Mark Benecke: Besiedlung von Leichen durch Gliedertiere. In: Handbuch gerichtliche Medizin, Springer, 2003

Gebundene Ausgabe - Springer, Berlin
Erscheinungsdatum: November 2003
ISBN: 3540002596

2.2.7 Besiedlung durch Gliedertiere

M. BENECKE

Et ce monde rendait une etrange musique,
Comme l'eau courante et le vent,
Ou le grain qu'un vanneur d'un mouvement rhythmique
Agite et tourne dans son van.
(Baudelaire: *Une charogne)*

2.2.7.1 Grundlagen

Ideengeschichte

Leichen sind für weit über hundert Gliederfüßerarten (Arthropoden)- insbesondere für Fliegen (Diptera) und Käfer (Coleoptera) - Brutstätte, Nahrungsquelle und Lebensraum. Mit den postmortalen Veränderungen der Leiche gehen zeitlich sich überlappende Faunen einher, die als Besiedlungswellen bezeichnet werden.

Da Arthropoden die mit Abstand artenreichste und wichtigste Gruppe aller Lebewesen auf der Erde darstellen und daher auch in scheinbar unwirtlichen Habitaten noch an Leichen anzutreffen sind, dienen sie seit langem der rechtsmedizinisch-kriminalistischen Untersuchung von Todesfällen. Die interdisziplinäre Arbeit von *forensischen Entomolog(inn)en* sichert dabei international sowohl zuver-

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

lässige Einzelfallbetrachtungen als auch die systematische, wissenschaftliche Analyse und Einordnung der Gliedertierfunde an Leichen. Neben der postmortalen Liegezeitbestimmung („post mortem interval", PMI) helfen Arthropodenuntersuchungen auch bei der Aufklärung von Leichenverbringungen und Wundartefakten sowie sozialen bzw. hygienischen Fragestellungen bei Lebenden und Toten.

Frühe Untersuchungen

Der erste Fallbericht zur kriminalistisch angewandten Gliedertierkunde stammt aus dem 13. Jahrhundert; Der chinesische Ermittler Sung T'zu schildert die Aufklärung eines Mordes in einem Reisfeld. Durch die Beobachtung von Schmeißfliegen, die unsichtbare Gewebeanhaftungen auf der Sichel nur eines Dorfbewohners anflogen, wurden Tatwerkzeug und Täter identifiziert [8, 17, 135]. Aus den darauf folgenden Jahrhunderten sind detailgetreue Skulpturen und Bilder madenbesiedelter Faulleichen sowie einzelne Bemerkungen zur Weichteilzerstörungskraft von Maden sowie dem Artenspektrum erhalten, u. a. im Lehrbuch von Orfila u. Lesueur (1831) [13, 15, 17,72]. Umfangreiche Exhumierungen in Frankreich
(Und Deutschland ließen im 18. und 19. Jahrhundert vermuten, dass Gliedertiere angesichts der großen Variabilität des makroskopischen Zersetzungsverlaufs von Leichen möglicherweise sicherere Liegezeitindikatoren als der reine Zerfallsgrad sein könnten [13]. Ab 1850 setzten einzelne französische Rechtsmediziner diese Erkenntnis erstmals praktisch zu Liegezeitschätzungen ein, waren sich aber des Mangels grundlegender Daten bewusst. Gegen l Ende des 19. Jahrhunderts bestimmten deutsche Biologen und Ärzte erstmals detailliert die Faunen von Erdgräbern [90], und 1884 bewirkte der Rechtsmediziner Pierre Megnin mit dem Buch *La faune des cadavres* [85] den internationalen Durchbruch des Faches.

Megnin grenzte 8 Besiedlungswellen für freiliegende Leichen ab, die schon bald feiner unterteilt wurden [62]; heute sind bis zu 41 verschiedene Faunenwechsel auf Leichen bekannt [53, 123], die aber nicht immer scharf abgrenzbar bzw. von forensischer Bedeutung sind [vgl. 68, 102]. Schon Megnin wies darauf hin, dass die Faunen von begrabenen Leichen und von Wasserleichen verschieden von der an freiliegenden Leichen sind [85].

Die Untersuchung von Milben (Acari), Schleimund Schimmelpilzen sowie Krebstieren (Crustacea) auf Leichen [33, 57, 75, 84, 85] ist heute praktisch vollständig von Insektenanalysen mit Schwerpunkt auf der Fliegenmadenfauna abgelöst worden [130].

Fauna und Lebenszyklus leichenassoziierter Fliegen

Schon früh wurde deutlich, dass das Artenspektrum an Leichen stark von Umwelteinflüssen abhängt und je nach Lagerungsort verschieden ist.

Wichtig war in diesem Zusammenhang u.a. die Erkenntnis, dass die Fauna begrabener Leichen von Buckelfliegen (in Zentraleuropa von Conicera tibialis Schmitz) oder dem Käfer Rhizophagus parallelocollis G. dominiert wird [57, 84, 86], während freiliegende Leichen zunächst von schwangeren Schmeißfliegenweibchen (Calliphoridae) und später auch einzelnen Arten von Fleischfliegen (Sarcophagidae). Käsefliegen (Piophilidae), echten Fliegen (Muscideae), Blumenfliegen (Anthomyiidae), Dungfliegen (Scatophagidae) und eher unspezifisch von Schwebfliegen (Syrphidae) angeflogen werden; abhängig vom Biotop finden sich auch weitere Familien [l, 32, 53, 102, 103]. Freiliegende Leichen können insgesamt dutzende bis über 100 Insektenarten beherbergen [3, 7, 20, 26, 28, 53, 62, 85, 90, 103, 104, 110, 130, 145; Abb. 2-53].

Jede schwangere Schmeißfliege platziert zwischen 100 und 500 Eier als Paket (Geschmeiß) auf dem Nährmedium; im Laufe ihres Lebens kann beispielsweise ein Weibchen der Goldfliege Lucilia sericata (Meigen) bis zu 3000 Eier (Schnitt: 2000 Eier) ablegen [vgl. 124]. Die sich daraus entwickelnden Maden bewirken in der Folge starke Weichteilzerstörungen. Bevorzugte Körperbereiche für die anfängliche Eiablage und Madenbesiedlung sind Augenwinkel, Nasenöffnung, Mund, Barthaare und Ohren sowie ggf. Genitalhaare und -Öffnung [z.B. 10, 18]. In kühleren Jahreszeiten sind die Eier eher tiefer innerhalb dieser Körperöffnungen zu finden. Auch auf mit Blut- oder Fäulnisflüssigkeiten getränkte Laken, Hemden usw. werden Eiballen abgelegt, besonders, wenn der Körper in den Stoff eingewickelt und so für die schwangeren Fliegen nicht direkt erreichbar ist.

Sind Wunden vorhanden und frei zugänglich, so werden die Eier zuerst dort abgelegt [2]. Dies gilt auch für Wunden von Lebenden, die körperlich sehr verwahrlost sind. Der räumlich begrenzte Fliegenmadenbefall lebender Personen ist dabei insofern als therapeutisch anzusehen, als die Maden die Wunde sterilisieren, ein Effekt, der seit dem Ersten Weltkrieg auch von Chirurgen ausgenutzt wird [17]. Liegt eine weniger verletzte Leiche neben einer stark verletzten Leiche mit zugänglichen Wunden, so wird die stärker verletzte Leiche zuerst besiedelt [89].

Vor allem abhängig von der Temperatur können schon nach einer Viertelstunde millimetergroße Fliegenlarven des ersten Jugend- oder Larvenstadiums schlüpfen und mit ihren hakenförmigen Mundwerkzeugen durch Speichel außerkörperlich angedautes Gewebe aufnehmen (Abb. 2-54). Die Tiere wachsen heran und machen zwei weitere Jugendstadien durch, von denen das dritte wegen deutlicher Körpermerkmale für die Artbestimmung am aussagekräftigsten ist. Bevor die Maden sich schließlich verpuppen, kriechen sie oft von der Leiche fort (bis zu einigen Metern), um sich vor Fraßfeinden und schwankenden Umweltbedingungen zu

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

Handbuch gerichtliche Medizin (Bd. 1, 2003), Springer, Heidelberg, S. 170-187

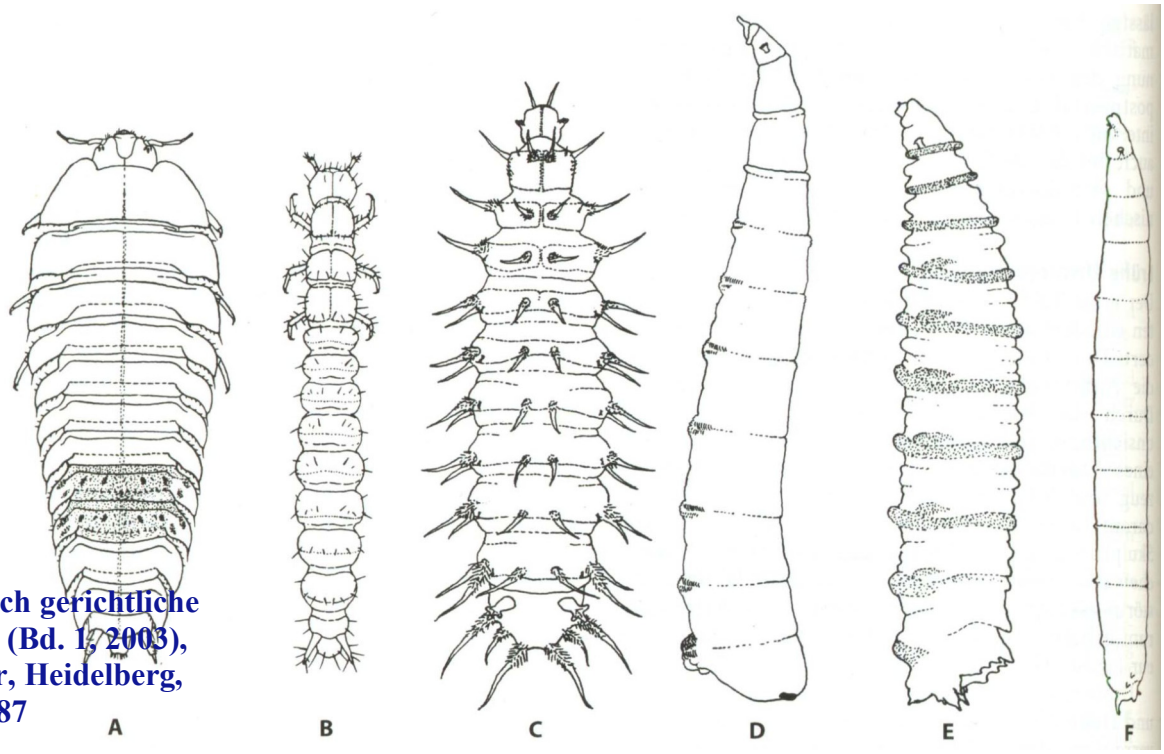


Abb. 2-53 a-f. Starke morphologische Unterschiede in der Insektenfauna von Leichen (Jugendstadien), a-b Käfer, c-f Fliegen, oben je anteriores, unten posteriores Körperende; **a-c** von dorsal, **d-f** von lateral, a „Silphe" (Silphidae, Aaskäfer, 17 mm), b Staphylinide (Kurzflügler, 2 mm), c Anthomyiide (Blumenfliege, 6 mm), d Muscide (Stubenfliege, 11 mm), e Calliphoride (Schmeißfliege, 15 mm), f Piophili de (Käsefliege, 8 mm). (Nach [105])

verbergen [44]. Dabei erzeugen sie bisweilen Kriechspuren, indem sie verfärbte Leichenflüssigkeit nach sich ziehen [97].

Maden können in der Leiche auch schwierig zugängliche Strukturen wie die Spongiosa von Röhrenknochen, z.B. des Oberarms [140], oder die Gehirnkapsel [10] erreichen und sich dort auch bis zum adulten Tier entwickeln. Die Tiere gelangen als junge Larven über Knochenlücken in die betreffenden Strukturen und können später nicht mehr entweichen. Die Sage, nach der eine Fliege das Hirn des römischen Kaisers Titus zerstört haben soll [76], mag auf ein solches Ereignis zurückzuführen sein.

Die Verpuppung erfolgt bei den meisten Arten in Ritzen, Spalten, dem Haarschopf von Faulleichen oder dem Erdboden. Aus der Puppe (Tönnchen, Tönnchenpuppe) schlüpft nach einem arttypischen, temperaturabhängig vorhersagbaren Zeitraum eine erwachsene Fliege. Die erwachsenen Tiere sind das Fortpflanzungs- und Verbreitungsstadium (Adult-Stadium) der Fliegen und nehmen im Vergleich zu den Larven, die das Wachstumsstadium (Jugendstadium) darstellen, sehr wenig Nahrung auf.

