

Allgemeiner Teil

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Acta Tropica**

Band (Jahr): **17 (1960)**

Heft 3

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

auszufüllen, gestützt auf Studien an den beiden Arten *Kaloterme flavicollis* und *Zootermopsis nevadensis*. Insbesondere sollen die Umlagerungen des Keimes und die Bewegungen des Dotter-Entoplasmasystems untersucht werden, um diesen Eityp innerhalb der hemimetabolen Insekten einordnen zu können. Im weitern soll die auffallende Volumenzunahme, die das Termitenei im Verlauf seiner Entwicklung erfährt, sowie deren Ursache genauer untersucht werden.

Es ist mir ein besonderes Anliegen, meinem hochgeehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. R. GEIGY, unter dessen Anleitung die vorliegende Dissertation am Schweizerischen Tropeninstitut entstand, für sein stetes Interesse und seine mannigfaltigen Anregungen zu danken. Aber auch für die Benützung der Klimaräume und der übrigen Einrichtungen des Institutes und dafür, daß es mir möglich war, die gesamte Embryonalentwicklung von *Kaloterme flavicollis* in einem Zeitrafferfilm festzuhalten, sei ihm mein herzlichster Dank ausgesprochen. Besonders danken möchte ich auch Fräulein BÉATRICE SCHAUB für ihre wertvolle Hilfe bei der Abschrift des Manuskriptes.

ALLGEMEINER TEIL.

1. Biologie der untersuchten Termitenarten.

a) *Kaloterme flavicollis* (Fabricius).

Das Verbreitungsgebiet der Gelbhalstermitte erstreckt sich rund um fast das ganze Mittelmeer, wo sie sich dank des milden Klimas gut halten kann. Diese Art wird schon seit langer Zeit am Schweizerischen Tropeninstitut gehalten und gezüchtet. Die Tiere stammen zum Teil von der französischen Mittelmeerküste, wo sie am östlichen Fuße der Pyrenäen, in der Gegend von Banyuls gesammelt wurden, teils aus der Umgebung von Neapel. Es handelt sich bekanntlich um eine sog. Trockenholztermitte, die aber neben in den Boden getriebenen Rebstöcken und Pfosten aus totem Holz auch einige Laubbäume wie Korkeichen, Platanen, Zürgelbäume, Reben, d. h. lebendes Holz, befallen (RICHARD 1950).

Kaloterme flavicollis frißt ein unregelmäßiges Gangsystem ins Holz hinein und baut keine eigentlichen Nester auf. Die Art ist sozial relativ wenig differenziert, indem sie wohl Soldaten, aber keine Arbeiter aufweist. Deren Funktionen, die vor allem in der Pflege der Eier und der Geschlechtstiere bestehen, werden von älteren Larven und Nymphen versehen. Im natürlichen Verbreitungsgebiet schwärmen alljährlich im Herbst die geflügelten oder primären Geschlechtstiere aus, um neue Kolonien zu gründen. Ist nach dem Tod der Königin oder des Königs eine solche verwaist, so werden Ersatz- oder sekundäre Geschlechtstiere gebildet (LUESCHER 1952). Bei diesen handelt es sich um geschlechtsreif gewordene sog. neotene Larven.

Dank ihrer Genügsamkeit, der Fähigkeit auch in kleinen Gruppen zu überleben und der relativ einfachen Haltungsmöglichkeit in Trockenholz, eignet sich *Kaloterme flavicollis* als Versuchstier sowie auch als Testobjekt für Materialprüfungen vorzüglich. Deshalb wurde sie auch für diese embryologische Arbeit verwendet.

b) *Zootermopsis nevadensis* (Hagen).

Das Verbreitungsgebiet dieser Art erstreckt sich von Britisch Columbien und der Vancouver Insel bis nach Zentralcalifornien der Küste entlang und in östlicher Richtung bis nach Montana. Ihr hauptsächliches Vorkommen umfaßt Waldgebiete, besonders die feuchten Sequoiawälder Californiens und deren Übergangszonen in Kulturgebiete, wo sie vornehmlich feuchtes, meist faulendes

und morsches Holz befällt. Die Bohrgänge reichen aber auch in über dem Boden gelagerte, trockene Holzteile hinein. So befallen sie neben Wurzelstöcken und gefällten Bäumen auch Holzverschalungen von Häusern, Telegraphenmasten und hölzerne Brückenpfeiler (CASTLE 1946).

