



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Blutsaugende Bremsen in Österreich und ihre medizinische Relevanz“

verfasst von / submitted by

Manuel Vogler

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2019 / Vienna, 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 190 445 423

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Biologie und Umweltkunde
UF Chemie

Betreut von / Supervisor:

ao. Univ.-Prof. Dr. Andreas Hassl

Danksagung

Hiermit möchte ich mich sehr herzlich bei Herrn ao. Univ.-Prof. Dr. Andreas Hassl für die Vergabe und Betreuung dieser Diplomarbeit bedanken. Seine Unterstützung und zahlreichen konstruktiven Anmerkungen waren mir eine ausgesprochen große Hilfe.

Weiters bedanke ich mich bei meiner Mutter Karin Bock, die sich stets verständnisvoll gezeigt und mich mein ganzes Leben lang bei all meinen Vorhaben mit allen ihr zur Verfügung stehenden Kräften und Mitteln unterstützt hat. Ebenso bedanke ich mich bei meiner Freundin Larissa Sornig für ihre engelsgleiche Geduld, die während meiner zahlreichen Bremsenjagden nicht selten auf die Probe gestellt und selbst dann nicht überstrapaziert wurde, als sie sich während eines Ausflugs ins Wenger Moor als ausgezeichneter Bremsenmagnet erwies. Auch meiner restlichen Familie gilt mein Dank für ihre fortwährende Unterstützung.

Zu guter Letzt möchte ich noch jenen Personen meinen Dank aussprechen, die mir an den einzelnen Standorten meiner Untersuchung mit ihrer lokalen Expertise ausgeholfen haben.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	7
1. Begriffsentwicklung.....	9
1.1. Altgriechisch und Latein	9
1.2. Germanischer Sprachraum	10
2. Systematik und Taxonomie der Tabanidae.....	12
3. Morphologie, Physiologie und Life History	14
3.1. Lebenszyklus	14
3.2. Vergleichende und funktionelle Morphologie.....	17
3.2.1 Allgemeiner Körperbau.....	17
3.2.2 Mundwerkzeuge	19
3.2.3 Augen	21
3.3. Physiologie und Verhalten.....	23
3.3.1 Orientierung und Wirtsfindung	23
3.3.2 Funktion des Speichels.....	26
4. Untersuchung zum Auftreten häufiger Bremsenarten in Österreich.....	27
4.1. Zielsetzung.....	27
4.2. Vorbereitende Arbeiten	28
4.3. Sammelmethoden	29
4.4. Durchführung.....	30
4.5. Bestimmungsmethoden	36
4.6. Ergebnisse.....	38
5. Einheimische Arten.....	42
6. Bremsen als Parasiten und Vektoren	72
6.1. Allgemeines	72
6.2. Humanmedizinische Bedeutung	73
6.3. Veterinärmedizinische Bedeutung.....	82

6.4. Überregional bedeutsame, von Bremsen übertragbare Krankheitserreger	90
Literaturverzeichnis.....	91
Bilderverzeichnis.....	121
Zusammenfassung.....	124
Abstract	125

Einleitung

Bremsen sind weltweit verbreitete, meist blutsaugende Insekten aus der Familie der Tabanidae und der Ordnung Diptera. Es sind über 4400 Arten bekannt, wovon die meisten in den Tropen leben. In Österreich konnten bis 2018 65 Arten nachgewiesen werden. Fast allen gemeinsam ist die Notwendigkeit einer Blutmahlzeit, um Nachkommen hervorbringen zu können. Die sonstige Ernährung besteht aus zuckerhaltigen Pflanzensäften.

Die für Bremsen verwendeten Begriffe haben eine lange Entwicklung hinter sich. Die alten Griechen nannten sie etwa *oïstros* oder *myōps* und die Römer *tabanus*, *asilus* oder *oestrus*. Dabei unterschieden sie aber nicht zwischen Bremsen (Tabanidae), Dassel­fliegen (Oestridae) und Raubfliegen (Asilidae). Auch im deutschen Sprachraum wurde lange Zeit keine Unterscheidung getroffen. Mit dem althochdeutschen *bremo*, das sich vom Verb *breman*, was brummen oder summen bedeutet, ableitet, und den Nachfolgebegriffen aus dem Mittelhochdeutschen und Neuhochdeutschen wurden und werden in der Umgangssprache bis heute manchmal sowohl Tabanidae als auch Oestridae als Bremsen bezeichnet. In dieser Arbeit sind mit diesem Begriff stets die Vertreter der Familie Tabanidae gemeint.

Eine erste Systematisierung hielt im 18. Jahrhundert mit Carl von Linné und seinem *Systema Naturae* Einzug. Darin wurde der Begriff *Tabanus* eindeutig jener Tiergruppe zugeordnet, die wir heute als Tabanidae kennen. Trotz der großen Fortschritte in den folgenden Jahrhunderten, in deren Rahmen beispielsweise die Unterfamilien Pangoniinae, Chrysopsinae und Tabaninae geschaffen wurden, bleibt die Systematik der Bremsen ein unvollständiges Werk, an dem aber beständig gearbeitet wird.

Bremsen sind im Allgemeinen robust gebaute Brachyceren, die je nach Art zwischen sechs und dreißig Millimeter lang sind. Gut erkennbar sind beispielsweise die Tabaninae an einem charakteristischen Antennenhöcker, die Chrysopsinae an einem schwarzen Band auf den Flügeln sowie leuchtend grünen, gefleckten Augen und die Pangoniinae an einem oft überlangen Labrum, das die restliche Körperlänge um ein Mehrfaches übersteigen kann. Die Mundwerkzeuge der Weibchen sind stechend-saugend mit messerartigen Mandibeln und stilettartigen Lacinien. Erstere formen gemeinsam mit dem Labrum ein Nahrungsrohr, während das Speichelrohr im Inneren des Hypopharynx verläuft. Das Labium dient als Scheide, in welchem sich die restlichen Mundwerkzeuge die meiste Zeit über befinden.

Die Wirtssuche erfolgt auf größere Distanz mithilfe des ausgeprägten Sehvermögens. Als besonders attraktiv gelten dabei Objekte, die dunkel sind und einen hohen Anteil linear polarisierten Lichts reflektieren. Deswegen werden schwarze Tiere viel öfter gestochen als weiße. Über eine Schichtung der Cornea, die bestimmte Wellenlängen reflektiert, ist es außerdem möglich,

bestimmte Hintergrundfarben auszublenden, beispielsweise das Grün von Büschen, um den farblichen Kontrast zu potentiellen Wirtstieren zu erhöhen. Makroskopisch äußert sich dies in den gut sichtbaren Augenstreifen und -punkten vieler Bremsenarten. Bremsen orientieren sich zusätzlich über Gerüche und verfügen beispielsweise über Rezeptoren für Kohlendioxid, welches von allen Landwirbeltieren über die Ausatemluft abgegeben wird.

Der Stich einer Bremse ist schmerzhaft und blutet nach. Im Gegensatz zu Stechmücken sind sie keine Kapillarsauger (Solenophage), die ein Blutgefäß anstechen, um daraus Blut aufzunehmen, sondern sogenannte Poolfeeder (Telmophage). Das heißt, sie erzeugen mithilfe ihrer mes-serartigen Mandibeln, die sich wie eine Schere auf und zu bewegen, größere Wunden und saugen das austretende Blut auf. Um ein Gerinnen zu verhindern und sich gegen die Immunabwehr des Wirts zu schützen, werden über den Speichel zahlreiche Proteine in die Wunde abgegeben. Die über die Blutmahlzeit gewonnen Proteine werden benötigt, um die Eier zu produzieren, welche die Bremsen meistens in der Nähe von Gewässern ablegen. Nach ein bis zwei Wochen schlüpfen die Larven, welche die nächsten ein bis drei Jahre in mäßig feuchter bis aquatischer Umgebung verbringen, wo sie sich entweder räuberisch oder saprophag ernähren. In Mitteleuropa schlüpfen die adulten Tiere zwischen April und September nach einem Puppenstadium von wenigen Wochen. Diese leben anschließend zwei bis vier Wochen und produzieren nach der Paarung ein bis drei Mal Gelege von 100 bis 1000 Eiern.

Aufgrund ihres beharrlichen Verhaltens während der Wirtssuche und der häufigen Unterbrechung der Blutmahlzeit, da die dabei verursachten Schmerzen naturgemäß zu physischen Abwehrreaktionen führen, eignen sich Bremsen gut als mechanische Überträger von Krankheitserregern. Saugen sie nämlich an einem erkrankten Tier Blut, werden verjagt und setzen die Nahrungsaufnahme an einem anderen, gesunden Tier fort, ist es aufgrund der Blutreste an den Mundwerkzeugen möglich, die entsprechenden Erreger auf das zweite Tier zu übertragen. Während das Risiko der Übertragung von Krankheitserregern durch Bremsen in Mitteleuropa eher gering ist, haben Bremsen vor allem in südlich gelegenen Staaten eine große Bedeutung als mechanischer Vektor. In selten Fällen agieren Bremsen als Zwischen- oder Endwirt von Protozoen sowie Nematoden und sind somit Teil des Lebenszyklus dieser Parasiten.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die heimischen Arten der Familie der Tabanidae (Diptera) sowie ihre medizinische Bedeutung als Blutsauger und Vektoren näher zu beleuchten. In diesen Rahmen fügt sich ebenfalls die im letzten Kapitel beschriebene praktische Untersuchung zu den in verschiedenen Gegenden Österreichs in alltäglicher Umgebung häufig anzutreffenden Bremsenarten.

1. Begriffsentwicklung

1.1. Altgriechisch und Latein

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, gab es sowohl im antiken Griechenland als auch im Römischen Reich keine einheitliche Systematik und Nomenklatur. So wurde beispielsweise begrifflich nicht zwischen den Tabanidae und den Oestridae unterschieden. Die Bezeichnung οἴστρος (oîstros) wurde für beide Gruppen verwendet.

Οἴστρος wurde überdies im metaphorischen Sinne verwendet, beispielsweise als Stich im übertragenen Sinn, etwas, das einen in den Wahnsinn treibt oder in irrsinnige Begierde (Definify 2018). Das ist der wahrscheinlichste Grund, warum dieser Begriff, der seinen Ursprung in der indogermanischen Ursprache haben dürfte und in ähnlicher Form auch in heutigen Sprachen noch Verwendung findet (dict.cc 2019), auf die Bremse ausgeweitet wurde. Als Adjektiv entwickelte sich daraus das Wort οἴστροπλήξ (oîstroplēx), was so viel bedeutet wie von einem Stich gequält werden, rasend oder inbrünstig (Papavero 1977).

Viele Autoren verwenden synonym zu οἴστρος, also wieder ohne zwischen Tabanidae und Oestridae zu unterscheiden, den Begriff μύωψ (myōps). Dies ist beispielsweise in einem Vers aus Der gefesselte Prometheus der Fall. Manche Literaturwissenschaftler vertreten die Ansicht, dass μύωψ die gemeinhin verbreitetere Bezeichnung war, während οἴστρος vor allem in der Literatur Verwendung fand (Kitchell 2014).

Im 4. Jahrhundert unternahm Aristoteles in seiner *Historia Animalium* einen ersten Anlauf einer Systematik der damals bekannten Tierwelt mit dem vorrangigen Ziel, die Unterschiede der einzelnen Tiere zu bestimmen und deren Ursachen anschließend näher zu ergründen. Dabei nannte er als Beispiele für Dipteren, die ihre „Stacheln vorn“ (Arist., *Hist. Anim.*, kommentierte Fassung, S. 229) haben, μυῖα (myia), μύωψ, οἴστρος und ἐμπίς (empis). Während es sich bei den μυῖαι und ἐμπίδες höchstwahrscheinlich um Culicidae handelt, wobei er erstere unter anderem als Allesfresser bezeichnet, dürften οἴστρος und μύωψ Bezeichnungen für verschiedene Tabanidae sein, die Aristoteles nach ihrer Entstehung unterscheidet: Οἴστροι entwickeln sich laut ihm aus kleinen Tieren, die auf der Wasseroberfläche leben und μύωπες entstehen in Holz. Beide ernähren sich ausschließlich von Blut, an das sie gelangen, indem sie die Haut von Vierbeinern durchstechen. Und während alle anderen Insekten im Herbst dadurch zugrunde gehen, dass ihre Flügel schrumpfen, entwickelt der μύωψ Wassersucht in den Augen (Aristoteles, *Hist. anim.*). Zusätzlich bezeichnet Aristoteles mit οἴστρος noch einen unbekanntem Vogel sowie einen Thunfischparasiten (Arist., *Hist. Anim.*, kommentierte Fassung 2013).

Unter den Römern gestaltete sich die Nomenklatur schließlich noch komplizierter. Denn es waren nicht nur die griechischen Begriffe οἴστρος und μύωψ sowie latinisierte Versionen in Verwendung, sondern auch tabanus und asilus. Als besondere Schwierigkeit kommt hinzu, dass beispielsweise Plinius der Ältere (23 bis 79 n. u. Z.) und Columella (4 bis 70 n. u. Z.) selbst männliche Bienen oestrus nennen. Für Plinius sind tabanus und asilus völlig gleichwertige Synonyme. Seneca (1 bis 65 n. u. Z.) hingegen, der ungefähr zur selben Zeit lebte, beklagte sich in einem seiner Briefe an Lucilius über die Spracharmut der Römer („Quanta verborum nobis paupertas, immo egestas sit, numquam magis quam hodierno die intellexi.“ Sen. epist. 58) und nennt asilus als verloren gegangene oder selten verwendete lateinische Entsprechung für οἴστρος bzw. oestrus. Dies war für ihn eine Fliege, die Weidevieh im Wald in die Flucht treibt, wobei er als Quelle Vergil zitiert. Wie bei den Griechen wurden Oestridae nicht von den Tabanidae unterschieden und die parasitischen Larven ersterer („vermiculi“; Plinius d. Ä., Nat. Hist., XI, xlix) nicht mit den Imagines in Verbindung gebracht (Papavero 1977).

Diese Sprachverwirrung hielt im Grunde bis zur Systematisierung Linnés an, da von vielen Autoren auf antike Quellen zurückgegriffen wurde (Papavero 1977). Erst Linné legte die Verwendung der Begriffe Asilus, Oestrus und Tabanus (Linnaeus 1758) so fest wie sie heute noch im naturwissenschaftlichen Diskurs in Verwendung sind (Papavero 1977).

1.2. Germanischer Sprachraum

Nicht weniger als bei den alten Griechen und Römern herrscht auch in der deutschen Sprache eine sehr uneinheitliche Nomenklatur vor. Während Bremse der in der Standardsprache dominante Terminus ist, sind je nach Region verschiedene umgangssprachliche Namen üblich, beispielsweise Breme/Bräme, Brahma (ostarrichi.org 2011), Brem(m)a (ostarrichi.org 2008) und Goß (Schadauer 1980) in Österreich, Süddeutschland und Teilen der Schweiz sowie Dase und Blinder Kuckuck in Nord-, respektive Westdeutschland (Krünitz 1858).

