

Aus der Sektion Biowissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Wissenschaftsbereich Zoologie

## **Zur Biologie von *Lucilia sericata* Meig. (Diptera, Calliphoridae) und deren Nutzung als Bestäuber von Kulturpflanzen<sup>1</sup>**

Von Beate Träger und Wolf-Rüdiger Große

Mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle

(Eingegangen am 15. November 1986)

Die Goldfliege *Lucilia sericata* Meig. gehört zu den in Mitteleuropa häufigsten synanthropen Dipteren. Ihre Bedeutung ergibt sich zum einen aus hygienischer Sicht als Überträger von Mikroorganismen. Die Fliegen dieser Art spielen aber auch eine große Rolle im Abbau toter tierischer und pflanzlicher Substanz.

Ein entscheidender Punkt bei der Betrachtung dieser Art ist ihre Nutzbarkeit als Bestäuber für Kulturpflanzen. Der Besuch von wildwachsenden Blütenpflanzen, vor allem Umbelliferen, aber auch ihre geringen Raum- und Nahrungsansprüche sind als gute Voraussetzungen für den Einsatz zur Bestäubung von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen in Isolierkabinen zu betrachten.

Notwendig für die umfangreiche Nutzung dieser Art ist eine genaue Kenntnis ihrer Entwicklung und ihres Verhaltens, was durch eine Kombination von Labor- und Freilanduntersuchungen gewährleistet wird.

### 1. Material und Methoden

*Lucilia sericata* wird seit 1983 im WB Zoologie der MLU gehalten. Das Ausgangsmaterial stammt aus Freilandfängen. Die Haltung der Imagines erfolgt in Gaze Käfigen von  $60 \times 40 \times 30$  cm in einem Lichtregime von  $L : D = 18 : 6$ , bei einer Beleuchtungsstärke von 550 Lux und einer Temperatur von  $22 \pm 2$  °C. Als Nahrung wird den Imagines Zucker und Wasser angeboten, zur Eireifung zusätzlich eine Proteinquelle. Die Eiablage und die Larvalentwicklung erfolgt auf Maus oder auf einem Gemisch aus Weizenkleie, Milch und Hefe. Die Zuchtgläser werden während der Zeit der Larvalentwicklung in definierte klimatische Verhältnisse in einen Klimaprüfschrank KPW 1 der Fa. Mytron, Heiligenstadt, mit einem Lichtregime von  $L : D = 12 : 12$  bei 200 Lux Beleuchtungsstärke und einer Temperatur von  $22 \pm 2$  °C gebracht.

Zur Darstellung der Körpermasseentwicklung in den präimaginalen Stadien wurden in Abständen von 12 Stunden je 10 bis 20 Larven der bei Temperaturen von 20, 25 und 30 °C gehaltenen Tiere entnommen und gewogen.

Zur Bestimmung des Schlupfrhythmus der Imagines im Tagseverlauf bei unterschiedlichen Temperaturen (20, 25 und 30 °C) wurden je Temperaturstufe 200 Puppen verwendet. Im Abstand von 2 Stunden erfolgte die Auszählung der geschlüpften Tiere.

Die Flugaktivität der Fliegen im Freiland wurde im Jahresverlauf mit Hilfe von Köderfängen im Osthof des WB Zoologie ermittelt. Sie erfolgten in den Jahren 1984

<sup>1</sup> Meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. em. Dr. habil. Johannes Otto Hüsing, Rerik, zum 75. Geburtstag gewidmet.

und 1985 und fanden in 14-tägigem Rhythmus statt. Auf sieben Fangtage folgte eine Pause von einer Woche. Eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse wurde durch Umrechnen der jeweiligen Fangzahlen der Wochen in Prozent des Gesamtjahresfanges an Fliegen der Gattung *Lucilia* erreicht.

Außerdem erfolgten Beobachtungen und Kescherfänge auf wildwachsenden Umbelliferen (*Anthriscus sylvestris*, *Daucus carota*, *Heracleum sphondylium*).

Die Fliegen wurden nach Zumpt (1956) und Schumann (1971) bestimmt. Außerdem fanden von Hashemi (1981) genannte Ergänzungen Eingang in die Bestimmung.

Die Versuche zum Einsatz von *Lucilia sericata* zur Bestäubung von Möhren liefen in den Jahren 1984 und 1985 im Institut für Züchtungsforschung Quedlinburg, Abteilung Gemüsezüchtung Naumburg. Es fanden dabei Gotha-IV-Kabinen mit einer Grundfläche von 15 m<sup>2</sup> Verwendung. Die Aufzucht der Fliegen erfolgte jeweils in den Kabinen auf Lunge, als Verpuppungssubstrat dienten Sägespäne. Im Ergebnis der Versuche kam die Bestimmung des Samenertrages je Pflanze zur Auswertung.

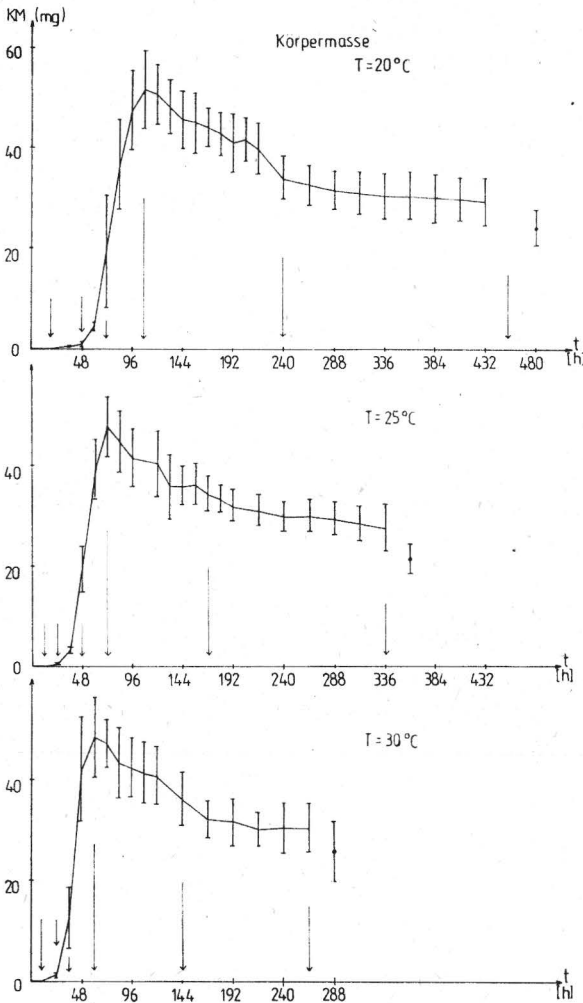


Abb. 1  
Körpermasseentwicklung von *Lucilia sericata* während der präimaginalen Stadien. Die mit Pfeilen gekennzeichneten markanten Punkte im Entwicklungsgeschehen haben von links nach rechts folgende Bedeutung:  
- Schlupf der Larven,  
- erste Beobachtung des L<sub>2</sub>,  
- erste Beobachtung der L<sub>3</sub>,  
- Übergang von der Fraß- zur Wanderphase,  
- Verpuppung,  
- Imaginalschlupf

## 2. Ergebnisse

### 2.1. Laboruntersuchungen zur Entwicklung

Die Ergebnisse zur Körpermasseentwicklung vom Ei bis zum Imago bei den Temperaturen von 20, 25 und 30 °C wurden grafisch dargestellt (Abb. 1).