Unter Optimalbedingungen, d.h. bei konstant schwülheißer Witterung mit eingestreuten Regenfällen, können Schmeißfliegenmaden einen Körper innerhalb von 10-14 Tagen vollständig freiskelettieren (Abb. 2-55, 2-56). Umgekehrt können Fliegen-1 maden ihre Entwicklung vorübergehend anhalten, wenn die Temperatur unter genetisch festgelegte Werte sinkt. Die Tiere fallen dabei gewöhnlich in ein Diapausestadium, das zur kriminalistischen Fallinterpretation herangezogen werden kann. Während Arten wie Lucilia sericata und Musca autumnaiis De Geer in diesen Vorpuppenstadien überwintern können, fallen andere Arten, etwa Calliphora vicina (=erythrocephala), nicht in Diapause [87, 117].

Erwachsene Fliegen werden unterhalb bestimmter Temperaturen flugträge oder -unfähig und legen keine Eier mehr ab [51]. Funde solcher Fliegen können daher bei Tatortbesichtigungen Hinweise auf vergangene Leichenbesiedlungen liefern [10].

Auch die übrigen relevanten Leichenbewohner, d.h. neben Fliegen (Diptera: Brachycera) v. a. Käfer (Coleoptera), wachsen in vergleichbaren Lebenszyklen als Larven auf der Leiche heran. Wichtige leichenassoziierte Coleopterengruppen sind Mistkäfer (Geotrupidae), Kurzflügler (Staphylinidae), Stutzkäfer (Histeridae), Aaskäfer (Silphidae) sowie die millimetergroßen Speckkäfer (Dermestiden) [119, 130]. Oft finden sich Käfer, etwa Silphiden, auch als erwachsene Tiere auf Leichen, und Necrophorus-Pärchen versuchen, diese gegen Insekten zu verteidigen, um ihre Brutstätte zu si-

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

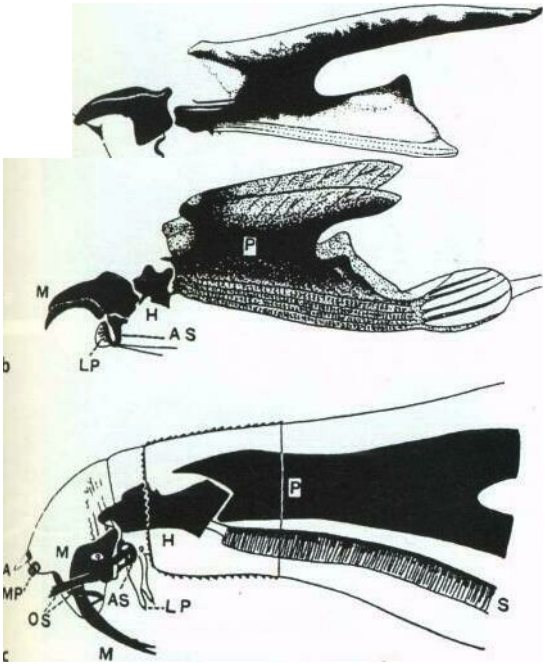


Abb.2-54 a-c. Mundwerkzeuge (Cephalopharyngealskelett) juveniler Fliegen als Merkmal zur Artbestimmung, Ansicht von lateral, a Calliphora vicina (=erythrocephala), b Musca domestica, c Schemazeichnung: Lage der Mundwerkzeuge im Körpervorderende; *A* Antenne, *H* Hypostomalsklerit, *LP* Labialpalpus, *MP* Maxillarpalpus, OS akzessorisches Oralsklerit, *P* Pharyngealsklerit, S Speichelgang. (Aus Hall und [116])

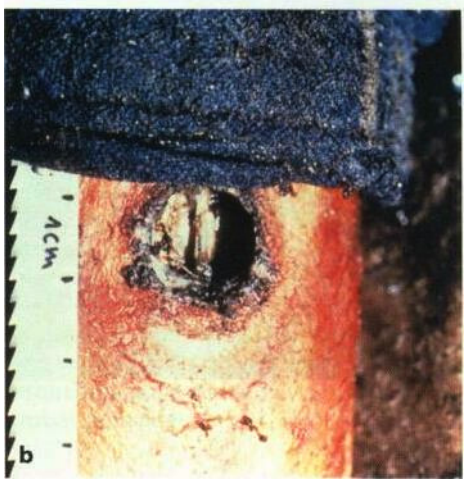


Abb. 2-55 a, b. Artefakte durch Insekteneinwirkung: a Von Fliegenmaden erzeugte „schrotschussartige", gespannt-fetzige Defekte zwischen Rippen. Leiche gefunden im Sommer 1998 in Manhattener Mietswohung; b von adulten Geotrupiden (Mistkäfern) hervorgerufener kreisrunder Hautdefekt auf austrocknendem Leichenarm. Fund des Körpers im Sommer 1996 in einem Stadthölzchen nahe Köln. (Fotos: Benecke)

ehern. Viele Käfer sind Sekundärparasiten, die sich nicht von der Leiche, sondern von den auf ihr lebenden Maden und Pilzgeflechten nähren. Auch parasitische Erzwespen aus der Überfamihe Chalcidoidea (Hautflügler/ Hymenoptera) sind an und in Faulleichen zu finden: sie legen ihre Eier in Fliegenmaden ab und durchlaufen dort ihre Entwicklung zum erwachsenen Tier.

Die Insektenfauna begrabener Leichen wird, wie bereits erwähnt, oft von Buckelfliegen (Phoriden) bestimmt. Während viele grabbewohnende Gliedertiere ihre Eier schon vor der Einsargung auf der Leiche ablegen, scheint die Sargbuckelfliege C. tibialis durch Gänge von der Erdoberfläche aus einzudringen und die Leiche als reine Nahrungsquelle zu nutzen; die Paarung findet im Freien statt [23]. In fest verschlossenen Särgen stammen Puppen anderer Insektenarten aus Eiern, die vor der Beerdigung auf der Leiche abgelegt wurden [vgl. auch 31, 86].

Insgesamt unterscheidet man an Leichen nekro-phage, nekrophile, omnivore und opportunistische Insekten.

In Einzelfällen stehen nicht die Entwicklungsverläufe von Gliedertieren, sondern durch sie verursachte Bissverletzungen im Mittelpunkt des Ermittlungsinteresses - aus den Bissspuren sind Rückschlüsse zu Tatort und -hergang möglich. Wichtig können hier vitale Einwirkungen von Milbenlarven [109, 142] und postmortale Bisse von Käfern, die nur in begrenzten Biotopen leben (Hinweis auf Leichenverbringung), sein.

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

Abb. 2-56 a-f. Von Fliegenmaden bewirkte Zerstörungen. a,b Eiablage an exponierten Weichteilen. Sodann fortschreitender Fraß in feuchterer (c,d) und trockenerer (e,f) Umgebung bis zur Skelettierung; c,e Maden des l. und 2. Wachstumsstadiums, f vorwiegend Maden des 3. Stadiums. (Fotos: Benecke)

In Mitteleuropa eignen sich Ameisen (Formicoidea) nicht nur als Liegezeitindikatoren [38], sondern auch als klassische Tatortspuren. Obwohl sie in praxi nur selten zur untersuchten Leichenfauna gehören, können Ameisen doch oft lebend oder tot an Täter, Opfer und Tatwerkzeug anhaften und dadurch Hinweise auf die Tatlokalität, Biotopbeschaffenheit und Jahreszeit geben [14].

Unter den Spinnentieren ist die Weberknecht- und Milbenfauna von Leichen ausführlich dokumentiert, kommt aber heutzutage in der rechtsmedizinisch-kriminalistischen Praxis nur selten zur Anwendung. Dasselbe gilt für Asseln (Krebstiere/Crustacea), Springschwänze (Collembola), die genannten Käfer (Coleoptara) [4,119] sowie zahlreiche wasserlebende Arten, die nicht zwingend ne-

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

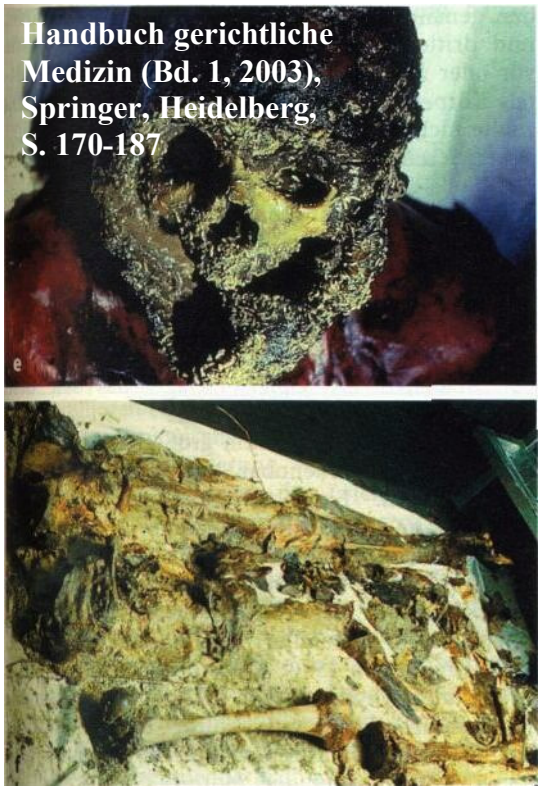


Abb. 2-56e,f

krophag, aber dennoch leichenassoziiert sind, beispielsweise Zuckmücken (Chironomidae), Wasserkäfer (Hydrophilidae) und Köcherfliegen (Trichoptera) [17, 50, 54, 55].

2.2.7.2 Fallskizzen

Da Kriminalbiologen, Rechtsmediziner, Anthropologen, polizeiliche Ermittler und Juristen in Fällen mit Gliederfüßerbesiedlung von Leichen eng zusammenarbeiten [14, 71, 73, 77, 109, 128], kommen gliedertierkundliche Untersuchungen immer häufiger nicht nur als Ermittlungshilfe, sondern auch als Schlüsselbeweise vor Gericht zum Einsatz. Das Spektrum der bearbeiteten Fragen reicht dabei weit:

- Zuordnung von Tatorten zu Tätern,
- Liegezeitbestimmung von Frischtoten,
- Liegezeitbestimmung skelettierter Leichen,
- Liegezeitbestimmung mit Hilfe von Kleidungsstücken (ohne Leiche),
- Einengung von Todeszeiträumen in Vermissten-sachen,
- Verbringung von Leichen,
- Kindsvernachlässigung,
- Kontamination von Laborräumen und andere hlygfi.'.i.LyA.e Fragen,
- toxikologische und bakteriologische Todesursachenfeststellung an Faulleichen,
- Versicherungsfragen,
- Beerdigungszeitpunkt und Zustand der Leiche bei Beerdigung, auch in Massengräbern und archäologischen Fällen.

Die folgenden Beispiele sollen verdeutlichen, wie vielfältig und weitreichend die möglichen Antworten aus Insektenfunden im Zusammenhang mit Todesfällen sein können [6]. Weitere und teils detailliertere Fallsammlungen finden sich in [10, 21, 42, 77, 85, 97, 130].

Liegezeitbestimmung teilskelettierter Leiche

Skelettierte Überreste einer dekapitierten Leiche, aufgefunden Ende November 1995 an einem Kölner Bahndamm in Sträuchern; Organe der Brust- und Bauchhöhle vollständig desintegriert, Weichteile zu schmierigem Brei reduziert und zu geringen Teilen lederartig vertrocknet. Haarschopf und Jeanskleidung intakt. Unter den Haaren Käfer- und Fliegenpuppen, auf der übrigen Leiche Zehntausende 8 mm großer, lang gestreckter, hell gefärbter springender Maden der Käsefliege Piophila casei Linne sowie weitere Zehntausende Eier. Außentemperaturen um 14"C (ll-lö'C), im Obduktionsraum 17°C. Die erste Liegezeitschätzung bei der Leichenschau betrug 2-3 Monate. Da sich Käsefliegen innerhalb von 11-19 Tagen zu erwachsenen Tieren entwickeln, und da es sich angesichts der großen Individuenzahl mindestens um die 2. Käsefliegengeneration handelte, ergab die entomologische Liegezeitschätzung unter Berücksichtigung der Außentemperaturen eine Mindestliegezeit von 90 Tagen nach folgender Rechnung: (l. Besiedlung mit Käsefliegen nach ca. 90 Tagen) + (ca. 22-38 Tage Entwicklungsdauer) = ca. 112-128 Tage. Diese Berechnung wurde später bestätigt; es handelte sich um eine heroinabhängige Suizidentin, die seit 4 Monaten vermisst gemeldet war [4].