Ähnlich wie *Kaloterme flavicollis* nagen die bis zu 5000 Individuen umfassenden Kolonien von *Zootermopsis nevadensis* ein unregelmäßiges Gangsystem im Holzinnern. Auch hier werden nur zwei eigentliche Kasten entwickelt, geflügelte Geschlechtstiere und Soldaten. Aber auch die Larven und Nymphen können sich zu sekundären Geschlechtstieren entwickeln.

Die Zeit des Schwärmens der geflügelten Adulttiere verteilt sich im natürlichen Verbreitungsgebiet über das ganze Jahr, wobei jedoch die Hauptzeit in die Monate Juli, August und September fällt. Das Ausfliegen wird offenbar durch die Witterung mitbestimmt, indem *Zootermopsis* vorzugsweise an warmen und feuchten Abenden schwärmt (CASTLE 1946).

Entsprechend ihrem Vorkommen erträgt *Zootermopsis nevadensis* große Klimaschwankungen außerordentlich gut. Die verwendeten Tiere stammen aus Californien und werden seit 1949 am Tropeninstitut gezüchtet.

2. Beschaffung und Aufzucht des Materials.

a) *Kaloterme flavicollis*.

Die alljährlich im Herbst in den Zuchtgläsern ausfliegenden Geschlechtstiere wurden gesammelt und anschließend entflügelt. Dazu genügt das einfache Halten aller vier Flügel mit einer Federpinzette, worauf die Tiere selbst durch Rückwärtsschreiten die Flügel an der präformierten Stelle abbrechen. Zur besseren Unterscheidung der Geschlechter wurden die Tiere mit Vogelmarkierfarbe am Kopf rot, bzw. weiß gezeichnet. Darauf wurden sie paarweise in folgendem in Abb. 1 dargestellten Dispositiv unter Beobachtung gehalten: 2 mm dicke Holzlamellen von der Größe eines Objektträgers, welche in der Mitte zwei ineinanderübergehende Bohrungen von 11 mm Durchmesser aufwiesen, wurden beidseitig mit je einem Objektträger bedeckt, wobei diese mit schmalen Streifen Selbstklebeband zusammengehalten wurden. Die derart gebildeten Versuchs-

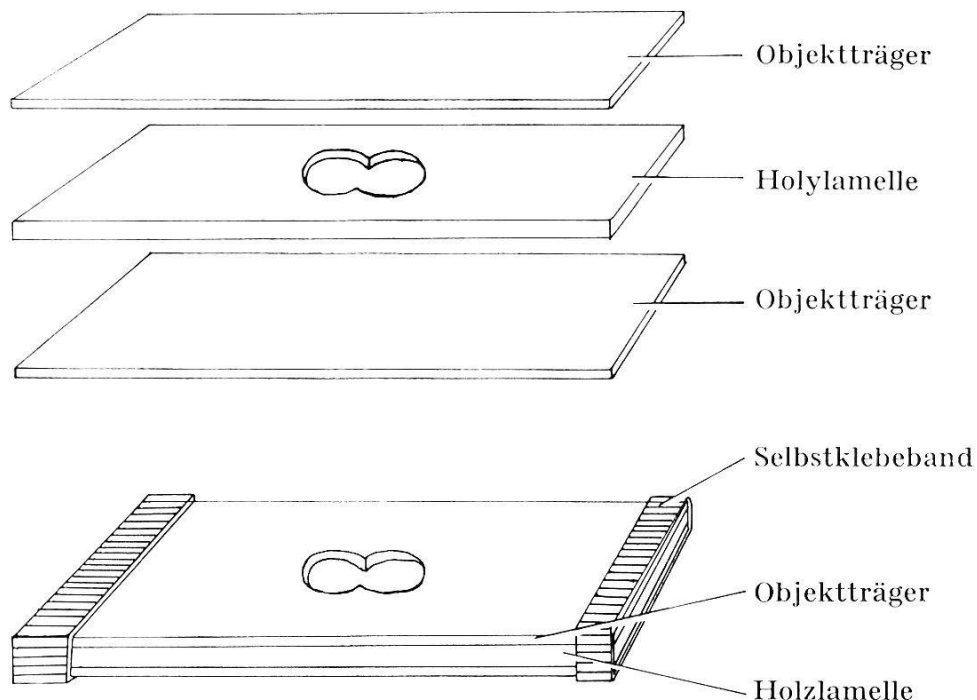


Abb. 1. Versuchszelle zur Haltung von Geschlechtstieren. Je nach deren Größe werden verschieden dicke Holzlamellen verwendet.

