

***Lucilia bufonivora*-Befall (Myiasis) bei Amphibien in Nordrhein-Westfalen – Verbreitung, Wirtsarten, Ökologie und Phänologie**

KLAUS WEDDELING¹ & THOMAS KORDGES²

¹Buntspechtweg 19, D-53123 Bonn, kweddeling@aol.com; ²ökoplan – Bredemann, Fehrmann, Kordges & Partner, Savignystr. 59, D-45147 Essen, thomas.kordges@oekoplan-essen.de

***Lucilia bufonivora* infestation (Myiasis) of amphibians in Northrhine Westphalia – distribution, host species, ecology and phenology**

For the first time, an overview on the occurrence of amphibian myiasis caused by the blowfly *Lucilia bufonivora* in the countryside of Northrhine Westphalia is given. It was compiled by records from a poll of local herpetologists and ecologists started in 2001 as well as from published and unpublished data on this subject to describe distribution, phenology, host species and habitat characteristics of infested amphibians. Breeding experiments with cadavers from infested toads provide preliminary data on fly species involved in myiasis in the study area. Infestation of amphibians, mainly common toads, is widespread in Northrhine Westphalia but only rarely recorded, since infested amphibians mainly occur between may and september, outside the breeding season of the most important host, the common toad *Bufo bufo*. Records of infested amphibians from 72 grid fields are used to compile a preliminary distribution map of myiasis in Northrhine Westphalia. Detection probability of infested animals increases significantly with the number of active herpetological volunteers per grid field. Distribution gaps in mountain areas are probably due to low recording intensity. Beside the common toad (*Bufo bufo*) as the main host (85 % of all records), few infested animals of common frogs (*Rana temporaria*), water frogs (*Rana esculenta* complex), natterjack toads (*Bufo calamita*), midwife toads (*Alytes obstetricans*) and fire salamanders (*Salamandra salamandra*) were recorded. Infested amphibians mainly occur in open landscapes outside forests or beside/inside ponds. In several localities infestation was recorded in consecutive years. Myiasis mainly affects adult amphibians, infestation rates vary between 15 % and 70 % of all individuals recorded at the localities where data was available and increases with snout-vent length of the hosts. Data strongly suggest that myiasis significantly contributes to mortality of common toads outside their breeding season. Hatching success of flies from toad carcasses shows high variation in number of emerging imaginal flies as well as number of fly species involved.

Key words: *Lucilia bufonivora*, myiasis, parasite, parasitoid, Northrhine Westphalia, Germany, distribution, common toad, *Bufo bufo*, infestation rate, amphibians.

Zusammenfassung

Anhand von Umfragedaten, der Auswertung bisher unpublizierter Felddaten sowie Literaturangaben wird das Phänomen des Goldfliegenbefalls (Myiasis) bei Amphibien in Nordrhein-Westfalen erstmals zusammenfassend dargestellt. Neben Horizontal- und Vertikalverbreitung von Befallsmeldungen, Phänologie, Wirtsspektrum und

Habitatbindung befallener Amphibien wird auch eine erste Übersicht zu Befallsraten betroffener Amphibienbestände gegeben. Anhand von Brutexperimenten mit Kadavern befallener Erdkröten konnte auch eine Liste jener Fliegenarten erstellt werden, die aus den Wirten schlüpften. Goldfliegenbefall ist in NRW weit verbreitet, wird aber vergleichsweise selten registriert, weil der Befall vor allem zwischen Mai und September erfolgt, außerhalb der Laichzeit des Hauptwirts Erdkröte. Derzeit liegen Meldungen aus 72 Quadranten vor, die in einer vorläufigen Verbreitungskarte dargestellt werden. Die Nachweiswahrscheinlichkeit steigt signifikant mit der Zahl der je Quadrant tätigen Feldherpetologen/Kartierer. Verbreitungslücken im Bergland sind vermutlich Ausdruck eines geringeren Erfassungsgrades. Hauptwirt ist mit weitem Abstand die Erdkröte (*Bufo bufo*, 85 % aller Funde), einzelne befallene Tiere konnten aber auch bei Grasfrosch (*Rana temporaria*), Wasserfröschen (*Rana esculenta*-Komplex), Kreuzkröte (*Bufo calamita*), Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) und Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) nachgewiesen werden. Befallene Amphibien werden vorwiegend im Offenland sowie in oder an Gewässern gefunden. Ein Befall wird an regelmäßig untersuchten Lokalisationen auch über mehrere Jahre hinweg nachgewiesen. Es werden ganz überwiegend adulte Amphibien parasitiert. Befallsraten liegen zwischen 15 % und 70 % der vor Ort registrierten Individuen. Myiasis kann damit erheblich zur Sommermortalität von Erdkröten beitragen. Aus an Myiasis verendeten Erdkröten schlüpfen neben *L. bufonivora* – mit hoher Variabilität – weitere Fliegenarten, die die Kadaver vermutlich sekundär befallen.

Schlüsselbegriffe: *Lucilia bufonivora*, Myiasis, Goldfliegenbefall, Parasitoid, Parasit, Nordrhein-Westfalen, Erdkröte, *Bufo bufo*, Verbreitung, Befallsrate, Amphibien.

Einleitung und Fragestellung

Mit dem Begriff Myiasis wird die Fliegenmadenkrankheit bezeichnet, ein ektoparasitischer Befall von lebenden Vertebraten-Gewebe durch Fliegenmaden (STUBBS & CHANDLER 1978). Das Phänomen tritt neben den hier behandelten Amphibien u. a. auch bei Reptilien (z. B. Schildkröten, KNOTEK et al. 2005) und Säugern (ZUMPT 1965) auf. Die erwachsenen Fliegen legen ihre Eier auf der Haut oder in bestehende Wunden ihrer Wirte ab. Die schlüpfenden Maden fressen anschließend im Haut- oder Wundgewebe und in Schleimhäuten und können je nach Ausmaß des Befalls erhebliche Gewebezersetzung und lebensbedrohliche Blutvergiftungen hervorrufen.

Unter den bekannten Dipterenarten (Fliegen im weiteren Sinne) gelten etwa 16 000 Arten als Parasiten oder Parasitoide (= Parasiten, die in der Regel zum Tod des Wirts führen), d. h. sie befallen lebende Wirte (FEENER & BROWN 1997). Man schätzt, dass sich Arten mit parasitoiden Strategien mindestens 100-mal unabhängig innerhalb der Diptera aus meist saprophagen, d. h. in sich zersetzender organischer Substanz lebenden Vorfahren entwickelt haben. Allein unter den Calliphoridae, den Schmeißfliegen, zu denen auch die Gattung *Lucilia* gehört, sind etwa 80 Arten bekannt, die Formen der Myiasis auslösen können (STEVENS & WALL 1997).

Ektoparasitische Strategien haben sich allein innerhalb dieser Familie mehrfach evolutionär unabhängig voneinander entwickelt. Da in sich zersetzendem organischem Material (z. B. kleinen Tierkadavern) zum Teil eine starke Konkurrenz zwischen und innerhalb verschiedener saprophager Insektengruppen herrscht (v. a. Fliegenmaden und

Abb. 1: Krötengoldfliege (*Lucilia bufonivora*) aus Erdkrötenkadaver geschlüpft (Maßstab: 1 mm; Drachenfelder Ländchen, Bonn 2002). Foto: K. WEDDELING.

Imago of the blow fly *Lucilia bufonivora*, hatched from a toad carcass (scale 1 mm; Drachenfelder Ländchen near Bonn, 2002).



Aaskäfer, BLACKITH & BLACKITH 1990, SMITH & WALL 1997, DAVIES 1999), besteht offensichtlich eine starke evolutionäre Tendenz hin zum möglichst frühen Befall des Kadavers, sodass letztlich mehrfach unabhängig auch der Befall lebender Wirtstiere evolvierte.

Während bei vorhandenen Vorschädigungen der Haut (Wunden usw.) eine größere Zahl von Dipterenarten als Verursacher der Myiasis in Frage kommt, wird der primäre Befall gesunder Wirte meist von spezialisierten, rein parasitisch lebenden Fliegenarten hervorgerufen. Die Myiasis bei Schafen wird an kleinen Wunden überwiegend durch die Goldfliegenarten *Lucilia cuprina* und *L. sericata* verursacht (z. B. GLEESON & HEATH 1997).

Auch der nach derzeitigem Kenntnisstand Hauptverursacher der Myiasis bei heimischen Amphibien, die Krötengoldfliege (*Lucilia bufonivora* Moniez, 1876) (lat. die »krötenfressende«, Abb. 1), gilt als hochspezialisierter Parasitoid, der seine Wirte, vor allem Anuren, primär befällt und meist innerhalb weniger Tage zum Tod führt (vgl. aber JANZEN 1994). Befallene Anuren (Abb. 2, 3, 10) treten in unseren Breiten in der Regel im Sommerhalbjahr auf, d. h. außerhalb der Laichzeit des wichtigsten Wirts, der Erdkröte (z. B. ZAVADIL 1997, NEUMANN & MEYER 1994). Daher werden befallene Wirtstiere vergleichsweise selten gefunden und gemeldet.