Zusätzlich gibt es noch regionale Bezeichnungen für besonders verbreitete Bremsenarten. *Haematopota pluvialis*, vor allem als Regenbremse bekannt, wird ebenso Blinde Fliege, Faulstich und Gewitterbremse genannt. Hierbei wird jedoch nicht genau differenziert, sondern hauptsächlich kleine (v.a. *Haematopota*) und große Gattungen (v.a. *Tabanus*) unterschieden. In manchen Regionen werden selbst Oestridae (Dasselfliegen) als Bremsen oder Brämen bezeichnet bzw. Tabanidae als Dasen (Krünitz 1858). Dieser Umstand ergibt sich aus der Begriffsgeschichte. Die althochdeutsche Bezeichnung bremo, brema oder brimissa, abgeleitet vom Verb breman, was brummen oder summen bedeutet, stand für beide Gruppen. Erst im 16. Jahrhundert wurde das aus dem Niederdeutschen stammende Wort Bremse in das Hochdeutsche übernommen und ersetzte so den mittelhochdeutschen Ausdruck breme (Köbler 2014a, 2014b).

In der folgenden Abbildung ist die Bremsenbegriffsentwicklung im germanischen Sprachraum kurz und grob zusammengefasst:

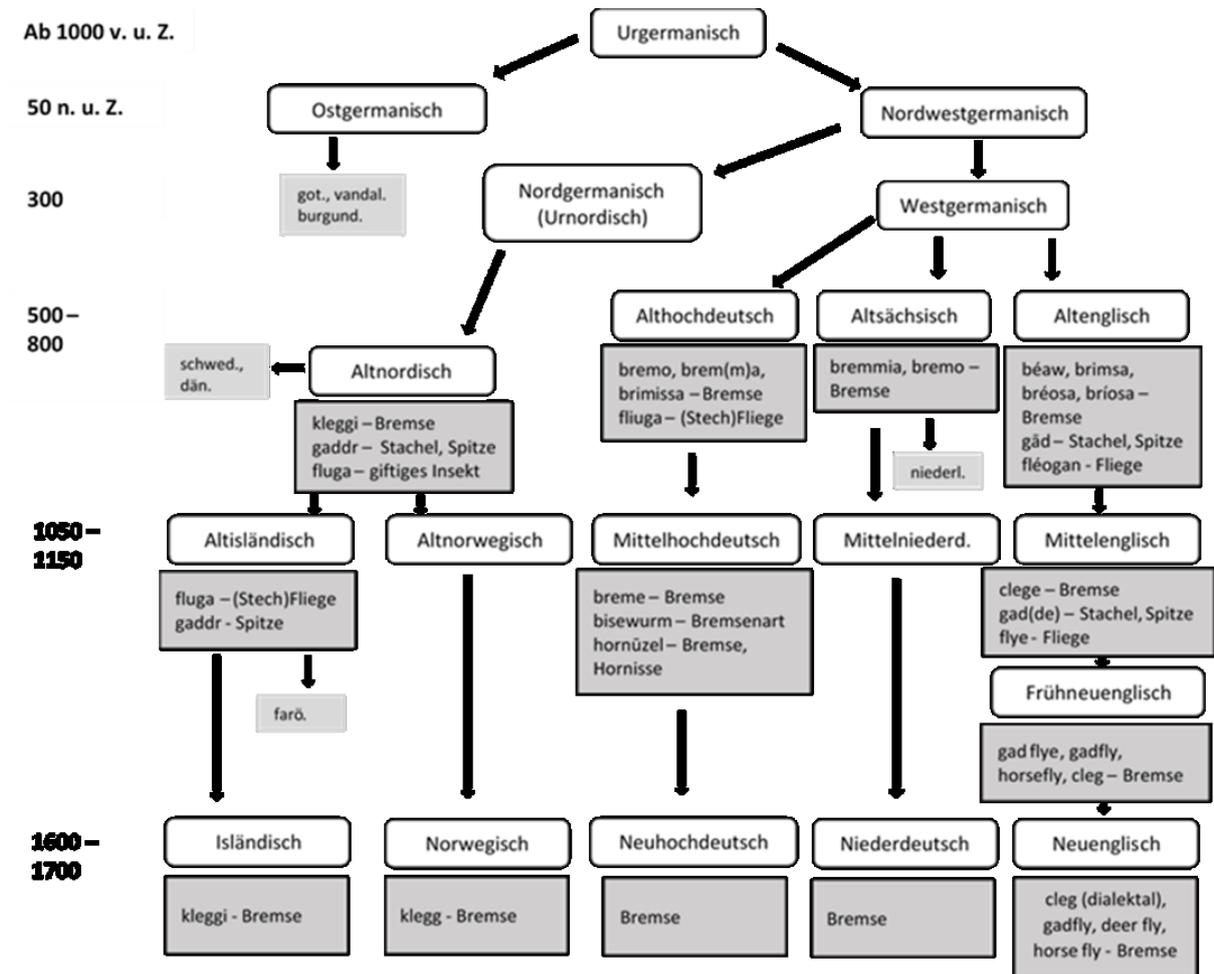


Abb. 1: Kurze Darstellung der Bremsenbegriffsgeschichte (in Anlehnung an Speyer 2007, S. 22; Begriffsquellen: dict.cc 2017, dict.cc 2017a, Köbler 2003, 2014, 2014a, 2014b, 2014c, LEME 2017, Mayhew & Skeat 1888, Zoëga 1910).

2. Systematik und Taxonomie der Tabanidae

Die Familie der Tabanidae umfasst laut Stand 2011 156 Gattungen sowie 4434 Arten (Pape et al. 2011). Aktuellere Zahlen sind nicht bekannt, da aber jedes Jahr zahlreiche neue Arten (und zuweilen auch neue Gattungen) beschrieben werden (z.B. Al-Talafha et al. 2017, González 2017, Henriques & Carmo 2017, Lima & Krolow 2017), liegen sie wahrscheinlich um einiges höher. 65 Arten sind in Österreich heimisch. Weitere 28 Arten leben in angrenzenden Regionen und könnten somit auch hierzulande angetroffen werden (Mally 1989).

Innerhalb der Diptera, welche sich aus ungefähr 150 Familien zusammensetzen, werden die Tabanidae den basalen Brachycera zugeordnet, wo sie der Teilordnung Tabanomorpha und der Überfamilie Tabanoidea (Wiegmann & Yeates 2005), welche sich durch einen Giftkanal in den Mandibeln der Larvenstadien auszeichnen, angehören (Sinclair 1992). Die Position innerhalb der Diptera wird durch folgende Grafik verdeutlicht:

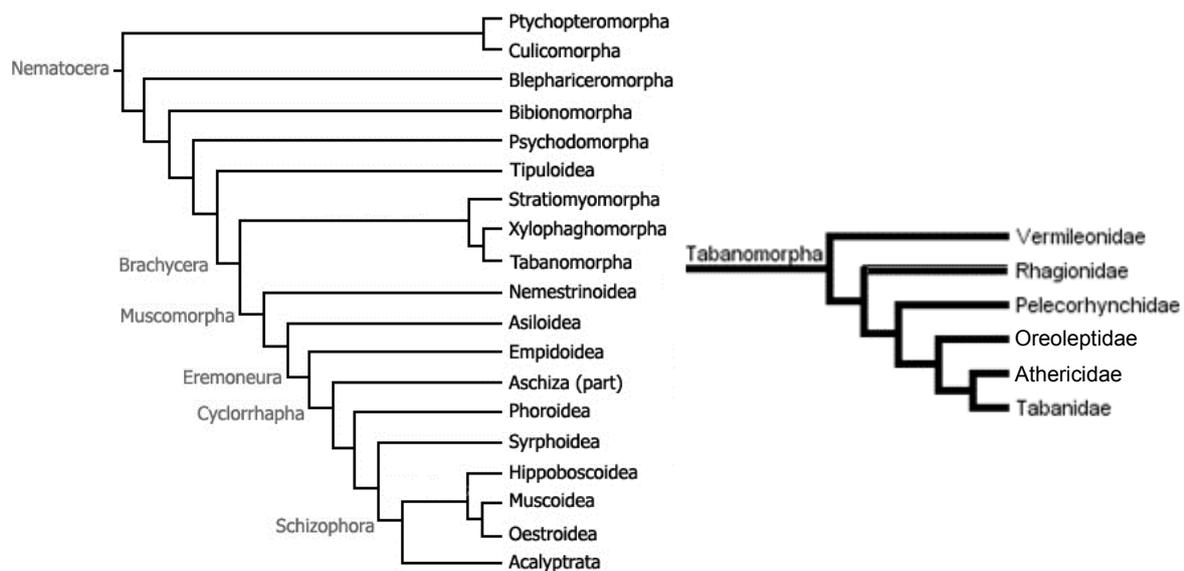


Abb. 2: Phylogenetische Systematik der Diptera und der Tabanomorpha. Grafiken verändert nach Illinois National History Survey (INHS) (2017) und Tree of Life web project (2004).

Während die Definition der Ordnung und die Abgrenzung der Tabanidae innerhalb dieser angesichts der als gesichert geltenden Monophylie der Familie mittlerweile eindeutig sind, gestalten sich die innerfamiliären Beziehungen aufgrund der morphologischen Diversität deutlich schwieriger (Mackerras 1954, Morita 2008, Morita et al. 2016).

In den letzten Jahren wurden einige phylogenetische Studien veröffentlicht, die zwar meist keine neue Systematik propagierten, jedoch Daten zur Monophylie der bestehenden Taxa liefern (z.B. Morita 2008, Lessard et al. 2013, Wiegmann et al. 2000). Die bisher umfangreichste

Arbeit (Morita et al. 2016) verglich drei chromosomale sowie ein mitochondriales Gen von 110 Arten, welche alle akzeptierten Tribus der Tabanidae sowie einige Arten anderer Familien innerhalb der Tabanomorpha umfassten. Die Autoren schlossen aus den erhaltenen Daten, dass die Tabaninae und Pangoniinae mit hoher Wahrscheinlichkeit monophyletisch sind, die Chrysopsinae allerdings paraphyletisch, etwas, das Morita (2008) bereits zuvor angenommen hatte. Die Tribus Philolichini, Scionini (ohne die Gattung Goniops), Chrysopsini, Rhinomyzini und Haematopotini sind ebenfalls monophyletisch, genauso die Gattungen *Chrysops* und *Hybomitra* (Tabanini). Die Rhinomyzini dürften ferner die Schwestergruppe der Tabaninae sein. Die artenreichen Gattungen *Tabanus* (Tabanini), *Silvius* (Chrysopsini), *Esenbeckia* (Pangoniini) und *Dasybasis* (Diachlorini) sind nicht monophyletisch, die Bouvieromyiini polyphyletisch. Die Gattung *Adersia* wurde außerdem innerhalb der Chrysopsini platziert. Überdies bestätigten sich die Athericidae als Schwestergruppe der Tabanidae.

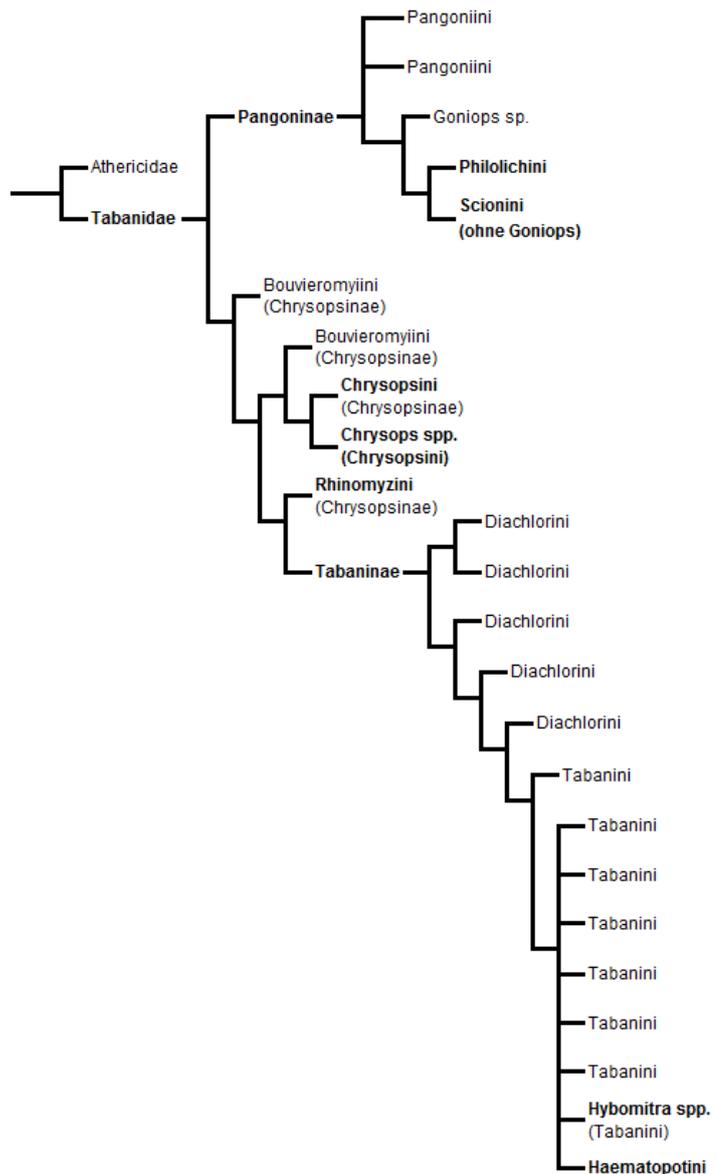


Abb. 3: Vereinfachende grafische Zusammenfassung der Ergebnisse von Morita et al. 2016. Fett gedruckte Taxa sind monophyletisch.

Die artenreichen Gattungen *Tabanus* (Tabanini), *Silvius* (Chrysopsini), *Esenbeckia* (Pangoniini) und *Dasybasis* (Diachlorini) sind nicht monophyletisch, die Bouvieromyiini polyphyletisch. Die Gattung *Adersia* wurde außerdem innerhalb der Chrysopsini platziert. Überdies bestätigten sich die Athericidae als Schwestergruppe der Tabanidae.

Trotz aller Fortschritte ist nach momentanem Stand noch kein globales System vorhanden. So unterscheiden sich etwa die Definitionen der Gattungen teilweise von Kontinent zu Kontinent. Dies hat zur Folge, dass eine südamerikanische Art der Gattung *Tabanus*, in Europa gefangen und bestimmt, möglicherweise nicht wieder derselben Gattung zugeordnet werden würde (Morita et al. 2016).

