

## **Zur Artbestimmung der Maden forensisch bedeutsamer Schmeißfliegen**

**C. Reiter und G. Wollenek**

Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Wien, Sensengasse 2, A-1090 Wien,  
Österreich

### **On the Determination of Maggots of Forensically Important Blow-flies**

**Summary.** The morphology of the cephalopharyngealsklerite, the 12th segment of the maggot and the anterior respiratory openings together provide useful recognition features to distinguish the maggots of forensically important blow-fly species. The significant characters of the maggots are finally collected in a classification key.

**Key words:** Maggots of blow-flies, determination of species – Classification key, maggots of blow-flies

**Zusammenfassung.** Die Morphologie des Kieferapparates und des 12. Madensegmentes sowie die Ausgestaltung der vorderen Atemöffnungen konnten im Zusammenwirken als sichere Parameter zur Artbestimmung forensisch bedeutsamer Schmeißfliegen nachgewiesen werden. Die wichtigsten Artmerkmale der Maden werden in einem Bestimmungsschlüssel aufgelistet.

**Schlüsselwörter:** Schmeißfliegenmaden, Artbestimmung – Bestimmungsschlüssel, Schmeißfliegenmaden

### **Einleitung**

Bei der Untersuchung eines durch Madenfraß veränderten Leichnams wäre es ein unrichtiger Arbeitsgang, wollte man aus dem vorliegenden Kollektiv wahllos die längsten Maden gewinnen und aufgrund deren maximalen Länge die Dauer der Liegezeit des Toten bestimmen. Zumeist findet sich nämlich auf ein- und demselben Leichnam eine Vielzahl von Fliegenarten, deren Maden sich trotz gleichen Alters in ihrer Länge um viele Millimeter unterscheiden. Es ist daher in der Praxis der erste und wichtigste analytische Schritt, die aufgefundenen Maden nach den drei forensisch bedeutsamen Fliegenfamilien – Schmeißfliegen (*Calliphoridae*), Fleischfliegen (*Sarcophagidae*) und Stubenfliegenartige (*Muscidae*) –

*Sonderdruckanfragen an:* Dr. C. Reiter (Adresse siehe oben)

zu sortieren; das ist bereits mit freiem Auge möglich [2]. In der Regel wird das Gros der Leichenfauna von den Schmeißfliegenmaden gebildet. Da die einzelnen Schmeißfliegenarten unterschiedlich lange Larven-(=Maden) und Puppenzeiten aufweisen, wird erst durch eindeutige Bestimmung der aussortierten Maden im Hinblick auf ihre Zugehörigkeit zu gewissen Gattungen und Arten eine konkrete zeitliche Aussage über die Liegezeit eines bestimmten Leichnams möglich. Diese Bestimmung läßt sich in althergebrachter Weise nach Weiterzucht der Maden an Hand der geschlüpften Fliegen [3] durchführen; eine solche Zucht bedarf aber eines nicht unerheblichen Zeit- und Arbeitsaufwandes. Die Methode der Weiterzucht kann nicht angewandt werden, wenn

- 1) die Maden durch mechanische, thermische oder chemische (Insektizide) Einwirkungen derart geschädigt sind, daß eine Weiterzucht unmöglich ist,
- 2) optimale Bedingungen für die störungsanfällige Weiterzucht im Labor nicht gegeben sind oder
- 3) aus dringenden zeitlichen Gründen eine rasche Artbestimmung durchgeführt werden muß.

Es wurde daher eine neue, rasch durchführbare Bestimmungsmethode entwickelt, die die zeitaufwendige Züchtung überflüssig machen soll. Um zu diesem Ergebnis zu gelangen, wurden die aus einem Eiballen gewonnenen Maden zum Teil asserviert und mit den restlichen bis zum Schlüpfen der Fliege weitergezüchteten Individuen verglichen. Es wurde an Hand dreier markanter morphologischer Merkmale der Maden untersucht, ob eine eindeutige und rasche Artbestimmung möglich ist.