Es ist unklar, wie die Fliegenimagines die Wirtstiere lokalisieren, da Goldfliegen allgemein als tagaktiv gelten (HASCHEMI 1981), während Anuren im Sommerhabitat über-



Abb. 2: Erdkröte mit fortgeschrittenem *Lucilia*-Befall (NSG Taubenborn bei Höxter, Juni 2006). Foto M. LOHR.

Common toad with infestation in progress (protected area Taubenborn near Höxter, June 2006).



Abb. 3: Erdkröte mit Goldfliegen-Eipaket an der Flanke (Drachenfelder Ländchen bei Bonn, 2002). Das Tier war nach einer Häutung wieder befallsfrei. Eibesetzte Wirte sind nur sehr selten zu beobachten, da dieses Stadium vermutlich nur wenige Stunden andauert. Foto: M. HACHTEL.

Common toad with blow fly egg package on the shoulder (Drachenfelder Ländchen near Bonn, 2002). After moulting, the specimen got rid of the eggs and was not infested. Observations of hosts with egg package on their skin are rare, due to the short duration of this phase.

wiegend nachts aktiv sind. ZAVADIL (1997) nimmt eine geruchliche Ortung der Anuren an (vgl. WALL & FISHER 2001). Die Fliegenweibchen deponieren klebrige Eipakete mit bis zu über 100 stäbchenförmigen Eiern an Hinterkopf oder Flanken der Wirtstiere (Abb. 3, 10), aus denen innerhalb kurzer Zeit – temperaturabhängig, vermutlich nach einigen Stunden – kleine Larven schlüpfen, die durch die Nasenöffnungen in den Kopf des Wirts eindringen und das Kopfgewebe innerhalb weniger Tage zerfressen (vgl. Abb. 1). Befallene Anuren sind auch im Frühstadium meist an asymmetrischen, leicht nässenden Nasenöffnungen und untypischem, tagaktiven Verhalten kenntlich.

Der Wirt verendet im Normalfall innerhalb weniger Tage, und die Fliegenmaden skelettieren den Kadaver je nach Madendichte, Temperatur und sekundärem Madenbefall innerhalb von 1–2 Wochen (Abb. 4).

Anschließend ziehen sich die Maden zur Verpuppung in den Boden unter dem Kadaver zurück. Nach 1–3 Wochen schlüpft daraus die nächste Fliegengeneration. So sind vermutlich bis zu vier Fliegengenerationen im Sommerhalbjahr möglich. Zum September hin verbleibt eine Puppenkohorte im Boden und überwintert (Diapause, vermutlich mit einer hohen Wintermortalität, vgl. WALL & PITTS 2005), um im Mai des Folgejahres die nächste Generation zu begründen.

Fliegenmadenbefall insbesondere beim Hauptwirt der Krötengoldfliege, der Erdkröte, ist Herpetologen bereits seit dem 19. Jahrhundert bekannt (Übersicht bei NEUMANN & MEYER 1994, z. B. BRUMPT 1933, 1934, GERBER 1950, HESSE 1906, 1908, 1919). Schon früh hat man Brutexperimente mit den Krötenkadavern gemacht und Goldfliegen als Verursacher des Phänomens erkannt (z. B. HESSE 1906, 1908, 1919).



Abb. 4: Stadien der Kadaverzersetzung bei mit Fliegenmaden befallenen Erdkröten. Foto: U. SANDER. Stages of cadaver decay of infested common toads.

Den meisten Feldherpetologen ist das Phänomen aus eigener Anschauung bekannt; dennoch gibt es erst wenige quantitative Studien, die sich mit lokaler oder regionaler Häufigkeit und Verbreitung, Wirtsspektrum, Phänologie, Befallsraten und Habitatbindung dieses bedeutsamen Anurenparasiten befassen.

In einem Aufruf an in Nordrhein-Westfalen tätige Feldherpetologen hat T. KORDGES ab dem Jahr 2001 gezielt Beobachtungen zu diesem Thema gesammelt (KORDGES 2001). Ziel des vorliegenden Beitrages ist es, diese Daten unter folgenden Aspekten zusammenfassend darzustellen:

Horizontal- und Höhenverbreitung. Soweit aus der dipterologischen Literatur bekannt, gilt *Lucilia bufonivora* als Art mit paläarktischer Gesamtverbreitung (ROGNES 1991, ZUMPT 1965). Es war daher grundsätzlich zu erwarten, dass Myiasis in Nordrhein-Westfalen bei Amphibien eine weite Verbreitung hat. Die Fliege *L. bufonivora* gehört aber aus Sicht der Dipterologen zu den seltenen Arten der Gattung *Lucilia*. Bei Netz-, Köder- oder Farbschalenfängen wurde die Art nur in sehr geringen Anteilen gefunden (z. B. HASCHEMI 1981 im Raum Göttingen). Nach Auskunft von J. DANIELZIK (mündl. Mitt.) war die Art bis vor kurzem im Rahmen von dipterologischen Erfassungen in Nordrhein-Westfalen noch nicht bekannt. Es war daher interessant, ihre Verbreitung in Nordrhein-Westfalen mit herpetologischen Daten indirekt anhand befallener Wirtstiere nachzuzeichnen. Dabei gehen wir zunächst davon aus, dass befallene Tiere primär von der Art *L. bufonivora* parasitiert wurden, auch wenn es Beobachtungen von (evtl. sekundärem) Befall durch andere Dipteren-Arten gibt (s. u.).

Habitatbindung. Anhand der Fundmeldungen lassen sich auch vorläufige Aussagen zur Verteilung befallener Anuren auf bestimmte Habitattypen machen.

Wirtsspektrum. Mit den vorliegenden Daten konnte das Wirtsspektrum des Fliegenbefalls bei Amphibien in Nordrhein-Westfalen beschrieben und mit Literaturangaben verglichen werden.

Beteiligte Fliegenarten. Zu diesem Themenkomplex gibt es bisher nur wenige Untersuchungen, zumal lange Zeit Unklarheit über den Artrang von *L. bufonivora* selbst herrschte (vgl. NEUMANN & MEYER 1994). Erst vereinzelt gibt es Brutexperimente mit Amphibienkadavern, die auf die Myiasis verursachenden Fliegenarten rückschließen lassen.

Phänologie. Mit den vergleichsweise zahlreichen Daten aus ganz Nordrhein-Westfalen war es auch möglich, für einen größeren Raum die jahreszeitliche Häufigkeit des Auftretens befallener Amphibien nachzuzeichnen.

Befallsraten. Aus einigen, z. T. unveröffentlichten Studien sind Daten zu lokalen Befallsraten verschiedener Wirtsaltersklassen vorhanden, die vergleichend ausgewertet werden.

Datengrundlage und Auswertungsmethoden

Als Ergebnis der Umfrage lagen Anfang 2008 insgesamt 105 Meldungen aus dem Zeitraum von 1976 bis 2007 vor, die entweder vollständig oder teilweise Informationen zu folgenden Kriterien lieferten: Messtischblattquadrant (MTBQ), Datum und Jahr, Name der Lokalität, Wirtsart, Name der Gewährsperson. Fehlende Angaben zum MTBQ, zum Naturraum und zur Höhenlage (in Höhenklassen je 100 m) wurden anschließend über Kartenmaterial (TK 25 oder digitale Grundkarten des Geoservers NRW www.geoserver.nrw.de) soweit möglich ergänzt. Ferner wurden Fundangaben aus folgenden Publikationen berücksichtigt: ALBRECHT et al. (1996), KUPFER (1999), SPIELER (1990), KNEITZ & OERTER (1994), SCHMIEDEHAUSEN (1990) und JANZEN (1994). Daneben waren in geringem Umfang bereits Befallsangaben in der Herpetofauna-Datenbank (www.herpetofauna-nrw.de) selbst enthalten. Alle diese Daten wurden für die Auswertung vor allem der Horizontal- und Höhenverbreitung sowie der Phänologie aufbereitet, sofern entsprechende Angaben darin enthalten waren. So konnte auch das Wirtsspektrum bei Myiasis-Fällen in Nordrhein-Westfalen dokumentiert werden. Daten zur Habitatbindung befallener Tiere standen zwar nicht systematisch zur Verfügung, wurden aber – sofern in den Meldungen enthalten – deskriptiv ausgewertet. Landesweit waren zudem für jeden Quadranten die Flächenanteile der Hauptnutzungsformen (Ackerland, Grünland, Wald und Siedlung, Verschneidung aus ATKIS-Daten, Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem) verfügbar, die für einen Vergleich von Quadranten mit und ohne Befallsnachweis verwendet werden konnten.