3. Morphologie, Physiologie und Life History

3.1. Lebenszyklus

Seinen Anfang nimmt das Leben einer Bremse als Ei. Ein Weibchen legt zwischen 100 und 1000 davon, meist auf die Unterseite von Grashalmen oder den Blättern anderer Pflanzen. Dieser Vorgang dauert zwischen 3 und 60 Minuten. Der Ort der Eideponierung ist oftmals artspezifisch und hängt von der Lebensweise der Larven ab. So kann die Eiablage unter anderem an den Rändern stehender oder fließender Gewässer, in trockenen, steppenartigen Gebieten, Salzwiesen, Mooren, an Stränden, am Waldboden oder in Astlöchern erfolgen. Im Falle aquatischer Larven werden die Eier auf der Unterseite der Gewässer überhängender Vegetation abgelegt. Generell lässt sich sagen, dass *Tabanus*-Arten feuchte Böden in der Nähe von Gewässern bevorzugen, *Haematopota*-Arten trockenere, aber immer noch feuchte Böden und *Chrysops*-Arten schlammig-modrigen Untergrund. Natürlich gibt es auch Ausnahmen, so die in Österreich beheimateten xerophilen Arten *Tabanus bifarius*, *T. quatuornotatus* und *T. promesogaeus*. Bis die Larven schlüpfen, vergehen ein bis zwei Wochen, wobei Temperatur und Luftfeuchtigkeit eine große Rolle spielen. Niedrige Werte wirken sich hierbei negativ aus (Chainey 1993, Lehane 2005, Mally & Kutzer 1984, Thomson 1986).

Kurz nach dem Schlüpfen häutet sich die Larve zum ersten Mal. Insgesamt werden zwischen 4 und 13 Larvenstadien durchlaufen. Diese Zahl kann sogar innerhalb derselben Art variieren, beispielsweise mit 7 bis 10 im Falle von *Haematopota pluvialis*. Je nach Autor erfolgt die erste Nahrungsaufnahme im zweiten oder dritten Larvenstadium. Der Großteil aller Arten ist karnivor und jagt aktiv kleine Invertebraten, welche sie durch Abgabe eines Paralytikums über ihre Mandibeln zu lähmen imstande sind. Kannibalistisches Verhalten wurde genauso beobachtet, was generell eine vergleichsweise geringe Larvendichte im Boden zur Folge hat (maximal zehn Tiere pro m² bekannt), was aber immer noch zu einer hohen Anzahl adulter Bremsen führen kann. Larven der Gattung *Chrysops* hingegen werden durchwegs als saprovor beschrieben, obwohl die Mundwerkzeuge eine ebenso karnivore Lebensweise vermuten ließen. Bremsenlarven halten sich im Allgemeinen in den ersten 15 cm des Bodens auf (Chainey 1993, Lehane 2005, Mally & Kutzer 1984, Pechuman & Teskey 1981, Thomson 1986).

Gemeinsam haben Bremsenlarven ein äußerst aggressives Verhalten gegenüber jeglicher potentiellen Beute. Jackman et al. (1983) beschreiben beispielsweise, wie es mehreren Larven von *Tabanus punctifer* gelingt, kleine Kröten zu töten. Diese und andere aquatische Arten der Tabanini sind dafür bekannt, auch Menschen zu attackieren, wenn sie mit ihnen in Kontakt kommen (BugGuide 2005, Chainey 1993, Thomson 1986).

Die Larvalperiode dauert in gemäßigten Klimazonen ein bis zwei, im Extremfall (*Tabanus calens*) drei Jahre. Diese Zeitspanne ist aber selbst innerhalb einer Art variabel und lässt sich auf die jeweiligen Lebensbedingungen zurückführen: Schaffen es die Larven nicht, ein bestimmtes Entwicklungsstadium zu erreichen, gehen sie in den wärmeren Monaten in eine Diapause. Diese dient der Überbrückung einer Nahrungsknappheit, da sich die Anneliden während dieser Zeit in tiefere Bodenschichten zurückziehen und endet mit sinkenden Temperaturen wieder. Dass ein Teil der Larven erst ein Jahr später das Imaginalstadium erreicht, erweist sich bei schwankenden Umweltbedingungen als Vorteil, da sie während schlechter Zeiten nicht einen Großteil der Population verlieren. In Österreich wird durchwegs von univoltinen Populationen ausgegangen. In tropischen Gebieten hingegen sind zwei bis drei Generationen pro Jahr üblich. Die Populationsdichte ist allerdings ebenfalls saisonalen Fluktuationen unterworfen, mit geringeren Werten während der Trockenzeit (Chainey 1993, Lehane 2005, Mally & Kutzer 1984, Thomson 1986).

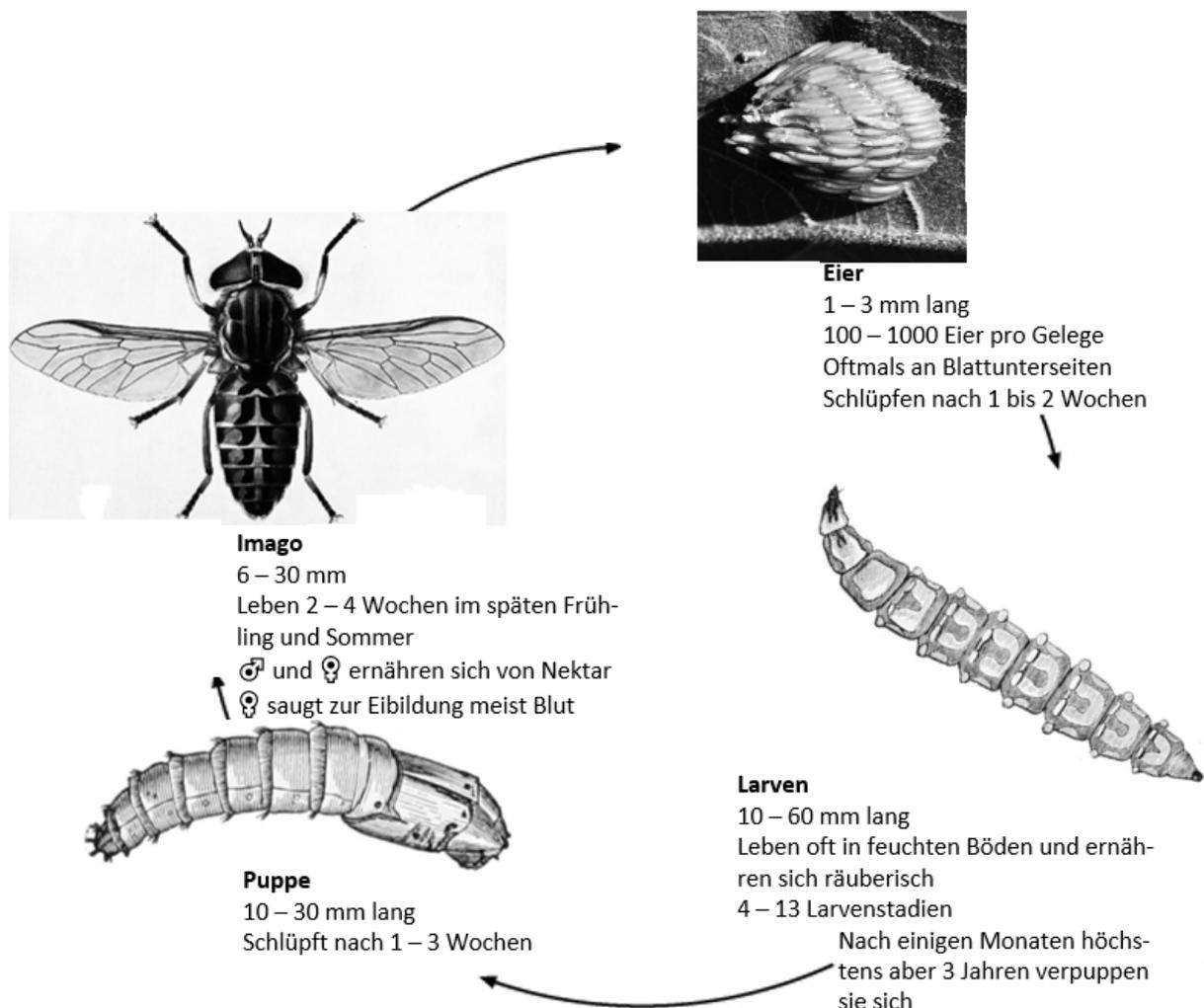


Abb. 4: Lebenszyklus der Bremsen (Bilder: Eier: Katja Schulz, CC BY 2.0; Larve und Puppe: Unbekannter Urheber, gemeinfrei; Imago: A. J. E. Terzi, CC BY 4.0)

Vor der Verpuppung begeben sich die Larven zumeist in trockenere Bereiche. Das Puppenstadium dauert anschließend 1 bis 3 Wochen, je nach Temperatur. Während dieser Zeit sind die Puppen zu eingeschränkter Bewegung fähig, was sie dazu nutzen, um sich kurz vor dem Schlüpfen in Oberflächennähe zu begeben. In Mitteleuropa erfolgt die Verpuppung meist im Frühling (Chainey 1993, Lehane 2005, Mally & Kutzer 1984).

Ungefähr eine Stunde nach dem Schlüpfen, was in Österreich von April bis September geschieht, sind die Imagines flugfähig. Die Männchen versammeln sich sogleich in Schwärmen von unter hundert Tieren und verharren ähnlich den Schwebfliegen in der Luft, um auf paarungsbereite Weibchen zu warten. Die Position dieser Schwärme ist unterschiedlich. Teilweise kommen sie über dem Ort des Schlüpfens zusammen, teilweise in der Nähe potentieller Wirte der Weibchen, um nur zwei Beispiele zu nennen. Nähert sich ein Weibchen, wird es sogleich von mehreren Männchen verfolgt, bis sich eines von ihnen durchsetzt und das Weibchen noch in der Luft abfängt, wo die Paarung beginnt, welche am Boden fortgesetzt wird und fünf bis zehn Minuten dauert (Mally & Kutzer 1984, Pechuman & Teskey 1981, Thomson 1986).

Nicht alle Bremsenweibchen bedürfen vor ihrer ersten Eiablage einer Blutmahlzeit. Bei manchen Arten reichen die während der Larvenzeit angelegten Fettkörper in den meisten Fällen aus, wie beispielsweise bei *Haematopota pluvialis*, *H. crassicornis* und *Heptatoma pellucens*, weswegen sie als autogen bezeichnet werden. Arten wie *Tabanus bromius* und *T. sudeticus* hingegen sind meist anautogen und müssen immer eine Blutmahlzeit zu sich nehmen bevor sie Eier legen können. Dies ist auch bei den autogenen Arten nach der ersten Eiablage der Fall. Sowohl Männchen als auch Weibchen ernähren sich ansonsten von zuckerhaltigen Pflanzensäften (Krčmar & Marić 2010, Pechuman & Teskey 1981).

Gu et al. (2014) beobachteten überdies zahlreiche Exemplare von *Tabanus sudeticus*, die sich über längere Zeit an Rothirsch- und Wisentkadavern gütlich taten. Ob dem eine Verwechslung mit lebenden Tieren zugrunde lag oder Bremsen ebenso auf solche Nahrungsquellen zurückzugreifen imstande sind, konnte allerdings nicht festgestellt werden.

Die Imagines leben zwei bis vier Wochen und durchlaufen in dieser Zeit zwei bis drei gonotrophische Zyklen. In Mitteleuropa erfolgt vier bis sieben Tage nach der Blutaufnahme die Eiablage (in kälteren Regionen entsprechend länger, acht bis dreizehn Tage). Die Anzahl der Eier schwankt mit der aufgenommenen Menge an Blut (Chainey 1993, Krčmar & Marić 2010, Mally & Kutzer 1984, Thomson 1986).

Art und Zahl der Fressfeinde unterscheiden sich nicht wesentlich von jenen anderer Dipteren. Adulte und Larven können sowohl Vögeln, räuberischen Insekten als auch Nagetieren zum Opfer fallen. Subadulte Stadien sehen sich außerdem einem breiten Spektrum von Parasitoiden

(verschiedene Hymenoptera und Diptera) und parasitischen Nematoden, Pilzen und Bakterien ausgesetzt, welche eine Population signifikant reduzieren können (Chainey 1993).

3.2. Vergleichende und funktionelle Morphologie

3.2.1 Allgemeiner Körperbau

Die spindelförmigen Eier sind 1 bis 3 mm lang und ungefähr ein Viertel breit wie lang. Sie werden vom Weibchen in symmetrischer, oft mehrschichtiger Anordnung, die je nach Art und Substrat unterschiedlich sein kann, befestigt. Während sie anfangs noch weiß sind, verfärben sie sich nach einiger Zeit grau-braun bis schwarz (Mullens 2009, Pechuman & Teskey 1981). Die gelblich-weißen, selten grau bis braunen Larven sind meist zylindrisch und 12 bis 60 mm lang. Jene der Chrysopsinae und Tabaninae laufen an den Enden spitz zu, während bei den Pangoniinae an beiden Enden Verdickungen unterschiedlicher Ausprägung auftreten. Die längliche, sich nach vorne verjüngende Kopfkapsel ist vollständig einziehbar und trägt ein Antennenpaar mit jeweils drei Segmenten. Das nach unten gebogene Labrum steht mittig, Maxillen mit Maxillarpalpen sind ebenso vorhanden. Am hervortretendsten sind jedoch die beiden hakenförmigen Mandibeln, die innerlich einen Giftkanal beherbergen und mit subdorsalen Borsten verbunden sind, welche beim Fressvorgang aufgestellt werden, um den Kopf beim Niederschnellen der Mandibeln im Beutetier zu verankern (Chainey 1993, Pechuman & Teskey 1981). Der aus drei Thorakal- und acht Abdominalsegmenten bestehende Körper besitzt keine vorspringenden Anhänge, bei den Tabaninae und Chrysopsinae tragen aber die ersten sieben Abdominalsegmente jeweils drei oder vier paarweise angeordnete einziehbare Pseudopodien (dorsal, lateral, ventral, eventuell ventrolateral) mit Hakenkränzen. Bei den Pangoniinae sind es nur die ersten fünf Abdominalsegmenten. Zudem kann eine variable, artspezifische, dichte, feine Behaarung (Mikropubeszenz) auftreten, oft entlang der Segmentgrenzen. Die Atmung erfolgt ausschließlich über ein Hinterstigma (metapneustisch), im Falle der Tabaninae und Chrysopsinae oft in Form eines Atemrohrs (Chainey 1993, Mullens 2009, Pechuman & Teskey 1981). Die ebenso großteils zylindrischen, meist braunen Mumienpuppen (Pupa obtecta) sind 9 bis 35 mm lang und nach dorsal gebogen. Der große Kopf, Thorax, Abdomen sowie Bein- und Flügelscheiden sind gut erkennbar, wobei zwei Thorakal- und acht Abdominalsegmente sichtbar sind. Die Abdominalsegmente 2 bis 7 tragen jeweils dreigeteilte kurz bestachelte Säume entlang der Segmentgrenzen. Das Analsegment endet schließlich in einem Aster aus ein bis drei paarigen, spitz zulaufenden sklerotisierten Höckern (Chainey 1993, Kröber 1925, Pechuman & Teskey 1981).



Abb. 5: Weibchen (oben) und Männchen (unten) (Oberes Bild: Karen Perez, gemeinfrei; Unteres Bild: Michael Hanselmann, CC BY-SA 3.0)

Auf den ersten Blick entspricht die Morphologie der adulten Brem- sen weitgehend dem allgemeinen Habitus der Brachyceren, trotz- dem lassen sich viele Arten dieser Familie ohne großen Aufwand als solche erkennen. Der meistens graue, braune oder schwarze mit variablen Zeichnungen versehene Körper der Imagines ist gedrun- gen, 6 bis 30 mm lang und die Unterscheidung von Kopf, Thorax sowie Abdomen gut möglich (Chainey 1993).

