©Zoologisches Museum Hamburg, www.zobodat.at



Ent. Mitt. Zool. Mus. Hamburg Bd. 4, Nr. 77, 1972

# Über die hormonale Regelung der Pädogenese bei den viviparen Gallmücken *(Diptera: Cecidomyiidae)*

PETER KAISER, Hamburg[1])

Aufgrund früherer Untersuchungen wurden die Vorgänge, die zur Pädogenese von *Heteropeza pygmaea* führen, als hormonal geregelt erkannt (KAISER 1967, 1968, 1969; POHLHAMMER 1968). Sowohl die dabei auftretende Histolyse, wie auch Hinweise verwandter Arten, bei denen die pädogenetische Vermehrung noch in Halbpuppen auftritt, legen den Schluß nahe, daß es sich hierbei um eine modifizierte Metamorphose handeln könnte. Auf eine Interpretation des Zusammenspiels der dabei in Frage kommenden Hormonalorgane wurde jedoch wegen der noch lückenhaften Kenntnisse vorerst verzichtet. Inzwischen liegen neuere Befunde vor, die es erlauben, einen Interpretationsversuch nachzuholen.

An der Steuerung des normalen Häutungs- und Metamorphosegeschehens der Insekten sind bekanntlich drei Organkomplexe beteiligt: Cerebralganglion, Corpora allata (und Corpora cardiaca) sowie die Prothoraxdrüsen. Unter der Vorherrschaft der Corpora allata kommt es zu Larvenhäutungen, unter der Vorherrschaft der Prothoraxdrüsen dagegen zur Metamorphose, bzw. Imaginalentwicklung bei hemimetabolen Insekten. Während des letzten Larvenstadiums wird die Tätigkeit der Corpora allata zurückgedrängt, was sich zum Beispiel im verringerten Wachstum dieser Organe ausdrückt, während die Prothoraxdrüsen sich stark vergrößern (KAISER 1949).

Eine künstliche Veränderung des Wirkungsverhältnisses der beteiligten Hormone etwa durch Transplantation zusätzlicher Corpora allata führt bei hemimetabolen Insekten zu überzähligen Larvenhäutungen, bei holometabolen Insekten dagegen vorwiegend zu Mischformen zwischen Larven und Puppen.

Nach Untersuchungen von NIKOLEI (1958) und WYATT (1961 b) liegen auch bei *Tekomyia* und *Henria* Mischformen von Larven und Puppen vor, in denen die Pädogenese abläuft. Diese als Hemipupa bezeichneten Individuen sind noch durch echte Häutungen entstanden. Selbst bei *Heteropeza* werden abdominale Stigmen, die gegen Ende der Pädogenese auftreten, noch als pupale Merkmale gedeutet WYATT (1963). Auf jeden Fall wird auch hier noch eine Häutung eingeleitet, allerdings nicht vollendet, da die alte Larvenhaut nicht abgestreift werden kann.

Es könnte hier also aufgrund von übermäßiger und unzeitgemäßer Sekretion von Juvenilhormon im letzten Larvenstadium zu Mischformen von

---

[1]) Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. PETER KAISER, Zoologisches Institut und Zoologisches Museum der Universität Hamburg, 2 Hamburg 13, Von-Melle-Park 10.

©Zoologisches Museum Hamburg, www.zobodat.at



Larven und Puppen gekommen sein. Daß dabei Riesenwuchs der zukünftigen Mutterlarven mit vorzeitiger Reifung der Eier auftritt, würde dieser Vorstellung entsprechen. Auch die Tatsache, daß es trotz des Riesenwuchses nicht zu einer Zellvermehrung kommt, findet ihre Entsprechung in Beobachtungen von PFLUGFELDER (1939), der bei künstlich erzeugten Riesentieren von *Carausius* statt Zellvermehrung nur eine Aufblähung des Gewebes festgestellt hat.

Normalerweise wird die Tätigkeit der Corpora allata bei den Insekten im letzten Larvenstadium durch einen hemmenden Einfluß des Gehirns reguliert. Nur so kann es zur Metamorphose kommen. Durchschneidungsversuche an den verbindenden Nervensträngen durch verschiedene Autoren haben gezeigt, daß es in diesem Fall sogar zu einer Hypertrophie der Corpora allata und im Zusammenhang damit zu überzähligen Häutungen kommen kann (SCHARRER 1946 a, 1952; ENGELMANN u. LÜSCHER 1956). Auch die Hypertrophie zusätzlich transplantierter Corpora allata, die ja nicht mehr vom Gehirn kontrolliert werden, wird so gedeutet (PFLUGFELDER 1939).