Als Vergleichsstichprobe vor allem für den Hauptwirt Erdkröte wurden für bestimmte Auswertungen die Anzahl aller (Fundort)-Meldungen in den Quadranten oder Höhenstufen verwendet, die über die Datenbank des landesweiten Herpetofauna-Projektes zur Verfügung stand. Mit Hilfe logistischer Regressionsverfahren wurden

die Präsenz-/Absenz-Befallsdaten je Quadrant mit der Zahl der insgesamt tätigen Erfasser und der Zahl je Quadrant gemeldeter Erdkrötenfundorte in Beziehung gesetzt, um die Abhängigkeit der Befallsmeldungen von diesen Variablen zu untersuchen.

Neben den Einzelbeobachtungen infizierter Tiere (Umfragedaten) standen von insgesamt 4 Lokalitäten Daten zu Befallsraten der Wirtsbestände (meist Erdkröten) zur Verfügung. Von Fangzäunen an fünf Kleingewässern aus dem Drachenfelder Ländchen südlich von Bonn liegen Langzeitbeobachtungen zu Befallsraten aus 6 Jahren vor (DAMASCHEK 2003, KNEITZ unpubl., Lokalitäten und Methoden vgl. HACHTEL et al. 2006), die mehr als 340 befallene Amphibien-Individuen umfassen und je nach Fragestellung mit in die Auswertungen einbezogen werden konnten.

Wenn nicht anders vermerkt, wurde zur Bestimmung der Befallsrate die Zahl befallener Tiere zu der im gleichen Zeitraum (Mai–September) gefangenen, nicht befallenen Individuen in Beziehung gesetzt. Die Laichpopulationsgröße im Frühjahr blieb dabei in der Regel bewusst unberücksichtigt.

Von den permanenten Fangzäunen im Drachenfelder Ländchen stammen auch über 50 Kadaver von an *Lucilia*-Befall verendeten Erdkröten, aus denen entsprechend der Anleitung bei KORDGES (2001) Fliegenimagines »erbrütet« wurden. Dazu wurde jeder Erdkrötenkadaver separat unter einer Abdeckung aus Gaze auf Blumentöpfe mit leicht feucht gehaltener Gartenerde gelegt. Nachdem der Kadaver von den Maden zerfressen wurde, konnten die Fliegenlarven sich zur Verpuppung in die Gartenerde zurückziehen. Die schlüpfenden Fliegenimagines wurden unter der Gaze aufgefangen und mit Alkoholspray getötet, in 50 % Alkohol konserviert und von B. SINCLAIR am Museum Koenig in Bonn bestimmt. Die statistischen Tests wurden mit dem Programm SPSS 10 für Windows durchgeführt.

Ergebnisse

Wirtsspektrum in Nordrhein-Westfalen

Nach derzeitigem Kenntnisstand wurden bei den in Tabelle 1 genannten Amphibienarten in Nordrhein-Westfalen Myiasis nachgewiesen.

Die Erdkröte ist dabei mit Abstand der wichtigste Wirt für die Krötengoldfliege. Dass hierbei aber nicht nur die Häufigkeit der Wirtsarten für den Befall ausschlaggebend ist, zeigt z. B. der Grasfrosch, der in Nordrhein-Westfalen ebenfalls sehr weit verbreitet und häufig ist, aber nur zu einem relativ geringen Anteil parasitiert wird (Tab. 1). Sofern man annimmt, dass *L. bufonivora* der primäre Verursacher von Myiasis ist, zeigt die Fliege also eine starke Präferenz für Erdkröten. Interessant ist, dass Geburtshelferkröten und Kreuzkröten offensichtlich etwa entsprechend ihrer Fundpunkthäufigkeit (nicht Anzahl Individuen) befallen werden. Dieses landesweite Bild bestätigt sich auch bei den Daten aus dem Drachenfelder Ländchen bei Bonn, bei denen unter 343 registrierten befallenen Tieren nur 4 Wasserfrösche und 1 Grasfrosch gefunden wurden, die übrigen 98 % der Wirtstiere waren Erdkröten, und dies obwohl sowohl von den Wasserfröschen als auch vom Grasfrosch im Sommer der Untersuchungsjahre Hunderte von Adulti registriert wurden (vgl. HACHTEL et al 2006, KNEITZ 1996).

Tab. 1: Beobachtete und erwartete Häufigkeit von Myiasis bei Amphibien in Nordrhein-Westfalen, Anzahl Lokalitäten: ¹anhand Meldedaten und Literatursauswertung registrierte Lokalitäten (keine Individuenzahlen), ²anhand der Zahl der gemeldeten Datensätze der Arten in der Datenbank Herpetofauna NRW heruntergerechneter Anteil als Erwartungswert (Anzahl Vorkommen).

Observed and expected frequency of myiasis of amphibian species in Northrhine Westphalia. Number of localities: ¹from records collected (no specimen numbers), ²calculated from all known sites of the species from the country herpetological database.

Art	Beobachtete Häufigkeit ¹	Erwartete Häufigkeit ²
Erdkröte (<i>Bufo bufo</i>)	89 (85 %)	28 (27 %)
Wasserfrösche (<i>Rana esculenta</i> -Komplex)	5 (5 %)	16 (15 %)
Kreuzkröte (<i>Bufo calamita</i>)	3 (3 %)	6 (6 %)
Geburtshelferkröte (<i>Alytes obstetricans</i>)	3 (4 %)	5 (5 %)
Grasfrosch (<i>Rana temporaria</i>)	2 (2 %)	38 (36 %)
Feuersalamander (<i>Salamandra salamandra</i>)	1 (1 %)	12 (11 %)
Summe	105 (100 %)	

Beteiligte Fliegenarten

Eigene Brutexperimente an über 50 Krötenkadavern aus dem Drachenfelser Ländchen südlich von Bonn aus den Jahren 2001 und 2002 (Anleitung vgl. KORDGES 2001), zeigen eine hohe Varianz im Schlupferfolg (s. u.) der Fliegen. Es schlüpften Imagines von mindestens 11 verschiedenen Fliegenarten aus den Kadavern (Tab. 2). Arten- und Individuenzahl je Kadaver variieren stark. Aus fast einem Viertel aller Kadaver schlüpften überhaupt keine Fliegen und nicht in allen Fällen mit Schlupferfolg waren auch Imagines von *Lucilia bufonivora* dabei.

Tab. 2: Anteil der aus 53 Erdkrötenkadavern geschlüpften Fliegenarten nach absteigender Häufigkeit aus den Jahren 2001 und 2002 im Drachenfelser Ländchen bei Bonn.

Proportion of different fly species hatched from 53 toad carcasses in 2001 and 2002 from the Drachenfelser Ländchen near Bonn, sorted by frequency.

Taxon	% Anteil (n = 53)
<i>Lucilia bufonivora</i>	53
keine Fliegen geschlüpft	23
<i>Muscina prolapsa</i>	21
<i>Muscina stabulans</i>	21
<i>Lucilia sericata</i>	13
<i>Muscina levida</i>	8
<i>Fannia canicularis</i>	6
<i>Fannia manicata</i>	6
<i>Calliphora vicina</i>	2
<i>Fannia scalaris</i>	2
<i>Fannia sp.</i>	2
<i>Hydrotaea sp.</i>	2

Verbreitung in Nordrhein-Westfalen

Horizontalverbreitung. In Abbildung 5 sind alle Meldungen zu Myiasis-Fällen bei Amphibien aus Nordrhein-Westfalen zusammengestellt, die sich aus Literaturangaben und als Rücklauf aus dem Aufruf ergaben und für die eine Quadranten- oder Messtischblattzuordnung möglich war. Entsprechend der fast flächendeckenden Verbreitung des Hauptwirtes, der Erdkröte, sind Myiasis-Fälle aus weiten Teilen Nordrhein-Westfalens gemeldet worden. Insgesamt liegen Angaben aus 59 Quadranten vor, sowie 13 unscharfe Meldungen, die nur Messtischblättern zugeordnet werden können (inkl. 2 Überlappungen), das entspricht ca. 5,9 % aller 1 194 Quadranten in NRW. Schwerpunkte der Meldungen liegen im südlichen Rheinland, den Randlagen des Süderberglandes und im Ruhrgebiet. Unterrepräsentiert sind offensichtlich Vorkommen aus dem westlichen Münsterland, obwohl die Erdkröte

