

zellen und denen der grünen Prothalliumzellen spricht nichts für diese Annahme, manches gegen sie. Verwehren doch gerade die Wände der grünen Prothalliumzellen im Gegensatz zu den Rhizoidzellen dem Kongorot den Eintritt.

Indem ich die vorgetragenen Resultate und Erwägungen zur Diskussion stelle, bin ich mir bewußt nichts abgeschlossenes gebracht zu haben. Weitere Versuche sind im Gange.

Bei dem heutigen Stande scheint mir die bisher verbreitete Ansicht einer für Krystalloide allgemeinen Durchlässigkeit der gequollenen Zellulosewände berechtigt.

Das gilt vorläufig nur für Krystalloide mit kleinem Molekül. Für Kolloide (große Moleküle) mag in vielen Fällen die Zellwand — wie eine Gelatine-Gallerte — als Sieb wirken. Und vielleicht sind Einlagerungen, die Halbdurchlässigkeit verursachen, ohne die mikrochemische Zellulosereaktion zu verändern, öfter anzutreffen (Klebs, Hansteen).

Sämtliche in der vorliegenden Arbeit mitgeteilten Versuche hat Herr Dr. Möller ausgeführt. Ich spreche ihm dafür auch an dieser Stelle meinen Dank aus.

Kiel, im November 1921.

Über die Doppelatmung der Mückenlarven.

Von Dr. St. Konsuloff.

Privatdozent der Zoologie a. d. Universität Sofia.

Mit 3 Abbildungen.

Die europäischen Mückenarten überwintern größtenteils als Imago, einige Arten aber können auch als Larven oder nur als Larven die kalte Jahreszeit verbringen. Unter anderen überwintert als Larve auch *Anopheles bifurcatus* L. Diese Art ist in Europa stark verbreitet, auch in den Zonen, wo die Tümpel im Winter mit Eis bedeckt sind. Unter diesen Umständen müssen die Larven auf ihre Tracheenatmung verzichten und sind auf die Kiemenatmung angewiesen. Welche andere Mückenarten als Larven überwintern können, ist noch nicht genau erforscht. Kurze Zeit nach dem Eisschmelzen habe ich am 18. März 1918 in einem Tümpel bei Gevgeli (Macedonien) erwachsene Larven von *Theobaldia annulata* Schrank gefunden. Andererseits habe ich in Südbulgarien einmal am 1. April, als noch die Eier kaum gelegt waren, Männchen von *Anopheles maculipennis* Meigen gefangen, mit gut beschuppten Flügeln, die offenbar nicht überwintert hatten, sondern frisch ausgeschlüpft waren. In der Nähe von Sofia habe ich Anfang April 1920 erwachsene Larven von *Culex* sp. gefunden, die auch den ganzen Winter unter dem Eis verbracht hatten.

Alle diese Tatsachen weisen darauf hin, daß die Mückenlarven die Fähigkeit besitzen, unter bestimmten Umständen auch die im Wasser

enthaltene Luft zur Atmung auszunutzen und daß nur einige Mückenarten von dieser Fähigkeit regelmäßig Gebrauch machen; alle übrigen überwintern als Imago.

Welche sind die Organe, die diese Kiemenatmung ermöglichen? Es lag die Vermutung nahe, daß diese Rolle wahrscheinlich die Analanhänge spielen, die keine Chitinschicht wie die übrige Körperoberfläche besitzen.

Diese Anhänge sind nicht imstande unter gewöhnlichen Umständen die Atembedürfnisse der Larven zu sichern, was aus den folgenden Versuchen bei Zimmertemperatur ersichtlich ist.

Ausdauer der Larven von *A. maculipennis*, die bei Zimmertemperatur ohne Berührung mit der Luft gehalten werden.

Alter der Larven	Nach 15 Min.	Nach 30 Min.	Nach 45 Min.	Nach 60 Min.	Nach 300 Min
I. (2—3 mm lang)	lebend	lebend	lebend	lebend	Nur einige noch lebend
II. (mittelgroß)	"	"	einige gestorben	alle gestorben	—
III. erwachsene (Larven)	"	einige gestorben	die meisten gestorben	alle gestorben	—

In der Natur aber können die Mückenlarven nur unter dem Eis zur Wasseratmung gezwungen werden, also bei einer Temperatur, die nicht bedeutend höher über 0 ist. Bei einer so niedrigen Temperatur müssen die Lebensprozesse sehr herabgesetzt und die Atembedürfnisse sehr beschränkt sein. Infolgedessen könnte man erwarten, daß vielleicht bei niedriger Temperatur die Wasseratmung imstande wäre die Atembedürfnisse zu befriedigen. Die folgenden Versuche, die in dieser Richtung unternommen waren, haben die Voraussetzung vollkommen bestätigt.

I. Larven von *Anopheles maculipennis* verschiedenen Alters wie auch *Culex pipiens*-Larven werden allmählich abgekühlt. Bis ungefähr 5—4° C. sind die Larven beweglich, bei niedrigerer Temperatur sinken sie auf den Boden und bleiben dort bewegungslos. Das Wasser fror gänzlich, die Temperatur sank bis auf 15° unter 0, die Larven lagen im Eise selbst. Als ich nach ungefähr 10 Stunden die Temperatur bis zur Zimmertemperatur steigen ließ, erwachten die Larven nicht, sie waren tot.