Blutströpfchenbakterieninfektion

Fünf Tage alte männliche Faulleiche in Blähung, Haut grün verfärbt, gefunden im August 1996 in einer Kölner Wohnung. Bekannter Alkoholabusus und Bluthochdruck. 2-3 mm große Fliegenmaden unter der Haut, Eier in Gesichts- und Schamhaaren. Die gliedertierkundliche Untersuchung konzentrierte sich auf die ältesten Stadien, rot verfärbte Puppen der kosmopolitischen Fliege Muscina stabulans Fallen. Da M. stabulans bei Raumtemperatur mindestens 2 Wochen bis zur Verpuppung benötigt, war der Tote vermutlich schon vor seinem Exitus von Maden besiedelt. In Einklang damit fanden sich in Ausstrichen der Tiere große Mengen rotfarbener Blutströptchenbakterien (Serratia marcescens Bizio, Enterobacteriaceae), die bei geschwächten Menschen zum Tod führen können. Als Todesursache kam demnach zwanglos auch eine Infektion infrage [10].

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

Leiche mit zwei Totenfleckensystemen

28 Jahre alt gewordener Heroinabhängiger (Blut: Diazepam 0,12 mg/1, Nordiazepam 0,03 mg/l; Urin: Morphin 4,8 mg/1. Codein 0,16 mg/1), aufgefunden am 21. August 1996 um 7:05 Uhr nahe eines Weges auf einer innerstädtischen Wiesenfläche in Köln;
ein Spaziergänger und sein Hund hatten die Leiche am Vorabend nicht wahrgenommen. Auf den Augen des Toten umfangreiche Eimassen, die als Lucilia ampullacea Villeneuve bestimmt wurden. Da die Leiche zwei Totenfleckensysteme aufwies, sollte die Frage bearbeitet werden, ob bzw. wann der Tote aus einer nahe gelegenen Wohnung auf die Wiese verbracht worden war.

Insektenkundlicher Untersuchungsbeitrag: L. ampullacea ist in Köln in der Regel nicht in der nahen Umgebung von Menschen anzutreffen, die Eier wurden demnach im Freien abgelegt. Die Außentemperaturen um konstant 22 C hätten schwangeren Weibchen die ganze Nacht über eine Eiablage gestattet. Da diese nicht stattfand, und da nur sehr junge Stadien der Fliegenmaden angetroffen wurden, war davon auszugehen, dass die Leiche in den frühen Morgenstunden aus einem geschlossenen Raum, in dem sie in Anbetracht der Totenflecke bereits einige Stunden gelegen hatte, in nunmehr veränderter Haltung auf die Wiese gelegt wurde, wo sich ein weiteres Totenfleckensystem entwickelte [10].

Gescheiterter Versicherungsbetrug

Am 2. Halswirbel mit multiplen Schnitten abgetrennter Frauenkopf wurde am 28. Juni 1996 von ihrem Gatten angeblich im Vorgarten des gemeinsamen Hauses in Kanada entdeckt; die Tote war am 17. Juni von jenem vermisst gemeldet worden. Obduktionsbefund: Schnittverletzungen am Hals, rein postmortal. An Augen, Nase und Ohren keine Maden, dafür an der Schnittfläche zahlreiche Schmeißfliegenlarven der frühen Leichenbesiedlerin Calliphora vomitoria (Linne) im 3. Larvalstadium kurz vor der Verpuppung.

Da der Ehemann schon am 20. Juni mit der Lebensversicherung in Verhandlungen getreten war, sollte die Frage beantwortet werden, ob er unter dem Eindruck der Information, dass ohne identifizierbare Überreste seiner Frau keine Auszahlung möglich sei, den Kopf von der Leiche abgetrennt und präsentiert habe.

Bei einer mittleren Temperatur von 18,4 °C zwischen dem 17. und 28. Juni, durch Lagerung des Kopfes in einer Plastiktüte ohne direkte Sonnenbestrahlung, ergab sich nach Umrechung der Entwicklungzeiten in „accumulated degree days" (ADD) und Rückrechnung Folgendes: Erstens, die Leiche war anfangs schwangeren Fliegen nicht zugänglich, da an den Hauptanflugpunkten (Augen, Ohren und Nase) keine Eier zu sehen waren; zweitens, die Eier wurden abgelegt, nachdem der Kopf
abgetrennt und ins Freie verbracht wurde, da den genannten Stellen keine Eier zu finden waren, und drittens, die Schnittfläche des Kopfes wurde vor oder am 20. Juni exponiert (Rückrechung mittels Körperlänge der Maden) [2]. Die Versicherung zahlte nicht, und das Gericht sah das Tötungsdelikt als erwiesen an.

Todeszeitbestimmung anhand von Tatortfotografien

Verkohlter Leichnam, am Morgen des 6. September 1988 in einem Kamin in Belgien gefunden; die Spurensicherung machte Detailfotografien. Gemäß Sektionsbericht und Vermisstenakten kam ein 10-jähriges Mädchen als Opfer infrage, das seit dem 26. August vermisst war.

Auf den Fotos 18-19 mm große Maden der Gattung Calliphora erkennbar, die sich von Muskelgewebe nähren. Eine Artbestimmung war nicht möglich, im angetroffenen Biotop lebten jedoch nur C. vicina (Robineau-Desvoidy) und C. vomito-ria (Linne). Die mittlere Temperatur lag im fraglichen Zeitraum bei 16,1 C (26.-31. August) und 15,9 'C (l.-6. September) mit Maxima von 19,5 C und Minima von 13 C. Unter Berücksichtigung des zirkadianen Rhythmus von Calliphora und weiterer Temperaturberechnungen wurde eine Erstbesiedlung und damit ein Todeszeitpunkt für den späten Abend des 26. oder den Morgen des 27. April errechnet. Ein späteres Geständnis betätigte dies [71].

Leere Puppenhülsen

Skelettierter Torso, im September 1979 in einem im vorigen Winter niedergebrannten Haus bei Aufräumarbeiten angetroffen. Fraglich war, ob der Körper schon längere Zeit vor dem Brand im Haus gelegen haben konnte.

Unter der Leiche Massen leerer Puppen der oft menschennahen (synanthropen) Fliegenart Protophormia terrnaovae Robineau-Desvoidy, einige Maden der Käsefliege Piophila casei L. sowie 3 adulte Kurzflügelaaskäfer (Staphylinidae) der Art Philontus politus L.; im Umkreis von 2 m keine anderen Puppen. Grobe Liegezeitbestimmung anhand folgender Schlüsse: Erstens finden sich Käsefliegen und Staphyliniden nicht länger als maximal 1-1,5 Jahre auf Leichen. Zweitens kann P. terrano-vae nur dann gegenüber den üblichen leichenerstbesiedelnden Schmeißfliegen Lucilia und Calliphora dominieren, wenn eine Person im Winter oder Frühjahr verstirbt, da Protophormia jahreszeitlich als erste relevante Spezies ausfliegt und Eier legt, später im Jahr aber nicht in großem Umfang gegen die übrigen Arten konkurrieren kann. Die Person musste aus der Kombination der Befunde im vorigen Winter verstorben sein [98].

Hilfreich ist P. terranovae auch in Fällen von Leichenverbringungen, da sie oft an menschliche Behausungen gebunden ist [10, 67, 114, 130]. In abgelegenen Waldgebieten aufgefundene Leichen mit Überresten dieser Art sind daher evtl. in oder nahe

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

menschlicher Unterkünfte verstorben und danach verbracht worden.

Verdriftung und Todeszeitpunkt einer Wasserleiche

Leichnam in einer Schwimmweste in der Baltischen See; am 4. Juni 1966 nahe Ölands angetroffen. Gesicht und Brustraum teilskelettiert, übriger Körper in Adipocere. Im Brustbereich Fliegenlarven von 10-11 mm Länge, die Zucht derselben misslingt. Zwei in Alkohol konservierte Exemplare wurden als Seetangfliege Coelopa frigida (Fall.), die üblicherweise in Strandhabitaten lebt, bestimmt. Am ganzen Körper keine Larven oder Puppen von Schmeißfliegen (Calliphoriden).
Erste entomologische Stellungnahme: Bei der gegebenen kühlen Witterung wurden die Eier etwa 2 Wochen vor dem Fund der Leiche, also in der ersten Maihälfte, abgelegt. Zu diesem Zeitpunkt muss die Leiche in Anbetracht des Lebensraums von C. frigida einen Strand oder Küstenstreifen passiert haben. Dies konnte unter Berücksichtigung des Gesamtzustands der Leiche jedoch nicht der Todeszeitpunkt sein; der Tod musste vor weit mehr als 2 Wochen eingetreten sein. Da auf dem Körper keine Spuren von Schmeißfliegen zu finden waren, wurde der Todeseintritt auf den vergangenen Winter oder das beginnende Frühjahr zurückberechnet:
zu allen anderen Zeiten hätten Schmeißfliegen anstelle von C. frigida die Leiche angeflogen und/oder verdrängt.
Die weiteren Ermittlungen ergaben, dass es sich um den Körper eines Seemanns eines am 14. Januar 1966, d.h. 4 Monate vor dem Fund, gesunkenen Schiffes handelte [100].

Liegezeitbestimmung verscharrter Leiche unter Haus

Stark verweste Leiche einer jungen Frau mit schmalkalibriger Nahschussverletzung wird am 8. November 1985 unter einem Haus aufgefunden. Die insektenkundliche Untersuchung der Erde erbringt 142 Larven der Fliegen Calliphora vicina (Robineau-Desvoidiy) und Synthesiomyia nudesita (Van der Wulp), sämtlich im Vorverpuppungsstadi-um (erkennbar an Größe, geleertem Darm und Körperumriss). Alle Tiere wurden unter kontrollierten Bedingungen herangezüchtet; erste Schlupfe am 18. und 22. November. Bestimmung der Entwicklungszeit beider Arten anhand der kumulativen Aufrechung der stündlichen Wärmeinwirkung („average accumulated degree day", ADD) ergab den späten 24. oder 25. Oktober 1985 als Besiedlungsdatum.
Ein späteres Geständnis bestätigte und detaillierte das Szenario: Das Opfer wurde vom Gatten am Frühnachmittag des 24. Oktober erschossen und dann durch ein Loch in Bodenbrettern des Hauses in das Behelfsgrab versenkt und mit Büchern und Papier locker abgedeckt. Um den Verwesungs geruch zu mildern, bedeckte der Täter die Leiche später mit geschlossenen Säcken Kalks und Zements; beides hatte jedoch keinen hemmenden Ein-fluss auf die Madenentwicklung [78].

Zuordnung von Täter zu Tatort und Opfer mittels Milbenbissen

Leiche einer 24-jährigen Frau, mit ihrer Bluse stranguliert; aufgefunden am Abend des 5. August 1982 in einem abgelegenen ländlichen Gebiet unter Eukalyptus in Südkalifornien. Ein Polizeibeamter, der den Tatort von 22-2 Uhr bewacht, sowie weitere 20 von 23 Mitgliedern des Suchteams entdecken am nächsten Morgen an sich juckende, punktförmige rote Flecken im Bauch- und Hüftbereich: Milbenbisse von Larven der lokal seltenen Art Eutrombicula belkini Gould. Die Leiche ohne solche Bisse.
Bei der Durchsicht von Fotografien und anschließender Befragung möglicher Täter fiel an einem Verdächtigen ein Bissmuster auf, das in Struktur und Lokalisation dem an den Ermittlern entstandenen glich, einschließlich der fehlenden Bisse an exponierten Bereichen wie Händen und Gesicht.
Die entomologische Analyse durch ein mehrköp-figes Vor-Ort-Team ergab: Am Tatort in einem eng begrenzten Vegetationsgebiet an der Grenze zwischen einem Wildgrasfeld und einem aufgegebenen Acker zahlreiche hungernde E.-belkini-Larven; in der weiten Umgebung jedoch sehr wenige oder keine weiteren Exemplare. Von Zoologen eigens durchgeführte Tierfänge am Tatort bestätigten, dass die Milbenlarven dort hochaktiv sind und vowiegend Vögel und Eidechsen anfallen; Menschen gelten als Fehlwirte, wurden aber befallen.
Das Gericht wertete die folgenden, entomologisch gesicherten Schlüsse als Sachbeweise. Der Verlauf der Schwellung und des Abheilens der Bisse (anfangs 4-6 mm im Durchmesser) erlaubte eine Zeitabschätzung; die Bisse des Polizisten wurden als 48 h jünger begutachtet als die des Verdächtigen. Wegen der Seltenheit der Milbenart einerseits und deren Häufung am Tatort andererseits und wegen des aus dem Schwellungsverlauf abgeleiteten Zeitzusammenhangs musste der Verdächtige zum Todeszeitpunkt der Frau längere Zeit am Tatort gewesen sein. Das Opfer entwickelte keine Vitalreaktion auf die Bisse, weil es zuvor verstarb. Da der Angeklagte den Abend des 3. August mit der Verstorbenen verbracht hatte und zudem als gewalttätig bekannt war, wurde aufgrund der insektenkundlichen Beweise eine lebenslängliche Haft ohne Berufungsmöglichkeit verhängt [109, 142].