Bei *Heteropeza* schlüpfen die weiblichen Junglarven im Gegensatz zu den männlichen mit einem auffallend kleinen Cerebralganglion, das sich unter Pädogenese-Bedingungen, also auf frischem Nährboden mit glykogenreichem Pilzmyzel auch kaum vergrößert. Erst bei Glykogenschwund und günstiger Sauerstoffversorgung kommt es zu weiterem Wachstum des Cerebralganglions auf etwa doppelte Größe. Gleichzeitig wachsen die Imaginalanlagen heran, es wird eine Spathula sternalis gebildet und die Metamorphose kann jetzt ohne weitere Nahrungsaufnahme erfolgen.

Zu einem Stagnieren des Gehirnwachstums kommt es aber selbst bei jungen Imagolarven regelmäßig unter Sauerstoffmangel oder Anreicherung von Kohlendioxyd. Dauert ein solcher Zustand länger als fünf Stunden, so wird auch bei späterer Sauerstoffzufuhr das Hirnwachstum nicht wieder aufgenommen und innerhalb von weiteren zwanzig Stunden lösen sich aus dem Ovar solcher Tiere Eier, die sich parthenogenetisch entwickeln.

Den endgültigen Beweis, daß pädogenetische Entwicklung bei *Heteropeza* ohne Hirntätigkeit erfolgen kann, hat POHLHAMMER (1970) erbracht. Noch undeterminierte Tiere, deren Gehirn abgeschnürt wurde, traten in hohem Prozentsatz in die Pädogenese ein. Voraussetzung war jedoch, daß die Corpora allata im abgeschnürten Hinterende verblieben. In von mir durchgeführten Schnürversuchen verhielten sich Imagolarven mit Spathula sternalis, die kurz vor der Verpuppung standen, entsprechend. (Es entstanden aber im Gegensatz zu POHLHAMMERS Befunden nur weibliche Nachkommen.)

Bei *Heteropeza* ließ sich nun tatsächlich beim Zustandekommen der Pädogenese eine erhebliche Vergrößerung der Corpora allata beobachten. Nach mikroskopischen Messungen an lebenden Tieren dürfte die Volumenzunahme der Corpora allata das etwa 2—3fache der indifferenten Stadien erreichen. Das gilt sogar für die Hungerpädogenese, bei der die Masse der Tiere selbst nicht zunimmt. Zur Imaginalentwicklung kommt es nur, wenn das Gehirn seine volle Größe erreicht und die Corpora allata klein bleiben.

©Zoologisches Museum Hamburg, www.zobodat.at



Aufgrund dieser Zusammenhänge kann die hormonale Regelung der Pädogenese so interpretiert werden, daß hier, wie schon früher vermutet, eine atypische Metamorphose mit völligem Untergang der mütterlichen Gewebe und vorzeitiger Eireifung ausgelöst wird. Entscheidend ist dabei das Stagnieren der Hirnentwicklung mit vorzeitiger Aktivierung der Corpora allata. Für diese Deutung spricht die Tatsache, daß Pädogenese bei allen bisher bekannt gewordenen viviparen Gallmücken nur im letzten Larvenstadium auftritt, eben einem Stadium, das normalerweise durch Inaktivität der Corpora allata ausgezeichnet ist.

Mit Hilfe der hier entwickelten Vorstellungen ist es möglich, scheinbar so unterschiedliche Vorgänge wie Hungerpädogenese frischgeschlüpfter Larven, Entwicklungsumkehr von Imagolarven zur Pädogenese sowie die normale Pädogenese zu erklären. Bei der Hungerpädogenese kann sich das Gehirn aufgrund mangelnder Nährstoffe nicht weiter entwickeln, bei der Entwicklungsumkehr von Imagolarven wird es durch äußere Einflüsse wie Sauerstoffmangel oder Kohlendioxydanreicherung blockiert und bei der normalen Pädogenese mit Riesenwuchs ist es die glykogenreiche Kost, die möglicherweise durch Beeinflussung des respiratorischen Stoffwechsels oder Anhäufung von Metaboliten die Hirnentwicklung hemmt. Auf jeden Fall handelt es sich dabei um einen sehr labilen Mechanismus, dessen Entkoppelung stets mit Aktivierung der Corpora allata antwortet.