zellen lassen sich leicht unter Kontrolle halten. Selbst von den Termiten genagte Bohrgänge bleiben sichtbar, da sie infolge der geringen Dicke der Holzlamelle stets an einer Glasoberfläche liegen. Ein Ausbrechen der Tiere ist nicht zu befürchten, da sie bis zur Außenkante vorgetriebene Gänge meist selbst wieder mit Kot verschließen, oder diese zuvor durch Einführen von Holzstiften von außen her zugestopft werden können. Den Kolonien kann auf einfache Weise neben der in der Luft enthaltenen noch zusätzliche Feuchtigkeit zugeführt werden, indem die eine Seite in Wasser gestellt wird. Infolge der Kapillarkwirkung wird dieses über die ganze Holzoberfläche verteilt. Die Geschlechtspaare wurden bei einer konstanten Temperatur von 26° C und bei einer rel. Luftfeuchtigkeit von 99% gehalten.

Die ersten Eier wurden im Minimum nach 13 Tagen, im Durchschnitt aber nach 20 Tagen abgelegt. Eine maximale Zeitspanne zwischen der Vereinigung der Geschlechtspartner und der ersten Eiablage kann nicht angegeben werden, da einige Paare bis jetzt überhaupt ohne Eier blieben. GRASSÉ und NOIROT (1958) geben ein Minimum von 18 und einen Durchschnitt von 20—25 Tagen bei einer Temperatur von 25° C \pm 1° C an. Die erste Legeperiode umfaßte im Durchschnitt 60 Tage, in deren Verlauf zwischen 5 und 25 Eier abgelegt wurden. Nach einer Pause von weitem 2 Monaten begann die Eiablage von neuem mit Intervallen von durchschnittlich zwanzig Tagen bis zum nächstfolgenden Ei. Dieser Rhythmus wurde dann von den Geschlechtstieren, welche ohne Larven gehalten wurden, über längere Zeit, bei manchen bis zu zwei Jahren, beibehalten. Immerhin dürfte diese Tatsache nicht den natürlichen Gegebenheiten entsprechen, da sich König und Königin selbst ernähren müssen, während in normalen Kolonien bereits 3 Monate nach deren Gründung die ersten Larven erscheinen, die dann nach einiger Zeit die Pflege der Geschlechtstiere und der ganz jungen Larven übernehmen können. Allerdings wachsen auch Kolonien im Normalfall sehr langsam; so haben GRASSÉ und NOIROT (1958) nach dem ersten Jahr im Maximum 55 Tiere, im Durchschnitt aber zwischen 20 und 30 Insekten gezählt, welchen Umstand sie der Oophagie durch Adulttiere zuschreiben. Eine solche konnte aber von uns nie beobachtet werden. Die Versuchszellen wurden täglich kontrolliert und die vorhandenen Eier entnommen. Vorerst wurde versucht, diese *in vitro* aufzuziehen. Doch mißlang dies, da sich auf ihrer Oberfläche sehr bald Schimmel bildete. Desinfektionsmittel wie Desogen und Merfen konnten keine Abhilfe schaffen und mußten auch vermieden werden, um eine allfällige chemische Beeinflussung der Entwicklung auszuschließen. So wurden die Eier Gruppen von 5—10 Larven zur Pflege übergeben. Diese wurden ebenfalls in den oben beschriebenen Versuchszellen gehalten, ist doch dadurch eine einfache Beobachtung möglich. Der einzige Nachteil liegt darin, daß solche Kolonien schon nach 8 Tagen sekundäre Geschlechtstiere bilden, welche ihrerseits zu den bereits vorhandenen und genau datierten Eiern neue hinzulegen (LUESCHER 1952). Deshalb wurden für die «*in vitro*»-Aufzucht wenn möglich alte primäre Geschlechtstiere, welche im Laufe der Zeit die Eiablage gänzlich eingestellt hatten, als Brutammen herangezogen. So ergab sich eine Ausbeute von bis zu 50% entwicklungsfähiger Eier. Dieser Prozentsatz erscheint sehr niedrig, doch dürfte er den normalen Gegebenheiten entsprechen, finden sich doch auch in den natürlichen Zuchten stets viele unentwickelte Eier. Diese weitere Tatsache mag auch den Umstand erklären, wonach, wie oben schon erwähnt, die von GRASSÉ und NOIROT (1958) beschriebenen Kolonien so individuenarm blieben.

b) *Zootermopsis nevadensis*.