Kombinierte entomologische Spuren- und Liegezeitanalyse

Frauenleiche mit Schädelzertrümmerungen, am Abend des 28. April 1998 im Großraum Braunschweig am östlichen Rand eines schattigen Wäldchens in einem Abschussgraben nahe eines inmit-

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

ten von Feldern gelegenen Trampelpfads aufgefunden. Die Frau war am 25. Juli nachmittags als vermisst gemeldet worden. In Anbetracht von Fäulniserscheinungen machten die Obduzenten keine Angaben zum Wundalter.
Der Tatverdächtige hatte für den von den Ermittlern als Tötungszeitpunkt angenommenen Zeitraum kein Alibi, jedoch für die gesamte Zeit danach. Daher sollte überprüft werden, ob die angenommene Tatzeit anhand der Madenbesiedlung bestätigt werden könnte. Eine aufwendige Mikropräparation der Mundwerkzeuge und Atemöffnungen dreier asservierter Maden, die sich erst im 2. Larvalstadium befanden, erlaubte die Gattungsbestimmung: Calli-phora spp., unter Berücksichtigung der ökologischen Gegebenheiten kamen nur C. vomitoria Linne oder C. vicina Robineau-Desvoidy (= erythrocephala) infrage. Unter Berücksichtigung der Wetterbedingungen (leichter Nieselregen) wurde anhand der größten an der Leiche beobachteten Made (8 mm Länge) eine Liegezeit von 36-70 h vor Obduktion errechnet. Dies überlappte mit dem angenommenen Tatzeitraum.
Einen weiteren Sachbeweis stellte der Fund der Ameisenart Lasius fuliginosus (Latreille) am Stiefel des Verdächtigen und der Bluse der Verstorbenen dar. Es handelte sich um flugunfähige Arbeiterinnen, die sich nur wenige Meter vom Nest entfernen. Die Art ist in Mitteleuropa zwar verbreitet, aber wegen ihrer Lebensgewohnheiten insgesamt selten (Häufigkeitsrang 62 von 85 mitteleuropäischen Arten). Unmittelbar am Tatort lag eine individuenstarke Kolonie. Da auch auf den Tatortbildern der Leiche hunderte Ameisen derselben Art zu sehen waren, und da bei der Obduktion Ameisenfraßspuren gefunden wurden, kam ein zufälliges Zusammentreffen nicht infrage [14, 125].
Die Verurteilung des Angeklagten wurde - erstmals im deutschsprachigen Raum - zu großen Teilen auf die insektenkundlichen Beweise gestützt.

2.2.7.3 Aussagesicherheit, Genauigkeit und Fehlerquellen

Wachstumsraten und Artenvielfalt

Unter Berücksichtigung möglichst vieler Arten und Umweltparameter sowie ggf. der Ei-Ruhe ist die Rückrechung todesbezogener Abläufe aus der Entwicklung von Insekten gut möglich [63, 97, 99, 122]. Wachstumskurven der relevanten Arten sind verfügbar; aus der Länge der Tiere kann die Entwicklungsdauer abgelesen werden (Abb. 2-57) [17, 18, 58, 83, 94, 111, 112, 130], anstelle dessen kann auch das Gewicht der Maden verwendet werden [143]. Eine verfeinerte Methode ist die Aufrechnung der stündlichen oder täglichen Wärmeeinwirkung in „accumulated degree days" (ADD) oder „accumulated degree hours" (ADH) durch Multiplikation der Länge jedes Entwicklungsstadiums x der Temperatur [2, 21, 78].

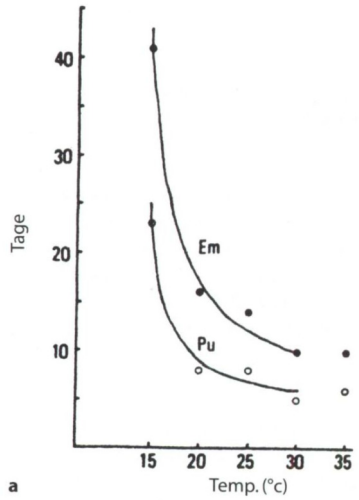
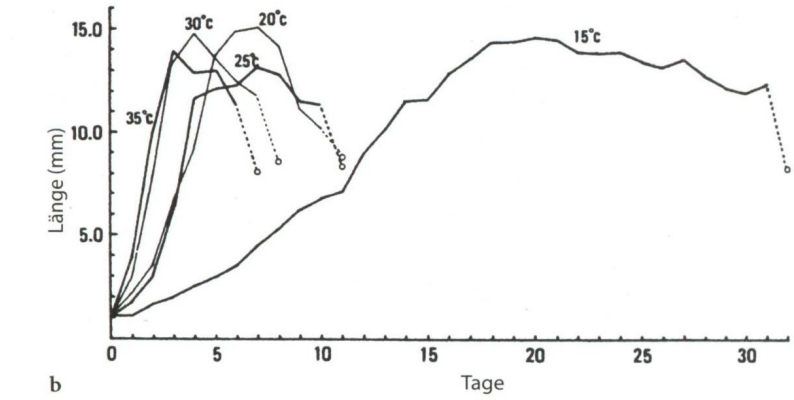


Abb. 2-57 a-c. Standardisierte Wachstumskurven von rechtsmedizinisch-kriminalistisch bedeutsamen Fliegenmaden. (Aus [94]). a Die Tmperaturabhängigkeit der Entwicklung von Phormia regina

Die Wachstumsberechnungen sind per se zuverlässig, da die Biochemie der wechselwarmen Insekten zwangsläufig und vorhersagbar den äußeren Temperaturgradienten folgt. Die Standardabweichung der Berechnungen, die auch mit Computerprogrammen durchführbar sind, steigt mit zunehmender Liegezeit. Werden zusätzliche Arten miteinbezogen, so bleibt die Standardabweichung im Rahmen naturwissenschaftlicher Dimensionen, d.h. von etwa 10% [7, 120, 122]; in 5 statistisch nachuntersuchten Fällen aus Hawaii, die auf je 2 Insektenarten beruhten, lag die Abweichung der Todeszeitbestimmung auch nach 40-50 Tagen Liegezeit noch im Bereich von 1-4 Tagen [122]. Wichtig ist bei allen Berechnungen stets die Korrektur der Daten gemäß der ökologischen Gesamtbedingungen;
Computerberechnungen des PMI können dabei ein Hilfsmittel darstellen [121].
Die wichtigsten Fliegenarten der frühen Leichenfauna aus den Gattungen Lucilia (= Phaenicia) und Calliphora sind in Mitteleuropa sowohl in ländlichen als auch in städtischen Gebieten weit verbreitet und erlauben abhängig von den Temperaturen Liegezeitbestimmungen bis zu mehreren Wochen post mortem. In Einzelfällen erlauben Maden oder Puppen auch noch Monate und Jahre nach Todeseintritt, auch in Abwesenheit einer Leiche, Rückschlüsse auf die Sterbeumstände [10, 31, 97, 98]. Bei der Interpretation von isolierten Puppenfunden ist zu berücksichtigen, dass die meisten Maden vor der Verpuppung zumindest einige Zentimeter bis hin zu etwa 3 m von der Leiche fortkriechen, um sich in Spalten oder dem Erdboden zu verstecken. Einzig Protophormia terranovae bevorzugt den Aufenthalt an oder unter der Leiche.

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.



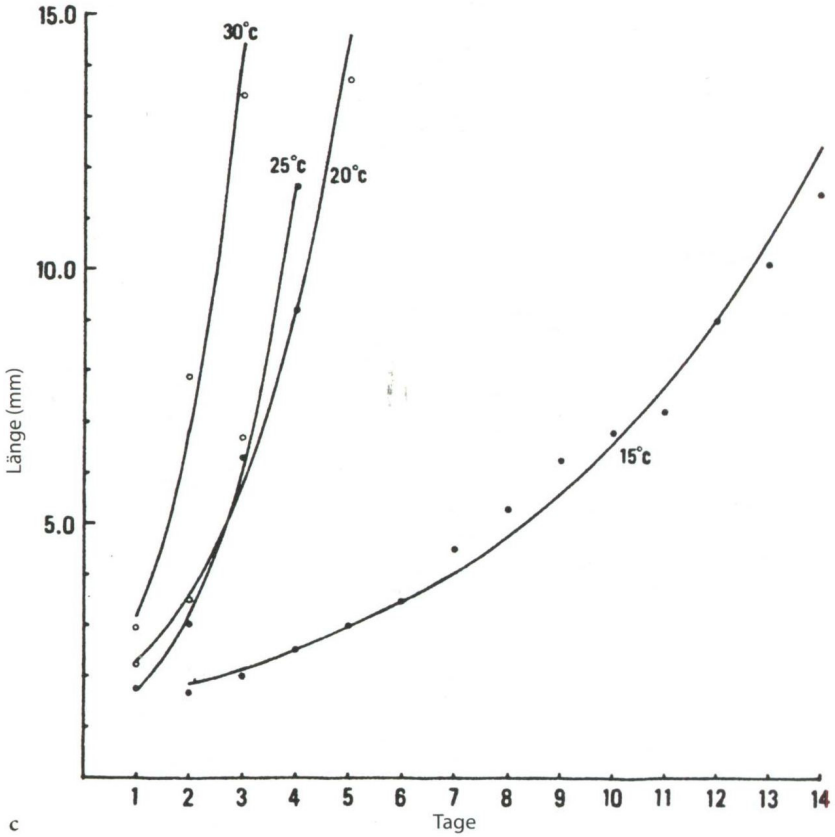


Abb. 2-57. b Die Wachstumskurven (Körperlänge) von Phormia regina. c Die theoretischen Wachstumskurven (Körperlänge) von Phormia regina

Da diese Fliegenart, wenn ihre Maden oder Puppen allein auftreten, als Leitart für eine Besiedlung zu kühlen Jahreszeiten verwendet wird, muss gleichzeitig die Abwesenheit von Schmeißfliegenpuppen in der nahen Umgebung der Leiche gesichert werden [98].

Die Lagerungs- und U mgebungsbedingungen der Leiche spielen bei entomologischen Untersuchungen meist eine wichtige Rolle. In dicken, wärmeisolierten Madenschichten kann die Temperatur beispielsweise um zwischen 2°C und 20 °C steigen [25, 26, 49, 53], was die Entwicklung der wechselwarmen Tiere beschleunigt oder deren geografische Verbreitung in kältere Gebiete fördert [45]. Große Teile der Wärme entstehen vermutlich durch Reibungsverluste; dafür spricht auch die deutlich hörbare Bewegung der Madenmassen, auf die das Zitat am Textbeginn abstellt. Die

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

Übervölkerung der Leiche in Madenteppichen kann bei limitiertem Nahrungsangebot eine verfrühte Verpuppung mit kleineren Puparien bewirken [39].
Ein rapider Temperaturabfall oder Nahrungsverknappung kann die Entwicklungszeit verlängern, verkürzen oder letal wirken [10, 117, 129, 133]. Bei Temperaturen um 3°C bis 10°C halten forensisch relevante Fliegen wie Calliphora vicina (Eier, Larven, Puppen) ihre Entwicklung an und setzen sie mit steigenden Temperaturen wieder fort [2, 61].
Wenn sich die insektenkundliche Untersuchung frischer Leichen auf die jeweils größten anzutreffenden Maden fokussiert, kann ein Fliegenanflugskontinuum zur Berechnung des postmortalen Liegeintervalls angenommen werden. In komplizierteren Fällen mit Leichenverbringungen oder Zerstückelungen ist es hingegen hilfreich, Proben aller Entwicklungsstadien zu untersuchen.
Die ökologischen Randbedingungen, die zur insektenkundlichen Interpretation auch ungewöhnlicher Fallkonstellationen notwendig sind, sind gut untersucht [z.B. 25, 26, 39, 41, 43, 44, 47-49, 51-53, 66, 70, 81, 88, 91, 107, 117, 123-126, 130, 134, 137, 144].