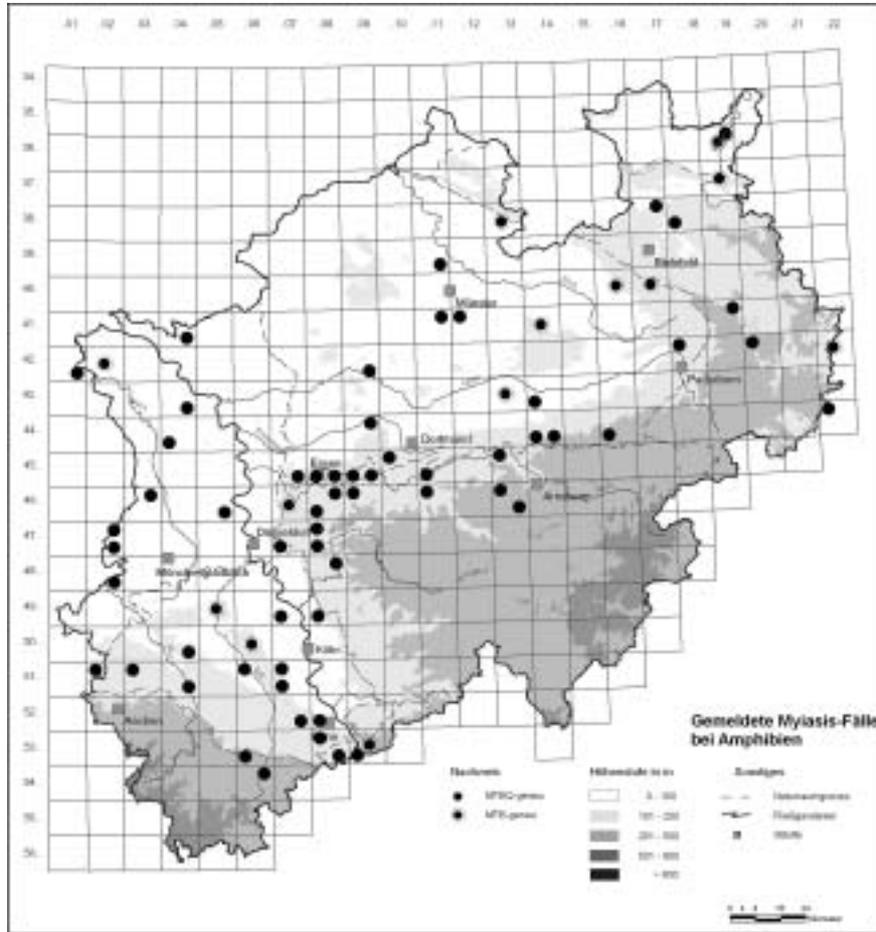


Abb. 5: Verbreitung der Myiasis in Nordrhein-Westfalen aufgrund der TK- und quadrantenscharfen Meldungen aus dem Zeitraum 1976–2008. Kartendesign: C. WILLIGALLA.
Distribution of Myiasis in Northrhine Westphalia drawn from grid-based records (1976–2008).

hier ebenfalls häufig und weit verbreitet ist und vereinzelt auch Fangzäune im Sommerhalbjahr betrieben wurden (Hinweis T. MUTZ).

Generell zeigt sich – wie zu erwarten – ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen der Anzahl der in einem Quadranten tätigen herpetologisch interessierten Erfasser und der Wahrscheinlichkeit für eine Myiasis-Meldung (logistische Regression, Nagelkerkes $r^2 = 5,2 \%$, $X^2 = 17,451$, $p < 0,001$).

Höhenverbreitung. In Tabelle 3 werden die *Lucilia*-Fälle, die sich einer bestimmten Höhenstufe zuordnen lassen, den Häufigkeiten der Erdkrötenmeldungen insgesamt gegenübergestellt. Die daraus abgeleiteten Erwartungswerte für befallene Tiere weichen nicht signifikant von der beobachteten Verteilung ab (X^2 -Test, $X^2 = 6,306$, $p > 0,05$). Die derzeit vorliegenden Daten lassen nicht auf eine bestimmte Höhenpräferenz der Fliege in Nordrhein-Westfalen schließen, sondern die Erdkröten werden entsprechend ihrer (Melde-)Häufigkeit und Verteilung befallen.

Tab. 3: Höhenverteilung von Myiasis-Meldungen in Nordrhein-Westfalen und Vergleich mit der erwarteten Häufigkeitsverteilung. ¹Mehrfachmeldungen von Fundorten nur einmal gezählt, das Drachenfelder Ländchen zählt als ein Fundort. ²Aufgrund der Erdkrötenfundortmeldungen insgesamt hochgerechnet.

Altitude distribution of myiasis records in Northrhine Westphalia compared with an expected frequency. ¹Each locality is counted only once, even if several infected animals were detected. ²Calculated from data of total number of common toad records from country herpetological database.

Höhenstufe	Erdkrötenmeldungen insgesamt	Meldungen <i>Lucilia</i> -befallener Erdkröten ¹	Erwartete Zahl befallener Erdkröten ²
bis 100 m	2 524	39	42
100–200 m	1 236	26	21
200–300 m	712	15	12
300–400 m	247	1	4
400–500 m	108	1	2
500–600 m	69	0	1
600–700 m	5	0	0
700–800 m	1	0	0
Summe	4 902	82	

Habitatbindung

Die meisten befallenen Erdkröten werden im Offenland gefunden. Ein gewisse Häufung der Meldungen stammt aus Abgrabungen. Befallene Kröten werden auch gehäuft – außerhalb der Laichzeit – in oder an Gewässern gefunden.

In Abbildung 6 wird der Flächenanteil der wichtigsten Nutzungsformen – Ackerland, Grünland, Siedlung und Wald – in Quadranten mit *Lucilia*-Nachweis (n = 58) mit solchen ohne Nachweis (n = 1 023) verglichen. Dabei ist der Siedlungsanteil in Quad-

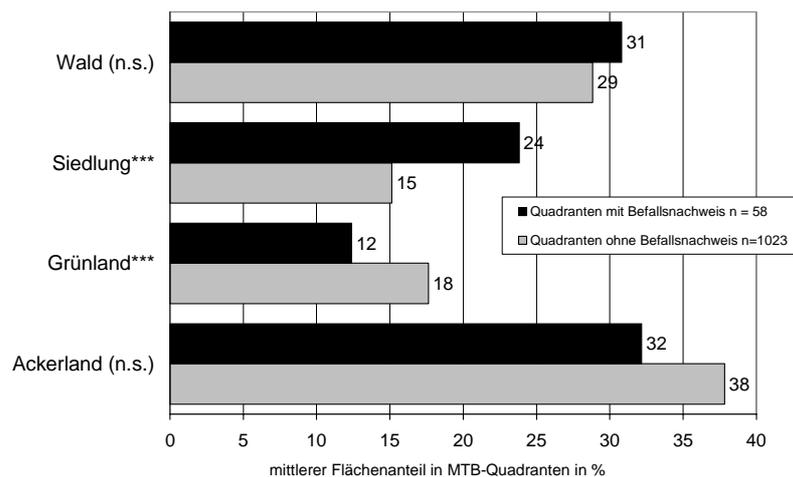


Abb. 6: Flächenanteile der Hauptlandnutzungen in Messstischblattquadranten mit und ohne *Lucilia*-Nachweis (U-Test, ***=hochsignifikant, n. s. = nicht signifikant).

Proportion of main land use types in map grid fields with and without *Lucilia* records (Mann Withney U test, *** = highly significant, n. s. = not significant).

ranten mit *Lucilia*-Nachweis signifikant höher als in Quadranten ohne Nachweis (24 % statt 15 %, U-Test, $U = 21611$, $p < 0,001$), der Grünlandanteil aber signifikant geringer (12 % statt 18 %, U-Test, $U = 21539$, $p < 0,001$).

Phänologie

In Abbildung 7 sind die vorliegenden Meldungen hinsichtlich der Phänologie ausgewertet und dargestellt. Der Median der Meldungen (über alle Jahre) wird am 4. August erreicht, 50 % der Meldungen liegen zwischen Mitte Juli und Mitte August, 90 % zwischen Mitte Juni und Anfang September.

Es lässt sich eine Mai-Generation erkennen, die aus Fliegen gebildet wird, die als Larven oder Puppen im Boden überwintert haben. Befallene Wirtstiere ab Juni gehen sicher bereits auf Fliegen aus der nächsten Generation zurück. Ohne die Daten aus dem Drachenfelser Ländchen südlich Bonn (ca. 270 m NN), die mehr als 80 % aller Beobachtungen ausmachen, und einen Naturraum mit Übergang zum Berglandklima repräsentieren, verschiebt sich der Median um drei Wochen nach vorn, auf den 10. Juli.

Den phänologischen Verlauf über sechs Jahre von 1993–1995 und 2000–2002 für die fünf Fangzäune im Drachenfelser Ländchen bei Bonn zeigt Abbildung 8. Auch hier deutet sich eine erste Generation im Juni und mehrere Folgegenerationen über alle sechs Beobachtungsjahre hinweg an, auch wenn die Verläufe witterungsbedingt verschieden sind.