Der orthognathe Kopf und die oftmals in verschiedenen Farben schillernden Augen sind vergleichsweise groß. Bei den Männchen stoßen die beiden Augen mittig zusammen und bei den Weibchen sind sie durch die Frons getrennt. Ocellen können normal ausge- prägt, als Rudiment vorhanden sein oder vollständig fehlen (Dett- ner & Peters 2003, Mullens 2009).

Die nach vorne gestreckten Antennen treten deutlich hervor und setzen sich aus Scapus, Pe- dicellus und Flagellum zusammen. Der Scapus kann in verschiedenen Formen auftreten, von klein und schmal bis lang und stark verdickt. Der Pedicellus fällt im Allgemeinen kurz aus. Die Basis des Flagellums ist oft vergrößert und weist bei vielen Tabaninae einen zahnartigen Fort- satz auf. Darauf folgen zwei bis acht weitere Flagellomere (Annuli) (Kröber 1925, Pechuman & Teskey 1981).

Der Maxillarpalpus besteht aus zwei Segmenten, von denen das basale bei den Weibchen typi- scherweise klein, das zweite hingegen lang, vergrößert und nach unten gekrümmt ist. Der Ma- xillarpalpus der Männchen ist insgesamt von geringer Größe. Die übrigen stilettartigen Mund- werkzeuge der Weibchen sind starr und rigide, darauf ausgelegt selbst die dicke Haut großer Huftiere zu durchdringen. Bei den Männchen fehlen die Mandibeln (Mullens 2009, Pechuman & Teskey 1981).

Der Thorax, bedingt durch die stark ausgeprägte Flugmuskulatur ist vergleichsweise groß, das Scutellum unbewehrt. Ein kennzeichnendes Merkmal der Tabanidae ist zudem eine markante Ausformung eines notopleuralen Lobus. Die Beine sind in Relation zur Körperlänge kurz. Die Tibia des zweiten Beinpaars trägt einen Apikalsporn, welcher am dritten nicht immer vorhan- den ist. Der Prätarsus setzt sich aus jeweils zwei Krallen und zusätzlichen Haftenrichtungen in Form eines membranös lappenförmig ausgebildeten Empodiums und paarig angelegter Pulvil- len zusammen (Dettner & Peters 2003, Kröber 1925, Mullens 2009, Pechuman & Teskey 1981).

Das vordere Flügelpaar ist breit und das hintere, typisch für Dipteren, zu Halteren reduziert. Die Aderung innerhalb der Familie ist großteils einheitlich, geringe Abwandlungen sind allerdings möglich. Ein charakteristisches Merkmal ist die Gabelung der Adern R_4 und R_5 , welche so die Flügelspitze Y-förmig umschließen. R_4 kann weiters einen rückläufigen Anhang haben. Zusätzlich weisen die Flügel große Thorakalschüppchen (Squamula thoracalis) und vor allem bei den Chrysopsinae und den Haematopotini oft verschiedenartige Musterungen in wechselnder Intensität auf. Bei ersteren sind diese gebändert, bei zweiteren eher gesprenkelt. Ruhend liegen die Flügel entweder flach und einander partiell überlagernd (z.B. *Chrysops* spp. und *Tabanus* spp.) oder dachartig (z.B. *Haematopota* spp.). Die Flügelspannweite kann bei den größten Arten bis zu 65 mm betragen (Chainey 1993, Kröber 1925, Lehane 2005, Pechuman & Teskey 1981).

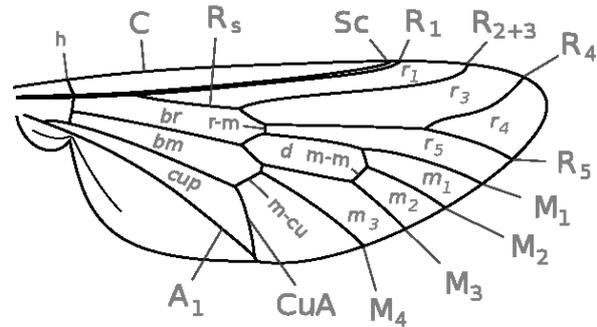


Abb. 6: Typische Flügeladerung einer Bremse (Bild: Giancarlo Dessi, CC BY-SA 3.0)

Das Abdomen ist generell eher breit mit sieben sichtbaren Segmenten. Tatsächlich vorhanden sind bei den Weibchen zehn und bei den Männchen neun. Ebenso wie der Thorax ist das Abdomen oft charakteristisch gemustert, was bei einigen Arten zur Identifikation beitragen kann, bei wieder anderen aber selbst innerhalb derselben Art variiert. Die Terminalia sind im Normalfall bei beiden Geschlechtern unauffällig (Chainey 1993, Mullens 2009).

3.2.2 Mundwerkzeuge

Die beißend-kauenden Mundwerkzeuge gelten innerhalb der Klasse der Insekten als ursprünglich. Illustriert werden diese meistens am Beispiel von *Periplaneta americana* und sind wie folgt aufgebaut:

Unterhalb des Clypeus befindet sich das plattenförmige, unpaare Labrum, welches den Mundraum anterior zu den übrigen Bestandteilen abschließt. Dessen ventrale Seite wird vom Epipharynx ausgekleidet. Posterior dazu liegen die kräftigen, sklerotisierten paarigen Mandibeln, welche die Funktion sich gegeneinander bewegenden Kauleisten haben und dem Beißen sowie Kauen dienen. Die folgenden paarigen Maxillen setzen sich aus mehreren Teilen zusammen. Dies beginnt basal mit dem Cardo und dem Stipes. An zweiteren schließen der mehrgliedrige Maxillarpalpus als auch die Galea und die Lacinia an. Während der Palpus unter anderem Sinnesfunktion ausübt, sind Galea und Lacinia vor allem am Kauvorgang beteiligt und können eine Form ähnlich den Mandibeln, wenn auch weit weniger kräftig, aufweisen. Posterior zu den

Maxillen liegt als Abschluss das Labium. Dieses ist zwar ursprünglich ebenfalls paarig angelegt, aber zu einem großen Teil verwachsen. Es setzt sich aus dem basalen Postmentum, dem darauffolgenden Prämentum und den Anhängen von zweiterem zusammen. Dabei handelt es sich von lateral nach medial um die paarigen Labialpalpen, in der Regel kleiner als die Maxillarpalpen, die paarigen Paraglossae und die mittig sitzende unpaare Glossa. Eine wichtige Funktion erfüllt außerdem der membranöse, zungenähnliche Hypopharynx. Dieser teilt die Mundhöhle in Cibarium sowie Salivarium und hilft bei der Nahrungsaufnahme (Dettner & Peters 2003).

Davon abgeleitet sind die homologen stechend-saugenden Mundwerkzeuge der weiblichen Bremsen. An diesen finden sich, in anderer Form, dieselben Bestandteile wieder. Der Aufbau verhält sich ähnlich wie bei den Stechmücken (Culicidae), allerdings ist der tabanide Stechrüssel wesentlich breiter und kürzer (Dettner & Peters 2003, Krenn & Aspöck 2012).

Das Labrum ist hier rinnenförmig und begrenzt die Mundwerkzeuge wiederum anterior. Der

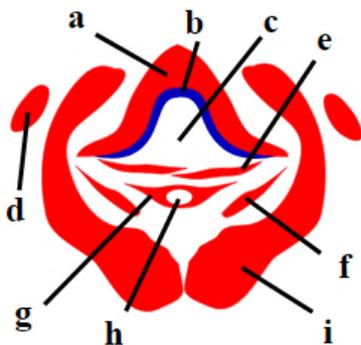


Abb. 7: Querschnitt der Mundwerkzeuge einer weiblichen Bremse: a. Labrum, b. Epipharynx, c. Nahrungrohr, d. Maxillarpalpen, e. Mandibeln, f. Lacinien, g. Hypopharynx, h. Speichelrohr, i. Labellum (Labium) (Bild: Giancarlo Dessì, CC BY-SA 3.0)

Epipharynx erscheint im Querschnitt Ω -förmig und überzieht das Innere der nach posterior offenen Rinne, welche als Nahrungsrohr fungiert. Apikal finden sich überdies Sinnesorgane unbekannter Funktion. Da er relativ stumpf ist, eignet er sich nicht zum Stechen (Bonhag 1951, Karolyi et al. 2014, Krenn & Aspöck 2012).

Das Nahrungsrohr wird von den nachfolgenden, etwas kürzeren Mandibeln bedeckt. Um dieses geschlossen zu halten, presst der Musculus clypeo-labralis das Labrum gegen die Mandibeln. Diese sind klingenförmig und überlappen einander. Apikal und an der distalen Hälfte der medialen Schneide tragen sie zahlreiche kleine Zähne (ca. 2 μ m). An der Basis weisen die Mandibeln zudem jeweils einen lateralen und einen medialen Fortsatz auf. (Bonhag 1951, Karolyi et al. 2014, Krenn & Aspöck 2012).

Posterior folgt der ebenfalls langgezogene, flache, sklerotisierte Hypopharynx. Dieser enthält zentral gelegen das Speichelrohr (Karolyi et al. 2014, Krenn & Aspöck 2012).

Die Maxillen sind basal wieder unterteilt in Cardo sowie Stipes, welche aber diesmal verschmolzen sind und eine Krümmung nach lateral aufweisen. Der Stipes trägt den großen zweigliedrigen Maxillarpalpus, der lateral zu den restlichen Mundwerkzeugen liegt und die stilettartige Lacinia. Möglicherweise handelt es sich beim 1. Palpussegment um den Palpifer. Die Lacinien sind etwa so lang wie die Mandibeln und der Hypopharynx. Im distalen Drittel sind

sie zudem lateral gezahnt und medial beborstet. Apikal finden sich zahlreiche kräftige Widerhaken (Bonhag 1951, Karolyi et al. 2014, Krenn & Aspöck 2012).

Wie bei den meisten Brachyceren bildet das Labium eine Scheide, die die restlichen Mundwerkzeuge im Ruhezustand fast gänzlich umschließt, und endet in zwei gut ausgeprägten Labellen (Bonhag 1951, Karolyi et al. 2014, Krenn & Aspöck 2012).

Bei den Pangoniinae kann das Prämentum des Labiums extrem verlängert sein und bildet, über die anderen Mundwerkzeuge hinausgehend, ein eigenes, rundum verschlossenes Nahrungsrohr, über das Nektar aufgenommen wird. Zum Blutsaugen wird das Labium zur Seite geklappt, um die Stechwerkzeuge zu exponieren. Bei manchen Arten (z.B. *Philoliche longirostris*) kann das Labium ein Mehrfaches der Körperlänge ausmachen (Karolyi et al. 2014).

Im Anschluss an das Nahrungsrohr folgen die Cibarialpumpe und die Pharyngealpumpe. Die über das Speichelrohr abgegebene Flüssigkeit stammt aus der ventral zum Verdauungsgang liegenden Speicheldrüse (Bonhag 1951). Laut Mally (1983) sind Bremsen zudem fähig, Darmflüssigkeit abzugeben, um feste Zucker darin zu lösen und anschließend wieder aufzusaugen.

Bei den Männchen sind die Mandibeln laut Bonhag (1951) komplett abwesend, Snodgrass (1944) hingegen schreibt, dass diese noch rudimentär vorhanden sind. Zudem fehlt der Cardo und der Stipes ist stark reduziert. Der Maxillarpalpus ist ebenso wesentlich kleiner. Die Muskulatur der Mundwerkzeuge und der Pumpen ist ähnlich, aber schwächer ausgeprägt, und die bei den Weibchen mit den Mandibeln verbundenen Muskeln fehlen. Ebenso erfolgt die Bewegung der Lacinien auf etwas andere Weise (Bonhag 1951, Snodgrass 1944).

3.2.3 Augen

Wie oben bereits kurz angeführt nehmen die auffälligen Komplexaugen der Bremsen einen Großteil der Kopfoberfläche ein. Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern sind leicht erkennbar: Die Augen der Männchen treffen entlang der Mittellinie aufeinander (holoptisch) und können wie jene der Weibchen färbige Flecken und Bänder aufweisen, bei einigen Arten jedoch nur im ventralen Teil, während sie dorsal einfärbig sind und die Ommatidien vergrößert sein können. Bei den Weibchen sind die Augen durch die Frons getrennt (dichoptisch). Diese kann wiederum durch mehrere Schwielen verschiedener Größe und Form geprägt sein, den medianen, basalen und Subcallus (Chainey 1993, Pechuman & Teskey 1981).

Die Augen setzen sich aus einigen tausend Ommatidien zusammen. Diese sind je nach Position und Größe der Bremsenart 400 bis 700 µm lang. Distal wird ein Ommatidium von der Cornea,



Abb. 8: Nahaufnahme des Auges eines Weibchens der Art *Haematopota crassicornis* (Foto: Gilles San Martin, CC BY-SA 2.0)

von den proximal direkt anschließenden vier Kristallzellen (Semperzellen) sezerniert wird. Cornea und Pseudokonus bilden dabei den fokalen dioptrischen Apparat des Ommatidiums, das heißt, es gibt sieben Brennpunkte, die von den darunterliegenden Bestandteilen der Retina abgegriffen werden (Bütschli 1921, Hamdorf 1995, Smith & Butler 1991, Trujillo-Cenóz 1972).

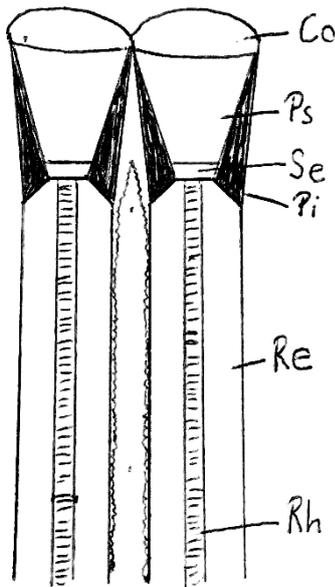


Abb. 9: Schematischer Aufbau zweier Ommatidien: Co. Cornea, Ps. Pseudokonus, Se. Semperzellen, Pi. Pigmentzellen, Re. Retinulazellen, Rh. Rhabdom

Trujillo-Cenóz 1972).

