *rs*-Trachee verlaufende dunkle Strich ist keine Trachee

Durobalsam-Präparat. – Photographische Endvergrößerung ca. 125:1.

Fig. 7–9: Nicht nur die Trachee der Humeralquerader verzweigt sich bei Einmündung in die Costa, sondern auch diejenige des Radius-1. Die Subcosta entsendet, soweit bisher festgestellt werden konnte, keine Trachee in die Costa. Da der in der Costa basalwärts laufende Zweig der *r-1*-Trachee keine Verbindung zum apikalwärts gehenden Zweig der Humeralquerader-Trachee hat, bleibt die entsprechende Mittelstrecke der Costa tracheenlos. Eine spezifische Costaltrachee wurde noch nicht festgestellt

Fig. 7. *Musca domestica* LINNAEUS, linker Flügel. Trachee in Humeralquerader (rechts im Bilde) setzt sich, nach Verzweigung, in Richtung Apex (nach links) in der Costa fort. Dieser Zweig konnte jedoch nicht bis zur Einmündung der Subcosta in die Costa verfolgt werden

Durobalsam-Präparat. – Photographische Endvergrößerung ca. 500:1.

Fig. 8. *Calliphora vicina* ROBINEAU-DESVOIDY, linker Flügel. Einmündung des Radius-1 in die Costa. Die von rechts unten kommende Radius-Trachee gabelt sich noch innerhalb von *r-1*; der linke Zweig verläuft in der Costa in Richtung Apex, der rechte Zweig basalwärts, ohne jedoch die Einmündungsstelle der Subcosta in die Costa zu erreichen

Präparat im Glycerin-Tropfen aufgehellt. – Photographische Endvergrößerung ca. 780:1.

Fig. 9. *Musca domestica* LINNAEUS, rechter Flügel. Costa zwischen Humeralquerader und Subcosta. Die vermeintliche „Costaltrachee" (unterhalb der Beborstung) ist in Wirklichkeit der apikalwärts gerichtete Zweig der Humeralquerader-Trachee

Durobalsam-Präparat. – Photographische Endvergrößerung ca. 780:1.

Fig. 10–11: Die beiden Flügelblätter (obere und untere Flügelmembran) sind nicht immer vollständig miteinander verwachsen; die Tracheen können deshalb zuweilen ganz oder teilweise neben den entsprechenden Adern einherlaufen oder sie verlassen und auf „verbotenen Wegen" in andere Adern übergehen

Fig. 10. *Musca domestica* LINNAEUS, rechter Flügel. Die *h*-Trachee verläuft gänzlich außerhalb der Humeralquerader und fast parallel zu ihr. Sonstige Abweichungen liegen bei ihr jedoch nicht vor

Durobalsam-Präparat. – Photographische Endvergrößerung ca. 310:1.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.20.1-2.13-18

Fig. 11. *Pachyrhina* spec. (Tipulidae), rechter Flügel. Die Radius-Trachee verläßt, jenseits der Einmündung von sc_2 in den Radius, die *r-1* und mündet auf „verbotenem Wege" in die Costa (im Bilde oben)

Lufteinschlußpräparat. – Photographische Endvergrößerung ca. 500:1.

Fig. 12. Tracheolen-Schleifen in der Humeralquerader eines linken Flügels von *Calliphora vicina* ROBINEAU-DESVOIDY in unmittelbarer Nähe des Radius (dunkler Teil im Bilde unten). Die Trachee kommt von links unten aus dem Radius, entsendet nach links einen Zweig in die Subcosta (im Bilde unscharf) und bildet dann innerhalb der Humeralquerader als rechte Abzweigung die in unterschiedlichen optischen Ebenen liegenden Tracheolenschleifen. Eine solche Bildung wurde bisher noch nicht wieder beobachtet

Flügel zwecks Aufhellung im Glycerin-Tropfen untersucht. – Photographische Endvergrößerung ca. 780:1.

DOI: 10.21248/contrib.entomol.20.1-2.13-18