## Material und Methodik

Hundertzweiundfünfzig isoliert an menschlichen Leichen aus städtischen und ländlichen Gebieten abgelegte Fliegeneiballen wurden im Labor auf frische Lebergewebsstückchen gebracht und die nach etwa einem Tag spontan geschlüpften Maden bei Temperaturen von 18–30°C bis zur Verpuppung weitergezüchtet. Ein Teil der Maden jedes Eiballens wurde nach Erreichen des 3. Larvenstadiums — dieses zeichnet sich durch die Existenz von drei Atemschlitzen innerhalb der hinteren Atemöffnungen aus und wird je nach Art am 1.–3. Tag nach zweimaliger Häutung erreicht — in heißem, 10%igen Formaldehyd abgetötet und in diesem für weitere Untersuchungen verwahrt. Der verbliebene Rest der jeweiligen Charge wurde bis zum Schlüpfen der Fliegen weitergezüchtet und diese anschließend im abgetöteten Zustand unter dem Operationsmikroskop nach Gattung und Art bestimmt [3]. Die aufgrund der geschlüpften Fliegen eindeutig hinsichtlich ihrer Artzugehörigkeit bestimmten Maden wurden durchlichtmikroskopisch (Vergrößerungen 8- bis 40fach) untersucht: (a) im Hinblick auf die Morphologie der Vorderstigmen (vordere Atemöffnungen), (b) des Cephalopharyngealskelettes (Kieferapparat) und (c) der Charakteristika des stumpfen Madenhinterendes (12. Segment). Absolute Größen wurden durch Anwendung eines Meßokulares gewonnen.

Um das Auftreten von Artefakten bei der Präparation zu verhindern, erwies es sich als höchst zweckmäßig, die Konsistenz der Maden durch rasches Einfrieren in Kohlensäureschnee zu erhöhen. Die vorderen drei Segmente sowie das 12. Segment können nun in diesem Zustand mit einem Rasiermesser durch zur Längsachse der Made quergeführte Schnitte abgesetzt und nach Aufbringung auf einen Objektträger nativ mikroskopisch betrachtet werden. Nach Untersuchung der seitlich am zweiten Madensegment gelegenen Vorderstigmen [2] ist es für die Darstellung des dunkel pigmentierten Kieferapparates erforderlich, daß das vordere Madenende für die Dauer von ca. 10 min in 10%iger NaOH oder konzentriertem Diäthylentriamin [1] zum Sieden gebracht wird, um eine Mazeration und Verflüssigung der nicht chitin-

**Tabelle 1.** Prozentuale Verteilung der Anzahl der Vorderstigmenfortsätze (Vst) bei den forensisch bedeutsamen Schmeißfliegenarten (z. B. 39% der Maden von *Calliphora vicina* haben 8 Vorderstigmenfortsätze)

Art \ Vst	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Calliphora vicina</i>		21		25	8	5	2	
<i>Calliphora vomitoria</i>					27		19	4
<i>Lucilia sericata</i>		21		29	3			
<i>Lucilia caesar</i>		7	21		24			
<i>Lucilia ampullacea</i>	3		41	3	3			
<i>Protophormia terraenovae</i>						16	10	
<i>Phormia regina</i>			36		25			