Aufgrund des offenen Rhabdoms und der besonderen Verschaltung der Axone der Retinulazellen wird dieser Typ auch neurales Superpositionsauge genannt. Dabei sind sieben verschiedene Rhabdomere sieben verschiedener, benachbarter Ommatidien auf eine Punktlichtquelle gerichtet. Die Axone der Rhabdomere 1 bis 6 der einer zentralen Facette benachbarten Ommatidien

einer plano- bis bikonvexen, chitinösen Linse sechseckigen Querschnitts mit mittleren Durchmessern von 30 bis 50 μm , begrenzt. Gebildet wird sie von zwei Zellen epidermalen Ursprungs, den Hauptpigmentzellen. Bremsen besitzen sogenannte pseudokone Ommatidien, das heißt, unter der Cornea befindet sich ein gelatinöser Pseudokonus, welcher den Platz des bei den meisten Insekten vorhandenen Kristallkegels einnimmt und

Darauf folgen proximal die acht Lichtsinneszellen (Retinulazellen). Diese verfügen jeweils über nicht miteinander verwachsene Mikrovillissäume, welche die sieben Rhabdomere und somit ein offenes Rhabdom bilden. Das mittig gelegene, größenmäßig kleinere Rhabdomer setzt sich in Wahrheit aus zwei Rhabdomeren zusammen, wobei die Sinneszelle 7 distal und die Sinneszelle 8 proximal liegt. Die Rhabdomere sind im Querschnitt trapezoidal angeordnet. Zur optischen Abschirmung der Ommatidien untereinander und zur Vermeidung von Streulicht, sind diese jeweils von den zwei Hauptpigmentzellen und sechs retinalen Pigmentzellen umgeben. Der Platz der bei den meisten Insekten vorhandenen sechs Nebenpigmentzellen wird bei den Bremsen von bis zu den Hauptpigmentzellen reichenden trachealen Luftsäcken eingenommen. In älteren Abbildungen finden sich allerdings auch Nebenpigmentzellen (Bütschli 1921, Dettner & Peters 2003, Smith & Butler 1991,

werden schließlich in der Lamina zu einem, ebenfalls zentral liegenden Neurommatidium (Cartridge) zusammengefasst, was die effektive Lichtausbeute um den Faktor 6 erhöht. Die Rhabdomere 7 und 8 sind aufgrund des geringeren Querschnitts bedeutsam lichtunempfindlicher und vor allem für das Sehen bei Tag von Bedeutung. Zusätzlich werden ihre Axone direkt auf die Medulla geleitet (Dettner & Peters 2003, Hamdorf 1995, Trujillo-Cenóz 1972).

Smith & Butler (1991) nennen sechs wesentliche Unterschiede zu Komplexaugen anderer Insekten, insbesondere der Muscomorpha:

Auf der Oberfläche der Cornea befinden sich in einem Abstand von ca. 215 nm Noppen mit einer Höhe von ca. 77 nm. Dieser Abstand entspricht ungefähr der halben Wellenlänge in der Mitte des sichtbaren Lichtspektrums. Diese Gebilde ermöglichen einen sanften Übergang zwischen den Bre-

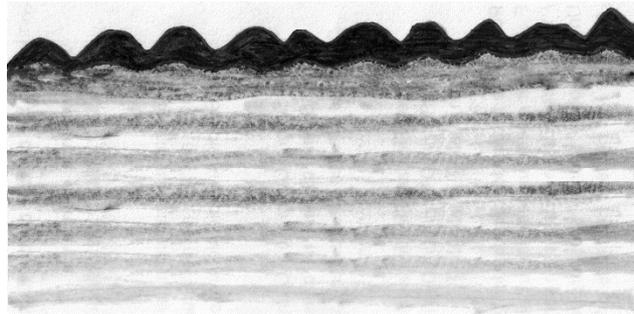


Abb. 10: Cornea und Schichtung (schematisch) (Bild: Larissa Sornig)

chungsindices der Luft und der Cornea und reduzieren auf diese Weise die Reflektion des Lichts, wodurch sich der Lichtdurchgang um 5 % erhöht. Bei vielen Lepidoptera finden sich ähnliche Strukturen (Bernhard et al. 1963, Miller et al. 1968, Smith & Butler 1991). Die Cornea weist überdies distal je nach Spezies eine Abfolge von sechs bis zwanzig in ihrer Dichte variierender Schichten auf. Diese fungieren als Interferenzfilter und sind verantwortlich für die oftmals auftretenden Schillerfarben (Bernard & Miller 1968, Miller et al. 1968, Smith & Butler 1991).

3.3. Physiologie und Verhalten

3.3.1 Orientierung und Wirtsfindung

Wie bereits in Abschnitt 3.1 beschrieben, legen Bremsen ihre Eier oft in Gewässernähe ab. Um diese Ablageplätze zu finden orientieren sie sich mittels positiver Polarotaxis. Trifft nämlich (unpolarisiertes) Sonnenlicht in schrägem Winkel auf die Wasseroberfläche, kommt es zu einer teilweisen Polarisation, da Wellen mit einer Polarisationsrichtung parallel zur Reflexionsebene eher in das andere Medium (in diesem Fall Wasser) übertreten und dazu senkrechte Wellen eher reflektiert werden. Die lineare Polarisation fällt dabei umso größer aus, je näher der Einfallswinkel des Lichts am sogenannten Brewster-Winkel liegt. Die Bremsen orientieren sich schließlich am von der Wasseroberfläche reflektierten, horizontal polarisierten Licht (horizontal: parallel zur Erdoberfläche). (Egri et al. 2012a, Horváth et al. 2008).

Horváth et al. (2008) konnten mithilfe verschiedenen Oberflächen (matt weiß, glänzend weiß, matt schwarz, glänzend schwarz, metallisch) erstmals zeigen, dass Bremsen über diese Fähigkeit verfügen, die bis dahin nur von Insekten bekannt war, die ihre Eier direkt ins Wasser legen (Libellen, Eintagsfliegen, Köcherfliegen etc.). Diese bevorzugten bei den Versuchen eindeutig glänzend schwarze Oberflächen sowie dunkle, wassergefüllte Behälter, flogen diese öfter an und verweilten länger darauf. Deren reflektiertes Licht weist von allen Oberflächen den höchsten Anteil an linear und horizontal (wenn am Boden befindlich) polarisiertem Licht auf, da laut Umow (1905) die Polarisierung reflektierten Lichts eines bestimmten Wellenlängenbereichs umso stärker ist, je dunkler eine reflektierende Oberfläche ist.

Andere Effekte, die diese Ergebnisse erklären könnten, werden ausgeschlossen: Da glänzend schwarz gegenüber matt schwarz bevorzugt wird, kann es sich nicht um negative Phototaxis handeln. Genauso wenig kann es positive Phototaxis sein, da die weißen und metallischen Oberflächen wesentlich mehr Licht reflektiert haben. Die Temperatur aller Oberflächen war aufgrund der Positionierung im Schatten gleich (Horváth et al. 2008).

Egri et al. (2012a) konnten schließlich nachweisen, dass sich sowohl weibliche als auch männliche Bremsen nicht nur bei der Wassersuche bzw. im Falle zweiterer bei der Suche nach einem geeigneten Eiablageplatz anhand polarisierten Lichts orientieren, sondern auch bei der Wirtssuche. Da aber das vom Fell reflektierte Licht hauptsächlich schräg oder vertikal polarisiert ist, bedeutet dies, dass sie zusätzlich Licht anderer Polarisationsrichtungen unterscheiden können. Bis dahin ging man davon aus, dass sich Bremsen, neben Gerüchen und Körperwärme, via Farben sowie Farbintensitäten orientieren, da sie sich eher zu dunklen Tieren und bei Fallen vor allem zu blauen, roten und schwarzen Oberflächen hingezogen fühlen. Dabei wirkt sich der starke Kontrast eines Objekts zur remittierten Strahlung des Hintergrunds immer positiv auf die Attraktivität aus. Beispielsweise gelten tiefblaue Flächen bei intensiv grünem Hintergrund als besonders ansprechend. Manche Arten zeigen außerdem eine Präferenz für bestimmte Formen gegenüber anderen (Kugel > Zylinder) (Allan et al. 1987).

Weißer Tiere haben hierbei einen Vorteil. Denn die von ihnen remittierte Strahlung ist aufgrund des an Haut und Haaren gestreuten Lichts nur schwach polarisiert, was ihre Attraktivität für Bremsen massiv reduziert. Sich in den Schatten zu begeben reduziert die Bremsenlast ebenso, da das dortige Umgebungslicht gleichmäßig aus allen Richtungen auf die Tiere trifft, was die visuelle Erkennung erschwert (Horváth et al. 2010a). Egri et al. (2012) und Blahó et al. (2013) konnten überdies zeigen, dass abwechselnd hell und dunkel gestreifte Fellmuster (wie im Falle von Zebras) die Attraktivität noch geringer werden lassen als bei weißen Tieren. Diese Tendenz bleibt auch beim Einsatz von Lockstoffen (CO₂, NH₃) bestehen.

Zurzeit wird davon ausgegangen, dass die visuelle Orientierung zu einem gewissen Grad mittels einer Kombination aus mehreren optischen Signaltypen erfolgt. Würden sie sich nämlich nur mittels hoch polarisierten reflektierten Lichts orientieren, würden sie die Tiere nur sehen, wenn das Sonnenlicht nahe dem Brewster-Winkel auf das Fell auftritt. Und bei einer reinen Hell-Dunkel-Unterscheidung (Lichtintensität) würden sie auch schattige Orte und ähnliches als vermeintliches Wirtstier erkennen. Eine Berücksichtigung mehrerer Variablen verspricht also eine bessere Unterscheidung eines dunklen, von der Sonne beleuchteten Tiers von der dunklen, schattigen und nur schwach polarisiert reflektierenden Hintergrundvegetation. Schwach polarisiert deshalb, da die Blätter unregelmäßig angeordnet bzw. orientiert sind und dementsprechend in alle möglichen Richtungen reflektieren, was im Schnitt einen niedrigen Polarisierungsgrad ergibt. Die Haare des Fells hingegen sind eher parallel strukturiert. Noch unbekannt ist, in welchem Teil des Spektrums sich die Wahrnehmung polarisierten Lichts abspielt. Die größte Effektivität wären auf jeden Fall im blauen Bereich (460 bis 480 nm) gegeben (Giancoli 2010, Horváth 2017).

Die Abhängigkeit von guten Lichtverhältnissen bei der Wirts- und Wassersuche zeigt sich auch an der Tagesaktivität. Bei einer mehrmonatigen Untersuchung von Herczeg et al. (2015) in Ungarn (kontinentales Klima) konnte eine Aktivität von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang festgestellt werden, wobei die meisten Bremsen von 12 bis 16 Uhr unterwegs waren. Großen Einfluss hat ferner die Temperatur. Bei Temperaturen von unter 18 °C wurden keine Exemplare angetroffen und bei über 31 °C wurde die größte Aktivität festgestellt, welche sich allerdings bei über 35 °C wieder verringerte. Dementsprechend korrelierte das Aktivitätshoch ebenso bei hohem Luftdruck und sank bei sich erniedrigenden Luftdrücken (vor Gewittern etc.). Ebenfalls mit der Temperatur hängt in Ungarn die Luftfeuchtigkeit zusammen. So konnten bei einem Wert von 35 %, was mit einer Temperatur von 32 °C einherging, die meisten Exemplare gefangen werden. Hohe Luftfeuchtigkeit gab es nur in Zusammenhang mit niedrigen Temperaturen, was sich entsprechend negativ auf die Anzahl gefangener Bremsen auswirkte.

Die Aktivitätsmuster sind allerdings je nach Bremsenart und Region (verschiedene Klimazonen) unterschiedlich. So können beispielsweise in kälteren Regionen noch bei Temperaturen von 6 °C Bremsen angetroffen werden. Ähnlich verhält es sich in allgemein feuchteren Bereichen, wo Bremsen auch bzw. vor allem bei hoher Luftfeuchtigkeit aktiv sind. Die heimische Art *Haematopota pluvialis* etwa wird oft Regenbremse genannt, da sie im Gegensatz zu anderen Arten selbst kurz vor Unwettern (und entsprechend hoher Luftfeuchtigkeit) noch unterwegs ist. Die Tendenz eines Aktivitätshochs bei hohem Sonnenstand (Mittag bis Nachmittag) und geringer Windgeschwindigkeit bleibt aber generell bestehen (Baldacchino et al. 2014a, Cilek & Schreiber 1996, Lehane 2005, McElligott & Galloway 1991).

Eine weitere wichtige Rolle dürften Gerüche spielen. Sowohl CO₂- als auch NH₃-emittierende Fallen haben eine erhöhte Erfolgsrate gegenüber geruchlosen. CO₂ gilt aber als das mit Abstand beste Lockmittel. Es wird davon ausgegangen, dass die Detektion bestimmter flüchtiger Substanzen den Anlass gibt, den Flug einzuleiten, bei welchem die Orientierung anschließend vor allem visuell erfolgt. Auf visuelle Reize wird auch die Fähigkeit zurückgeführt, präferierte Körperregionen des Wirtstieres zu finden (Allan 1987, Hribar et al. 1992).

3.3.2 Funktion des Speichels

An das Blut von Wirtstieren zu gelangen, stellt einen nicht geringen Aufwand für Bremsen dar. Zuerst müssen sie die Wirtstiere finden und nach der Landung ihre Oberfläche nach leicht zugänglichen Blutgefäßen erkunden. Ist dies erfolgt, müssen sie die Haut, die im Falle mancher Tiere durchaus dick ist, mit ihren Mundwerkzeugen durchdringen und stehen letztendlich vor der weiteren Herausforderung, mit den besonderen Eigenschaften des Blutes umgehen zu müssen. Im Speichel vorhandene Proteine üben eine Vielzahl von Funktionen aus. Und der Einsatz dieser chemischen Stoffe ist absolut notwendig, um die Stillung der Blutung und die Gerinnung des Blutes selbst zu verhindern. Das Spektrum reicht von gerinnungshemmenden bis hin zu immunregulierenden Stoffen, die nicht nur das Ziel haben, den Saugakt durch großen und ungehinderten Blutfluss möglichst kurz zu halten und damit die Chance, einer physischen Abwehrreaktion des Wirts anheimzufallen zu verringern, sondern ebenso die Bremse vor dessen Immunsystem zu schützen. Als Nebeneffekt wird angenommen, dass diese zu einer effektiveren Übertragung von Krankheitserregern beitragen (Ribeiro & Arcà 2009, Ribeiro & Francischetti 2003).

4. Untersuchung zum Auftreten häufiger Bremsenarten in Österreich

4.1. Zielsetzung

Das Ziel dieser Untersuchung war es, die folgenden Fragestellungen zu beantworten:

1. In welchen alltäglichen Umgebungen begegnet man am ehesten Bremsen?
 - 1.1. Um welche Arten handelt es sich dabei?
 - 1.2. Wie verhalten sie sich (z.B. aggressiv gegenüber Menschen und/oder Tieren)?
2. Zeigen Orte mit zahlreichen Fundmeldungen verschiedener Bremsenarten, die teilweise Jahrzehnte oder über ein Jahrhundert zurückliegen, heute immer noch dieselbe oder eine ähnliche Diversität?

Dem Untersucher ist natürlich aus der Literatur bekannt, dass sich die meisten Bremsenarten bevorzugt in feuchter Umgebung aufhalten, was nicht nur mit ihrem eigenen Wasserbedarf zusammenhängt, sondern auch mit der Notwendigkeit, geeignete Eiablagestellen zur Verfügung zu haben. Dies bedeutet aber nicht, dass in allen Feuchtgebieten Bremsen vorhanden sind. Zu diesem Zweck wollte ich einige mehr oder weniger gut besuchte Naherholungsgebiete sowie andere potentielle Bremsenlebensräume, die regelmäßig von Menschen aufgesucht werden, erkunden. Schließlich steigt an Orten, wo viele Menschen auf viele Bremsen treffen, die Chance von Bremsen gestochen zu werden und eventuellen medizinischen Folgeproblemen.