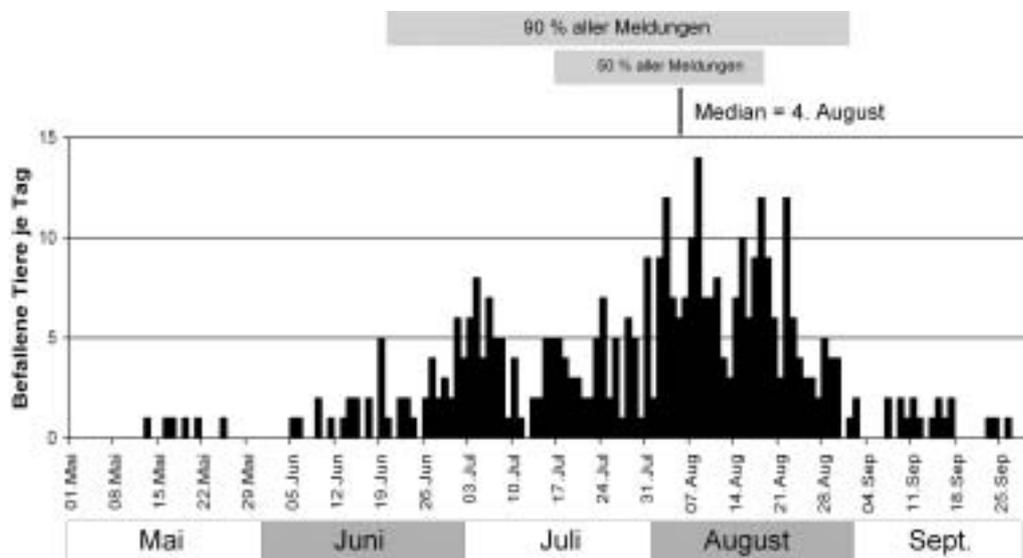


Abb. 7: Phänologie aller mit Datum gemeldeten Myiasis-Fälle bei Amphibien in Nordrhein-Westfalen über alle Jahre (n = 390 Beobachtungen) inkl. der umfangreichen Daten aus dem Drachenfelser Ländchen bei Bonn.

Phenology of all myiasis records with date in Northrhine Westphalia (n = 390) including data from drift fences in the Drachenfelser Ländchen near Bonn.

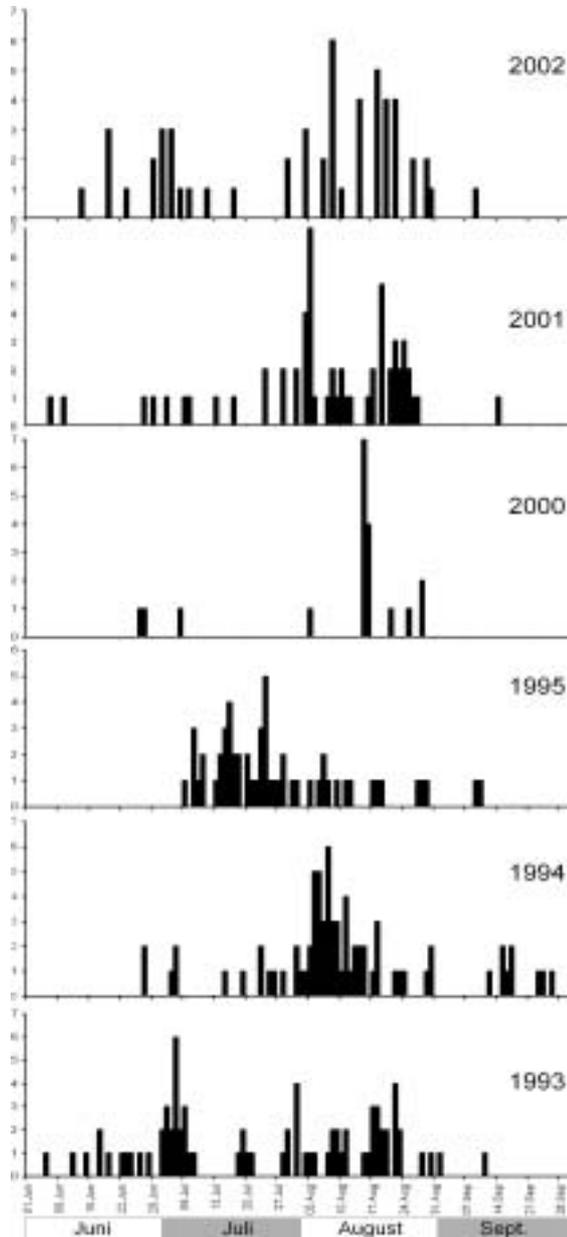


Abb. 8: Anzahl an fünf Fangzäunen in den Jahren 1993–1995 und 2000–2002 im Drachenfelder Ländchen bei Bonn täglich registrierter Erdkröten mit *Lucilia*-Befall (KNEITZ unpubl., DAMASCHEK 2003, WEDDELING unpubl.).

Number of infested toads caught per day between 1993–1995 and 2000–2002 in the Drachenfels Ländchen near Bonn (KNEITZ unpubl., DAMASCHEK 2003, WEDDELING, unpubl.)

Befallsraten

Aus dem Drachenfelder Ländchen bei Bonn liegen Daten aus sechs Jahren (in einem Zeitraum von 10 Jahren) von permanent betriebenen Fangzäunen an fünf Kleingewässern vor (DAMASCHEK 2003 sowie unpublizierte Daten von S. KNEITZ, K. WEDDELING; zur Methodik und Lage der Gewässer vgl. KNEITZ 1998 sowie HACHTEL et al 2006), die zeigen, dass erhebliche Befallsraten kein einmaliges Phänomen an einem Standort darstellen. Die Befallsraten über alle Fangzäune schwanken zwischen 1,5 % im Jahr 2000 und 19 % im Jahr 2001.

Abbildung 9 zeigt für diesen Bereich starke Schwankungen und deutliche Unterschiede in den Befallsraten zwischen den max. 1800 m voneinander entfernt liegenden Lokalitäten. Die höchsten gemessenen Raten liegen bei ca. 40 % an Gewässer 1 und 2. Bemerkenswert ist ferner, dass an drei der fünf Gewässer jährlich ein erheblicher Teil der Erdkröten (> 10 %) befallen wird.

Diskussion

Horizontal- und Höhenverbreitung. Goldfliegenbefall bei Amphibien ist in Nordrhein-Westfalen vermutlich ein weit verbreitetes Phänomen, dass aber nur vergleichsweise selten beobachtet und registriert wird. In Gebieten, in denen zwischen Mai und September systematisch Amphibien z. B. an Fangzäunen gefangen werden, ist Myiasis zumindest bei Erdkröten vermutlich eher die Regel als

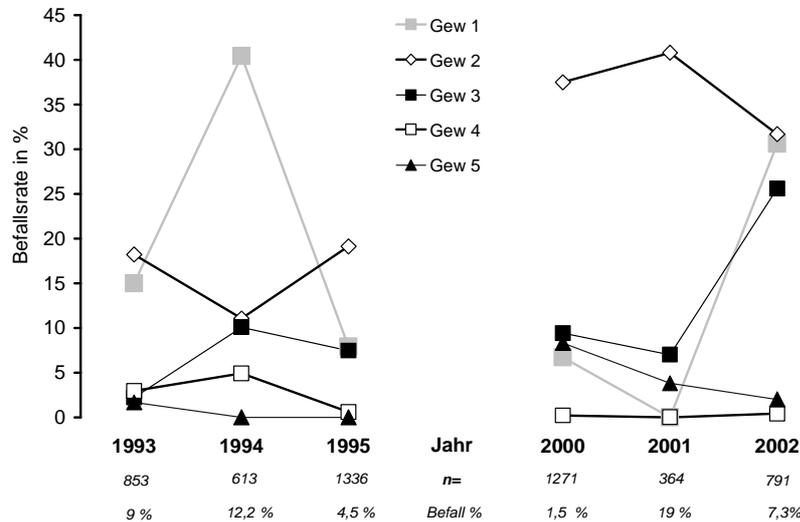


Abb. 9: Entwicklung der *Lucilia*-Befallsraten von Erdkröten an fünf Kleingewässern mit Fangzäunen im Drachenfelder Ländchen bei Bonn im Zeitraum von ca. Mai bis September. (Daten 1993–1995: S. KNEITZ, unpubl.; Daten 2000–2002: DAMASCHEK 2003, WEDDELING unpubl.); n = Summe gefangener befallener und unbefallener Erdkröten je Jahr gesamt; Befall % = Gesamtbefallsrate über alle Gewässer pro Jahr.

Dynamics of infestation rates of common toads at five drift fences encircling ponds in the Drachenfelder Ländchen near Bonn; time frame: may to september each year (data 1993–1995: S. KNEITZ; data 2000–2002: DAMASCHEK 2003, WEDDELING unpubl.); n = sum of all captured infested and healthy toads per year; infestation % = total rate of infestation per year.

die Ausnahme (z. B. KORDGES 2000, DAMASCHEK 2003, ALBRECHT et al. 1996, STRIJBOSCH 1980). Dies deutet darauf hin, dass das Phänomen selbst nicht selten ist, sondern befallene Tiere nur selten beobachtet werden, weil die Erdkröte im Sommerhalbjahr eher im Verborgenen lebt. Da auch die Anzahl der Erdkrötenfundorte je Quadrat stark von der Zahl der dort tätigen Feldherpetologen abhängig ist, sind Effekte der lokalen Erdkrötenabundanz auf die Myiasis-Häufigkeit aufgrund statistischer Probleme kaum separat messbar.