Der Zeitraum von der Eiablage bis zum Schlupf der Larven des ersten Stadiums betrug:

17 bis 18 h bei  $T = 20\text{ °C}$ ,

12 bis 13 h bei  $T = 25\text{ °C}$ ,

9 bis 9,5 h bei  $T = 30\text{ °C}$ .

Der genaue Zeitpunkt der Häutung zum zweiten bzw. dritten Larvenstadium wurde im Versuch nicht erfaßt. Es wurde nur festgestellt, zu welchem Kontrollzeitpunkt das zweite bzw. dritte Stadium erreicht worden war:

nach 48 h - L<sub>2</sub>, nach 72 h - L<sub>3</sub> bei  $T = 20\text{ °C}$ ,

nach 24 h - L<sub>2</sub>, nach 48 h - L<sub>3</sub> bei  $T = 25\text{ °C}$ ,

nach 24 h - L<sub>2</sub>, nach 36-48 h - L<sub>3</sub> bei  $T = 30\text{ °C}$ .

Der Übergang von der Fraß- zur Wanderphase wird bei den Larven am Verschwinden des Kropfes erkennbar und ist in der grafischen Darstellung (Abb. 1) am Abfall der Gewichtskurve zu erkennen. Für den Beginn der Wanderphase konnten folgende Werte ermittelt werden:

nach 98-108 h bei  $T = 20\text{ °C}$ ,

nach 72- 84 h bei  $T = 25\text{ °C}$ ,

nach 96-108 h bei  $T = 20\text{ °C}$ ,

Die Verpuppung der Larven und der Schlupf der Imagines erstreckte sich trotz gleicher Eiablagezeit über mehrere Tage.

Am ersten Tag gingen nur vereinzelt Individuen in das folgende Stadium über, deshalb wurde jeweils der zweite Tag als Zeitpunkt für die Verpuppung bzw. den Imaginalschlupf angegeben:

Verpuppung nach 240 h, IS nach 480 h = 20 d bei  $T = 20\text{ °C}$ ,

Verpuppung nach 168 h, IS nach 360 h = 15 d bei  $T = 25\text{ °C}$ ,

Verpuppung nach 144 h, IS nach 284 h = 12 d bei  $T = 30\text{ °C}$ .

Daraus ergab sich eine Puppenreihe von mindestens:

240 h = 10 d bei  $T = 20\text{ °C}$ ,

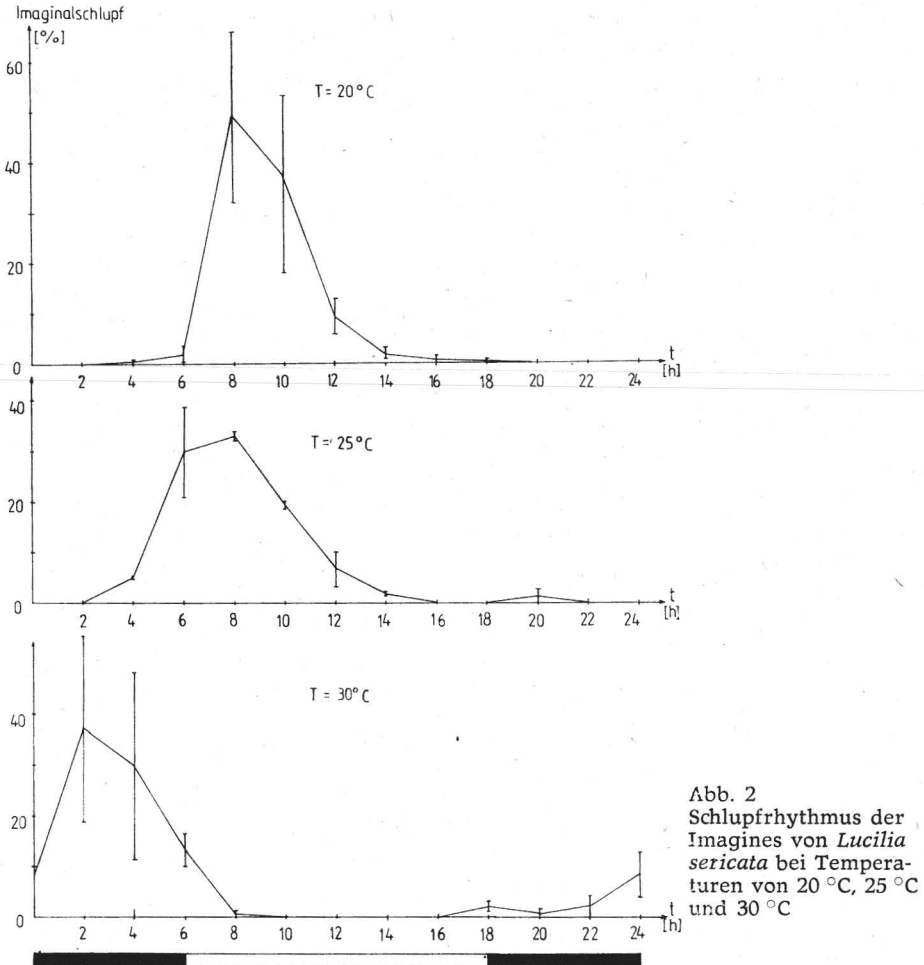
192 h = 8 d bei  $T = 25\text{ °C}$ ,

144 h = 6 d bei  $T = 30\text{ °C}$ .