II. Larven von *A. maculipennis* und *C. pipiens* bei +2° C. gestellt liegen am Boden bewegungslos. Nach 10 Stunden bis zur Zimmertemperatur erwärmt, erwachen sie und steigen an die Oberfläche munter empor. Von neuem bis zu +2° C. abgekühlt, schliefen die Larven wieder ein und fielen zum Boden.

III. In ein Glas mit abgekochtem und bis zu +2° C. abgekühltem Wasser wurden Larven von *A. maculipennis* und *C. pipiens* gesetzt, die Oberfläche mit flüssigem Paraffin bedeckt und weiter bei +2° C. gehalten. Ein zweites Glas mit Larven, aber mit durchlüftetem Wasser, diente als Kontrolle. Nach 12 Stunden wurden beide Gläser bis zur

Zimmertemperatur erwärmt: die Larven waren im ersten Glas tot, diejenigen im zweiten erwachten und kamen an die Oberfläche des Wassers unter dem Paraffin herauf.

Die Kontroll-Larven wurden jetzt bei einer Temperatur von $+4^{\circ}$ bis $+5^{\circ}$ C. gestellt. Sie blieben nicht ständig am Boden, sondern kamen hin und wieder an die Oberfläche (unter dem Paraffin), ihre Beweglichkeit aber war viel schwächer als bei Zimmertemperatur. Nach 10 Stunden waren diese Larven immer noch lebend.

IV. Die Analanhänge von *A. maculipennis* und *C. pipiens*-Larven wurden mit einem Rasiermesser vorsichtig abgeschnitten. Unter Wasser gestellt, konnten nur die *Culex*-Larven, dank ihrem Atemrohr, an die Oberfläche kommen, die *Anopheles*-Larven aber, trotz allen Bemühungen, konnten es nicht. Die ihrer Analanhänge beraubten Larven wurden in zwei Gruppen geteilt. Eine Gruppe wurde auf Fließpapier, die andere in ein Glas abgekochtes Wasser, mit flüssigem Paraffin an der Oberfläche, gestellt. Beide Gruppen wurden bei einer Temperatur von ca. $+2^{\circ}$ C. gehalten. Nach 24 Stunden setzte ich beide Gruppen bei Zimmertemperatur aus, wobei ich den über dem Fließpapier befindlichen Larven Wasser zusetzte. Die Larven, die in abgekochtem Wasser lagen, waren schon tot, die anderen, die in Kontakt mit der Luft standen, obwohl mit entfernten Analanhängen, waren noch lebendig.

* * *

Aus diesen Versuchen geht folgendes hervor:

1. Die Mückenlarven sind imstande auch unter Wasser zu atmen.
 2. Diese Fähigkeit ist mit den Analanhängen verknüpft. Der übrige Körper ist mit einer dicken Chitinschicht bedeckt, die keine Hautatmung erlaubt.

3. Die Analanhänge funktionieren als Atmungsorgane verhältnismäßig sehr schwach und sind imstande nur bei herabgesetzter Lebensfähigkeit der Larven die Atembedürfnisse zu befriedigen. Das ist der Fall, wenn sich die Larven im Wasser unter dem Eis befinden und wenn die Wassertemperatur nicht höher als $4-5^{\circ}$ C. ist.

4. Im Eis selbst können die Larven kurze Zeit aushalten, wenn die Temperatur nicht zu stark gesunken ist.

Die biologische Bedeutung dieser Doppelatmung besteht offenbar darin, daß sie den Larven ermöglicht, unter gewöhnlichen Umständen längere Zeit am Boden zu bleiben um Nahrung zu suchen. Außerdem, dank der Kiemenatmung, können die Larven unter dem Eis überwintern. Und wenn wir gewöhnlich nur einige Mückenarten finden, die als Larven bis zur nächsten Saison aushalten, so ist das nicht durch die Unfähigkeit der Larven zu erklären, sondern durch den Instinkt der Weibchen. Bei manchen Arten, z. B. bei *A. bifurcatus*, legen die Weibchen im Spätherbst Eier ab und die ausgeschlüpften Larven können bis zum Winterbeginn ihre Entwicklung nicht beenden. Ihr Wachstum hört bei der niedrigen Spätherbsttemperatur auf und sie sind zur Überwinterung genötigt. Das ist gewöhnlich bei *A. maculipennis* nicht der

Fall, weil diese Art im Spätherbst keine Eier ablegt. Larven von dieser Art habe ich künstlich im Herbst bei niedriger Temperatur gehalten und so ihre Entwicklung bis zum Winter verzögert. Mitte Januar waren die Larven in einem Wasserbecken immer noch lebend, wobei sie am Boden lagen.

Was für Atmungsorgane^{*} stellen die^{*} Analanhänge dar?