Offensichtlich ist die Fliege *Lucilia bufonivora* im Tiefland von Nordrhein-Westfalen großräumig präsent, wenn sie auch in Mitteleuropa im Vergleich zu den z. T. massenhaft auftretenden saprophagen Arten der Gattung *Lucilia* in eher geringer Individuenzahl vorkommt und von Dipterologen nur sehr selten registriert wird (HASCHEMI 1981, FISCHER 2000). HASCHEMI (1981) konnte unter in Farbschalen, Netzfängen und an Lockködern in Hessen gemachten Dipterenfängen (über 18 000 Individuen aus 6 *Lucilia*-Arten) nur ca. 0,4 % Individuen von *L. bufonivora* feststellen. Deutlich häufiger ist die Fliege in einer Studie aus Tschechien (FISCHER 2000). Interessant ist in diesem Zusammenhang auch, dass die bereits erwähnte *L. sericata* in der Studie von HASCHEMI (1981) ebenfalls eine seltene Art darstellt und dass sich in den dargestellten Brutexperimenten (s. o.) keine der häufigen *Lucilia*-Arten (*L. silvarum*, *L. illustris*, *L. caesar*) feststellen ließ.

Das scheinbare Fehlen von Myiasis im Bergland ist wohl in erster Linie Ausdruck der dort geringeren allgemeinen Meldedichte der Amphibien. Da die Ontogenese der

Fliegen stark temperaturabhängig ist, wäre eigentlich zu erwarten, dass mit zunehmender Höhe und Verkürzung der Vegetationsperiode die Zahl der Fliegen-Generationen pro Jahr absinkt und damit auch das Prädationsrisiko für die Erdkröte zurückgeht (vgl. Phänologie). Die insgesamt noch geringe Zahl der Meldungen lässt bisher keine genaueren Rückschlüsse im Hinblick auf die Höhenverteilung zu.

Habitatbindung. Aufgrund der hohen Mobilität der Erdkröte im Sommerlebensraum sind Rückschlüsse auf den Ort des Befalls aus dem Fundort der Wirtstiere nicht ohne weiteres möglich. Da der Befall aber innerhalb weniger Tage zum Tod der Wirte führt, dürften Befallsort und Fundort der Wirte nicht weit voneinander entfernt liegen.

Befallene Kröten werden gehäuft in oder an Gewässern gefunden, was generell als Abwehrstrategie gegen die Fliegenmaden oder als Verhalten zur Schmerzlinderung gedeutet wird (ZAVADIL 1997).

Da auch Goldfliegen generell als tagaktive Offenlandbewohner gelten (HASCHEMI 1991), kann man annehmen, dass die Eiablage auf die Wirte auch in oder am Rande von Offenlandlebensräumen stattfindet. Allerdings gilt die nah verwandte *L. silvarum* als Schatten liebende Art, was evtl. auch für *L. bufonivora* gelten könnte. Im Drachenfelder Ländchen bei Bonn waren an einem Fangzaun mit hohem Anteil blütenreicher Hochstaudenvegetation im Umfeld über Jahre hinweg die höchsten Befallsraten von Erdkröten zu beobachten (DAMASCHEK 2003). Dies könnte darauf hinweisen, dass das Nektarangebot bei Doldenblütlern einen wichtigen Attraktionspunkt für die Imagines darstellt (vgl. HASCHEMI 1981), die – wie andere Lucilien – vermutlich leicht zugängliche Scheibenblüten (u. a. Apiaceen) besuchen.

Bei tropischen Amphibien konnte klar gezeigt werden, dass Parasitierungsgrad und Parasitendiversität verschiedener Anurenarten stark durch die Landnutzung beeinflusst werden (MCKENZIE 2007). Ähnliches ist vermutlich auch beim Goldfliegenbefall für Erdkröten anzunehmen, wobei der Einfluss bestimmter Landnutzungsformen derzeit noch unklar ist. Der vorliegende, noch wenig aussagekräftige Datensatz aus Nordrhein-Westfalen lässt noch keine endgültigen Schlüsse zu. Dass Quadranten mit Befallsnachweis im Mittel einen höheren Flächenanteil an menschlichen Siedlungen und Verkehrswegen aufweisen, könnte auch eine Folge davon sein, dass in stadtnahen Bereichen mehr Kartierer arbeiten und der Erfassungsstand insgesamt besser ist. Da die Flächenanteile von Grünland und Siedlungen negativ korreliert sind, ist es nicht erstaunlich, dass der Grünlandanteil in Quadranten mit Befallsnachweis signifikant geringer ist als in solchen ohne Nachweis.

Wirtsspektrum. Das in Nordrhein-Westfalen gefundene Wirtsspektrum mit einer sehr deutlichen Präferenz für die Erdkröte entspricht weitgehend den Beschreibungen für andere Teile Mitteleuropas. Insgesamt werden in der Literatur allerdings 6 weitere, eher seltene Amphibienarten (Wechselkröte, Knoblauchkröte, Springfrosch, Moorfrosch, Laubfrosch und Ochsenfrosch) als Wirte angegeben, die aber bisher in Nordrhein-Westfalen nicht in Erscheinung getreten sind (KORDGES 2002). Auch die selteneren Anuren mit Aktivitätsschwerpunkt im Sommerhalbjahr (wie z. B. Geburtshelferkröte oder Kreuz- und Wechselkröte, aber auch Wasserfrösche) können lokal als Wirte für die Fliegen dienen. Insgesamt ist von einer Spezialisierung der Fliege auf die Erdkröte (oder Bufoniden) auszugehen, auch wenn es Parasitierungen z. B. von Wasserfröschen gibt, aus denen auch erfolgreich *L. bufonivora* schlüpfen (eigene Beobachtun-



Abb. 10: Grasfrosch mit *Lucilia*-Eipaket an der Flanke. Foto: T. KORDGES.
Common frog with blow fly egg package on its shoulder.

gen). Auch die nur sehr geringe Parasitierungsrate beim omnipräsenten Grasfrosch spricht für eine Spezialisierung.

Verursachende Fliegenarten. Obwohl bisher nur wenige Beobachtungen zum Fliegenartenspektrum in den Wirten vorliegen, wird deutlich, dass es offensichtlich eine Vielzahl von Faktoren gibt, die über Eiablage- und Reproduktionserfolg der Fliegen entscheiden. Offensichtlich besteht ein hoher inner- und zwischenartlicher Konkurrenzdruck einer Vielzahl von Dipteren im und um den Kadaver. Es bleibt unklar, welche der in Tabelle 2 genannten Fliegenarten neben *L. bufonivora* noch primär Myiasis auslösen können und welche Arten sich erst sekundär am/im Kadaver einnisten. In einem Fall konnten an einer bereits mit Maden besetzten Erdkröte frische Eipakete gefunden werden, d.h. auch Doppelbefälle sind möglich.

Zu den erst sekundär ansetzenden Fliegenarten gehören sicher einige weniger spezialisierte, saprophage Dipteren wie z. B. die *Muscina*-Arten und *Calliophora vicina*. Bemerkenswert ist auch, dass aus einigen Wirtskadavern überhaupt keine Imagines von *L. bufonivora* schlüpften. Entweder die Larven werden von anderen Fliegenmaden verdrängt oder gefressen (vgl. z. B. PRINKKILÄ & HANSKI 1995, SAUNDERS & BEE 1995), oder einige Arten wie z. B. *Lucilia sericata* sind selbst in der Lage, Erdkröten primär zu parasitieren. *L. sericata* gilt in der Literatur aber als fakultativer Wundparasit und die Art gehört zu den ersten Arten, die Kadaver befallen (EICHLER 1980). Aus rund einem Viertel der Kadaver schlüpften aus unbekanntem Gründen überhaupt keine Fliegenimagines.

Phänologie. Befallene Amphibien werden hauptsächlich in den Monaten von Mai bis September registriert. Hier kommt zum Ausdruck, dass die Aktivität der Goldfliegen stark temperaturabhängig ist und sie erst bei höheren Tagesmitteltemperaturen ihre Wirte aufsuchen. Eine weitergehende Interpretation der phänologischen Daten erscheint schwierig, weil sich die Aktivitätsmuster der Goldfliegen (Aktivität vermut-

lich tagsüber bei warmer, trockener Witterung) und der Wirtsamphibien (aktiv in der Dämmerung bei feuchter Witterung) nur wenig überlagern. Da zwischen Eiablage der Fliegen und Tod des Wirts einige Tage vergehen können, enthalten die Daten einen schwer zu kalkulierenden zeitlichen Versatz, zumindest, wenn man von den befallenen Wirten auf die Aktivität der Goldfliegen schließen will. Da in Abbildung 7 Jahre mit verschiedener Witterung zusammengefasst wurden, sind Generationeneffekte vermutlich verwischt. Man könnte die Gipfel der Verteilung in Abbildung 7 als 5 (oder 6) überlappende Fliegengenerationen je Jahr interpretieren, was rein rechnerisch (Schlupf + Befall + Tod des Wirts + Verpuppung = ~ 3–4 Wochen) auch möglich erscheint. Aus Abbildung 8 wird auch deutlich, dass Jahresverlauf und Abundanz befallener Tiere von Jahr zu Jahr stark schwanken können, vermutlich abhängig von der Witterung, der Abundanz potenziell parasitierbarer Wirte, dem Parasitierungserfolg im Vorjahr und der Wintermortalität der Fliegenlarven im Boden.