Der Schlupf der Imagines im Tagesverlauf wurde in Abhängigkeit von der Temperatur grafisch dargestellt (Abb. 2). Auf eine Einzeldarstellung des Schlupfes der Geschlechter konnte verzichtet werden, da sie sich nur unwesentlich von der Gesamtkurve unterscheiden. Bei allen Temperaturen zeigte sich ein über vier Stunden dauerndes Schlupfmaximum. Dieses lag bei 20 °C in den ersten Stunden der Lichtphase, bei 30 °C in der zweiten Hälfte der Dunkelzeit und bei 25 °C zwischen den beiden erstgenannten Maxima am Übergang von der Dunkel- zur Lichtphase.

### 2.2. Freilanduntersuchungen zur Flugaktivität und zum Blütenbesuch von *Lucilia*-Arten

Im Jahr 1984 wurden 179 Individuen der Gattung *Lucilia* gefangen, 1985 waren es 2260 Tiere. Um trotz der unterschiedlichen Fangzahlen die Fänge beider Jahre vergleichen zu können, erfolgten die Angaben für die Fangwochen in Prozent des Gesamt-



jahresfanges an *Lucilia*-Arten. Die Einzelkurven für 1984 und 1985 sind auf Abb. 3 dargestellt. Abb. 4 zeigt den Anteil von *Lucilia sericata* am *Lucilia*-Fang im Jahre 1985. Der Jahresdurchschnitt betrug 1985 etwa 95 %, im Jahr 1984 etwa 85 %. Im Gegensatz dazu liegt der Anteil von *Lucilia sericata*, der in Vergleichsfängen in Naumburg ermittelt wurde, nur bei 75 %. Der Fallenstandort befand sich in Naumburg am äußersten Stadtrand in der Nähe von Kleingartenanlagen. Beachtet wurde auch die Höhe der Fallenaufstellung. Dazu liegen Ergebnisse aus dem Jahr 1984 vor, als in zwei verschiedenen Höhen gefangen wurde. In 1 m Höhe betrug die Anzahl aller Fliegen der Gattung *Lucilia* nur etwa ein Drittel, der Rest wurde in der Falle in Bodennähe gefangen. Der Fang in 1 m Höhe lief auch bereits Mitte August aus, währenddessen in Bodennähe noch im September Fliegen der Gattung *Lucilia* gefangen wurden.

Beobachtungen auf Umbelliferen zeigten, daß *Lucilia*-Arten einen großen Teil der Bestäuber auf diesen wildwachsenden Blütenpflanzen stellen. So konnte im Stadtgebiet von Halle ein starker Anflug von *Lucilia*-Arten auf dichtstehenden Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*) beobachtet werden. Auf 1 m<sup>2</sup> Bestandsfläche waren bis zu 10 Goldfliegen zu finden. Bärenklau (*Heracleum sphondylium*) wirkt ab Mitte/Ende Juni für *Lucilia*-Arten attraktiv.

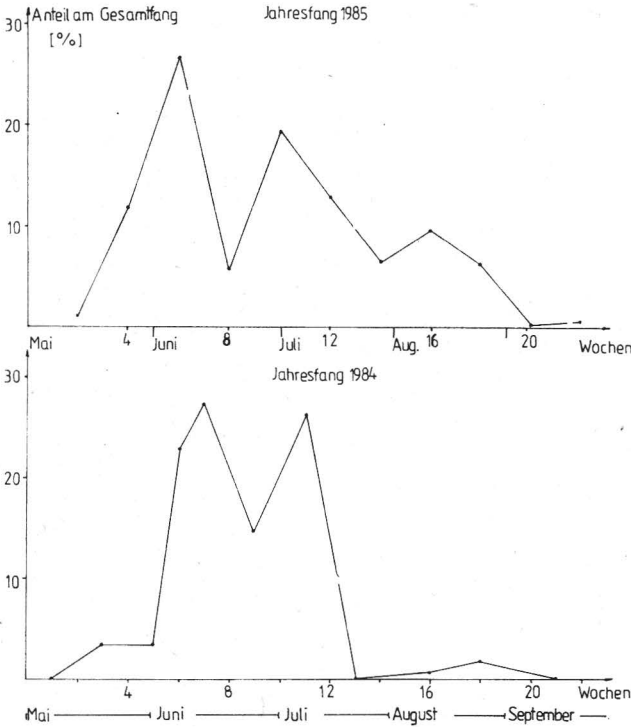


Abb. 3  
Ergebnisse des Köderfanges 1984 und 1985.  
Gesamtfang an *Lucilia*-  
Arten pro Jahr als 100 %

Kescherfänge unterstreichen die Beobachtungen auf Wiesenkerbel, Bärenklau und Wilder Möhre (*Daucus carota*). Neben Fliegen der Gattung *Lucilia* (Fam. Calliphoridae) waren Schwebfliegen (Syrphidae) und andere Dipterenfamilien vertreten, außerdem Weichkäfer (Coleoptera, Cantharidae), Honigbienen und kleinere Hymenopteren. Die Ergebnisse sind in Tab. 1 dargestellt.

Tabelle 1. Ergebnisse des Kescherfanges auf Umbelliferen (bei Aufschlüsselung des Fanges auf die Arten gibt die erste Zahl jeweils die der Weibchen, die zweite die der Männchen an)

Pflanzenart	Insekten Gesamtfang	Gattg. <i>Lucilia</i>	<i>Lucilia</i>				
			<i>sericata</i>	<i>caesar</i>	<i>silva- rum</i>	<i>illustris</i>	<i>regalis</i>
Wiesenkerbel	24	6	1/1	1/2	0/1	—	—
Bärenklau	51	25	4/9	0/3	2/3	0/3	0/1
Wilde Möhre	84	47	2/45	—	—	—	—

Auf Geflecktem Schierling (*Conium maculatum*) konnten *Lucilia*-Arten nicht nachgewiesen werden.

Beobachtungen auf einem Möhrenfeld zeigten, daß an warmen, schwülen Tagen viele Fliegen der Gattung *Lucilia* auf den Dolden zu finden waren. An sehr heißen Tagen mit Mittagstemperaturen um 30 °C und mehr waren *Lucilia*-Arten gar nicht vertreten.