Die zweite Fragestellung bezieht sich auf die vorhandenen Fundortangaben, beispielsweise bei Franz (1989). Dabei stechen einige Orte als besonders bremsenreich heraus. Dies mag zwar daran liegen, dass diese besonders oft von, möglicherweise dort ansässigen, EntomologInnen oder interessierten Laien besammelt wurden, tut aber der Frage nach eventuellen Veränderungen der Bremsenfauna an diesen Orten keinen Abbruch. Dementsprechend wollte ich mir einige, für mich erreichbare Orte aussuchen und die dortigen Bremsenfunde mit bereits vorhandenen Daten abgleichen. Sofern möglich, versuchte ich die Örtlichkeiten der ersten und zweiten Fragestellung zu verbinden.

4.2. Vorbereitende Arbeiten

Zuerst wurde eine Liste potentiell geeigneter Orte für die Untersuchung, basierend auf den Fundortangaben bei Franz (1989) und passenden Habitatbedingungen, erstellt:

- Kremsmünster: 18 Arten. Die meisten Funde weisen allerdings kein Datum und keine Angaben zu den gefangenen Exemplaren auf.
- Plank am Kamp: 10 Arten.
- Admont und Umgebung: 22 Arten. Die meisten Funde stammen aus dem 19. Jahrhundert.
- Graz und Umgebung: 16 Arten. Die meisten Funde wurden im Kaiserwald bei Wundschuh gemacht.
- Wien: 22 Arten. Die meisten Funde stammen aus dem 19. Jahrhundert bzw. vom Anfang des 20. Jahrhunderts und wurden vor allem im Prater, der Lobau und beim Kahlenberg gemacht.
- Leithagebirge: 20 Arten. Die meisten der Funde sind rezent (1970er und 1980er Jahre) und wurden größtenteils in der Nähe der Kaisereiche bei Mannersdorf am Leithagebirge gemacht.
- Burgenland: 25 Arten. Hierbei handelt es sich vermutlich um eines der am besten untersuchten Gebiete Österreichs mit zahlreichen Fundorten bzw. -meldungen, vor allem vom Geschriebenstein bei Rechnitz und der Umgebung des Neusiedler Sees (z.B. Neusiedl, Illmitz, Weiden).
- Bezirk Hollabrunn: Franz (1989) listet drei Funde für Hollabrunn und einen für Retz aus dem Jahre 1914. Aufgrund der Wohnortnähe des Autors werden die Gegend um Retz, Hollabrunn und Pulkau ebenfalls in die Liste aufgenommen.
- Augebiet bei Langenzersdorf: 2 Arten.
- Seekirchen am Wallersee und Wenger Moor (Salzburg): Diese Orte wurden in die Liste aufgenommen, da von dort noch keine Funde bekannt sind, die Lebensbedingungen für Bremsen aber günstig erscheinen.
- Dobra- und Ottensteiner Stausee: Ebenso.
- Schirning (Steiermark): Ebenso.
- Obertautendorferamt (Niederösterreich): Ebenso.

Weitere Orte, die ebenfalls viele Funde aufweisen, die aber nicht in die Liste aufgenommen werden konnten: Fladnitz an der Raab, die Umgebung von Mond- und Irrsee, Hohenau an der March, Radkersburg und Umgebung sowie mehrere Moore. Letztendlich wurde auf einen Besuch von Kremsmünster, Lunz und Admont, vom Leithagebirge und des Burgenlands verzichtet.

4.3. Sammelmethoden

Da diese Erhebung nicht die möglichst vollständige Abbildung der Bremsenfauna eines Ortes zum Ziel hatte, sondern hauptsächlich die für einen dort Aufhältigen relevanten Arten ausfindig machen wollte, wurde von aufwändigen Sammlungstechniken abgesehen. Es wurden jene Exemplare gesammelt, die Menschen oder Tiere anflogen oder sonstwie gefunden wurden (etwa auf Pflanzen oder Fensterscheiben). Um die Attraktivität für Bremsen doch etwas zu erhöhen (siehe Unterkapitel 3.3.1.), wurde auf dunkle Gewandung und einen schwarzen Rucksack zurückgegriffen. Nur in Obertautendorferamt wurde der Fang einer dort bereits installierten Falle verwendet.

Nachfolgend seien trotzdem einige bei Bremsen effektive Sammelmethoden erwähnt:

- **Malaise-Falle:** Hierbei handelt es sich um eine klassische Zeltfalle, die oft eingesetzt wird, um fliegende Insekten zu fangen. Die Wände des Zelts bestehen aus einem dunklen Netz und die Dachteile aus hellem Stoff, sodass die Insekten, sobald sie ins Zelt geflogen sind, versuchen, Richtung Licht (oben) zu fliegen. Im oberen Teil des Zelts ist allerdings ein meist mit einem Alkohol gefülltes Sammelgefäß platziert, in dem Tiere verenden und gleichzeitig konserviert werden. Um Bremsen zu fangen, erweist es sich als zweckdienlich, die Falle mit 1-Octen-3-ol, p-Kresol oder anderen Phenolen als Lockstoff zu bestücken. CO₂-Quellen und Urin verschiedener Wirtstierarten können ebenfalls eingesetzt werden (Altunsoy & Afacan 2014, Foil & Hribar 1995). Möglicherweise hat auch die Farbe der Falle einen Einfluss. Bei einem Versuch mit Malaise-ähnlichen Fallen in Japan, die für Tsetsefliegen entwickelt wurden (NG2G trap), zeigten verschiedene Bremsenarten unterschiedliche Farbpräferenzen. Neben schwarz zeigten sich etwa blau und rot als effektiv (Sasaki 2001).
- **Flüssigfalle:** Eine Flüssigfalle dürfte wohl die am einfachsten herzustellende Falle sein. Ein schwarzes, flaches Gefäß mit großem Durchmesser, z.B. ein Pflanzenuntersetzer, wird mit Wasser und einer dünnen Schicht an Öl gefüllt. Die Falle wirkt wie eine Wasserquelle auf die Bremse und wird von ihr angeflogen (siehe Unterkapitel 3.3.1). Aufgrund des Ölfilms an der Oberfläche kann sie dieser aber nicht mehr entkommen (Egri et al. 2013).
- **Canopy Traps (Manitoba Traps):** Diese Falle besteht aus einem hellen oder durchsichtigen Stoff, der in Form eines stumpfen Kegels oder einer quadratischen Pyramide einen schwarzen, meist glänzenden Ball umgibt. An ihrer Spitze befindet sich ein Sammelgefäß. Bremsen fliegen den schwarzen Ball an und gelangen nach dem Wegfliegen mittels Trichterwirkung des Stoffs in den Behälter (siehe Bild in Unterkapitel 4.4). Zur Erhöhung der Effizienz

kann daneben eine Flüssigfalle platziert werden, welche mit Wasser und Öl gefüllt ist und auf Bremsen ebenfalls attraktiv wirkt (Egri et al. 2013).

- Klebefallen: Diese bestehen entweder aus schwarzen, klebrigen Flächen (Egri et al. 2013a) oder schwarzen, mit Klebstoff bestrichenen Kübeln (Mizell et al. 2002). Ein Unternehmen vermarktet zudem Klebestreifen, die dazu gedacht sind, sie auf Kopfbedeckungen zu platzieren, um so zu verhindern, von Bremsen gestochen zu werden (Cilek 2000).
- Sonstige: Blahó et al. (2012a) entwickelten eine Falle, die aus Solarzellen und einem rotierenden Draht besteht. Solarzellen üben eine attraktive Wirkung auf Bremsen aus. Lässt sich eine auf der Oberfläche der Falle nieder, wird sie sogleich von einem rotierenden Draht erschlagen. Die Solarzellen dienen gleichzeitig in Verbindung mit einem Akku als Energiequelle. Anthony (1960) erwähnt überdies während der Dämmerung und im Dunkeln in UV-Lichtfallen gefangene Bremsen.

4.4. Durchführung

Wien, Prater, 21. Juni 2017, 12 bis 16 Uhr, sonnig, ca. 30° C

Die Erkundung erfolgte ausgehend von der Trabrennstraße durch den Prater und das Obere und Untere Heustadelwasser entlang. Dieses wurde beidseitig abgegangen, zuerst Richtung Osten,



Abb. 11: Oberes Heustadelwasser, Wien

dann Richtung Westen. An sonnigen Stellen in Gewässernähe wurden regelmäßig zehnmünütige Pausen eingelegt, sowohl stehend als auch sitzend. Ein mitgeführter schwarzer Rucksack wurde dabei separat platziert.

Bis auf ein tot aufgefundenes männliches Exemplar von *T. sudeticus* begegneten mir dabei keine Bremsen. Andere Insekten (Pentatomidae, Odonata, Lepidoptera, Syrphidae etc.) waren zahl-

reich vorhanden. Laut Auskunft eines am Oberen Heustadelwasser ansässigen Bootsvermieters sind hier nur selten Bremsen anzutreffen.

Obertautendorferamt, Reitstall, 6. Juli 2017, 14 bis 15 Uhr, leicht bewölkt

Hierbei handelt es sich um ein sonnig gelegenes Wohnhaus mit angeschlossenen Pferdestall im Waldviertler Teil des Bezirk Krems-Land, umgeben von Wald als auch landwirtschaftlich

genutzten Flächen. Der Stiefernbach fließt ca. 30 Meter östlich davon. Die Häuser liegen hier sehr verstreut, die nächsten Nachbarn sind ungefähr 200 Meter entfernt.

Laut Auskunft des Bewohners ist die Bremsenlast in den Sommermonaten ausgesprochen hoch, sodass es selbst für Menschen sehr schwierig ist, in dieser Zeit das Haus tagsüber zu verlassen. Die Pferde leiden ebenfalls stark darunter und halten sich nach Möglichkeit im schattigen Stall auf. Erst nach der Getreideernte im Spätsommer kehrt Ruhe ein. Um sich selbst und den Tieren Linderung zu verschaffen, wurde eine Falle mit einem großen, schwarz glänzenden Ball angeschafft und zusätzlich schwarze, mit Klebstoff beschmierte Kübel an mehreren Stellen platziert, was die Bremsenzahl merklich reduzierte. Mir wurde der Fang dieses Tages (bis ca. 15 Uhr) überlassen, welcher 33 Bremsen und zahlreiche weitere Dipteren umfasste.



Abb. 12: Bremsenfalle in Obertautendorferamt

Bei meinem Aufenthalt waren einige wenige Bremsen zu sehen, sowohl fliegend als auch an im Freien aufhältigen Pferden saugend. Die meisten Pferde waren im Stall, wo keine Bremsen beobachtet wurden. Bei dem insgesamt einstündigen Aufenthalt ließ sich keine Bremse auf einen der drei anwesenden Menschen nieder.



Abb. 13: Grundstück in Obertautendorferamt (Bild: Google Earth)

Mittlere Schirning, Reitstall, Frühling 2017 bis Sommer 2018

Der Reitstall liegt in der Schirning, einem vom Schirningbach durchflossenen Tal ca. 15 Kilometer nordwestlich von Graz am Ortsrand, umgeben von Wirtschaftswiesen und Wäldern. Ein weiterer kleiner Bach, dessen Name sich nicht eruieren ließ, fließt direkt westlich am Stall vorbei und mündet in



Abb. 14: Reitstall in der Mittleren Schirning (Bild: Google Earth)

den ca. 20 Meter nördlich des Stalls gelegenen Schirningbach. 800 Meter nordöstlich befinden



Abb. 15: Reitstall in der Mittleren Schirning

sich mehrere Fischteiche (Größe: einer mit ca. 300 x 200 m und drei mit ca. 90 x 90 m).

Der Betrieb und seine Umgebung wurde im Laufe eines Jahres regelmäßig bei verschiedenen Witterungsbedingungen meist vormittags aufgesucht. Dabei wurden vor allem auf Pferden niedergelassene Bremsen und ihr Verhalten gegenüber den anwesenden

Menschen beobachtet sowie das Flugverhalten während unterschiedlicher Wetterlagen. Aufgesammelt wurden jene Bremsen, die von Pferden und ReiterInnen abgeschlagen wurden, im Um-



Abb. 16: Ruhendes *Tabanus bromius*-Weibchen in der Schirning

feld des Reitstalls aufgefunden wurden oder mich direkt anfliegen. Insgesamt sechs dieser Bremsen waren in einem Zustand, der eine Artbestimmung zuließ. Zahlreichen weiteren Exemplaren waren Antennen, Schädel oder andere Körperteile verlustig gegangen, was einen zuverlässigen Bestimmungsablauf verunmöglichte.

Winzendorf, Landwirtschaftlicher und Hotelbetrieb, 3. bis 5. Juli 2017



Abb. 17: Grundstück in Winzendorf (Bild: Google Earth)

Von der außerhalb des Ortsgebiets von Winzendorf, Bezirk Fürstenfeld, ansässigen Familie wird sowohl ein Hotel als auch Obstbau betrieben. Im Norden und Süden grenzen die Gebäude an Wälder, die restliche Umgebung besteht zu einem Großteil aus landwirtschaftlich genutzten Flächen. Am östlichen Teil des Grundstücks befindet sich ein ca. 70 x

40 Meter großer Teich. Der Dornbach fließt direkt daran vorbei. In der Nähe (ca. 600 Meter östlich und westlich) fließen zwei weitere Bäche, der Steinbach und der Winzendorfer Bach.

Vor allem in der Nähe eines an drei Seiten mit Glaswänden begrenzten Badebereichs im Nordosten des Grundstücks fanden sich zahlreiche Bremsen. Diese flogen teilweise mit hoher Geschwindigkeit gegen das Glas und konnten so, entweder bereits tot oder kurzzeitig betäubt, leicht aufgesammelt werden. Einigen gelang es, ins Innere des Gebäudes zu gelangen, wo sie sich, artlich und geschlechtlich durchmischt, an den



Abb. 18: Teich in Winzendorf

Scheiben sammelten. In direkter Umgebung des Teichs waren nur wenige Bremsen zu sehen, allerdings mehrere andere Insektenarten (v.a. Zygoptera) und verschiedene Froschlurche. Keine der dort angetroffenen Bremsen verhielt sich in irgendeiner Form aggressiv oder versuchte, Menschen anzufliegen. Im Laufe dreier Tage wurden zehn Exemplare gesammelt.