Das Auftreten von geflügelten Geschlechtstieren in der Zucht des Schweizerischen Tropeninstituts verteilte sich bei *Zootermopsis* über das ganze Jahr.

Die Geschlechtstiere wurden nach demselben Prinzip, wie oben beschrieben, gehalten. Da diese Termiten aber wesentlich größer sind, wurden 4 mm dicke Holzplättchen verwendet. Eine Lage von mehreren Filtrierpapierstreifen zwischen dem einen Objektträger und dem Holz lieferte zudem noch zusätzliche Nässe und diente dieser Feuchtholztermiten zum Teil auch noch als Nahrung. Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit der Umgebung waren für *Zootermopsis* dieselben wie für *Kaloterme*s.

Frühestens am 2. Tag nach dem Zusammenbringen des Paares, im Durchschnitt aber nach 5 Tagen, wurde das erste Ei abgelegt. Das Gelege umfaßte meist zwischen 30 und 40 Eiern, welche im Mittel innerhalb der ersten 90 Tage abgegeben wurden. Im Maximum aber konnten bis zu 65 Eier gezählt werden. Die darauffolgende Ruheperiode von rund einem Monat dürfte wiederum nicht den natürlichen Gegebenheiten entsprechen, wäre doch nach 3 Monaten bereits eine größere Anzahl von Larven vorhanden, welche die Pflege der Eier und Geschlechtstiere übernehmen könnten. Diese Daten differieren außerordentlich stark von denjenigen CASTLE's (1946). So erwähnt dieser ein erstes Gelege von 15 bis 22 Eiern mit einer nachfolgenden Ruheperiode von mehreren Monaten.

Es gelang, die täglich gesammelten Eier von *Zootermopsis* ohne jegliche Brutammen aufzuziehen. Der Boden einer Petrischale wurde mit mehreren Lagen von Filtrierpapier belegt und darüber eine Aufschlemmung von Termitenkot gegossen. Das überflüssige Wasser wurde von jenem aufgesogen, so daß eine glatte aber feuchte Fläche von Exkrementen entstand. Auf diese nun wurden täglich die neuen Eier gebracht und die Petrischale bei den gewünschten Temperaturen geschlossen aufbewahrt. So ist es möglich, auf einfache Weise sämtliche Embryonalstadien bei verschiedenen Temperaturen zu erhalten und damit gleichzeitig die Temperaturabhängigkeit der Embryonalentwicklung zu ermitteln, was bei *Kaloterme*s mit Rücksicht auf die Ammen nicht möglich war. Die erwähnte Kotunterlage verhindert jegliche Pilzbildung. Auch in den Zuchtgläsern, wo sich der Kot ansammelt, beobachtet man nie den geringsten Schimmelbefall. Offenbar enthält der Kot, vielleicht auch die eventuell darin enthaltenen symbiontischen Darmprotozoen, irgendwelche Stoffe mit fungicider oder fungistater Wirkung.

3. Technik zur Durchführung der morphologisch-histologischen Untersuchungen.

a) Morphologie.

Die äußeren Formwandlungen des Keimes und seine Umlagerungen wurden durchwegs an lebenden Eiern untersucht und die Beobachtungen auf Schnittserien nachkontrolliert. Zur Lebendbeobachtung erwies sich Dunkelfeld-Durchlicht-Beleuchtung als außerordentlich günstig, lassen doch die Embryonen dabei feine Einzelheiten und Strukturen erkennen. Phasenkontrast hingegen eignet sich zufolge der relativ großen Dicke des Objektes nicht. Da die Eier von *Kaloterme*s *flavicollis* ein undurchsichtiges Chorion aufweisen, mußten sie unter Paraffinöl beobachtet werden (HOLM 1952). Dieses durchdringt das von kleinsten Hohlräumen durchsetzte Chorion langsam, und das zuvor optisch inhomogene und dadurch undurchsichtige Medium wird homogen und damit durchsichtig. Offenbar weisen diese mikroskopisch feinen Strukturen einen andern Brechungsindex auf als die Grundmasse der Eihülle. Infolge des Eindringens von Paraffinöl, welches ähnliche Beugungseigenschaften wie die Grundsubstanz aufweist, werden Lichtbrechungen und Reflexionen im Chorion vermieden und dieses damit durchsichtig. Dieser Vorgang läßt sich sehr gut unter dem Binokular beobachten. Man kann dabei feststellen, wie das Transparentwerden vom Vorderpol zum Hinterpol langsam fortschreitet. Im Gegensatz zu Spinnen- oder Zeckenembryonen sterben die Eier von *Kaloterme*s bereits nach kurzer Zeit im