Da die klimatischen Bedingungen in den Gotha-IV-Kabinen in Naumburg den äußeren Bedingungen im wesentlichen entsprechen, können die dort beim Einsatz von *Lucilia*-Arten auf Möhre (*Daucus carota*) geführten Beobachtungen als Freilandbeobach-

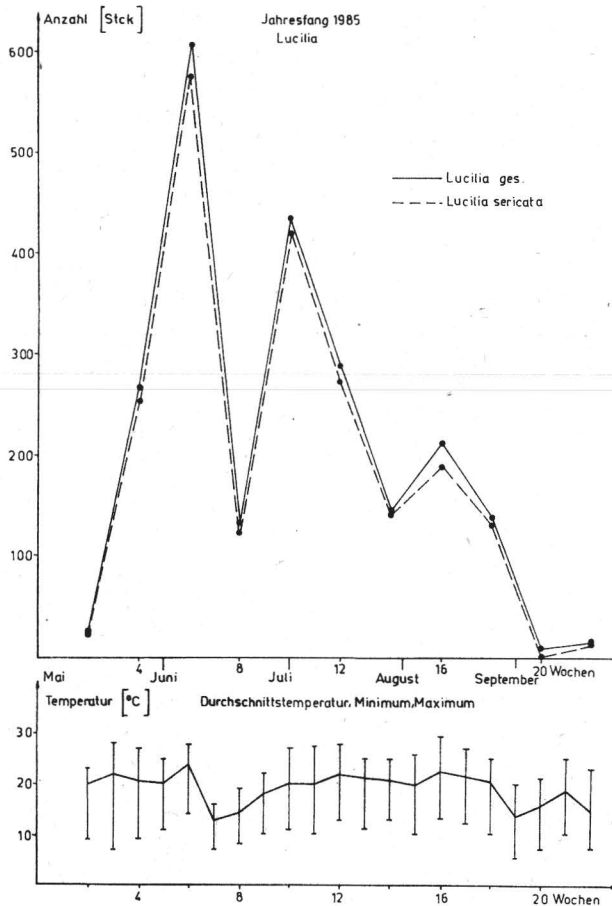


Abb. 4  
Anteil von *Lucilia sericata* am  
Gesamtfang der Gattung *Lucilia*  
im Jahr 1985 in Halle

tungen genannt werden. Es zeigte sich, daß sich die Fliegen bei Regenwetter an den Pflanzen versteckt aufhielten, wobei sie breitblättrige Pflanzen den Möhren vorzogen. Bei kühlerem, trockenem Wetter blieben sie lange auf einer Dolde. Dabei beschränkte sich ihre Aktivität auf Umherlaufen auf der Dolde und Putzbewegungen. Die höchste Flugaktivität an warmen Sommertagen konnte in den Vormittagsstunden beobachtet werden, sie sank während der heißen Mittagsstunden ab und nahm in den Nachmittagsstunden gegen 15 Uhr noch einmal zu.

### 2.3. Einsatz von *Lucilia*-Arten zur Bestäubung von Möhren

Die Versuche zum Einsatz von Dipteren der Gattung *Lucilia* zur Bestäubung dienten bisher hauptsächlich der Klärung technologischer Fragestellungen. Die angewandten Methoden zur Nachzucht der Fliegen im Gewächshaus waren nicht optimal. So konnten aufgrund der Eiablage von Fliegen im Freiland an Lunge mehrere sich auf Fleisch entwickelnde Arten erwartet werden. Dies wurde allerdings durch die Wahl eines freien, sonnigen Standortes für die Eiablage in gewissem Maße eingeschränkt, so daß sich auf der Lunge vor allem *Lucilia*-Arten einfanden und nur sehr wenig andere Calliphoridenarten oder Vertreter der Sarcophagidae. 1984 fand aufgrund des guten Wetters zur Zeit, als die Lunge ausgelegt war, eine starke Eiablage statt. Es schlüpften zahlreiche Fliegen, wobei der Anteil der *Lucilia*-Arten auf 90–95% ge-

schätzt wird. In geringer Anzahl waren in den Kabinen *Phormia*-Arten vertreten. Andere Dipteren traten nur vereinzelt auf. Die Nachzucht der *Lucilia*-Arten aus der wöchentlich neu zugegebenen Lunge war erfolgreich, so daß stets ein ausreichender Fliegenbesatz gesichert war.

Zur Auswertung wurde der Samenertrag pro Möhrenpflanze bestimmt. Er betrug im Durchschnitt 2,8 g. Der maximale Ertrag pro Pflanze wurde mit 12,2 g ermittelt.

Im Jahre 1985 konnte der Einsatz der Fliegen zu Blühbeginn nicht gesichert werden, auch in der Folgezeit der Möhrenblüte waren nur sehr wenige Fliegen einsatzbereit, so daß Handbestäubung durchgeführt werden mußte.

### 3. Diskussion

#### 3.1. Untersuchungen zur Entwicklung

In den Laboruntersuchungen zur Entwicklung auf Mäusekadaver konnte eine deutliche Temperaturabhängigkeit aller Entwicklungsstadien festgestellt werden. Bereits bis zum Larvenschlupf war eine starke Verzögerung bei kühleren Temperaturen zu erkennen. Bei 30 °C schlüpften die Larven nach 9 bis 9,5 Stunden, bei 25 °C nach 12 bis 13 Stunden und bei 20 °C erst nach 17 bis 18 Stunden. Povolny und Rozsypal (1968) geben als Optimaltemperatur für den Schlupf der Larven 34,5 °C an, sie schlüpften dann 8 bis 10 Stunden nach der Eiablage. Bei Temperaturen um 15 °C erfolgte der Schlupf der Larven nach Melvin (1934) erst nach 42 Stunden.

Die Entwicklungszeit gegen die Temperatur aufgetragen würde als Ergebnis eine Hyperbelfunktion liefern. Die Entwicklung wird in der Nähe des Temperaturoptimums nicht mehr wesentlich beschleunigt, wie der Vergleich der Werte für 30 °C und 34,5 °C zeigt. Dagegen wird die Verzögerung der Entwicklungsgeschwindigkeit mit größerer Entfernung vom Temperaturoptimum immer deutlicher. Hüsing (1963) gab die Hyperbel als mathematischen Ausdruck für die Darstellung der Entwicklungsdauer an.

Die Empfindlichkeit der Eier gegen Kälte wurde von Kelany (1979) als letale Aufenthaltszeit bei 0 °C mit ein bis zwei Tagen und bei 9 °C mit zwei bis vier Tagen angegeben. Daraus wäre zu schlußfolgern, daß die mit 42 Stunden angegebene Entwicklungszeit der Eier bei 15 °C schon sehr stark auf eine Entwicklungsgrenze in diesem Temperaturbereich hindeutet.

Die bereits bei der Embryonalentwicklung festgestellte Temperaturabhängigkeit der Entwicklung zeigte sich auch in den folgenden Stadien als stark ausgeprägt. Spätestens zwei Tage nach Eiablage erreichten die Larven bei 20 °C das zweite Stadium, bei 25 °C und bei 30 °C bereits nach einem Tag.