Wundschuh, Kaiserwald, 15. Juli 2017, 13 bis 18 Uhr, leicht bewölkt, ca. 25°C

Der Kaiserwald westlich von Wundschuh ist ein größeres bewaldetes Gebiet mit mehreren Teichen südöstlich von Graz. Ausgehend von einem kleinen Teich (50 x 30 m) östlich des Wundschuher Teichs (ca. 400 x 100 m), welcher gemeinsam mit einem Nebenteich (ca. 120 x 70 m) zum Angeln genutzt wird, Richtung Nordwesten



Abb. 19: Kaiserwald bei Wundschuh. Der gegangene Weg wurde eingezeichnet (Bild: Google Earth).

wurde der Kaiserwald einige Stunden lang erkundet. Ein weiterer Teich südlich des Nebenteichs wird als Badesee (ca. 150 x 100 m) beworben. Von Norden nach Süden zieht sich zudem der Poniglbach.

Die erste Begegnung mit einer Bremse erfolgte am Nebenteich des Wundschuher Teichs. Ein Exemplar der Gattung *Haematopota* ließ sich auf meinem Arm nieder, flog aber gleich wieder weg. Auch nach viertelstündigem, stehendem Warten wurde kein weiteres Tier angetroffen. Nordwestlich des Neuteichs (ca. 260 x 90 m) wurde ich längere Zeit von drei weiteren Bremsen umkreist, welche sich in den ersten fünf Minuten überhaupt nicht und danach nur auf meinem



Abb. 20: Neuteich im Kaiserwald

Rücken niederließen. Es gelang, zwei davon einzufangen. Eine der Bremsen befand sich danach allerdings in einem Zustand, der keine sichere Artbestimmung mehr zuließ. Am weiteren Weg, zum Forsterteich (ca. 400 x 100 m) und ein Stück weiter westlich bzw. südwestlich, begegneten mir keine weiteren Bremsen. Culicidae und Odonata waren zahlreich vorhanden.

Seekirchen am Wallersee, 10. bis 13. Juli 2018



Abb. 21: Nordufer des Wallersees

Der Wallersee liegt ca. 15 Kilometer nordöstlich von Salzburg und ist um die 6 km² groß. Während eines mehrtägigen Aufenthalts am westlichen Ufer begegneten mir zahlreiche Bremsen. Jene, die sich auf dem Auto oder dem Zelt niederließen (beide blau, hauptsächlich *Tabanus* sp.) sowie jene, welche Menschen anfliegen (v.a. *Haematopota* sp.) wurden nach Möglichkeit aufgesam-

melt. Von zehn Bremsen befanden sich vier in einem verlässlich bestimmbar Zustand.

Wenger Moor, 12. Juli 2018, 13 bis 17 Uhr, sonnig

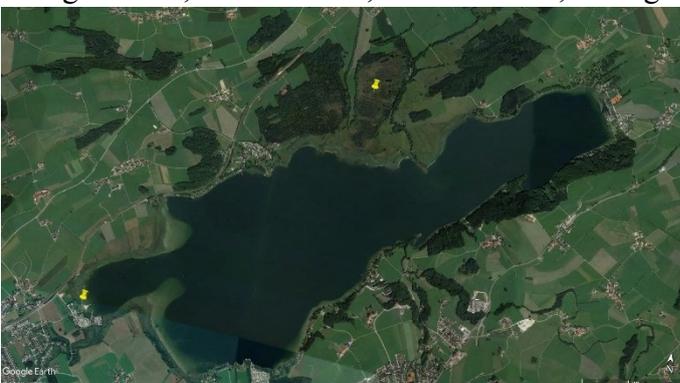


Abb. 22: Wallersee, Salzburg. Die beiden Sammelstellen sind gelb markiert (Bild: Google Earth).

Während des Aufenthalts am Wallersee erfolgte außerdem eine Erkundung des am Nordufer gelegenen Wenger Moors. Laut Informationen des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus besteht dieses „aus einem kleinräumigen Mosaik aus Hoch- und Niedermooren, Streu- und Feuchtwiesen, Wäldern, Bachläufen und einem Uferbereich des Wallersees“ (BMNT 2011).

Während des Aufenthalts am Wallersee erfolgte außerdem eine Erkundung des am Nordufer gelegenen Wenger Moors. Laut Informationen des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus besteht dieses „aus einem kleinräumigen Mosaik aus Hoch- und Niedermooren, Streu- und Feuchtwiesen, Wäldern, Bachläufen und einem Uferbereich des Wallersees“ (BMNT 2011).

Der Rundgang erfolgte ausgehend von Köstendorf Richtung Süden, zuerst den Altbach entlang und danach auch den Wallerbach. Fast im gesamten erkundeten Gebiet, ausgenommen im Schatten der dichter bewaldeten Flächen, wurden zahlreiche Bremsen angetroffen, welche sich äußerst aggressiv zeigten. Von weit über zehn erschlagenen Bremsen eigneten sich fünf noch zur Artbestimmung.

Plank am Kamp, 28. Juli 2017, 13 bis 18 Uhr, sonnig

Die Ortschaft liegt ca. 17 Autokilometer südlich von Horn im Waldviertel. Rundherum liegen sowohl zahlreiche landwirtschaftlich genutzte als auch bewaldete Gebiete.

Der Kamp wurde auf einer Länge von ungefähr vier Kilometern abgegangen. Es fanden sich zahlreiche Insekten (v.a. Odonata, Apidae, Brachycera) und Signalkrebse (*Pacifastacus leniusculus*),



Abb. 23: Kamp bei Plank am Kamp

allerdings keinerlei Bremsen. Nach Bremsen gefragt, meinten der Betreiber des Buffets im örtlichen Kampbad und ein weiterer Anwohner, dass sie solche in Plank noch nie angetroffen hätten.

Franz (1989) und Werner (1927) geben für Plank am Kamp bzw. das Untere Kamptal folgende Arten an: *C. caecutiens*, *S. alpinus*, *A. loewianus*, *T. bromius*, *T. glaucopis*, *T. quatuornotatus*, *T. spodopterus*, *T. tergestinus*, *H. lundbecki* und *H. italica*. Der aktuellste Fund stammt allerdings aus dem Jahr 1929.

Bezirk Hollabrunn: Retz, Hollabrunn, Pulkau

In Retz wurden die Trockenrasen auf den Hügeln westlich von Retz (Golitsch und Mittelberg) und die bewaldeten Gebiete im Nordwesten (Parapluieberg und weiter Richtung Hofern) zwischen April und September 2017 mehrmals (vormittags, nachmittags, sonnig, bewölkt) abgegangen. Westlich des Mittelbergs fließt der Hussenbach (wird in Oberhalb zum Altbach). Im Norden von Retz fließt ein namenloser kleiner Bach, der weiter östlich auf den Retzer Altbach trifft.

Es wurden zahlreiche Insekten angetroffen (v.a. Ödlandschrecken, zahlreiche Hippoboscidae und andere Dipteren), aber keine Bremsen. An einer grünen Hauswand in der Retzer Katastralgemeinde Oberhalb konnte möglicherweise eine Art der Gattung *Chrysops* beobachtet werden. Ein Einfangen des Tiers und eine nähere Bestimmung war jedoch nicht möglich. Ein von einigen AnwohnerInnen beklagtes Massenaufreten von Bremsen am Mittelberg stellte sich als vermehrtes Vorkommen der Grauen Fleischfliege (*Sarcophaga carnaria*) heraus. Laut Auskunft eines Reitstallbetreibers am nördlichen Ortsrand von Retz gab es 2016 viele Bremsen und 2017 überhaupt keine.

Franz (1989) nennt für Retz drei weibliche Exemplare von *T. quatuornotatus* aus dem Jahr 1982.

Bei Hollabrunn wurde am 20. Juli 2017 bei Sonnenschein und ca. 30°C der Göllersbach von Aspersdorf bis Sonnberg abgegangen und der Teich gegenüber der Landesberufsschule in Hollabrunn erkundet. Ein sehr großes Exemplar, wahrscheinlich der Gattung *Tabanus*, konnte beim Teich sitzend beobachtet, aber nicht eingefangen werden. Ansonsten wurden keine Bremsen angetroffen.

Franz (1989) gibt für Hollabrunn Funde von *T. bovinus*, *H. lundbecki* und *T. gigas* aus dem Jahr 1914 an.

Ausgehend vom Sonnenwaldbad der Stadt Pulkau wurde 2017 mehrmals (April bis August) die Gegend um den Bach Pulkau bis zur Einmündung des Passendorfer Bachs bei verschiedenen Wetterlagen erkundet. Bremsen wurden dabei keine angetroffen.

Dobra- und Ottensteiner Stausee, Waldviertel, 19. Juli 2017, sonnig

Der Bereich wurde von der Ruine Dobra bis zur Ruine Lichtenfels abgegangen. Bremsen wurden keine gefunden.

4.5. Bestimmungsmethoden

Zur Artbestimmung der gefangenen Bremsen wurde einfachheits- und ressourcenhalber auf die klassische Bestimmung aufgrund äußerer morphologischer Merkmale zurückgegriffen. Zur Anwendung kamen der Bestimmungsschlüssel der österreichischen Bremsenarten aus der Dissertation Mallys (1983) und zum Vergleich die Bestimmungsschlüssel für die Bremsen Kroatiens (Krčmar et al. 2011) und Norwegens (Falck 2014). Ein Werk Kröbers (1925) wurde ab und an zum Nachschlagen einzelner Details verwendet.

Eine Methode, die in dieser Untersuchung keine Rolle spielt, die ich aber hinsichtlich ihrer Bedeutung nicht unerwähnt lassen möchte, ist das DNA-Barcoding. Im Rahmen dessen wird

eine 500 bis 700 Basenpaare lange DNA-Sequenz eines Markergens sequenziert und mit einer vorhandenen Datenbank verglichen, um die Spezies des untersuchten Organismus zu bestimmen. Meist handelt es sich bei Tieren dabei um jenes der Untereinheit I der Cytochrom c Oxidase (COI), welches in der mitochondrialen DNA verortet ist. Es bietet den Vorteil einer im Großen und Ganzen konstanten, bekannten Mutationsrate und einer Sequenz, die bei Individuen innerhalb einer Art nur geringe Abweichungen zeigt und sich im Vergleich mit anderen Arten in den meisten Fällen genug unterscheidet, um die untersuchten Organismen als separate Arten zu erkennen. Daher stammt auch der Name des Barcoding, welches sich von den Strichcodes auf Waren, etwa aus dem Supermarkt, ableitet. Als Vision innerhalb der Forschungsgemeinschaft gilt es, den Vorgang des DNA-Barcoding so weit zu entwickeln und zu vereinfachen, dass es irgendwann möglich ist, den Vorgang mittels eines leicht zu bedienenden, tragbaren Geräts auszuführen und die Taxonomie der Lebewesen nicht nur innerhalb der Wissenschaft zu vereinfachen, sondern sie so vielen Menschen wie möglich zugänglich zu machen (Hebert & Gregory 2005, Moritz & Cicero 2004, Savolainen et al. 2005).

Aber nicht zuletzt aufgrund der bei manchen Tiergruppen immer noch hohen Fehlerrate wird diese Technik selbst bei vielen ihrer VerfechterInnen lediglich als Ergänzung gesehen, mithilfe derer eine erste Artbestimmung vorgenommen werden kann und die zudem eine große Hilfestellung beim Erkennen von Kryptospezies ist, welche sich morphologisch nicht voneinander unterscheiden (Hajibabaei et al. 2007, Hebert & Gregory 2005, Savolainen et al. 2005).

Bei Insekten ergibt sich die Besonderheit, dass zahlreiche Arten mit gramnegativen Bakterien der Gattung *Wolbachia* infiziert sind. Diese werden mütterlicherseits auf die Nachkommen übertragen und beeinflussen ihre Wirte in mehrfacher Hinsicht (Werren et al. 2008). Darunter fällt auch die Mutationsrate der mitochondrialen DNA, was in weiterer Folge größere Probleme beim DNA-Barcoding bereitet, vor allem bei näher verwandten Arten (Hurst & Jiggins 2005). Nichtsdestotrotz ist das DNA-Barcoding trotz weiterer Schwierigkeiten (Meier et al. 2006) mittlerweile auch bei Dipteren in Verwendung (Smith et al. 2005, Kumar et al. 2007, Ruiz-Arrondo 2018, Versteirt et al. 2014, Hernández-Triana et al. 2017), u.a. zur Identifikation von wichtigen Vektoren (Nzeli et al. 2015, Contreras Gutiérrez et al. 2014).

Bremsen könnten sich als besonders geeignet für diese Technik erweisen, da bisher veröffentlichte Arbeiten eine hohe Erfolgsquote bei der Identifikation und Unterscheidung von Arten zeigen (Banerjee et al. 2015, Changbunjong et al. 2018, Cywinska et al. 2010).

4.6. Ergebnisse

Wien, 21. Juni 2017

Nummer	Art	Größe (mm)	Geschlecht
1	<i>Tabanus sudeticus</i>	23	männlich

Obertautendorferamt, Niederösterreich, 6. Juli 2017

Nummer	Art	Größe (mm)	Geschlecht
1	<i>Haematopota italica</i>	12	weiblich
2	<i>H. italica</i>	9,5	weiblich
3	<i>H. italica</i>	12	weiblich
4	<i>H. italica</i>	12	weiblich
5	<i>H. italica</i>	11	weiblich
6	<i>H. italica</i>	10	weiblich
7	<i>H. italica</i>	11	weiblich
8	<i>H. italica</i>	11	weiblich
9	<i>H. italica</i>	11	weiblich
10	<i>Tabanus bromius</i>	14	weiblich
11	<i>T. bromius</i>	14,5	weiblich
12	<i>T. bromius</i>	14	weiblich
13	<i>T. bromius</i>	14	weiblich
14	<i>T. bromius</i>	14,5	weiblich
15	<i>T. bromius</i>	13	weiblich
16	<i>T. bromius</i>	15	weiblich
17	<i>T. bromius</i>	14	weiblich
18	<i>T. bromius</i>	13,5	weiblich
19	<i>T. bromius</i>	13	weiblich
20	<i>T. bromius</i>	14	weiblich
21	<i>T. bromius</i>	13	weiblich
22	<i>T. bromius</i>	15	weiblich
23	<i>T. bromius</i>	15	weiblich
24	<i>T. bromius</i>	14	weiblich
25	<i>T. bromius</i>	14,5	weiblich

26	<i>T. bromius</i>	13,5	weiblich
27	<i>T. bromius</i>	14	weiblich
28	<i>T. bromius</i>	14	weiblich
29	<i>T. bromius</i>	(Abdomen unvollständig)	weiblich
30	<i>T. bromius</i>	12	weiblich
31	<i>T. bromius</i>	14	weiblich
32	<i>Haematopota crassicornis</i>	9	weiblich
33	<i>Haematopota. sp.*</i>	7,5	weiblich

* Frons schwarz, Scapus verdickt, Tergite schwarz, kein Mittelstreifen, keine seitlichen Flecke, Tergite 3 und 4 mittig am Hinterrand etwas erhellt. Entspricht keiner Nominatform der in Österreich bekannten Arten.