Paraffinöl ab. Die Eier von *Zootermopsis nevadensis*, die schon normalerweise durchscheinend sind, konnten in hohlgeschliffenen Objektträgern unter Wasser im Dunkelfeld untersucht werden. Die Zeichnungen der ganzen Keime ließen sich auf einfache Weise nach lebenden, ungefärbten Eiern unter Zuhilfenahme eines Wild'schen Projektionsspiegels anfertigen. Bei der Abklärung der mannigfaltigen Bewegungen im Eiinnern leisteten Mikrophotos und der bereits erwähnte Zeitrafferfilm vorzügliche Dienste.

b) Histologie.

Zur Untersuchung der ersten Kernteilungen und der späteren Ausdifferenzierung des Keimes wurden die betreffenden Stadien in Bouin/Duboscq fixiert, da sich die einzelnen Furchungsenergiden (= Furchungskerne mit den sie umgebenden Plasmahöfen) am lebenden Ei nicht erkennen lassen. Eine Fixierungsdauer von 2 Stunden erwies sich als ausreichend, ohne daß die Eier angestochen werden mußten, wobei während der ersten 4 Minuten die Flüssigkeit auf 50° C gehalten wurde. Längeres Einwirkenlassen des Gemisches ist wenig ratsam, da die Eier dadurch außerordentlich spröde werden und sich schlecht schneiden lassen. Die Objekte wurden vom 96prozentigen Alkohol, unter Umgehung des absoluten, über Butanol in Paraffin ($\frac{1}{2}$ 56° + $\frac{1}{2}$ 58° + 5% Bienenwachs) eingebettet. Diese Methode lieferte außerordentlich gute Resultate, gelang es doch, selbst von dotterreichen Stadien lückenlose Schnittserien bei einer Schnittdicke von 7 μ zu erhalten. Bei älteren Stadien konnte diese auf 5 μ reduziert werden.

Als Übersichtsfärbungen dienten:

Haematoxylin Delafield/Erythrosin
Haematoxylin Heidenhain.

Die Delafield'sche Färbung erwies sich als günstiger für sehr frühe Stadien, da das Heidenhain'sche Haematoxylin den Dotter außerordentlich stark anfärbt und somit die Furchungsenergiden und Vitellophagen kaum erkennen läßt.

4. Meßtechnik.

Um die noch zu besprechende Volumenzunahme der Eier festzuhalten, wurden täglich Dicken- und Längenbestimmungen durchgeführt. Die Messungen erfolgten indirekt unter Zuhilfenahme des Mikroskopes und eines Meßokulars mit Strichplatte. Zum Ablesen der Länge wurde das Ei in die Mitte der Skala und parallel zu dieser gebracht. Anschließend wurde das Okular um 90° gedreht und dann der Durchmesser bestimmt. Auf diese Art und Weise wird die Dicke stets an ungefähr der gleichen Stelle gemessen. Der Meßfehler betrug $\pm 0,5$ Teilstriche. Die Gewichtsveränderungen wurden durch tägliche Wägungen auf einer automatischen Mettlerwaage untersucht. Diese gestattet Ablesungen auf 0,005 mg genau, wobei 0,001 mg geschätzt werden kann.

Jede Messung oder Wägung wurde an mindestens 10 Exemplaren desselben Stadiums durchgeführt. Die Einzelwerte wurden arithmetisch gemittelt. Die Schwankungsbreite der Einzelwerte zum Mittelwert wurde nach der folgenden Formel berechnet:

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \text{Mittelwert} \\ x_i &= \text{Einzelwert} \\ n &= \text{Anzahl der Einzelwerte} \end{aligned} \quad \sigma = \sqrt{\frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Sämtliche Längenwerte sind in Teilstrichen des Meßokulars angegeben, wobei ein Teilstrich durchschnittlich 0,0137 mm entspricht.