Es sind vier hohle Anhänge des Analsegmentes der Larve, die bei allen Mückenlarven ziemlich gleiches Aussehen haben. Ihren Bau

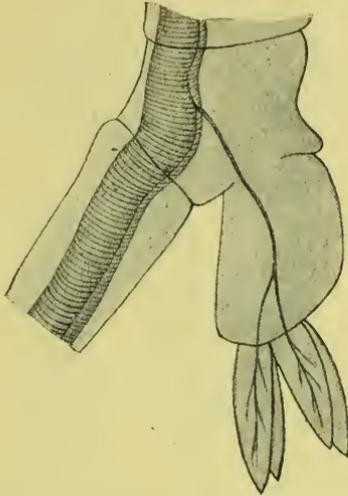


Abb. 1. *Theobaldia spathipalpis*, Rondani. Verbindung zwischen den Tracheenkiemen und den Haupttracheen.

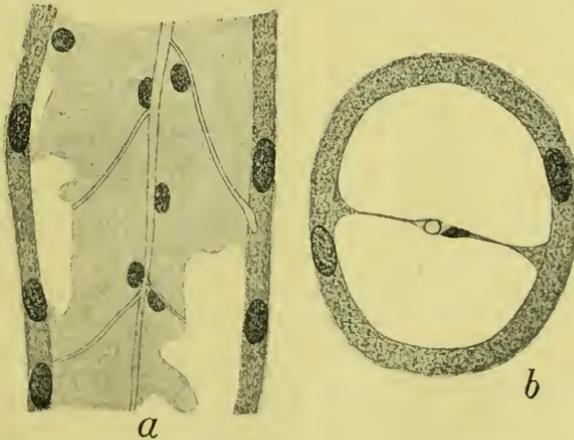


Abb. 2. *Theobaldia spathipalpis*, Rondani. *a* = Sagittalschnitt, *b* = Querschnitt durch den Analanhang.

versuchte ich an den Larven von *Theobaldia spathipalpis* Rondani zu untersuchen, da bei dieser Art die Analanhänge größer als bei den anderen Mückenarten sind.

An gefärbten Präparaten sieht man, wie die Analanhänge durch feine Verbindungsrohre mit den Haupttracheen in Verbindung stehen, sodaß sie dorthin den Sauerstoff treiben und ihn dem ganzen Körper übermitteln können (Abb. 1). Das Lumen der Analanhänge steht mit der Leibeshöhle in Zusammenhang und ist durch eine Wand in zwei Hälften geteilt (Abb. 2*b*). Diese Wand dient als Schutz von fein verzweigten Tracheen, die aus einem Medianrohr entspringen (Abb. 2*a*). Die Zellkerne der Außenwand sind im Vergleich mit den der Medianwand ungewöhnlich groß.

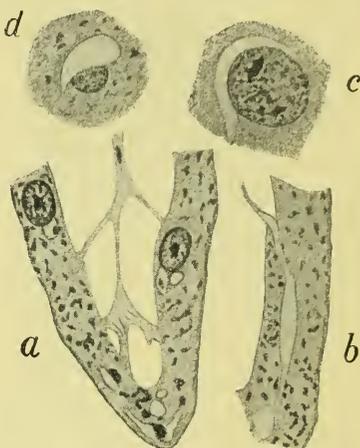


Abb. 3. *Theobaldia spathipalpis*, Rondani. *a* = Längsschnitt durch die Spitze eines Analanhanges; ein Teil der Außenwand mit Verlängerung und Erweiterung der Endkapillaren im Protoplasma; *c* = ein Teil einer Endkapillare, einem Kern anliegend; *d* = kolbenförmige Erweiterung am Ende einer Kapillare, in Berührung mit dem Kerne (nur ein kleiner Teil vom Kerne ist in diesem Schnitte sichtbar).

Die Endzweige der Tracheen gehen von der Medianwand in die Wandungen der Anhänge über. Dort verlaufen die Tracheenkapillaren in verschiedenen Richtungen in den Zellen selbst, die oft schwer zu verfolgen sind, wobei sie oft den Zellkernen anliegen (Abb. 3*c, d*). An manchen Stellen, hauptsächlich an der Spitze der Analanhänge, bilden die Kapillaren kolbenförmige Erweiterungen, die ebenfalls oft mit den Kernen in Berührung kommen (Abb. 3*d*).

Die Analanhänge sind also Tracheenkiemen. Die Sekretion des Sauerstoffs findet in der Außenwand statt. Die sich daran beteiligenden Zellen haben auffallend große Kerne, aus denen Chromidien ausgiebig austreten (Abb. 3*b, c*). Die Größe der Kerne dieser sezernierenden Zellen, die Berührung mit den Tracheenkapillaren und deren Erweiterungen die oft zu beobachten sind, endlich die reichliche Chromidienausscheidung zeigen, daß hier die Kerne bei der Sauerstoffsekretion wahrscheinlich eine wesentliche Rolle spielen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [42](#)

Autor(en)/Author(s): Konsuloff Stefan

Artikel/Article: [Über die Doppelatmung der Mu^ckenlarven. 188-192](#)