Populationsbiologische Relevanz für die Erdkröte. Für Nordrhein-Westfalen gibt es bisher wenige Studien, die Aussagen zu Befallsraten ermöglichen. Dies liegt daran, dass zum einen Erdkröten außerhalb der Laichzeit sehr zerstreut in der Landschaft leben und kaum in größerer Zahl ohne aufwändige Fangzäune registriert werden können. Zum anderen ist es oft nicht einfach, eine Bezugsgrundlage für die Berechnung der Befallsrate zu bestimmen, also den Anteil unbefallener Tiere in einem sinnvollen Zeitraum. Zudem ist derzeit noch unklar, wie stark die durch die Myiasis ausgelösten Verhaltensänderungen der Wirte (Tagaktivität, Aufsuchen von Gewässern) zu einer überproportionalen Erfassung befallener Tiere führt, sei es durch kurzzeitig vor dem Tod erhöhte Mobilität, sei es durch veränderte Habitatpräferenzen. Wenn dem so ist, würde mit den bisherigen Erfassungsmethoden (Fangzäune) die Befallsrate systematisch überschätzt, vor allem an Gewässern.

ALBRECHT et al. (1996) schätzten die Befallsraten in einem Tagebau in Frechen auf ca. 10 % der Erdkröten und 15 % der Wasserfrösche, wobei sie allerdings die Frühjahrsbestände als Bezugsgröße zugrunde legten. In Dünenhabitaten in den Niederlanden hat STRIBOSCH (1980) mit 8 % Befallsraten in etwa gleicher Größenordnung gefunden. An im Sommer betriebenen Fangzäunen belegte KORDGES (2000) in Raum Wuppertal mit 46 % aller im Sommer gefangenen Erdkröten deutlich höhere Befallsraten, wobei adulte Weibchen mit über 70 % einen stärkeren Befall zeigten als Männchen (13 %) und Jungtiere oder Subadulte (45 %).

Soweit aus den Meldungen ersichtlich, werden – nicht nur in Nordrhein-Westfalen – ganz überwiegend adulte Wirtstiere befallen. Daten aus dem Drachenfelder Ländchen bei Bonn (DAMASCHEK 2003) zeigen eine klare Erhöhung der Parasitierungswahrscheinlichkeit mit zunehmender Körpergröße der Wirtstiere, die bereits STRIBOSCH (1980) beschrieb. Ob dies auf einer echten Präferenz der Fliegen für größere Wirtsindividuen beruht oder auf effektiveren Abwehrmechanismen bei Jungtieren, ist unklar. ZAVADIL (1997) vermutet, dass die Häutung der Wirte eine erfolgreiche Strategie ist, um an der Haut klebende Eipakete der Goldfliegen abzustreifen. Juvenile Kröten haben eine deutlich höhere Häutungsfrequenz als Adulti wie TAYLOR & EWER (1956) sowie TANAKA (1995) an asiatischen Bufoniden gezeigt haben, sodass die scheinbare Präferenz von *L. bufonivora* für adulte Kröten auch Ausdruck der Häutungsfrequenz der Wirte sein könnte.

Myiasis scheint daher als Mortalitätsfaktor im Sommerhalbjahr zumindest bei Erdkröten dauerhaft wirksam zu sein und in erheblichem Maße zur hohen Gesamt-Jahresmortalität bei adulten Erdkröten beizutragen, wie die präsentierten Daten aus dem Drachenfelder Ländchen zeigen. Hier lag die Überlebensrate adulter, laichaktiver Erdkröten insgesamt bei nur 10–13 % (HACHTEL et al. 2006). Es konnte dabei gezeigt werden, dass die meisten Tiere außerhalb der Laichzeit zu Tode kommen.

Ausblick, Wertung und Forschungsbedarf

Für Nordrhein-Westfalen zeigt sich, dass Myiasis bei heimischen Anuren (vor allem Erdkröten) ein weit verbreitetes Phänomen ist, das vermutlich erheblich zur natürlichen Jahresmortalität der Erdkröte beiträgt. Feldherpetologen sollten weiterhin Daten dazu sammeln, um einen breiten Überblick über die Verbreitung dieser Wirt-Parasitoid-Beziehung zu bekommen. Interessant wäre es, Daten zum *Lucilia*-Befall bei Amphibien in ganz (Mittel-)Europa zusammenzutragen, weil das Phänomen in bestimmten Regionen fast völlig unbekannt zu sein scheint (z. B. in der Schweiz, mdl. Hinweis B. LÜSCHER).

Inwieweit immer *L. bufonivora* den Befall verursacht, wird sich nur unter Laborbedingungen klären lassen, indem man untersucht, ob andere Lucilien, z. B. *L. sericata*, primär Myiasis auslösen können.

Derzeit ungeklärt ist auch, inwieweit parasitosebedingte Verhaltensänderungen der Wirte zu einer erhöhten Erfassbarkeit im Gelände und damit zu einer Überschätzung der Befallsraten führen. Unter Umständen könnten hierbei vergleichende Erfassungen von Erdkröten in Landfallen verschiedener, benachbarter Habitats (Gewässernähe, Wald, Offenland usw.) weitere Erkenntnisse bringen.

Parallel dazu wären unabhängige Fänge der Fliegen selber mittels Käschern und Farbschalen durch Dipterologen sinnvoll, um Fliegendichte und Anzahl befallener Wirte in Beziehung bringen zu können und mehr über die Nahrungspflanzen und Habitatbindung von *L. bufonivora* zu erfahren.

Feldherpetologen sollten bei der Beurteilung und Bewertung der Myiasis eine neutrale Position einnehmen und nicht einseitig von einer Bedrohung der Wirte durch die Fliege sprechen. Vom Standpunkt der Seltenheit müsste eher der Fliege *Lucilia bufonivora* die Aufmerksamkeit des Naturschutzes gelten. Sie wird, jedenfalls nach derzeitigem Kenntnisstand, den Fortbestand der Erdkröte in NRW sicher nicht gefährden. Vielmehr sind parasitische oder parasitoide Lebensformen unter den Insekten von großer Bedeutung und bisher nur zu einem geringen Teil erfasst, geschweige denn in ihrer Ökologie verstanden. In der oft vor dem Hintergrund des weltweiten Artenrückgangs aufgeregt geführten Debatte zur Ausbreitung von Parasiten und Krankheiten wäre ihre neutrale Betrachtung als Teil der ungeheuren Vielfalt des Lebens ein wichtiger Schritt hin zu einem sachlich begründeten Arten- und Naturschutz.

Danksagung

Die Daten zur Verbreitung und Phänologie basieren u.a. auf den Fundmeldungen folgender Personen bzw. Vereine: AKU Bochum, B. & E. BAIERL, H. BARTETZKO, B. BENDER, J. BLAB, W. BUCHHOLZ, G. BUSSE, M. BUSSMANN, Ch. CHMELA, A. DE SAINT-PAUL, M. DEVENTER, J. EIMERS, T. FRIEDRICH, A. GEIGER, C. GOECKING, A. GRADEL, R. GRETZKE, M. HACHTEL, U. HAESE, S. KEHREN, H. KNÜWER, C. KORECK, K. KÖSTER, A. KRONSHAGE, M. LOHR, M. MASCHKA, H. MEINIG, D. MÖLLER, E. MÖLLER, T. MUTZ, NABU Heinsberg, D. ORTMANN, D. RIECK, E. ROSENKRANZ, M. SCHLÜPMANN, P. SCHMIDT, T. SCHULZ, M. SCHULZE, P. SCHÜTZ, H. SONNENBURG, U. STANGIER, A. STETTIEN, M. STEVENS, K. TAMM, B. THIESMEIER, B. TRAPP, M. VAN BEBBER, M. VENCES, K. VON BÜLOW, G. WEBER, R. WEIBENBORN, C. WILLIGALLA, H.-J. WINDELN, J. WISSMANN und M. WUTTIG.

Ein Teil der hier verwendeten Daten stammt aus dem E+E-Vorhaben »Entwicklung von Amphibienlebensräumen in der Zivilisationslandschaft« im Drachenfelder Ländchen, das durch das BfN aus Mitteln des BMU gefördert wurde. S. KNEITZ erlaubte die Verwendung unpublizierter Daten zum Goldfliegenbefall aus diesem Projekt. M. HACHTEL und U. SANDER aus Bonn stellten Fotos befallener Anuren zur Verfügung und sammelten zusammen mit den Kollegen aus dem oben genannten E+E-Vorhaben befallene Erdkröten für die Brutexperimente im Drachenfelder Ländchen. Die Zusendung weiterer erbrüteter Fliegen-Imagines verdanken wir M. STEVENS und U. STANGIER. B. SINCLAIR aus der Dipterologie am Museum Koenig in Bonn bestimmte in mühevoller Arbeit Hunderte aus über 50 Kadavern geschlüpfte Fliegen. J. DANIELZIK gab hilfreiche Anmerkungen zum Text und zu dipterologischer Literatur. C. WILLIGALLA erstellte die Verbreitungskarte. Ihnen allen danken wir sehr herzlich. Für weitere Fundmeldungen sind wir jederzeit dankbar.