Die Entwicklungszeiten der Larven werden außer von der Temperatur auch von der Larvendichte beeinflusst (Münzel 1980). Eine zu hohe Larvenzahl verflüssigt das Substrat sehr stark, so daß viele Larven ersticken. Dem konnte durch eine genügende Menge an Sägespänen, die die Feuchtigkeit aufnehmen, entgegengewirkt werden. Außerdem tritt bei zu hohen Larvendichten erhöhte Konkurrenz um den Faktor Nahrung auf.

Die Larvendichte in den Versuchen betrug etwa 500 bis 700 Larven je Versuchsansatz, d. h. in einem 1-l-Glas.

Die Larven erreichten ihr Maximalgewicht von etwa 50 mg im 3. Larvenstadium, bevor sie aus dem Substrat abwanderten. Geringe Unterschiede in der Höhe des Maximalgewichtes sind sicher nicht auf Temperatureinflüsse zurückzuführen, sondern vielmehr auf nicht vollständige Übereinstimmung der Larvenzahlen.

Nach etwa 108 Stunden beendeten die Larven bei 20 °C das Fressen, bei 25 °C nach 72 Stunden und bei 30 °C nach 60 Stunden.

Die meiste Nahrung wurde, sichtbar auch an der Körpermasseentwicklung (Abb. 1), Ende des zweiten Stadiums und im ersten Drittel des dritten Larvenstadiums aufgenommen. Damit konnte keine Übereinstimmung zu den Ergebnissen von Povolny und Rozsypal (1968) errichtet werden, die das zweite Stadium für die Hauptnahrungsaufnahme angaben und das dritte Stadium als mobile Präpuppenphase bezeichneten. Die Bezeichnung „mobile Präpuppenphase“ könnte auf die sogenannten Wanderlarven, die die Fraßphase beendet haben, angewendet werden. In dieser Phase wird die größte lokomotorische Aktivität erreicht. Untersuchungen von Große (1973) an *Calliphora vicina* ergaben ein Ansteigen der lokomotorischen Aktivität bis zum Maximum in der Wanderphase und eine darauffolgende Abnahme derselben in 2 Stufen. Während der Wanderphase nahm das Körpergewicht der Larven bis zu einem Drittel des Maximalgewichtes ab, was auf Kotscheidungen bei der Endverdauung und Energieverbrauch zurückzuführen ist. Mit der Bildung der weißen Puppe erhärtet die Larvenhaut, und es tritt eine deutliche Verkürzung ein.

Die präpupale Phase kann unter ungünstigen Bedingungen z. T. um mehrere Wochen verlängert werden. Dieses Ruhestadium wurde vor allem während der Versuche im Winterhalbjahr und bei zu hohen Larvendichten beobachtet. Die ersten Imagines waren schon geschlüpft, als sich noch ein großer Anteil Larven im Zuchtglas befand. Diese zeigten auffallend geringe Aktivität und begannen nur bei intensiver Lichteinwirkung abzuwandern. Etwa einen Monat nach der Verpuppung der ersten Larven waren dann bis auf einige Ausnahmen alle verpuppt.

Nach Zinov'eva (1978) hängt die Diapause rate bei *Lucilia*-Arten von der Photoperiode während der Reifephase der Imagines und der Larvalphase ab, außerdem wurde eine sich mit den Generationen im Verlaufe des Jahres ändernde Empfindlichkeit gegenüber der Photoperiode festgestellt. Anhand der eigenen Beobachtungen können folgende Faktoren als diapauseauslösend in Betracht kommen:

- Temperaturen um 20 °C und niedriger bei einem Lichtregime von LD = 12 : 12,
- zu große Trockenheit während L<sub>3</sub>,
- zu hohe Larvendichten.

Ähnliche Angaben sind bereits von Mellanby (1938) bekannt. Die gesamte Entwicklungszeit betrug bei 30 °C nur 12 Tage, bei 25 °C dagegen 15 Tage und bei 20 °C sogar 20 Tage. Nach Povolny und Rozsypal (1968) können sich demzufolge in der Gemäßigten Zone vier bis acht Generationen von *Lucilia sericata* im Jahr entwickeln.

Neben dem Einfluß der Temperatur auf die Entwicklungszeit der Tiere wurde auch ihr Einfluß auf den Schlupfrhythmus der Imagines geprüft. Der Schlupf der Fliegen erfolgte bei 20 °C vor allem von 6 bis 14 Uhr, also in der Lichtphase. Das Schlupfmaximum lag in der Zeit von 6 bis 10 Uhr und damit in den ersten vier Stunden nach dem „Licht-an“. In dieser Zeit schlüpften 86 % der Fliegen. Bei 25 °C erfolgte der Schlupf der Imagines von 2 bis 14 Uhr, davon 63 % zwischen 4 und 8 Uhr. Bei einer Temperatur von 30 °C fand der Schlupf fast vollständig in der Dunkelphase von 18 bis 6 Uhr statt. Das Schlupfmaximum mit 63 % der Fliegen lag zwischen 0 und 4 Uhr.

Alle drei Kurven (Abb. 2) tragen somit unimodalen Charakter, wobei das Maximum jeweils mit einer Zeitspanne von vier Stunden angegeben werden kann. Aus dem unmittelbaren Vergleich der Ergebnisse ist eine deutliche Verlagerung des Schlupfzeitpunktes aus der Lichtphase bei 20 °C in die Dunkelphase bei 30 °C mit einem bei der Temperatur von 25 °C erkennbaren Übergang während des LD-Wechsels („Licht-an“) zu verzeichnen. Diese Verschiebung beruht mit Sicherheit nicht auf einer beschleunigten Entwicklung während der Metamorphose, denn daraus ergeben sich Verlagerungen des Imaginalschlupfes um mehrere Tage.

Der Schlupf der Fliegen zog sich über mehrere aufeinanderfolgende Tage hin, erfolgte jedoch bei gleichen Temperaturen auch zu gleichen Zeiten an allen Tagen.



In der verwendeten Literatur waren bisher nur Angaben zum Einfluß der Photoperiode auf den Schlupfrhythmus von Insekten im Tagesverlauf, speziell *Calliphora vicina* (Große 1981) enthalten. Über den Einfluß der Temperatur sind bis jetzt noch keine Angaben gefunden worden.