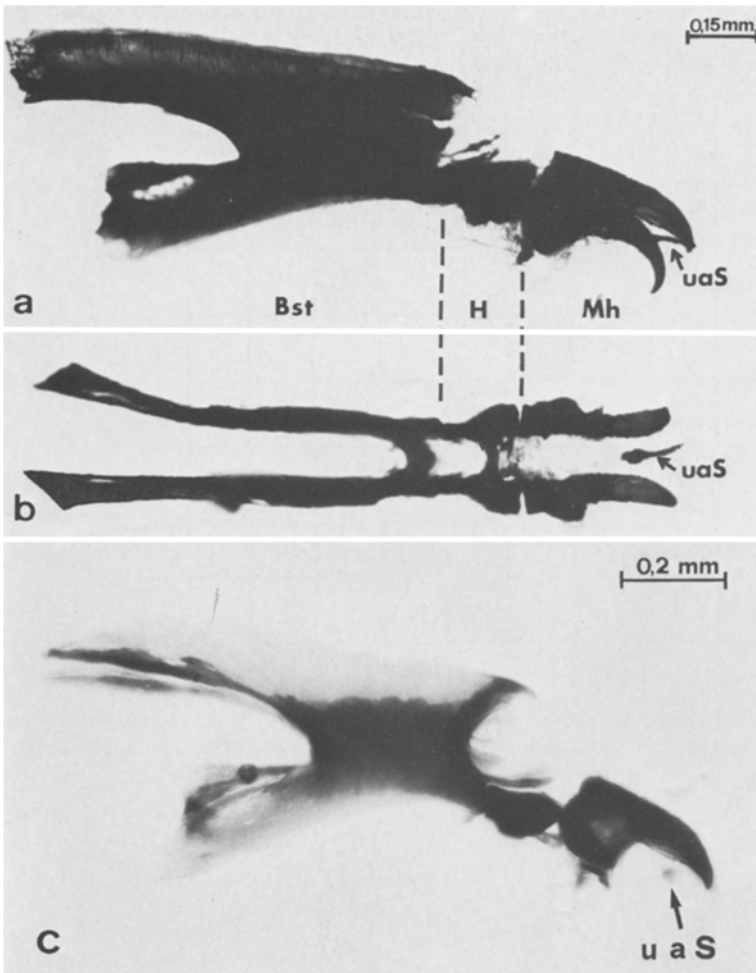
haltigen Gewebe herbeizuführen. Sodann kann ohne wesentliche Schwierigkeiten unter dem Mikroskop der Kieferapparat mit Zupfnadeln entnommen und in Glyzerin eingeschlossen werden.

## Ergebnisse

### *Vorderstigmen*

Die Vorderstigmen (vordere Atemöffnungen) sind paarige, zu beiden Seiten des zweiten Madensegmentes angeordnete Organe mit fingerartigen Fortsätzen, welche an den Spitzen die Eingänge in das Luftröhrensystem zeigen. Von den sieben in unserem Untersuchungsgut beobachteten Schmeißfliegenarten wurden jeweils 50 Individuen (= 100 Vorderstigmen) derselben Art – sie entstammten ausnahmslos mehreren Züchtungschargen – im Hinblick auf die Anzahl der fingerförmigen Fortsätze an ihren Vorderstigmen untersucht. Das prozentuelle Ergebnis der Zählung ist in Tabelle 1 zusammengefaßt, wobei die unterschiedlichen Grautöne die zahlenmäßige Häufung optisch unterstreichen sollen.

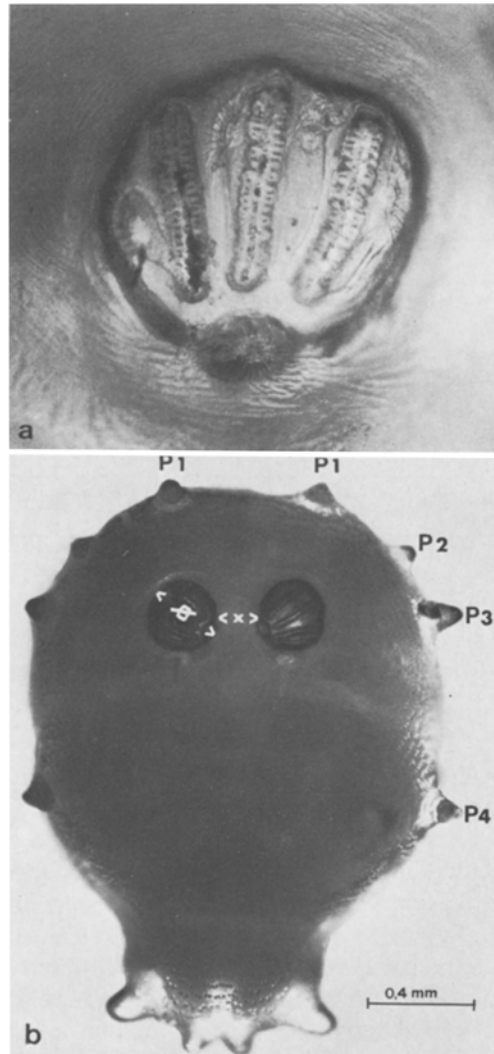
Es konnte zusätzlich festgestellt werden, daß bezüglich der Anzahl der Vorderstigmenfortsätze häufig zahlenmäßige Seitenungleichheit bei allen Arten vorkommt und dies sowie die Zahl der Fortsätze selbst von den Umweltbedingungen unabhängig zu sein scheint. Bei allen Schmeißfliegenarten lagen – im Gegensatz zu einigen Fleischfliegenarten – die Fortsätze der Vorderstigmen immer fächerartig in einer Ebene.