Die phylogenetische Entwicklung hat sich also hier, wie das schon früher für die Kastendifferenzierung der Termiten wahrscheinlich gemacht wurde (Kaiser 1956), der Hormonalorgane als zwischengeschaltetem Regulationsmechanismus bedient. Bei all diesen Vorgängen wird folgerichtig eine bestimmte Differenzierung durch eine Häutung realisiert, wenn auch in modifizierter Form. Dabei liegt jeweils eine charakteristische Konstellation der Hormonalorgane mit abweichendem zeitlichen Zusammenspiel vor. Im Falle der Pädogenese erscheint es nicht ausgeschlossen, daß hier ein „entwicklungsphysiologischer Unfall" positiven Selektionswert erhielt und damit Ausgangspunkt für die heute unterschiedlichen Erscheinungsformen der Pädogenese bei den viviparen Gallmücken wurde. Es ist keine Frage, daß *Heteropeza* den Höhepunkt dieser Entwicklung erreicht hat.

## Literatur


Engelmann, F. und Lüscher, M. 1957: Die hemmende Wirkung des Gehirns auf die Corpora allata bei *Leucophaea maderae*. — Verh. Dtsch. Zool. Ges. (1956): 215—220. Leipzig.

Kaiser, P., 1949: Histologische Untersuchungen über die Corpora allata und Prothoraxdrüsen der Lepidopteren in bezug auf ihre Funktion. — Roux Arch. **144**: 99—131. Berlin.

— , 1956: Die Hormonalorgane der Termiten im Zusammenhang der Entstehung ihrer Kasten. — Mitt. Hamburg. Zool. Mus. Inst. **54**: 129—178. Hamburg.

— , 1967: Welche Faktoren sind für die heterogone Fortpflanzung der Gallmücke *Heteropeza* verantwortlich? — Ent. Mitt. Zool. Staatsinst. Zool. Mus. Hamburg, **3** (59): 197—199. Hamburg.

— , 1968: Endogene Faktoren bei der Pädogenese der Gallmücke *Heteropeza*. Ent. Mitt. Zool. Staatsinst. Zool. Mus. Hamburg, **3** (60): 28—31. Hamburg.

©Zoologisches Museum Hamburg, www.zobodat.at



KAISER, P., 1969: Welche Bedingungen steuern den Generationswechsel der Gallmücke *Heteropeza* (Diptera: Itonididae)? — Zool. Jb. Physiol. **75:** 17—40. Jena.

NIKOLEI, E., 1961: Vergleichende Untersuchungen zur Fortpflanzung der heterogonen Gallmücken unter experimentellen Bedingungen. — Z. Morph. Ökol. Tiere **50:** 281—329. Berlin.

PFLUGFELDER, O., 1939: Wechselwirkungen von Drüsen innerer Sekretion bei *Dixippus morosus* Br. — Z. wiss. Zool. **152:** 384—408. Jena.

POHLHAMMER, K., 1968: Zur hormonalen Steuerung der Ovarentwicklung bei den weiblichen Larven der heterogonen Gallmücke *Heteropeza pygmaea.* WINNERTZ 1846 (Diptera, Cecidomyiidae). — Zool. Jb. Physiol. **74:** 1—30. Jena.

— und POHLHAMMER, H., 1970: Die Beeinflussung des Geschlechts der durch Pädogenese entstehenden Junglarven von heterogonen Gallmücken. — Naturwissenschaften **57:** 677. Berlin.

SCHARRER, B., 1946 a: Section of the nervi corporis cardiaci in *Leucophaea maderae* (Orthoptera). — Anat. Rec. **96:** 577. Philadelphia.

— , 1952: The Neurosecretion XI. The effects of Nerve sections on the intercerebralis-cardiacum-allatum system of the insect *Leucophaea maderae.* — Biol. Bull. **102:** 261—272. Lancaster.

WYATT, I. J., 1961 b: Pupal paedogenesis in the Cecidomyiidae (Diptera) I. — Proc. R. ent. Soc. London A 36, 133—143. London.

— , 1963: Pupal Paedogenesis in the Cecidomyiidae (Diptera) II. — Proc. R. ent. Soc. London A **38:** 136—144. London.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Entomologische Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Hamburg

Jahr/Year: 1969

Band/Volume: 4

Autor(en)/Author(s): Kaiser Peter

Artikel/Article: Über die hormonale Regelung der Pädogenese bei den viviparen Gallmücken (Diptera: Cecidomyiidae) 259-262