Ähnlich der von Große (1981) angeführten Theorie zur endogenen Manifestierung des Schlupfrhythmus in Anpassung an die günstigsten Umweltbedingungen bezüglich der Photoperiode wäre eine entsprechende Manifestierung bezüglich der Temperatur ebenfalls zu vermuten. Möglicherweise entwickelt *Lucilia* die Strategie, den Schlupf bei hohen Temperaturen wegen besserer Überlebenschancen der Imagines in die Nacht zu verlegen.

### 3.2. Freilanduntersuchungen zur Flugaktivität und zum Blütenbesuch von *Lucilia*-Arten

Ungünstig wirkten sich auf den Vergleich der beiden Fangjahre die unterschiedlich hohen Fangzahlen aus, was jedoch durch die prozentualen Angaben weitgehend ausgeglichen werden konnte. Die Gründe für den geringen Fangenerfolg im Jahr 1984 sind vor allem in den kleineren Köderfallen, die verwendet wurden, zu suchen, aber auch in der zu den Fangzeiten herrschenden kühlen Witterung.

Auffallend sind die in beiden Jahren auftretenden Fangmaxima Anfang Juni und Ende Juni/Anfang Juli. Der Fangbeginn mit dem Monat Mai stellte sich als ausreichend heraus, das ist an den zu dieser Zeit noch sehr geringen Fangzahlen erkennbar. Beobachtungen ergaben, daß *Lucilia*-Arten zum Teil schon im April fliegen, wenn über einige Tage warme Witterung herrschte. Da dies aber von Jahr zu Jahr unterschiedlich ist, meist auch noch eine Kälteperiode auftritt, ist der Fangbeginn Anfang Mai am günstigsten. Bis Anfang Juni ist in beiden Jahren ein mehr oder weniger steiler Anstieg der Fangrate zu erkennen. Der starke Abfall der Fangergebnisse fällt in beiden Jahren mit einer ungünstigen Witterungsperiode zusammen. Dem erneuten Anstieg der Temperaturen folgte in beiden Jahren auch ein Anstieg der Fangzahlen. Das zweite Maximum wurde 1984 und 1985 in den letzten Junitagen bzw. Anfang Juli erreicht. Danach wurden kontinuierlich bis zur Beendigung des Fanges immer weniger, schließlich keine Fliegen mehr gefangen.

Hashemi (1981) gab als untere Temperaturgrenze für die Flugaktivität von *Lucilia*-Arten im Freiland etwa 10 bis 12 °C an, diese Grenze verschiebt sich infolge der Anpassung der Tiere in den Sommermonaten um ein bis zwei Grad nach oben. Der Temperaturanstieg nach kühlen Tagen wirkte sich in jedem Fall stimulierend auf die Flugaktivität aus. Die Fangergebnisse lassen bezüglich des Artenspektrums der Gattung *Lucilia* den Schluß zu, daß *Lucilia sericata* im Stadtgebiet von Halle die dominierende Art ist. Im Jahr 1984 betrug der Anteil von *L. sericata* 86 %, im Jahr 1985 sogar 95 %. In Naumburg wurden im Gelände des Institutes für Züchtungsforschung in geringem Umfang Köderfänge zum Vergleich durchgeführt, die ebenfalls *Lucilia sericata* als dominierende Art kennzeichneten. Ihr Anteil war jedoch mit 74 % geringer als in Halle. Infolge der Lage am äußeren Stadtrand sind hier *Lucilia silvarum* und *Lucilia caesar* in stärkerem Maß hinzugetreten. Dies entspricht der Charakterisierung von *Lucilia sericata* als kommunikativ eusynanthrope, exophile Art im Gegensatz zu den hemisynanthropen *Lucilia caesar* und *Lucilia silvarum* (Gregor und Povolny 1958).

Das Geschlechterverhältnis von *Lucilia*-Arten wird von verschiedenen Autoren im Jahresmittel als annähernd ausgeglichen angegeben (Povolny und Rozsypal 1968, Hashemi 1981). Der hohe Weibchenanteil im Fanggut der Jahresfänge (etwa 5 : 1) läßt sich durch die alleinige Verwendung von Köderfallen erklären. Die verwendeten Fleischköder besitzen für die Weibchen eine höhere Attraktivität. Im Gegensatz dazu

weist das Fanggut der Kescherfänge, die auf Blüten durchgeführt worden sind, einen erhöhten Männchenanteil auf. Während die Männchen ihren Nahrungsbedarf sicher aus dem Kohlehydratangebot der Blüten decken können, benötigen die Weibchen eiweißhaltige Substrate zur Eireifung.

Der Fang in unterschiedlichen Höhen erbrachte etwa die dreifache Anzahl von Individuen der Gattung *Lucilia* in der Falle am Erdboden im Vergleich zur Falle in 1 m Höhe. Dem entsprach auch das Gesamtverhältnis aller gefangenen Dipteren. Daraus läßt sich eine höhere Aktivität der Fliegen in Bodennähe unter den Bedingungen des Fangjahres ableiten. Es bliebe zu untersuchen, ob dieses Verhältnis auch unter günstigeren Bedingungen, speziell bei Windstille und höheren Temperaturen, erreicht wird.

*Lucilia*-Arten sind häufig auf Blütenpflanzen, besonders auf Umbelliferen zu beobachten. Die Attraktivität der blühenden Pflanzen für *Lucilia sericata* wird von mehreren Autoren genannt (Karsch 1887, Kugler 1970, Hashemi 1981). Am attraktivsten scheinen nach eigenen Beobachtungen Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*), Bärenklau (*Heracleum sphondylium*) und Wilde Möhre (*Daucus carota*) zu sein. *Lucilia*-Arten sind aber auch auf Petersilie (*Petroselinum crispum*), Giersch (*Aegopodium podagraria*) und Pastinak (*Pastinaca sativa*) zu finden. Hashemi (1981) nannte noch Knoblauchsrauke (*Alliaria petiolata*), Hartriegel (*Cornus* sp.), Kamille (*Matricaria* sp.), Scharfgarbe (*Achillea millefolium*) und Dost (*Origanum vulgare*). Im Gewächshaus blühende Zwiebeln, Resede und Fenchel wurden gern angefliegen.