**Abb. 1a–c.** Cephalopharyngealskelett von *Calliphora vomitoria* mit dornenförmigem, stark pigmentierten unpaaren accessorischen Sklerit (uaS). **a** Seitenansicht; **b** Ventralansicht, Bst: Basalstück, H: H-Stück, Mh: Mundhaken; **c** Seitenansicht des Cephalopharyngealskelettes von *Lucilia ampullacea* mit kleinem, kugelförmigen, mäßig stark pigmentierten, unpaaren accessorischen Sklerit (uaS)

### *Cephalopharyngealskelett*

Das Cephalopharyngealskelett (Kieferapparat) der Schmeißfliegenmaden ist einheitlich aus fünf Hauptbestandteilen aufgebaut: ein Paar Mundhaken, das H-Stück sowie das zweiflügelige Basalstück mit je einen Dorsal- und Ventralhorn (Abb. 1a, b). Während die Form des Basalstückes, des H-Stückes und der Mundhaken innerhalb der Arten der Schmeißfliegenfamilie nur geringfügig variiert, erwies sich das allfällige Vorhandensein eines zwischen den Mundhaken liegenden unpaaren Sklerites als konstantes Merkmal zur Bestimmung der Art. Die *Calliphora*-Arten sind mit großen, stark pigmentierten, dornenförmigen, unpaaren Skleriten ausgestattet (Abb. 1), so daß eine Bestimmung dieser Gattung



**Abb. 2.** **a** Hintere Atemöffnung von *Lucilia ampullacea* mit drei annähernd geraden in Richtung Stigmennarbe konvergierenden Atemschlitzen, welche gemeinsam von einem pigmentierten Ring (Peritrem) umgeben sind. **b** Durchlichtmikroskopisches Erscheinungsbild des 12. Madensegmentes von *Lucilia ampullacea* mit Kennzeichnung der Papillen  $P_1$  –  $P_4$  ( $P_5$  und  $P_6$  liegen nicht in der Bildebene) sowie der Distanzen  $x$  und  $\varnothing$

unproblematisch erscheint. Bei *Protophormia terraenovae*, *Phormia regina* und den *Lucilia*-arten mit Ausnahme der *Lucilia ampullacea* fehlt das unpaare Sklerit. *Lucilia ampullacea* läßt zwischen den Mundhaken ein kleines, mäßig stark pigmentiertes, jedoch gut darstellbares, unpaares kugelförmiges Sklerit erkennen und kann schon alleine aufgrund dieses einzigartigen Merkmales leicht von den übrigen forensisch bedeutsamen Schmeißfliegenspezies abgegrenzt werden (Abb. 1c). Als weiteres Merkmal kann im Kieferapparat der Arten *Lucilia ampul-*

Tabelle 2

	$P_1P_1$	$P_1P_3$	$P_1P_2$	$\frac{P_1P_1}{P_1P_3}$	$\frac{P_1P_1}{P_1P_2}$	x	$\emptyset$	$\frac{x}{\emptyset}$	$\emptyset$ Maden	$\frac{\emptyset M}{\emptyset}$ rel.Gr.
<i>Calliphora vicina</i>	0,86	0,93	0,43	0,92	2,00	0,30	0,24	1,25	2,43	10,1 klein
<i>Calliphora vomitoria</i>	0,93	1,12	0,63	0,83	1,47	0,27	0,38	0,70	2,81	7,3 mittel
<i>Lucilia sericata</i>	0,41	0,70	0,38	0,58	1,07	0,20	0,23	0,87	1,75	7,6 mittel
<i>Lucilia caesar</i>	0,47	0,61	0,35	0,77	1,34	0,16	0,27	0,59	1,57	5,8 groß
<i>Lucilia ampullacea</i>	0,56	0,63	0,39	0,89	1,43	0,14	0,24	0,58	1,49	6,2 groß
<i>Protophormia terraenovae</i>	0,60	0,94	0,52	0,64	1,15	0,23	0,41	0,56	2,62	6,3 groß
<i>Phormia regina</i>	0,65	0,65	0,37	1,00	1,75	0,20	0,22	0,90	2,00	9,0 klein