Literatur

- ALBRECHT, C., T. ESSER, & J. WEGLAU (1996): Auftreten der parasitären Fliege *Lucilia bufonivora* (Insecta: Diptera) an Amphibien (Amphibia) im Bereich des rekultivierten Tagebaus Frechen, Nordrhein-Westfalen. – Acta Biologica Benrodis 8: 161–163.
- BLACKITH, R. E. & R. M. BLACKITH (1990): Insect infestations of small corpses. – Journal of Natural History 24: 699–709.
- BRUMPT, M. E. (1933): Recherches experimentales sur la myiase des Batraciens provoquée par la mouche *Lucilia bufonivora*. – Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences 197: 1777–1779.
- BRUMPT, M. E. (1934): Fréquence saisonnière et diapause larvaire de la mouche *Lucilia bufonivora*. – Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences 198: 206–208.
- DAMASCHEK, R. (2003): Demökologie der Erdkröte (*Bufo bufo* Linnaeus, 1758) an fünf Kleingewässern im Drachenfelder Ländchen bei Bonn unter besonderer Berücksichtigung der Mortalität durch die Krötengoldfliege (*Lucilia bufonivora* Moniez, 1876). – Diplomarbeit Universität Bonn, unveröff.
- DAVIES, L. (1999): Seasonal and spatial changes in blowfly production from small and large carcasses at Durham in lowland northeast England. – Medical and Veterinary Entomology 13: 245–251
- EICHLER, W. (1980): Grundzüge der veterinärmedizinischen Entomologie. – Jena (Fischer).
- FEENER D. H. & B. V. BROWN (1997): Diptera as parasitoids. – Annual Review of Entomology 42: 73–97.
- FISCHER, O. A. (2000): Blowflies of the genera Calliphora, Lucilia and Protophormia (Diptera, Calliphoridae) in South-Moravian urban and rural areas with respect to *Lucilia bufonivora* Moniez, 1876. – Acta Veterinaria Brno 69: 225–231.
- GERBER, R. (1950): Goldfliegen (*Lucilia*) als Schmarotzer der Erdkröte. – Der Zoologische Garten 17: 47–52.

- GLEESON, D. M. & A. C. G. HEATH (1997): The population biology of the Australian sheep blowfly, *Lucilia cuprina*, in New Zealand. – *New Zealand Journal of Agricultural Research* 40: 529–535.
- HACHTEL, M., K. WEDDELING, P. SCHMIDT, U. SANDER, D. TARKHNISHVILI & W. BÖHME (2006): Dynamik und Struktur von Amphibienpopulationen in der Zivilisationslandschaft. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 30: 1–420.
- HASCHEMI, H. (1981): Untersuchungen zur Biotopbindung von *Lucilia*-Arten – Dipt. Calliphoridae. – Dissertation Universität Gießen.
- HESSE, E. (1906): *Lucilia* in *Bufo vulgaris* schmarotzend. – *Biologisches Zentralblatt* 26: 633–640.
- HESSE, E. (1908): *Lucilia* als Schmarotzer. – *Biologisches Zentralblatt* 28: 753–758.
- HESSE, E. (1919): *Lucilia* als Schmarotzer. – *Biologisches Zentralblatt* 39: 401–406.
- JANZEN, P. (1994): Heilungserfolg bei Erdkröten (*Bufo bufo*) mit *Lucilia*-Befall (Diptera: Calliphoridae). – *Salamandra* 30: 265–267.
- KNEITZ, S. (1998): Untersuchungen zur Populationsdynamik und zum Ausbreitungsverhalten von Amphibien in der Agrarlandschaft. – Bochum (Laurenti).
- KNEITZ, G. & K. OERTER (1994): Zur Wirksamkeit von Ersatzlaichgewässern für Amphibien beim Bundesfernstraßenbau. – Bonn (Mskr.), unveröff.
- KNOTEK, Z., O. A. FISCHER, V. JEKL & Z. KNOTEKOVA (2005): Fatal myiasis caused by *Calliphora vicina* in Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*). – *Acta Veterinaria Brno* 74: 123–128.
- KORDGES, T. (2000): Starker Befall der Erdkröte (*Bufo bufo*) durch die Krötengoldfliege (*Lucilia bufonivora* Moniez, 1876). – *Zeitschrift für Feldherpetologie* 7: 211–218.
- KORDGES, T. (2001): Die Krötengoldfliege in Nordrhein-Westfalen? – Aufruf zur Mitarbeit! – Rundbrief zur Herpetofauna von Nordrhein-Westfalen 18: 11–12.
- KORDGES, T. (2002): Die Krötengoldfliege in Nordrhein-Westfalen – aktueller Kenntnisstand. – Rundbrief zur Herpetofauna von Nordrhein-Westfalen 20: 5–6.
- KUPFER, A. (1999): Zur Bestandssituation der Gelbbauchunke (*Bombina variegata* L. 1758) in der Nord-eifel inklusive einer Neufassung von Vorkommen in der nördlichen Vile im Jahr 1999. – Gutachten im Auftrag der LÖBF, Recklinghausen, unveröff.
- MCKENZIE, V. J. (2007): Human land use and patterns of parasitism in tropical amphibian hosts. – *Biological Conservation* 137: 102–116
- NEUMANN, V. & F. MEYER (1994): *Lucilia bufonivora* Moniez, 1876 – ein euryxener Amphibienparasit (Insecta: Diptera: Calliphoridae). – *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin* 70: 331–341.
- PRINKILÄ, M.-L. & I. HANSKI (1995): Complex competitive interactions in four species of *Lucilia* blowflies. – *Ecological Entomology* 20: 261–272.
- ROGNES, K. (1991): Blowflies (Diptera, Calliphoridae) of Fennoscandia and Denmark. – Leiden (Brill) [= *Fauna Entomologica Scandinavica* 24: 1–272].
- SAUNDERS, D. S. & A. BEE (1995): Effects of larval crowding on size and fecundity of the blow fly, *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphorida). – *European Journal of Entomology* 92: 615–622.
- SCHMIEDEHAUSEN, S. (1990): Untersuchungen zur Populationsökologie der Geburtshelferkröte unter besonderer Beachtung des Migrationsverhaltens. – Diplomarbeit Universität Bonn, unveröff.
- SMITH, K. E. & R. WALL (1997): Asymmetric competition between larvae of the blowflies *Calliphora vicina* und *Lucilia sericata* in carrion. – *Ecological Entomology* 22: 468–474.
- SMITH, K. E. & R. WALL (1998): Estimates of population density and dispersal in the blowfly *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). – *Bulletin of Entomological Research* 88: 65–73.
- SPIELER, M. (1990): Parasitologische Untersuchungen an einheimischen Froschlurchen. – *Jahrbuch für Feldherpetologie, Beiheft* 2: 1–170.
- STEVENS, J. & R. WALL, (1997): The evolution of ectoparasitism in the genus *Lucilia* (Diptera: Calliphoridae). – *International Journal for Parasitology* 27: 51–59.
- STRIJBOSCH, H. (1980): Mortality in a population of *Bufo bufo* resulting from the fly *Lucilia bufonivora*. – *Oecologia* 45: 285–286.

- STUBBS, A. & P. CHANDLER (1978): A dipterist's handbook. – *The Amateur Entomologist* 15: 1–255.
- TANAKA, T. (1995): Long-term observations on the molting of a Japanese toad, *Bufo japonicus formosus*. – *Japanese Journal of Herpetology* 16/11: 7–11.
- TAYLOR, S. & D. W. EWER (1956): Moulting in the Anura: The normal moulting cycle of *Bufo regularis* Reuss. – *Proceedings of the Zoological Society of London* 127: 461–478.
- WALL, R. & P. FISHER (2001): Visual and olfactory cue interaction in resource-location by the blowfly, *Lucilia sericata*. – *Physiological Entomology* 26: 212–218.
- WALL, R. & K. M. PITTS (2005): Winter survival of larvae and pupae of the blowfly, *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). – *Bulletin of Entomological Research* 95/3: 179–186.
- ZAVADIL, V. (1997): Zum Parasitismus der Krötengoldfliege (*Lucilia bufonivora* Moniez, 1876) auf Erdkröten (*Bufo bufo*) – Abwehrverhalten und limitierende Faktoren. – *Zeitschrift für Feldherpetologie* 4: 1–12.
- ZUMPT, F. (1965): *Myiasis in Man and Animals in the Old World: A Textbook for Physicians, Veterinarians and Zoologists*. – London (Butterworths).

Eingangsdatum: 20.5.2008