Andere Umwelteinflüsse

Zeitweiser Luftabschluss, beispielsweise bei zerstückelten und in dichtschließenden Tonnen aufbewahrten Leichenteilen, ist für Schmeißfliegenmaden, nicht aber deren Eier (bis zu 5 Tage im Vaku-um) letal [93]. Solche Eier können herangezüchtet und zur Tatrekonstruktion verwendet werden. Bei Leichen in Gasblähung finden sich oft junge Maden in und unter Hautblasen, wo ihnen genügend Sauerstoff zur Atmung zur Verfügung steht.
Tageszeit und Lichtstärke schränken den Flug und die Eiablage von forensisch-kriminalistisch bedeutsamen Fliegenarten meist nicht erheblich ein [43]. Es gibt jedoch Arten, die sich tags licht- oder schattenliebend verhalten [95, 96], und die daher die Leichenfauna abhängig von den Tatortverhältnissen dominieren können.
Verkohlungen der äußeren Gewebeschichten verzögern die Besiedlung von Leichen nur gering oder gar nicht [3, 98]. Ist eine Leiche dicht in Decken gehüllt, so verzögert sich die Besiedlung um 2,5 (Wolle) bis maximal 7 Tage (Plastik) [34].
Die Körpergröße der Leiche scheint auf die Besiedlungsfolge keinen Einfluss zu haben, die Gesamtzersetzungsgeschwindigkeit und Artenvielfalt kann ab einer kritischen Größe jedoch zunehmen, u.a., da die Temperaturen in den Madenteppichen dann steigen und die Tiere aktiver werden [53, 69].
Die Bodeneigenschaften an einem Leichenfundort (sandig vs. lehmig) können sowohl die Lage und Tiefe zur Metamorphose eingegrabener Puppen als auch die Besiedlung begrabener Leichen beeinflussen [81].
Finden sich unmittelbar neben einer Leiche Abfallbehälter, so könnte es zur Übersiedlung von Maden aus denselben kommen [vgl. auch 141]; bei stark verwahrlosten Personen und Windelträgern kann es auch zur Besiedlung von vitalen Wunden und verunreinigten Kleidungsstücken kommen.
Die zahlreichen Interaktionen und Kompetetionen zwischen den verschiedenen Leichenbewohnern [z.B. 41, 52] haben in der forensischen Praxis bislang keine Bedeutung erlangt.
Einige Drogen können die Entwicklungsrate der Maden verändern, beispielsweise beschleunigen hohe Dosen Heroins (das 0,5- bis 5fache der mittleren Lethaldosis, durchgeführt an Kaninchen) das Heranwachsen von Maden der Fleischfliege Boettcherisca peregrina zwischen 18-96 h nach Aufsetzen der Maden auf innere Organe, zugleich verlängert sich aber die Gesamtentwicklungsdauer [34-36 h], Nach 60 h war in derselben Versuchsreihe nur noch die Entwicklungsrate derjenigen Tiere beschleunigt, die sich auf Gewebe mit der doppelten LD befanden.
Auf mit Morphin behandelten Kaninchen (12,5 vs. 25 vs. 50 mg/h Morphinchlorhydrat i.V., Tötung mit CO2) wuchsen Larven der grünen Schmeißfliege Luclia sericata anfangs (hier: 41-69 h p.m.) nur auf der Leiche mit der höchsten Morphindosis gegenüber der Kontrolle verlangsamt heran, später (91-165 h p.m.) auch auf den anderen Leichen
[11].
Kleinere Mengen Amylobarbitons erzeugten in einer Versuchsreihe, in der die Gifte direkt der Nahrung zugegeben wurden, schneller heranwachsende Tiere [11]. Thiopenton, Phenobarbiton, Bar-biton und Brallobarbiton in der Nahrung führten in derselben Studie zu einer hohen Mortalität bei Larven der blauen Schmeißfliege Calliphora vicina.
Amytryptilin und alle gängigen Antibiotika (in bis zu 100facher therapeutischer Dosis) haben keinen Einfluss auf die getesteten Arten Calliphora vicina bzw. Phaenicia sericata gezeigt [11, 127].

2.2.7.4 Wund- und Spurartefakte

Fliegen

Maden haben die Tendenz, eine Leiche über mehrere Tage oder ggf. Wochen zu bewohnen. Sie wandern dabei abhängig von den Umweltbedingungen (Licht, Wärme, Feuchtigkeit) durch verschieden große Kanäle in und aus der Leiche. Diese Kanäle entstehen durch das Zusammenspiel von Fäulnis und Fraß, vorwiegend im Stadium der späten oder sich zurückbildenden Leichenblähung. Die Weichteillöcher sind zunächst stecknadelkopfgroß und fallen zusammen, sobald die Maden hindurchgetreten sind. Später bilden sich dauerhafte Gewebedefekte, die zuletzt ein gespanntfetziges Aussehen annehmen (Abb. 2-55a). In Anbetracht der meist großräumigen „schrotschussartigen" Durchlöcherungsfelder sind Fehlinterpretationen hier jedoch selten. Sofern sich der Madenfraß auf kleine

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

Körperbereiche beschränkt bzw. konzentriert, können rundliche Gewebedefekte allerdings den unrichtigen Verdacht einer Schussverletzung aufkommen lassen [106] (Abb. 2-55b). Nach kurzer Madeneinwirkung entstandene Vertrocknungen wurden früher zusammen mit Bissstraßen auch als Ätzspuren bezeichnet.

Erwachsene Fliegen erzeugen darüber hinaus an Wänden Spuren, die Blutspritzern ähneln. Diese entstehen durch regurgitierten Schlundinhalt oder Kottupfen, die Bestandteile zuvor aufgenommenen menschlichen Blutes enthalten können, und die von den Tieren auf Flächen abgesetzt und verschmiert werden. Da die Fliegenspuren im Gegensatz zu Blutspritzern eine starke Zufallsorientierung aufweisen und häufig wellenförmig ausgezogen sind („sperm-tail like"), können sie bei kritischer Einzelfallbetrachtung trotz positivem Schnelltest auf Blut von echten Blutspritzern abgegrenzt werden [113].

Schaben, Ameisen, Käfer, Hundert- und Tausendfüßer

Kakerlaken (Blattoidea) können sowohl vor als auch nach Todeseintritt Menschen annagen und dadurch Wundvertrocknungen hervorrufen. Relevante Arten sind Blatella germanica, die Deutsche Schabe, sowie B. orientalis und B. americana; alle 3 sind Allesfresser und mit Hilfe ihrer Mundkiefer (Mandibeln) in der Lage, Hautschichten zu erfassen und anzubeis-sen. Das war schon Rechtsmedizinern des 19. Jahrhunderts bekannt [56] und diente derzeit beispielsweise dem Ausschluss eines fraglichen Kindsmordes mit Schwefelsäure: die scheinbaren Ätzspuren waren Schabenbisse [65].

Während in Zentraleuropa wegen des hohen Hygienestandards und der damit einhergehenden Verdrängung von Schaben solche postmortalen Hautdefekte praktisch nicht mehr zu beobachten sind, wurde dem Autor 1998 ein Fall vorgelegt, der die Beobachtung von Naturkundlern seit 1740 bestätigt, dass Schaben auch an lebenden Menschen Fraßversuche vornehmen können [40, 118]. Im betreffenden Fall wurde eine bettlägerige Frau unter schlechten Pflegebedingungen über mehrere Wochen in subletalem Zustand gehalten; auf der Haut waren später kakerlakenfraßtypische Hautvertrocknungen zu sehen.

Generell scheinen neben geschwächten Menschen v. a. Kinder im Schlaf längerer Kakerlakeneinwirkung ausgesetzt zu sein, möglicherweise, weil sie tiefer schlafen [40] und eine zartere Haut haben [118]. Im 18. und 19. Jahrhundert berichteten aber auch Seemänner und Naturforscher, in den Tropen nachts von Schabenbissen belästigt worden zu sein;
wenn möglich, vergrößerten die Tiere bereits bestehende Wunden wie Hautblasen und -abschürfungen [118]. In einer kanadischen Kinderklinik werden noch heute etwa 2-mal pro Jahr SIDS-Fälle untersucht, die auf den ersten Blick als Tötungen durch Gewalteinwirkung gegen Hals oder Kopf (Schürfungen, frische und verheilte Brandwunden) scheinen, de facto rühren die Verletzungen aber von meist postmortaler Kakerlakeneinwirkung her [24].
Andere Fraßspuren können durch tropische Ameisen wie Solenopsis geminata entstehen [82, 97], und in Europa kann beispielsweise die Ameise Lasius fuliginosus scheinbare Ätzspuren bzw. landkartenartige Vertrocknungen an Leichen durch Fraß verursachen [14].
Meist finden sich von Ameisen und Schaben bewirkte Hautvertrocknungen an exponierten Körperteilen wie Händen, Unterarmen, Mund, Augenlidern und anfangs dünnhäutigen, später auch anderen Bereichen der Füße. Die Wundränder sind stets unregelmäßig; Fraßstraßen verlaufen stark kurvig bzw. girlandenartig, können sich später aber zusammenhängend über größere Flächen erstrecken (etwa über eine komplette Handoberseite oder eine Wange). Die Wunden sind flach, bei früh postmortalen Bissen kann es jedoch zu Blutaustritten kommen [24]. Nach kontinuierlicher nächtlicher vitaler Benagung durch Schaben können die oberflächlichen Wunden vertieft werden, woraufhin Narben entstehen. In diesem Zusammenhang sind auch die gelegentlich sehr hohen Individuendichten von beispielsweise bis zu 750 erwachsenen Schaben pro 0,25 m^2 relevant.
Erwachsene Mistkäfer wie Geotrupes können darüber hinaus an teilmumifizierenden Leichen kreisrunde Läsionen, verursachen, indem die Tiere sich an geeigneten Hautstellen wasserlochweise versammeln und Gewebe (meist für ihre Brutanlagen) abnagen (Abb. 2-55b). Voraussetzung dafür ist eine hohe Besiedlungsdichte mit Geotrupiden wie sie in Deutschland in der Regel nur in waldigen Gebieten auftritt [7]. Speck- und Pelzkäfer (Dermestiden) werden gelegentlich in großer Zahl an trockenen Leichen, beispielsweise bei Lagerung in wenig gepflegten Wohnungen, angetroffen [130, 139].
Einige carni- bzw. omnivore Hundert- und Tausendfüßer (Centi- und Millipedes) können bis zu zehnpfenniggroße Hautdurchfressungen sowie subkutane Gänge an Leichen erzeugen [17].

2.2.7.5 Praktische Anforderungen

Sammlung und Lagerung

Die wünschenswerte Minimalanforderung an die Sammlung kleiner Tiere von Leichen und Leichenfundorten lautet: ein Esslöffel voll der größten Tiere in 70%-Ethanol, ein weiterer Löffel zur Zucht. Erwachsene Fliegen, Käfer, Spinnen- und Krebstiere brauchen nicht herangezüchtet werden und sollten daher schlichtweg gemeinsam in 70%-Ethanol überführt werden [5].
Ist an einem Tatort kein Ethanol verfügbar, kann zur Not Schnaps, Rum, Petroleum oder Kerosin verwendet werden [5, 136]. Dadurch wird verhin-

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

dert, dass gemeinsam gelagerte lebende Tiere sich gegenseitig angreifen und zerstören; zugleich bleibt der Faunenzustand der Leiche schnappschussartig erhalten, da keine Fortentwicklung der Tiere stattfindet. *Alkoholische Lösungen sind darüber hinaus keimarm und verhindern das Austrocken und Auseinanderbrechen der Tiere. Alle anderen Aufbewahrungsflüssigkeiten haben sich in der rechtsmedizinisch-kriminalistischen Praxis nicht bewährt.*

Im Rahmen von Autopsien können die Tiere auch dauerhaft tiefgefroren oder im Notfall auch bei Raumtemperatur in Formalin überführt werden. Für Forschungszwecke und zur Erhebung von Grundlagendaten steht eine Palette weiterer Lagerungsmethoden einschließlich Trocknung (erwachsene Tiere) oder Übergießen mit sehr heißem Wasser (Larven) zur Verfügung. Getrocknete Adulttiere können zwar notfalls rehydriert werden [138], sind aber bis dahin durch Museumskäferlarvenfraß extrem zersetzungsgefährdet.

Der Sinn guter Konservierung besteht für Maden darin, Größe und Geschmeidigkeit der Exemplare zu erhalten. So kann anhand der Körperlänge bei minimierter Schrumpfung die Entwicklungszeit leichter zurückgerechnet werden (z.B. mittels „inverse prediction", [143]). Je stärker der Wasserverlust und die Denaturierung der Strukturproteine (besonders stark bei Formalinfixierung) ist, desto schwieriger wird die zur Artbestimmung notwendige Präparation; außerdem schrumpfen die Tiere. Die Schrumpfung ist abhängig von Aufbewahrungsflüssigkeit, Insektenart sowie Entwicklungsstadium und kann bis zu 50% betragen [136]. Bei Tötung mit kochendem und Lagerung in destilliertem Wasser bleiben die Maden gestreckt, sind aber kaum dauerhaft haltbar. Bei Lagerung in Alkohol bleiben die für spätere toxikologische Untersuchungen relevanten Barbiturate, Cannabioide, Opiate und Kokain erhalten [136].