*lacea* sowie *Lucilia caesar* zwischen den Enden der ventralen Hörner des Basalstückes ein zart pigmentiertes Gewebsareal nachgewiesen werden.

## 12. Madensegment

Die Familie der *Calliphoridae* läßt einen einheitlichen Bauplan des stumpfen Madenendes erkennen. Das 12. Madensegment wird von der planen bis leicht konkaven Stigmenplatte abgeschlossen, in welche zwei annähernd kreisrund konfigurierte Hinterstigmen (hintere Atemöffnungen) eingelassen sind. Im 3. Larvenstadium lassen sich im Inneren jedes Stigmas drei Stigmenschlitze (Abb. 2a), im 2. Larvenstadium je zwei Stigmenschlitze wahrnehmen. Die äußere Umgrenzung des Hinterstigmas wird durch einen pigmentierten Ring, dem Peritrem, gebildet, welcher bei den *Calliphora*- und *Lucilia*-arten die Stigmennarbe siegelringartig umschließt (Abb. 2a). Um die Hinterstigmen sind am Rand der Stigmenplatte stets 6 konische Papillarenpaare ( $P_1$ - $P_6$ ) zirkulär und symmetrisch zur mediansagittalen Ebene angeordnet (Abb. 2b). Zur praktischen Artbestimmung erwiesen sich die Abstände  $P_1P_1$ ,  $P_1P_2$  und  $P_1P_3$  sowie der Durchmesser der Hinterstigmen ( $\emptyset$ ) und die Distanz zwischen den Hinterstigmen (x) als informationsreiche Parameter. Die Absolutwerte variierten zwar aufgrund individueller Größenunterschiede innerhalb einer Art sehr stark, ihr proportionales Verhältnis war jedoch auffällig konstant, so daß deren Quotienten als wichtige artspezifische Kriterien angesehen werden können. Die Absolutwerte (in Millimeter) bei mittelgroßen Individuen und die daraus resultierenden Quotienten sind in Tabelle 2 aufgelistet. Weiters werden das Verhältnis zwischen Madendurchmesser und Durchmesser des Hinterstigmas wie die daraus errechnete relative Größe des Hinterstigmas angeführt.

## Schlußfolgerung

Die Ergebnisse der gegenständlichen Untersuchung lassen erkennen, daß die hier vorgenommenen drei Methoden einzeln aufgeführt nur bedingt imstande sind, eindeutige Resultate bei der Artbestimmung forensisch bedeutsamer Schmeißfliegen zu liefern und daher eine Untersuchung von Maden mit Hilfe nur einer einzigen Technik in der Praxis nicht zulässig ist. Im Zusammenwirken sind sie jedoch, selbst wenn es im ersten Moment den Anschein größeren Arbeitsaufwandes erweckt, in der Lage, eine rasche, praktisch anwendbare und korrekte Artbestimmung zu ermöglichen.

Folgender, aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse erstellte Bestimmungsschlüssel — er hat sich in unserem Routinebetrieb bereits vortrefflich bewährt — soll die Resultate der gegenständlichen Studie vereinfacht zusammenfassen und möge gleichzeitig dem entomologisch interessierten Gerichtsmediziner oder Kriminalisten als Arbeitsgrundlage dienen.