### 3.3. Einsatz von *Lucilia*-Arten zur Bestäubung von Möhren in Isolierkabinen

Über den Einsatz von Calliphoriden (Schmeißfliegen) berichteten als erste Jones und Rosa (1928, zitiert nach Free 1970), die die Fliegen parallel zur Handbestäubung verwendeten. Anfang der 30er Jahre finden sich Angaben über den Einsatz von Calliphoriden zur Bestäubung von Möhren und Zwiebeln in kleineren Isolierungen bei Borthwick und Emsweller (1933) sowie bei Jones und Emsweller (1934). Die Wahl der *Lucilia*-Arten als Bestäuber von Möhren erklärt sich zum Teil aus Freilandbeobachtungen, denn die Gattung *Lucilia* stellt einen großen Teil der Bestäuber auf wildwachsenden Umbelliferen. Außerdem lassen sich *Lucilia*-Arten, vor allem *Lucilia sericata*, leicht über längere Zeit in Massenzucht halten, so daß man immer eine große Zahl von Tieren zur Verfügung hat. Hinzukommt ein relativ geringer Nahrungsbedarf der Imagines, so daß Fliegen besser als Bienen für die nektararmen Umbelliferen geeignet sind. Geringe Raumansprüche der Fliegen ermöglichen auch einen Einsatz auf kleinstem Raum, was für Pflanzenzüchtungszwecke von Bedeutung ist.

Die Leistungsfähigkeit der Fliegen wird aufgrund ihrer schwachen Behaarung oftmals geringer eingeschätzt als die der Bienen. Dies kann aber durch höhere Einsatzdichte kompensiert werden. Über gute Ergebnisse des Fliegeneinsatzes berichteten Smith und Mee (1984) sowie Currah und Ockendon (1984). Smith und Mee (1984) geben Schmeißfliegen als beste Bestäuber von Rosenkohlhybriden mit niedrigem Sibs-Anteil an.

In eigenen Versuchen zum Einsatz der *Lucilia*-Arten in den Isolierkabinen trat eine Reihe von Problemen auf. Bei der Anzucht der Larve auf Lunge ergab sich eine starke Geruchsbelästigung. Dieser Nachteil kann nur durch die Entwicklung eines geeigneten, allen Ansprüchen der Larven gerecht werdenden Substrates beseitigt werden. Als nicht vorteilhaft hat sich die freie Eiablage erwiesen, da einerseits nicht gesichert werden konnte, daß genügend Eier für die Anzucht abgelegt wurden und dadurch andererseits nicht mit einheitlichen Bestäubergruppen in den Gewächshäusern gearbeitet werden konnte. Deshalb richtet sich das Hauptaugenmerk auf die Anzucht einheitlicher Bestäubergruppen, in diesem Fall *Lucilia sericata*, im Labor.

Ein weiteres Problem ergibt sich mit der Aufzucht der Fliegen im Freiland über mehrere Jahre an einem Ort oder an wenig voneinander entfernten Stellen. Durch den Geruch des Fleisches werden auch die Feinde der Fliegenlarven angelockt. Das betrifft vor allem räuberisch lebende, sich von Fliegenlarven ernährende Käfer und deren Larven aus der Familie der Kurzflügler (Staphylinidae) und Aaskäfer (Silphidae) (Cragg 1950, Nuorteva 1970). Die Folge ist nicht nur die direkte Vernichtung der Fliegenlarven, sondern auch die starke Konkurrenzwirkung der anderen im Aas vorkommenden Arten.

Am günstigsten für die Nutzung der *Lucilia*-Arten in den Gotha-IV-Kabinen erscheint der Einsatz von Puppen, die im Labor gezogen wurden, etwa einen Tag vor dem zu erwartenden Imaginalschlupf. So kann einer Verzögerung der Entwicklung und einer durch lange Einwirkung ungünstiger Bedingungen stark erhöhten Mortalität weitgehend entgegengewirkt werden. Ebenso kann der Einfluß der Prädatoren ausgeschaltet werden.

Ein weiterer Vorteil aus der Verwendung von *Lucilia*-Arten ergibt sich aus der Spezifik der Entwicklungsbiologie der Larven. Man kann die Larven im Verlauf der Wanderphase bei kühlen Temperaturen lagern, um zu einem bestimmten Zeitpunkt genügend Tiere zur Verfügung zu haben. Eine zu lange Kühlung erschwert jedoch das Befreien der Imagines aus den Puppenhüllen (Kelany 1979). Eine Lagerung der Puppen von *Lucilia sericata* bei Temperaturen von 4–5 °C ist nach Friedel (1986) bis zu vier Wochen ohne große Verluste möglich. Bei längerer Kühlung steigt die Mortalität stark an.

#### 4. Zusammenfassung

Die Arbeit dient der Erweiterung der Kenntnisse zur Entwicklungsbiologie und Ökologie der Art *Lucilia sericata* (Meigen) sowie der Klärung technologischer Fragestellungen für den Einsatz dieser Art zur Bestäubung von Umbelliferen. Es wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Als günstiger Temperaturbereich für eine Massenzucht erwiesen sich Temperaturen von 25 bis 30 °C. Bei Temperaturen um 20 °C war bereits eine starke Verzögerung der Entwicklung zu verzeichnen. Dabei trat eine Verlängerung des dritten Larvenstadiums bis zu mehreren Wochen auf.

Es konnte ein von der Temperatur abhängiger Schlupfrhythmus der Imagines im Tagesverlauf festgestellt werden, wobei das 4stündige Maximum zu Beginn der Lichtphase ( $T = 20$  °C) mit steigender Temperatur in die Mitte der Dunkelperiode verlagert wurde ( $T = 30$  °C).

Für die Flugaktivität ergab sich anhand von Köderfangergebnissen ein Anstieg von Mai bis Anfang Juni und ein Minimum Mitte Juni, danach stiegen die Werte zu einem zweiten Maximum an. Von Mitte Juli bis Ende September sank die Flugaktivität fast auf Null. Es konnte ein enger Zusammenhang zwischen Temperaturverlauf und Fangergebnissen, einschließlich des Minimums im Juni, festgestellt werden. Die Flugaktivität der Fliegen in Bodennähe war etwa dreimal so hoch wie die in 1 m Höhe über dem Erdboden. Der hohe Weibchenanteil konnte auf die Verwendung von Köderfallen zurückgeführt werden. Die dominierende Art der Gattung war *Lucilia sericata*.

*Lucilia*-Arten präferieren blühende Umbelliferen, auf denen sie einen hohen Anteil der natürlichen Bestäuber stellen, was durch Kescherfänge auf Wiesenkerbel, Bärenklau und Wilder Möhre belegt wurde. Das Fanggut enthielt hier stets einen höheren Anteil von Männchen. Im Tagesverlauf ergab sich mit steigender Temperatur auch eine höhere Flugaktivität von *Lucilia*-Arten. An heißen Tagen trat eine Mittagsdepression auf. Die Auswertung erfolgte aufgrund von Kescherfängen und Beobachtungen auf Möhrenblüten.