Sofern möglich, sollte der Madenbefall am Tatort oder im Sektionssaal mit Makrofotografien (stets mit abgelichtetem Millimetermaß!) erfasst werden. Auch wenn die Artbestimmung auf diese Weise nur bei einigen Arten gelingen kann, sind ggf. andere Aussagen, etwa über durch Insekten hervorgerufene Wundartefakte, die Lagerungssituation und Verbringung der Leiche usw. möglich [14, 71].

Wünschenswert sind zudem Angaben zur Entnahmestelle der Insekten [21, 79], da v. a. Maden abhängig von den Umweltbedingungen auf und in der Leiche rasch wandern können. Während sich Maden dabei v. a. vor Kälte (und Licht) zurückziehen, können Käfer und parasitische Wespen naturgemäß in Fraß- und Fäulniskanälen verborgen sein. Diese Information ist wichtig, um das Ausmaß des Insektenbefalls v. a. frischer Leichen abzuschätzen.

Um eine möglichst gute Sammlung zu gewährleisten, empfiehlt sich generell die engstmögliche Zusammenarbeit mit einem forensischen Entomologen.

Zucht

Insektenlarven und Puppen sollten wann immer möglich nicht nur dauergelagert, sondern auch zu Adulttieren herangezogen werden, um eine sichere Artbestimmung zu gewährleisten. Zwar ist diese auch aus Larvenformen, bei „Schmeißfliegen" v. a. des 3. Larvalstadiums, möglich [101, 130], gerade bei schwierig zu bestimmenden oder selteneren Arten ist aber der ausgehärtete Fliegenkörper oder Teile desselben eine Identifikationsvoraussetzung. Darüber hinaus kann der Entwicklungsverlauf -wie viele Tiere erreichen wann welches Entwicklungsstadium? - Hinweise auf das Tatgeschehen geben, etwa bei zeitweise bedeckten/unbedeckten Leichenteilen nach mehrfachen Tatortbesuchen durch den Täter [97].

Auf die Zucht von Maden kann aus Platzgründen nicht eingegangen werden, detaillierte Beschreibungen rinden sich in [5, 130].

Bestimmung

In seltenen Einzelfällen können wenige Insektenteile, etwa ein einzelner Flügel, die Artbestimmung in eine Richtung weisen, die später durch ökologische Kenntnisse bestätigt werden kann [4]. Überwiegend erfordert die Bestimmung jedoch ganze Tiere, ist insgesamt schwierig und kann oft nur von Insektenkennern durchgeführt werden. Gute Schlüssel für die vorläufige Erstbestimmung rechtsmedizinisch relevanter Adulttiere sowie Madenarten bzw. -gattungen sind verfügbar [5, 27, 29, 30, 60, 105, 113, 124, 130]. Nah verwandte Arten, beispielsweise adulte Fliegen und Maden der Lucilia- (=Phaenicia-) Gruppe, sind jedoch ohne detaillierte morphologische Untersuchungen, die z.T. die Mikropräparation der submillimetergroßen Geschlechtsorgane, Atemöffnungen am Körperende und Mundwerkzeuge einschließen, nicht möglich [27, 60, 116, 146, 147]. Zur Darstellung der Mundwerkzeuge hat sich beispielsweise die halbstündige Einwirkung von 10%-Natronlauge zur Aufhellung und Lockerung des Gewebes bewährt [4].

Bestehen auch nur geringste Zweifel an einer Bestimmung, so ist es üblich, das Exemplar einem in die vermutete Tierfamilie oder -gattung eingearbeiten Spezialisten zur nochmaligen Prüfung zu überlassen.

Molekularbiologische Methoden

Trotz erfolgreicher Ansätze sind DNA-Typisierung [12, 16, 115, 13l], elektronische Merkmalserfassung von Gliedertieren [9] und Proteinuntersuchungen [92] zur Artbestimmung in der forensischen Praxis meist zu aufwendig. Ohne ökologische Zusatzkenntnisse könnte eine rein DNA-basierte Artbestimmung auch zu irrigen Artausschlüssen führen [14]. Die zoomorphologisch-ökologische

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

Analyse bleibt daher weiterhin das Mittel der Wahl. Sollen die Tiere dennoch DNA-typisiert werden, so gelingt die DNA-Extraktion problemlos nach Lagerung in Alkohol oder nach trockener Lagerung (in einer insektizidhaitigen Kammer) mittels Phenol-/ Chloroformextraktion, Cetyrtrimethylammoniumbromid, oder, falls die Amplifikation (PCR) kürzerer DNA-Bereiche angestrebt ist, mittels Chelex-Reagens[12, 108, 115, 131].
Soll der Darminhalt von Maden auf genetisches Material der Leiche hin untersucht werden, so muss dies vor Ende des 3. Jugendstadiums und vorzugsweise nach Präparation des Darmes geschehen:
Vorpuppe, Puppe und erwachsene Fliege können keine DNA der Leiche enthalten, da der Darm vor der Metamorphose geleert wird.
Bei andere Tieren, etwa erwachsenen Läusen, wurden hingegen aus deren Magen-Darm-Träkten bereits erfolgreich die humanen Polymorphismen D1S80 (AMPFLP) und TH01 (STR) sowie humane iiiiluchondriale DNA (mtDNA) ihrer Wirte dargestellt [80, 115].

2.2.7.6 Entomotoxikologie

Seit dem 19. Jahrhundert nutzten Chemiker die Tatsache aus, dass in einer Leiche enthaltene Gifte von Maden aufgenommen werden und in diesen nachweisbar bleiben, auch wenn die Weichteile bereits zersetzt sind. Das Spektrum der untersuchten Substanzen reicht dabei von Arsen und Quecksilber über Opiate und Kokain bis zu Organophosphaten [11, 19, 35-37, 46, 59, 64].
Eine Konzentrationsbestimmung der Substanzmengen in der Leiche durch Rückrechnung aus der im Insektengewebe vorgefundenen Giftmenge könnte in Zukunft in Einzelfällen möglich werden. Ein linearer Zusammenhang zwischen Giftmenge in der Leiche (Leber) und im Insektengewebe wurde bereits experimentell dargestellt: Korrelationskoeffizient: 0,79; Standardabweichung 266 (ig/kg bei Opiaten [59], ebenfalls lineare Abhängigkeit bei MDMA und Heroin [11]. Andere Untersucher fanden jedoch keine direkte Konzentrationsabhängigkeit.
Maden können im Einzelfall das bessere Untersuchungsmaterial zur toxikologischen Untersuchung darstellen: Das Benzodiazepin Triazolam konnte wohl aus Larven, nicht aber aus Nieren oder Leber einer Leiche dargestellt werden. (Vor 67 Tagen verstorbene Person [Suizid], Nachweis von Triazolam, Oxazepam, Phenorbital, Alimema-zin und Clomipramin und damit psychotrope Wirkstoffe aus 4 Wirkkreisen aus den Larven. Im Vergleich zu den noch untersuchbaren Organen enthielten die Maden eine auf das Gewicht ihres Gewebes umgerechnete Menge von zwischen 1/5 und 1/7 der Giftmenge.)
Auch für Kokain gelang sowohl aus Maden als auch Skelettmuskelgewebe nach 5-monatiger Liege zeit eine Darstellung sowohl von Kokain als auch von Benzoyiecgonin mittels GC und GC/MS.
Mit Radioimmunoassays durchgeführte Untersuchungen zeigen im Experiment und bei der Fallarbeit, dass Morphin ab Kozentrationen von l mg/ kg in der Nahrungsgrundlage von den Larven aufgenommen wird und in diesen bis zum Vorverpuppungsstadium nachweisbar ist. Liegen höhere Konzentrationen (ab 100 mg/kg) vor, so ist das Morphin auch in den leeren Puppen zu finden. Bei Leichen von Heroinbenutzern konnte auch bei wesentlich geringeren Ausgangskonzentrationen von Morphin in der Leiche dieses noch in den Maden und Puppen nachgewiesen werden. In einem Extremfall lag im Leichengewebe eine Konzentration von 0,005 mg/kg Morphin vor, in den experimentell aufgelösten Puppen betrug sie noch 0,5 ng/ml.
Versuche mit direkt an die Blaue Schmeißfliege Calliphora vicina verfütterten Substanzgemischen ergaben bislang keinen erkennbaren Zusammenhang zwischen Molekulargewicht, pKa und den in bis 8 Tage alten Larven verschieden stark angereicherten Mengen der verschiedenen Gifte. So reicherte sich beispielsweise Amphetamin 10-mal stärker an als Aminohippurat und 4-mal stärker als Natriumsalicylat [11]. In derselben Versuchsreihe waren Amylobarbiton, Paracetamol und Acetylsalicylsäure je nach Alter der Tiere und Menge der Substanzen in der Nahrung (0,5-2 mmol/kg Nahrung) bei 8 Tage alten Larven mittels HPLC nicht mehr nachweisbar. Auch Larven einer nah verwandten *Calliphora*-Art scheinen Paracetamol zu verstoffwechseln, sodass es in den Tieren im Vergleich zu anderen Substanzen, die in derselben Nahrungsquelle vorliegen, rascher nicht mehr nachweisbar ist.
Zur Extraktion werden wegen des Chitinskeletts der Arthropoden stark saure oder basische Verfahren empfohlen [II], die sich an Haarextraktionen anlehnen.
Eine rein ökologische Hilfestellung liefern sog. Cannabis-Insekten. Diese Tiere (Käfer, Fliegen, Schmetterlingsartige), die in Lieferungen von Cannabis sativa Linne gefunden werden, können gelegentlich Hinweise auf das Herkunftsland größerer Mengen importierter Ware geben. Die Tiere dienen als klassische Spuren und können durch Ermittlung der Schnittmenge ihrer sich überlappenden Lebensräume Anbauort und -land teils gut beschreiben [130].

2.2.7.7 Internationaler Ausblick

Rechtsmedizinisch-kriminalistische Gliedertieruntersuchungen werden mit verschiedenen Untersuchungsschwerpunkten in allen Erdteilen durchgeführt [u.a. l, 8, 15, 22, 34, 68, 74, 83, 94, 145]. Zwischen den vergleichsweise wenigen Experten im Fach findet ein regelmäßiger Informationsaustausch statt.

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

Als besonders wichtig hat sich eine offene und kommunikative Zusammenarbeit zwischen allen an einem Fall beteiligten Untersucher/innen, d.h. auch mit den Ermittler/innen, erwiesen. Eine Übersicht über den aktuellen Stand der internationalen Forschungsprojekte findet sich in Forensic Sci Int 120:1-160. *Mit steigendem Wissen um die zahlreichen Einsatzmöglichkeiten der Methode mehren sich die aus ihr in praxi gewonnenen Schlüsse* [2, 10, 14, 17, 31, 42, 64, 73, 78, 109, 135].