## Bestimmungsschlüssel

- 1) uaS groß, nagelförmig (2)  
     uaS klein, rund (5)  
     uaS fehlt (6)
- 2)  $x \gg \emptyset$  (3)  
      $x \ll \emptyset$  (4)
- 3)  $\overline{P_1P_1} = \overline{P_1P_3}$ ,  $\overline{P_1P_1} = 2 (\overline{P_1P_2})$   
      $P_4$  am größten  
     Hst relativ klein, mittelstark pigmentiert  
     pigmentierte Fläche zwischen C. ventr. fehlt  
     Vst 7 - 8 - 12 \_\_\_\_\_ *Calliphora vicina*
- 4)  $\overline{P_1P_1} \leq \overline{P_1P_3}$ ,  $\overline{P_1P_1} \gg \overline{P_1P_2}$   
      $P_4$  am größten  
     Hst relativ mittelgroß, stark pigmentiert,  
     pigmentierte Fläche zwischen C. ventr. fehlt  
     Vst 10 - 11 - 13 \_\_\_\_\_ *Calliphora vomitoria*
- 5)  $x \ll \emptyset$   
      $\overline{P_1P_1} \leq \overline{P_1P_3}$ ,  $\overline{P_1P_1} \gg \overline{P_1P_2}$   
      $P_4$  am größten  
     Hst relativ groß, mittelstark pigmentiert  
     Vst 6 - 7 - 8 - 10  
     pigmentierte Fläche zwischen C. ventr. vor-  
     handen \_\_\_\_\_ *Lucilia ampullacea*
- 6)  $\overline{P_1P_1} \ll \overline{P_1P_3}$ ,  $\overline{P_1P_1} = \overline{P_1P_2}$  (7)  
      $\overline{P_1P_1} \leq \overline{P_1P_3}$ ,  $\overline{P_1P_1} \gg \overline{P_1P_2}$  (10)
- 7) alle P's relativ groß  
     Stigmennarbe nicht pigmentiert  
     Hst relativ groß, stark pigmentiert (8)  
     alle P's relativ klein  
     Hst relativ mittelgroß, schwach pigmentiert (9)

- 8)  $x \ll \emptyset$   
 $P_5$  am größten  
 pigmentierte Fläche zwischen C. ventr. fehlend  
 Vst 9 - 10 - 12 \_\_\_\_\_ *Protophormia terraenovae*
- 9)  $x \leq \emptyset$   
 $P_4$  am größten  
 pigmentierte Fläche zwischen C. ventr. fehlend  
 Vst 7 - 8 - 10 \_\_\_\_\_ *Lucilia sericata*
- 10)  $x \leq \emptyset$   
 Hst relativ klein, mittelstark pigmentiert (11)  
 $x \ll \emptyset$   
 Hst relativ groß, stark pigmentiert (12)
- 11)  $\overline{P_1 P_1} = \overline{P_1 P_3}$   
 $P_4$  und  $P_5$  am größten  
 pigmentierte Fläche zwischen C. ventr. fehlend  
 Vst 8 - 10 \_\_\_\_\_ *Phormia regina*
- 12)  $P_4$  am größten  
 pigmentierte Fläche zwischen C. ventr. vorhanden  
 Vst 7 - 9 - 10 \_\_\_\_\_ *Lucilia caesar*

#### Zeichenerklärung zur Bestimmungstabelle

- uaS: unpaares accessorisches Sklerit  
 Vst: Anzahl der Vorderstigmenfortsätze  
 Hst: hintere Atemöffnung  
 x: Distanz zwischen hinteren Atemöffnungen  
 $\emptyset$ : Durchmesser der hinteren Atemöffnung  
 $x \gg \emptyset$ : x deutlich größer als  $\emptyset$   
 $x \ll \emptyset$ : x deutlich kleiner als  $\emptyset$   
 $x \leq \emptyset$ : x kleiner bis gleich groß wie  $\emptyset$   
 C. ventr.: Ventralhorn des Basalstückes

#### Literatur

1. Krauter D (1981) Ein rasch arbeitendes, schonendes Mazerationsmittel für Chitinpräparate: Diäthylentriamin. Mikrokosmos 69, H12:395
2. Reiter C, Wollenek G (1983) Bemerkungen zur Morphologie forensisch bedeutsamer Fliegenmaden. Z Rechtsmed 89:197-206
3. Zumpt F (1956) Calliphoridae. In: Lindner E (Hrsg) Die Fliegen der palaearktischen Region. Stuttgart

Eingegangen am 3. August 1982