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Züchtungsforschung Quedlinburg, Abteilung Gemüsezüchtung Naumburg, wurden *Lucilia*-Arten zur Bestäubung von Möhren in Gotha-IV-Kabinen eingesetzt. Durch die Zucht der Fliegen auf Fleisch in den Kabinen wurde die Entwicklung der Larven sowohl durch ungünstige Witterungsbedingungen als auch durch auftretende Prädatoren (Coleopteren) beeinträchtigt. Hier können in Zukunft durch den Einsatz im Labor gezüchteter Tiere noch bessere Ergebnisse erzielt werden.

### Summary

It is the purpose of the present paper to expand knowledge on the biology of development and ecology of the species *Lucilia sericata* (Meigen) as well as to elucidate technological problems of using this species for pollution of umbelliferous plants. The following results were obtained:

The best temperature for mass-rearing lies between 25 and 30 °C. When the temperature is 20 °C or less the development is retarded. The third instar larvae is prolonged up to some weeks.

A daily pattern of hatching dependent on temperature was established. The maximum over four hours shifted from the darkness at a temperature of 30 °C to the beginning of the light phase at a temperature of 20 °C.

The flying activity during the year, due to results of trap catches, increases from May to the beginning of June. After a minimum in the middle of June a second maximum exists in July. From the middle of July to the end of September the flying activity decreases to zero. A strict connection between temperature and of trap catches results was observed. The flying activity near the soil was approximately three times higher than at a height of 1 m. The high proportion of female flies is attributed to the use of bait traps. The dominant species of the genus was *Lucilia sericata*.

*Lucilia* species prefer plants of the family Umbelliferae, on which they provide a high percentage of natural pollinators. This was proved with net catches on *Heracleum sphondylium*, *Anthriscus sylvestris* and *Daucus carota*. In all the cases there was a higher percentage of male flies. During the day a higher flying activity was observed with increasing temperatures. The interpretation took place due to the results of net catches and observations on blossoms.

In co-operation with the „Institut für Züchtungsforschung Quedlinburg, Abteilung Gemüsezüchtung Naumburg“, *Lucilia* species were used for pollination in small isolation cages with an area of 15 m<sup>2</sup>. The development of larvae was affected by inclement weather conditions and appeared predators (Coleoptera) because of the breeding on meat in the cages.

### Schrifttum

- Berthwick, H. A., and S. L. Emsweller: Carrot breedings experiments. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 30 (1933) 531–533.
- Cragg, J. B.: Studies on *Lucilia* species (Diptera) under Danish conditions. Ann. Appl. Biol. 37 (1950) 65–79.
- Currah, L., and D. J. Ockendon: Pollination activity by blowflies and honeybees on onions in breeders' cages. Ann. Appl. Biol. 105 (1984) 167–176.
- Free, J. B.: Insect pollination of crops. London/New York 1970.
- Friedel, K.: persönliche Mitteilung (1986).
- Gregor, F., und D. Povolny: Versuch einer Klassifikation der synanthropen Fliegen (Diptera). J. Hyg., Epidem., Microbiol., Immunol. 2 (1958) 205–216.
- Große, W.-R.: Biorhythmische Untersuchungen zur Stoffwechselphysiologie des 3. Larvenstadiums der Schmeißfliege *Calliphora erythrocephala* Meig. (Diptera, Calliphoridae). Dissertation, MLU Halle 1973.
- Große, W.-R.: Zur endogenen Grundlage der Schlupfrhythmik von *Calliphora vicina* R. D. Wiss. Z. Univ. Halle 30 (1981) 97–102.
- Hashemi, H.: Untersuchungen zur Biotopbindung von *Lucilia*-Arten (Dipt., Calliphoridae). Dissertation Gießen 1981.
- Hüsing, J. O.: Die Metamorphose der Insekten. Die Neue Brehm-Bücherei, H. 62. Wittenberg Lutherstadt: Ziemsen Verlag 1963.
- Jones, H. A., and S. L. Emsweller: The use of flies as onion pollinators. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 31 (1934) 161–164.
- Karsch, F.: Über die Schafffliege *Lucilia sericata* (Mg.) Biol. Zbl. (1887) 521–523.
- Kelany, I. M.: Untersuchungen über die Kältetoleranz und Überwinterung synanthroper Fliegen (Dipt. Muscidae, Calliphoridae). Dissertation Gießen 1979.

- Kugler, H.: Blütenökologie. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag 1970.
- Mellanby, K.: Diapause and metamorphosis of the blowfly, *Lucilia sericata* Meig. Parasitology **30** (1938) 392–402.
- Melvin, R.: Incubation period of eggs of certain muscoid flies at different constant temperatures. Ent. soc. Amer. Ann. **27** (1934) 406–410.
- Münzel, M.: Vorkommen und Entwicklung von Fliegen (Diptera: Calliphoridae, Muscidae) an Lebensmitteln tierischer Herkunft. Dissertation Gießen 1980.
- Nuorteva, P.: Histerid beetles as predators of blowflies (Dipt., Calliphoridae) in Finland. Ann. Zool. Fennia **7** (1970) 195–198.
- Povolny, D., and J. Rozsypal: Towards the autecology of *Lucilia sericata* (Meigen 1826) (Diptera, Calliphoridae) and the origin of its synanthropy. Acta sc. nat. (Brno) **2** (1968) 1–32.
- Schumann, H.: Die Gattung *Lucilia* (Goldfliegen). Beilage Angew. Parasit. **12** (1971) 1–20.
- Smith B. M., and C. Mee: Seed multiplication of Brussels sprout inbred lines. Z. Pflanzenzüchtg. **92** (3) (1984) 259–262.
- Zinov'eva, K. B.: Materinskoe vlijanie na indukciju ličinočnoj diapauzy u *Lucilia hirsutula*, *Lucilia illustris*, *Calliphora uralensis*. Trudy zool. Inst. Leningrad **69** (1978) 80–94.
- Zumpt, F.: In Lindner, E.: Die Fliegen der palaearktischen Region. Calliphorinae. Stuttgart 1956.

Dr. Wolf-Rüdiger Große  
Dipl.-Biol. Beate Träger  
Martin-Luther-Universität  
Halle-Wittenberg  
Sektion Biowissenschaften  
Wissenschaftsbereich Zoologie  
Domplatz 4  
Halle (Saale)  
DDR - 4020