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

Literatur zu Unterkap. 2.2.7

1. Anderson GS (1995) The use of insects in death investigations: an analysis of cases in British Columbia over a five year period. Can Soc Forensic Sei J 28: 277-292
2. Anderson GS (1997) The use of insects to determine ti-me of decapitation: a case study from British Columbia.) Forensic Sei 42: 947-950
3. Avila WA, Goff ML (1998) Arthropod succession pat-terns onto burnt carrion in two contrasting habitats in the Hawaiian Islands.) Forensic Sei 43: 581-586
4. Benecke M (1996) Zur insektenkundlichen Begutachtung in Faulleichenfällen. Arch Kriminol 198: 99-109
5. Benecke M (1997) Asservierung von Insekten-, Spinnen- und Krebsmaterial für die forensisch-kriminalistische Untersuchung. Arch Kriminol 199: 167-176
6. Benecke M (1997) Use of arthropod evidence apart from classical estimation of post mortem intervals. 17th Congress of the International Academy of Legal Medicme, Dublin, 20.-23.8.1997
7. Benecke M (1997) Zur Steigerung der Aussagegenauigkeit arthropodenkundlicher Untersuchungen. 76. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin, Jena
8. Benecke M (1998) Rechtsmedizinisch angewandte kerb-und spinnentierkundliche Begutachtungen in Europa: eine kurze Übersicht über Ursprünge und den aktuellen Stand der Forschung. Rechtsmedizin 8: 153-155
9. Benecke M (1998) Honomichl/Bellmann: Biologie und Ökologie der Insekten. Rechtsmedizin 8: 88
10. Benecke M (1998) Six forensic entomology cases: description and commentary. J Forensic Sei 43: 797-805;1303
11. Benecke M, Literaturquellen zur forensischen Entomotoxikologie, http://www.benecke.com/maden.html
12. Benecke M (1998) Random Amplified Polymporphic DNA (RAPD) typing of necrophageous insects (Diptera, Coleoptera) in criminal forensic studies: validation and use in practice. Forensic Sei Int 98: 157-168
13. Benecke M, Leclercq M (1999) Ursprünge der modern angewandten rechtsmedizinisch-kriminalistischen Gliedertierkunde bis zur Wende zum 20. Jahrhundert. Rechtsmedizin 9: 41-45
14. Benecke M, Seifert B (1999) Forensische Entomologie am Beispiel eines Tötungsdeliktes. Eine kombinierte Spuren- und Liegezeitanalyse. Arch Kriminol 204:52-60
15. Benecke M (1999) Kriminalbiologie: Forensische Entomologie und DNA-Typisierung. bit, Bergisch-Gladbach
16. Benecke M, Wells J (2001) Molecular techniques for forensically important insects. In: Byrd JH, Castner JL (eds) Entomological evidence: Utility of arthropods in legal investigations. CRC Press, Boca Raton, pp 341-352
17. Benecke M (2001) A brief history of forensic entomology. Forensic Sci Int 120: 2-14
18. Berg S (1975) Leichenveränderungen, Todeszeitbestimmung, Leichenzersetzung und -Zerstörung. In: Mueller B (Hrsg) Gerichtliche Medizin, 2. Aufl. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 80-84
19. Beyer JC, Enos WF, Stajic M (1980) Drug identification through analysis ofmaggots. J Forensic Sei 25: 411-412
20. Bornemiszsa GF (1957) An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on the soil fauna. Austr J Zool 5: 1-12
21. Byrd JH, Castner JL (eds) (1999) Entomological evidence: Utility of arthropods in legal investigations. CRC Press, Boca Raton
22. Chao TC (1973) Homicides and suspected homicides in Singapore. Med Sei Law 13: 98-102
23. Colyer CN (1954) More about the „coffin" fly, Conicera tibialis Schmitz (Diptera, Phoridae). Entomologist 87: 129-132
24. Denic N, Huyer DW, Sinai SH, Lantz PE, Smith CR, Sil-ver MM (1997) Cockroach: the omnicorous scavenger. Potential misinterpretation of postmortem injuries. Ani J Forensic Med Path 18: 177-180
25. Deonier CC (1940) Carcass temperatures and their relation to winter blowfly populations and activity in the Southwest. J Economic Entomol 33: 166-170
26. Dillon LC (1997) Insect succession on carrion in threc biogeodimatic zones of British Columbia. Master's thesis, Simon Fräser University, Burnaby, Canada
27. Dusek J (1971-1973) Key to larvae. In: Greenberg B (ed) Flies and disease. Princeton University Press, Princeton/NJ, pp 163-190
28. Easton AM (1966) The coleoptera ofa dead fox (Vulpes vulpes [L.]); including two species new to Britain. Entomol Month Mag 102: 205-210
29. Emden FI van (1956) Diptera Cyclorrhapha Calyptrata, Section (a), Tachinidae and Calliphoridae. In: Handbooks for the identification of British insects, vol 10(4a). Royal Society of London, London
30. Erzinclioglu YZ (1985) Immature stages of British Calliphora and Cynomya, with a re-evaluation of the taxonomic characters of larval Calliphoridae (Diptera).) Nat Hist 19: 69-96
31. Faulkner DK (1986) The mass burial: an entomological perspective. In: Donnan CP, Cock GA (eds) The Pacatmu papers, vol I. Museum of Culturai History, University of California, Los Angeles, pp 145-150
32. Füller ME (1934) The insect inhabitants of carrion: a study in animal ecology. Bull Councii Sei Indust Res 82:1-63
33. Goff ML (1989) Gamasid mites as potential indicators of postmortem interval. In: Channabasavanna GP, Viraktamaths CA (eds) Progress in acarology, vol l. Oxford & IBH, New Delhi, pp 443-450
34. Goff ML (1992) Problems in estimation of postmortem interval in resulting from the wrapping of a corpse - a case study from Hawaii. J Agric Entomol 9: 237-243
35. Goff ML, Brown WA, Hewadikaram KA, Omori AI (1991) Effect of heroin in decomposing tissues on the development rate of Boettcherisca peregrina (Diptera: Sarcophagidae) and implications to the estimation of postmortem intervals using arthropod development patterns. ; Forensic Sei 36: 537-542
36. Goff ML, Lord WD (1994) Entomotoxicology. A new area for forensic investigation. Am J Forensic Med Pathol15: 51-57
37. Goff ML, Miller ML, Paulson JD et aL (1997) Effects of 3,4-Methyleneoxymethamphetamine in decomposing tissues on the development of Parasarcophaga ruficornis (Diptera: Sarcophagidae) and detection of the drug in postmortem blood, liver tissue, larvae, and puparia. J Forensic Sei 42: 276-280
38. Goff ML, Win BH (1997) Estimation of postmortem interval based on colony development for Anoplopsis longipes (Hymenoptera: Formicidae). J Forensic Sei 42:-1176-1179
39. Goodbrod JR, Goff ML (1990) Effects of larval density on rates of development and interaction between two species of Chrysomya (Diptera: Calliphoridae) in laboratory culture. J Med Entomol 27: 338-343

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

40.Gordon DG (1996) The complete cockroach. Ten Speed Press, Berkely, pp 100-104
41.Graham-Smith GS (1916) Observations on the habits and parasites of common flies. Parasitology 8: 440-544
42. Greenberg B (1985) Forensic entomology: Case studies. Bull Entomol Soc Am 31: 25-28
43. Greenberg B (1990) Nocturnal oviposition behavior of blow flies (Diptera: Calliphoridae). J Med Entomol 27: 807-810
44. Greenberg B (1990) Behavior of postfeeding larvae of some CalTiphoridae and a Muscid (Diptera). Ann Entomol Soc Am 83: 1210-1214
45. Greenberg B, Tantawi TI (1993) Different developmental strategies in two boreal blow flies (Diptera: Calliphoridae).) Med Entomol 30: 481-484
46. Gunatilake K, Goff ML (1989) Detection of organophos-phate poisoning in a putrifying body by analyzing ar-thropod larvae. J Forensic Sei 34: 714-716
47.Hanski I (1976) Breeding experiments with carrion flies (Diptera) in natural conditions. Ann Ent Fenn 42: 113-121
48. Haschemi H (1981) Untersuchungen zur Biotopanbin-dung von Lucilia-Arten (Dipt. Calliphoridae). Dissertation, Universität Gießen
49. Hase A (1935) Über Wärmeentwicklung in Massenzuchten von Insekten sowie über ein einfaches Verfahren, Stubenfliegen dauernd zu züchten. Zool Anz 112: 291-298
50. Haskell NH, McShaffrey DB, Hawley DA, Williams RE, Pless JE (1989) Identification and use of aquatic insects in determining submersion intervals. J Forensic Sei 343: 622-632
51. Hedouin V, Martin-Bouyer L, Bourel B et al. (1996) Influence de la (emperature sur la ponte des dipteres: application a l'entomologie medico-legale, J Med Leg Droit Med 39: 153-157
52. Hennig W (1950) Entomologische Beobachtungen an kleinen Wirbeltierleichen. Z Hyg Zool 38: 33-88
53. Hewadikaram KA, Goff ML (1991) Effect of carcass size on rate of decomposition and arthropod succession patterns. Am J Forensic Med Path 12: 235-240
54. Hobischak NR (1997) Freshwater invertebrate succession and decompositional studies on carrion in British Columbia. M.Sc. Thesis, Simon Fräser University, Burnaby, Canada
55. Holzer FJ (1939) Zerstörung von Wasserleichen durch Larven der Köcherfliege. Z Ges Ger Med 31: 223-228
56. Horoszkiewicz S von (1902) Casusistischer Beitrag zur Lehre von der Benagung der Leichen durch Insekten. Viertel] ahresschr Ger Med (3. Folge) 23: 235-239
57. Hunziker H (1919) Über die Befunde bei Leichenausgrabungen auf den Kirchhöfen Basels. Unter besonderer Berücksichtigung der Fauna und Flora der Gräber. Frankf Z Path 22: 147-207
58. Introna F, Altamura BM, Dell'Erba A, Dattoli V (1989) Time since death definition by experimental reproducti-on of Lucilia sericata cycles in growth cabinet. J Forensic Sei 34:478-480
59. Introna F, Lo Dico C, Caplan YH, Smiaiek JE (1990) Opiate analysis in cadaveric blowfly larvae as an indica-tor of narcotic intoxication. J Forensic Sei 35: 118-122
60. Ishijima H (1967) Revision of the third stage larvae of synanthropic flies of Japan (Diptera: Anthomyiidae, Muscidae, Calliphoridae and Sarcophagidae). Jap J Sanit Zool (Eisei daobutsu) 18: 47-100
61. Johl HK, Anderson GS (1996) Effects of refrigeration on development of the blow fly, Calliphora vicina (Diptera, Calliphoridae) and their relationship to time of death. J Entomol Soc Brit Columbia 93: 93-98
62. Johnston W, Villeneuve G (1897) On the medico-legal application of entomology. Montreal Med J 26: 81-90
63. Kashyap VK, Pillay W (1989) Efficacy of entomological method in estimation of postmortem interval: a com-parative analysis. Forensic Sei Int 40: 245-250
64. Kintz P, Godelar B, Tracqui A et al. (1990) Fly larvae: a new toxicological method of investigation in forensic science. J Forensic Sei 35: 204-207
65. Klingelhöffer (1898) Zweifelhafte Leichenbefunde durch Benagung von Insekten. Vierteljahresschr Gerichtl Med 25: 58-63
66. Knoche K (1960) Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf Lar-venentwicklung und Eizahl verschiedener Dermestes-Arten. Mitt Hamburg Zool Mus Inst 58: 1-46
67. Kraus, P (1996) Einfluss der Tierhaltung in Köln auf sy-nanthrope Fliegen (Diptera, Brachycera). In: Hoffmann H-J, Wipking W, Cölln K (Hrsg) Beiträge zur Insekten-, Spinnen und Molluskenfauna der Großstadt Köln (II). Naturhist Verein Rheini Westf Decheniana Beih 35: 473-502
68. Kulshrestha P, Chandra H (1987) Time since death. An entomological study on corpses. Am) Forensic Med Pathol8:233-238
69. Kuusela S, Hanski I (1982) The structure of carrion fly communities: the size and the type of carrion. Ho-larctic Ecol 5: 337-348
70. Lane RP (1975) An investigation into blowfly (Diptera: Calliphoridae) succession on corpses.) Nat Hist 9: 581-588
71. Leclercq M (1993) Entomologie et medicine legale. Da-tation de la mort sur des documents photographiques. Rev Med Liege 48: 279-284
72. Leclercq M, Brahy G (1990) Entomologie et medicine legale: origines, evolution, actualisation. Rev Med Liege 45: 348-358
73. Leclercq M, Dodinval P, Piette P, Verstraeten C (1991) Exemple dune cooperation entre medicin-legiste, odon-tologiste et entomologistes: identification d'ossements humaines, datation de la mort et fixation du lieu d'un crime. Rev Med Liege 46: 583-591
74. Leclercq M, Tinant-Dubois) (1973) Entomologie et medicine legale. Observations inedites. Bull Med Leg Tox 16: 251-267
75. Leclercq M, Verstraeten C (1988) Entomologie et medicine legale: Datation de la mort. Acariens trouves sur des cadavres humains. Bull Annis Soc Roy beige Ent 124: 195-200
76. Lewin L (1920) Die Gifte in der Weltgeschichte. Springer, Berlin, S 197
77. Lord WD (1990) Case histories of the use of insects in investigations. In: Catts PE, Haskell NH (eds) Entomology & Death. A procedural guide. Joyce's Print Shop, Clemson, pp 9-37
78. Lord WD, Adkins TR, Catts EP (1992) The use of Synthesiomyia nudesita (van der Wulp) (Diptera: Muscidae) and Calliphora vicina (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae) to estimate the time of death of a body buried under a house. J Agricult Entomol 9: 227-235
79. Lord WD, Burger JE (1983) Collection and preservation of forensically important entomological materials. J Forensic Sei 28: 936-944
80. Lord WD, DiZinno JA, Wilson MR et al. (1998) Isolation, amplification, and sequencing of human mitochon-drial DNA obtained from human crab louse, Pthirus pubis (L.) blood meals. J Forensic Sei 43: 1097-1100
81. Lundt H (1964) Ökologische Untersuchungen über die tierische Besiedlung von Aas im Boden. Pedobiologia 4: 158-180
82. Mant AK (1977) Postmortem injuries. In: Tedeschi CG, Eckert WG, Tedeschi LG (eds) Forensic medicine, a study in trauma and environmental hazards, vol II. Saun-ders, Philadelphia, p 1067
83. Marchenko MI (1993) Effect ofclimatic factors on dura-tion of biological decomposition of dead bodies by ne-crobiotic insects in Northwest European Russia. Entomol Rev 72: 56-69
84. Megin MP (1887) La faune des tombeaux. Pres. par Brown-Sequard M. C.-R. Heb Seances Acad Sei 105: 948-951

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

85. Megnin M (1894) La faune de cadavres. Application de l'entomologie a la medicine legale. Encyclopdie scientifique des Aides-Memoire, Masson, Paris; Gaut-hier-Villars, Paris
86. Meixner K (1922) Leichenzerstörung durch Fliegen-maden. Z Medizinalbeamte 35: 407-413
87. Mellanby K (1938) Diapause and metamorphosis of the blowfly, Lucilia sericata Meig. Parasitology 30: 392-399
88. Mellanby K (1939) The influence of atmospheric humidity on the thermal death point of a number of in-sects. J Exp Biol 9: 222-231
89. Merkel H (1925) Die Bedeutung der Art der Tötungfür die Leichenzerstörung durch Madenfraß. Dtsch Z Ges Ger Med 5: 34-44
90. Motter MG (1898) A contribution to the study of the fauna of the grave. A study of on hundred and fifty. disinterments, with some additional experimental ob-servations. J New York Entomol Soc 6: 201-233
91. Nabagio L (1973) Participation of invertebrates in decomposition of rodent carcasses in forest ecosystems. Ekologia Polska 21: 251-270
92. Narang SK, Kaiser PE, Seawright JA (1989) Dichoto-mous electrophoretic taxonomic key for identification of sibling species A, B, and C of the Anopheles qua-drimaculatus complex (Diptera: Cuicidae). J Med Entomol 26: 94-99.
93. Nielsen BÖ, Nielsen SA (1976) Schmeißfliegen (Calli-phoridae) und vakuumverpackter Schinken. Anz Schädlingsk Pflanzensch Umweltsch 49: 113-115
94. Nishida K (1984) Experimental studies on the estima-tion of postmortem intervals by means of fly larvae infesting human cadavers. Japan J Legal Med 38: 24-41
95. Nuorteva P (1964) Differences in the ecology of Lucilia caesar (L.) and Lucilia illustris (Meig.) (Diptera, Calliphoridae) in Finland. Wiadomosci Parazytolo-giczne 10: 583-587
96. Nuorteva P (1965) The flying activity of blowflies (Dipt., Calliphoridae) in subarctic conditions. Ann Entomol Fenn 31: 242-245
97. Nuorteva P (1977) Sacrophagous insects äs forensic indicators. In: Tedeschi CG, Eckert WG, Tedeschi LG (eds) Forensic Medicine, a study in trauma and envi-ronmental hazards, vol II. Saunders, Philadelphia. p 1072-1095
98. Nuorteva P (1987) Empty puparia of Phormia terra novae R.-D. (Diptera, Calliphoridae) äs forensic indicators. Ann Entomol Fenn 53: 53-56
99. Nuorteva P, Isokoski M, Laiho K (1967) Studies on the possibilities of using blowflies (Dipt.) äs medicolegal indicators in Finland. l. Report of four indoor cases from the city of Helsinki. Ann Entomol Fenn 33: 217-225.
100. Nuorteva P, Schumann H, Isokoski M, Laiho K (1974) Studies on the possibilities of using blowflies (Dipt., Calliphoridae) äs medicolegal indicators in Finland. 2. Four cases where species identification was performed from larvae. Ann Entomol Fenn 40: 70-74
101. Oldroyd H, Smith KGV (1973) Eggs and larvae of flies. In: Smith KGV (ed) Insects and other artropods of medical importance. British Museum (Natural His-tory), London, pp 289-323
102. Payne JA, King EW, Beinhart G (1968) Arthropod suc-cession and decompostion of buried pigs. Nature 219: 1180-1181
103. Payne JA, King EW (1970) Coleoptera associated with pig carrion. Entomol Monthly Mag 105: 224-232
104. Peschke K, Krapf D, Fuldner D (1987) Ecological separation, functional relationships, and limiting re-sources in a carrion insect community. Zool Jb Syst 114: 241-265
105. Peterson A (1951) Larvae of insects. An introduction to nearctic species, part II. Edward, Ann Arbor/MI
106. Pollak S, Reiter C (1988) Vortäuschung von Schussverletzung durch postmortalen Madenfraß. Arch Krüni-noi181:146-154
107. Possompes B (1952) Recherches experimentales surle determinisme de la metamorphose de Calliphora ery-throcephala Meig. Arch Zool Exp Gen 89: 203-364
108. Post RJ, Flook PK, Millest AL (1993) Methods for the preservation of insects for DNA studies. Biochem Sys-temat Ecol 21: 85-92
109. Prichard JG, Kossoris PD, Leibovitch RA et al. (1986) Implications of trombiculid mite bites: report of a ca-se and Submission of evidence in a murder trial. J Forensic Sei 31: 301-306
110. Reed HB (1958) A study of dog carcass communities in Tenessee, with special reference to the insects. Am Midland Naturalist 59: 213-245
111. Reiter C (1984) Zum Wachstumsverhalten der Maden der blauen Schmeißfliege Calliphora vicina. Z Rechts-med 91: 295-308
112. Reiter C, Hajek P (1984) Zum altersabhängigen Wandel der Darmtraktfüllung bei Schmeißfliegenlarven -eine Untersuchungsmethode im Rahmen der forensischen Todeszeitbestimmung. Z Rechtsmed 92: 39-45
113. Reiter C, Wollenek G (1983) Zur Artbestimmung der Puparien forensisch bedeutsamer Schmeißfliegen. Z Rechtsmed 91: 61-69
114. Reiter C, Wollenek G (1985) Verwitterungsbeständigkeit und forensischer Informationsgehalt leerer Fliegenpuppenhülsen. Arch Kriminol 175: 47-55
115. Repogle J, Lord WD, Budowle B et al. (1994) Identification of host DNA by amplified fragment length po-lymorphism: preliminary analysis of humand crab louse (Anoplura: Pediculidae) excreta. J Med Entomo! 31: 686-690
116. Richards OW, Davies RG (1977) Imms' general textbook of entomology, vol 2: Classification and biology, order 26: Diptera (two-winged or true flies), 10th edn. Chapman & Hall, London; Wiley & Sons, New York 118. 117. Rosales AL, Krafsur ES, Kim Y (1994) Cryobiology of the face fly and house fly (Diptera: Muscidae). J Med Entomol 31: 671-680
118. Roth LM, Willis ER (1957) Cockroach bites. In: The medical and veterinary importance of cockroaches. Smithon Misc Coll 134/10: 30-33
119. Schäfer AT (1998) Käfer an Leichen. Rechtsmedizin 8: 83-88
120. Schoenly K (1992) A statistical analysis of successio-nai patterns in carrion-arthropod assemblage: Implications for Forensic Entomology and determination of the postmortem interval. J Forensic Sei 37: 1489-1513
121. Schoenly K, Goff ML, Early M (1992) A BASIC algor-hithm for caiculating the postmortem interval from arthropod succession data. J Forensic Sei 37: 808-823
122. Schoenly K, Goff ML, Wells JD, Lord WD (1996) Quantifying statistical uncertainty in succession-based entomological estimates of the postmortem interval in death scene investigations: a Simulation study. Ame-rican Entomologist, Summer 1996: 106-112
123. Schoenly K, Reid W (1987) Dynamics of heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages: discrete series or a continuum of changes? Oecologia (Berlin) 73:192-202
124. Schumann H (1971) Die Gattung Lucilia (Goldfliegen). Angew Parasitol 12/4 [Supplj: 1-14
125. Seifert B (1986) Vergleichende Untersuchungen zur Habitatwahl von Ameisen im mittleren und südlichen Teil der DDR. Abh Ber Naturkundemus Görlitz 59/5:
1-124
126. Shean BS, Messinger L, Papworth M (1993) Observati-bns on differential decomposition on sun exposed v. shaded pig carrion in coastal Washington state. J Forensic Sei 38: 938-949
127. Sherman RA, Wyle FA, Thrupp L (1995) Efifects ofse-ven antibiotics on the growth and development of

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.

Phaenicia sericata (Diptera: Calliphoridae) larvae. J Med Entomol 32: 646-649
128. Skinner MF, Syed A, Farrell J, Borden JH (1988) Case report in forensic anthropology: animal and insect factors in decomposition of homicide victün. Can Soc Forensic Sei J 21: 71-81
129. Smirnov E, Zhelochovtsev AN (1926) Change of cha-racteristics in Calliphora erythrocephala Mg. under the influence of shortened feeding periods of the lar-val stages. Wilh Roux Arch Entwicklungsmechanik 108: 579-595
130. Smith KGV (1986) A manual of forensic entomology. The Trustees of the British Museum (Natural History), London
131. Sperling FAH, Anderson GS, Hickey DA (1994) A DNA-based approach to the identification of insect species used for postmortem interval estimation. J Forensic Sei 39: 418-427
132. Stein W (1986) Vorratsschädlinge und Hausungeziefer. Ulmer, Stuttgart
133. Steiner G (1941) Untersuchungen über die Kältewider-standsfähigkeit der Eier und Larven von Fleischfliegen. Anz Schädlingskunde Nachrbl Dtsch Ges Angew Entomol 17: 133-139
134. Stevens J, Wall R (1996) Species, sub-species and hybrid populations of the blowflies Lucilia cuprina and Lucilia sericata (Diptera: Calliphoridae). Proc R Soc London B 263: 1335-1341
135. Sung Tz'u (1981) The washing away of wrongs. Englisch von B. McKnight. Original (1235): Hsi yüan chi lu; hier: 2. Buch, 5. Kapitel. Center for Chinese Stu-dies, University of Michigan, Ann Arbor
136. Tantawi T, Greenberg B (1993) The effect of killing and preservative solutions on estimates of maggot age in forensic cases. J Forensic Sei 38: 702-707
137. Travis BV, Knipling EF, Brody AL (1940) Lateral mi-gration and depth of pupation of the larvae of the primary screw-worm, Cochliomyia americana C & P. J Econom Entomol 33: 847-850
138. Ungureanu EM (1972) Methods for dissecting dry in-sects and insects perserved in fixative solutions or by refrigeration. Bull WHO 47: 239-244
139. Voigt J (1965) Specific post-mortem changes produced by larder beetles. J Forensic Med 12: 76-80
140. Walcher K (1933) Das Eindringen von Maden in die Spongiosa der großen Röhrenknochen. Z Dtsch Ges Ger Med 20: 469-471
141. Walsh JD, Linsdale DD, White KE, Bergstrom RE (1968) Fly larval migration frorn residential refuse Containers in the city of Fresno. California Vector Views 15: 55-62
142. Webb JP, Loomis RB, Madon MB et al. (1983) The chigger species Eutrombicula belkini Gould (Acari: Trombiculidae) äs a forensic tool in homicide investi-gation in Ventura County, California. Bull Soc Vector Entomol 8/2: 141-146
143. Wells JD, LaMotte LR (1995) Estimating maggot age from weight using inverse prediction. J Forensic Sei 40: 585-590
144. Williams H, Richardson AMM (1984) Growth energe-tics in relation to temperature for larvae of four species of necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae). Austral I Ecol 9: 141-152
145. Wyss C (1996) Inventaire des especes decouvertes sur des cadavres humains de 1993-1996. Police des Surete/Identite Judiciaire/Police Cantonale de Canton Vaud, Lausanne
146. Zumpt F (1956) Calliphorinae. In: Lindner E (Hrsg) Die Fliegen der paläarktischen Region, Bd 64i. Stuttgart, Schweizerbart
147. Zumpt F (1965) Myasis in man and animals in the old worid. Butterworth, London

Weitere Artikel
zur forensischen Entomologie:
http://www.benecke.com/maden.html

© Springer Verlag und Mark Benecke. Achtung, dieser Text ist eine reine Arbeitsversion mit Formatierungs-Fehlern. Original-Quelle: BENECKE M (2003) Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In Brinkmann B, Madea B (Hrsg.) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd.1. (Kapitel 2.2.7 in Kapitel 2.2.: Die Leiche: Leichenerscheinungen und Todeszeitbestimmung.) Springer, Heidelberg, New York, Tokyo, p. 170-187.