Mittlere Schirning

Nummer	Art	Größe (mm)	Geschlecht	Datum	Wetter
1	<i>Tabanus bromius</i>	16,5	weiblich	8.7.2017	sonnig
2	<i>T. bromius</i>	16,5	weiblich	15.7.2017	bewölkt
3	<i>Haematopota crassicornis</i>	9	weiblich	30.7.2017	bewölkt
4	<i>H. crassicornis</i>	8	weiblich	30.7.2017	bewölkt
5	<i>H. crassicornis</i>	8	weiblich	30.7.2017	bewölkt
6	<i>H. italica</i>	11	männlich	30.6.2018	sonnig

Winzendorf, Steiermark, 3. bis 5. Juli 2017

Nummer	Art	Größe	Geschlecht
1	<i>Tabanus sudeticus</i>	22	weiblich
2	<i>T. bovinus</i>	20	weiblich
3	<i>T. bovinus</i>	18	männlich
4	<i>T. bovinus</i>	19	weiblich
5	<i>T. bromius</i>	15	weiblich
6	<i>T. bromius</i>	14	männlich
7	<i>T. bromius</i>	15	männlich
8	<i>T. bromius</i>	14	weiblich
9	<i>T. bromius</i>	14	weiblich
10	<i>T. bromius</i>	14,5	weiblich

Wundschuh, Kaiserwald, 15. Juli 2017

Nummer	Art	Größe (mm)	Geschlecht
1	<i>Haematopota crassicornis</i>	8	weiblich

Seekirchen/Wallersee, 10. bis 13. Juli 2018

Nummer	Art	Größe	Geschlecht
1	<i>Tabanus bromius</i>	12	weiblich
2	<i>T. bromius</i>	12	weiblich
3	<i>Haematopota crassicornis</i>	10	weiblich
4	<i>H. crassicornis</i>	9,5	weiblich

Wenger Moor, 12. Juli 2018

Nummer	Art	Größe	Geschlecht
1	<i>Haematopota italica</i>	10	weiblich
2	<i>H. italica</i>	10	weiblich
3	<i>H. italica</i>	9	weiblich
4	<i>H. italica</i>	9	weiblich
5	<i>H. crassicornis</i>	9,5	weiblich

Zum Verhalten der Bremsen an allen angeführten Orten ist festzuhalten, dass es vor allem die Arten der Gattung *Haematopota* waren, welche sich sowohl gegenüber Menschen als auch Tieren äußerst aggressiv verhalten haben, auch an bewölkten Tagen. Generell bevorzugte Anflugstellen am Körper konnten keine beobachtet werden. Arten der Gattung *Tabanus* verhielten sich unnachgiebig gegenüber anwesenden Tieren, zeigten jedoch in den meisten Fällen (ausgenommen ReiterInnen in engem Kontakt mit einem Pferd) nur geringes Interesse an Menschen.

In der Schirning konnte eine Flugzeit von Mai bis September der *Haematopota*-Arten beobachtet werden. *T. bromius* war erst ab Juni, aber ebenfalls bis September aktiv. Zu Beginn der Bremsenzeit sind die Tiere nur in geringer Zahl vertreten, da viele der neu geschlüpften Bremsen von im Pferdestall ansässigen Rauchschnalben (*Hirundo rustica*) abgefangen werden. Zur Hauptzeit können sie hingegen nur wenig gegen die große Anzahl der Bremsen ausrichten. Laut Aussagen von örtlichen ReiterInnen ist bei langanhaltend warmen Temperaturen ein Auftreten von *Haematopota* sp. auch im April und Oktober möglich.

Zudem hielten sich Bremsen nie innerhalb der Ställe auf. *Stomoxys calcitrans* allerdings schon. *Haematopota crassicornis* konnte das erste Mal für die Steiermark und *H. italica* das erste Mal für Salzburg nachgewiesen werden.

Ein möglicher, sich in den Ergebnissen abzeichnender Rückgang der Bremsenvielfalt könnte, wie von Schacht (2003) für Bayern erwähnt, auf die zunehmenden Landtrockenlegungen, Regulierungen von Fließgewässern sowie Verunreinigungen von Gewässern allgemein und ihren Umgebungen zurückzuführen sein. Baldacchino et al. (2017) konnten zudem zeigen, dass die Diversität an verschiedenen Bremsenarten umso niedriger ist, je höher der Flächenanteil von Weiden ist. Dadurch werden euryöke Arten begünstigt, welche keine besonderen Erfordernisse an ihre Umwelt stellen und in einer Vielzahl von Biotopen ihr Auskommen finden können, zum Beispiel *Tabanus bromius* und *Haematopota pluvialis*. Lebensraumfragmentierung ist ein weiterer Faktor, der Generalisten bevorzugt. Die zurückgegangene Haltung von Weidetieren in manchen Gegenden Österreichs könnte ebenfalls eine Rolle spielen. Ein möglicher Rückgang der Gesamtanzahl von Bremsen würde sich in einen allgemeinen, von Hallmann et al. (2017) beschriebenen Trend einfügen. In ihrer Arbeit stellten sie einen Rückgang von über 75 % in reiner Biomasse fliegender Insekten in den letzten 27 Jahren fest.

5. Einheimische Arten

Die Literatur zur Bremsenfauna in Österreich ist rar gesät und zumeist regionaler Natur. Die letzte dem Autor bekannte Arbeit in diesem Themenbereich stammt von Kofler & Schacht aus dem Jahre 2009 und beschäftigt sich vornehmlich mit dem Bremsenvorkommen in Osttirol und Kärnten. Die letzte gesamtösterreichische Aufarbeitung findet sich im Catalogus Faunae Austriae Teil XIX k von 1989, der von Markus Mally verfasst wurde. Ihm sind auch einige weitere taxonomische Beiträge zur Bremsenforschung zu verdanken. Entsprechend stützt sich die nachfolgende Aufstellung der in Österreich heimischen Bremsen zu einem großen Teil auf die Schriften Mallys (vor allem 1983, 1989), ergänzt um Franz (1989), Krčmar et al. 2011, Falck 2014 und die aktualisierten Fundortangaben von Kofler & Schacht (2009) und Aistleitner (2008) sowie einige weitere Arbeiten. Die angegebenen, von Mally (1989) übernommenen Flugzeiten sind Richtwerte und können je nach Witterung etwas abweichen.

In Österreich sind 65 Arten der Tabanidae nachgewiesen und durch Fundstücke belegt. Bei der Auflistung der heimischen Spezies wurden nur jene berücksichtigt, welche in den letzten 100 Jahren gesichert im heutigen Staatsgebiet Österreichs aufgefunden wurden, selbst wenn diese von Mally (1989) als in Österreich vorkommend eingestuft wurden. Jene Arten, welche seit über 100 Jahren nicht in Österreich angetroffen und auch solche, die von Mally (1989) als möglicherweise heimisch gelistet wurden, finden sich separat darunter.

Mehr als andere Dipterenfamilien verfügen die Bremsen in ihrem Aussehen über eine gewisse innerartliche Variationsbreite, weswegen von einer Art oft mehr als eine Form beschrieben ist. Dieser Umstand hat schon mehrmals dazu geführt, dass Formen als eigene Arten oder zumindest Unterarten beschrieben wurden (Mally 1983). Mittlerweile ist diese äußere Variabilität zwar allgemein bekannt und anerkannt, trotzdem gibt es noch kein einheitliches System diesbezüglich, was dazu führt, dass diverse Synonyme im Gebrauch sind. So vertritt beispielsweise Schacht (1994, Kofler & Schacht 2009) den Standpunkt, dass unter *Tabanus glaucopis* zwei eigenständige Arten zusammengefasst werden, von ihm *glaucopis*-Form und *rubra*-Form genannt. Zugleich synonymisiert er *Tabanus cognatus* mit der *glaucopis*-Form. Mally (1989) hingegen behandelt die eine Form als *T. cognatus* und die andere als *T. glaucopis rubra*, also eine Unterart. Noch einige Jahre zuvor (Mally 1983) sah er wie andere Autoren in *T. cognatus* lediglich eine Form von *T. glaucopis*. Bis heute gibt es keine abschließende Lösung dieser Problematik. Darum sei hier angemerkt, dass in der vorliegenden Arbeit darauf Bedacht genommen wurde, die aktuellste taxonomische Einordnung zu berücksichtigen.

Allgemein wird eine Form als gültig erachtet, wenn sich diese distinkt von der Nominatform unterscheidet, ohne aber ein eigenes Taxon zu rechtfertigen, und es keinen nahtlosen Übergang im Äußeren der Tiere von der Nominatform zur Nebenform gibt (Mally 1983).

Chrysopsinae

Chrysops MEIGEN 1803

Die Exemplare dieser Gattung sind im Vergleich mit den anderen Unterfamilien eher klein und zeichnen sich durch das Vorhandensein von zwei Apikalsporen an den Tibien des letzten Beinpaars, Flügeln mit dunklem Querband, (gold)grün reflektierenden Augen mit dunklen Flecken und schlanken Antennengliedern aus. Weltweit (mit Ausnahme von Island, Grönland und Hawaii) sind 287 Arten bekannt. Davon treten acht auch in Österreich auf (Krčmar et al. 2011, Mally 1983). Für diese Arten ist die Betrachtung der Abdomalmusterungen zur Unterscheidung meist ausreichend. Zur Sicherheit sollte bei der Bestimmung allerdings auch auf andere Merkmale, insbesondere die Frons sowie Flügel- und Antennenfärbung, Acht gegeben werden.



Abb. 24: *Chrysops relictus* (Oberes Bild: Eric Steinert, CC BY SA 3.0; unteres Bild: Janet Graham, CC BY 2.0)

C. caecutiens LINNÉ 1758 (Deutsch: Gemeine Blindbremse, Englisch: splayed deer fly) zählt zu den häufigsten der Familie und ist in fast ganz Europa sowie in Sibirien zu finden. Es sind keine Biotopräferenzen bekannt. Dementsprechend kann *C. caecutiens*, abgesehen von Hochgebirgen, von Mai bis September in Gewässernähe überall in Österreich angetroffen werden (Mally 1983, Mally 1989).

Die Nominatform zeigt ein schwarzes, umgekehrtes V, das die Tergithintergrenze meist erreicht, auf dem ansonsten hellen zweiten Tergit. Die Tergite 3 bis 7 sind schwarz mit einer nach posterior in der Stärke zunehmenden hellen Behaarung. Die Männchen sind fast komplett schwarz. Zusätzlich sind aufgrund der großen innerartlichen Unterschiede mehrere Formen beschrieben. Mally (1989) allein nennt derer sechs und die Unterart *C. caecutiens ludens*. Die Länge beträgt 7 bis 10 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

C. divaricatus LOEW 1858

findet sich vor allem nördlich der Alpen, in Osteuropa und im nördlichen Teil Asiens, ist in Österreich aber nur in Kärnten in Moornähe heimisch, wo sie sich von Juni bis August in großer Zahl aufhalten können (Mally 1983, Mally 1989).

Das zweite Tergit dieser Art trägt ein schwarzes Muster ähnlich einem umgekehrtem, geschwungenem V auf hellem Hintergrund, das die Hintergrenze des Tergits allerdings nicht erreicht. Die Tergite 3 bis 6 sind großteils schwarz und haben einen hellen Hinterrand sowie helle, mittig gelegene Dreiecke. Die Länge beträgt 7 bis 11 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

C. flavipes MEIGEN 1804

ist eine in Österreich seltene Art aus dem Mittelmeerbereich mit einer Flugzeit von Mai bis September. Sie bevorzugt warme Umgebung und kommt bei uns in Form der Unterart *C. flavipes punctifer* deshalb nur an wenigen Orten in Niederösterreich und der Steiermark, in der Nähe von Schwemmland und Schlickböden, vor (Mally 1983, Mally 1989).

Das zweite Tergit weist ein schwarzes, nach anterior offenes, umgekehrtes V auf hellem Grund auf, das die Tergithintergrenze nicht ganz berührt. Die restlichen Tergite sind zu einem großen Teil hell gefärbt. Die Länge beträgt 6 bis 9 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

C. italicus MEIGEN 1804

ist vor allem im Mittelmeerbereich entlang der Meeresküsten verbreitet und fliegt von Mai bis August. In Österreich sind Funde von *C. italicus* var. *nigriventis* aus Feuchtgebieten in Wien, Niederösterreich und Nordtirol bekannt (Mally 1983, Mally 1989).

Die Tergite 2 bis 6 tragen mittig gelegene helle Dreiecke, die Tergite 3 bis 6 zusätzlich auch lateral gelegene Dreiecke, die aber etwas verwaschen aussehen können. Die Länge beträgt 8 bis 10 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

C. relictus MEIGEN 1820 (Deutsch: Goldaugenbremse, Englisch: twin-lobed deer fly)

ist in fast ganz Europa bis nach Nordwestchina sowie in ganz Österreich verbreitet und häufig zu finden. Meist kommt sie in der Nähe von Seen, Teichen und Waldlichtungen vor. Die Flugzeit ist von Juni bis August (Mally 1983, Mally 1989). Mally (1989) nennt fünf Formen.

Auf Tergit 2 treffen zwei schwarze, beinahe rechteckige Flecken aufeinander, die auf diese Weise ein helles, mittiges Dreieck formen. Daher stammt auch der englische Name dieser Art. Die Tergite 3 bis 5 verfügen über einen hellen Hinterrand, ein mittig gelegenes helles Dreieck

und sind ansonsten schwarz gefärbt. Wie bei *C. caecutiens* sind die Männchen großteils schwarz, im Gegensatz zu diesen sind sie allerdings am zweiten Tergit lateral und an den Tibien mittig rötlich-gelb gefärbt. Die Länge beträgt 6 bis 11 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

C. rufipes MEIGEN 1820

kommt in der nördlichen Hälfte Europas von Mitteleuropa bis in den nördlichen Teil Asiens vor (Leclercq 1967). Folglich handelt es sich um eine in Österreich seltene, bis jetzt nur in feuchten Gegenden Nieder- und Oberösterreichs sowie im Wiener Prater nachgewiesene Art (Franz 1989). Die Flugzeit ist von Juni bis August (Mally 1983, Mally 1989). Mally (1989) nennt zudem eine „enge Bindung an Sphagnum- und Carex-Arten“ (S. 7).

Der Körper von *C. rufipes* ist zu einem Großteil dunkel, die Tergite haben aber einen hellen Hinterrand. Auf Tergit 2 ist zusätzlich ein helles, mittiges Dreieck zu sehen. Jene auf den Tergiten 2 und 3 fallen kleiner aus und sind teilweise etwas dunkler. An den Seiten können die Tergite heller sein. Die Länge beträgt 6 bis 9 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983). Von der südlichen *C. melicharii*, die sich womöglich aus *C. rufipes* durch örtliche Trennung entwickelt hat (Schacht 1980), unterscheidet sich die Art durch die Ausprägung des Frontal- und Vertexcallus (Mally 1983).

C. sepulcralis FABRICIUS 1794 (Englisch: black deer fly)

ist von Mittel- und Nordeuropa bis in den nördlichen Teil Asiens verbreitet, allerdings nicht im Bereich des Mittelmeers. Sie bevorzugt die Nähe von Seen, Torfmooren und anderen Feuchtgebieten. In Österreich ist die Art selten und konnte bisher in Ober- (Ibmer Moor) und Niederösterreich (Lunzer Untersee) nachgewiesen werden (Mally 1983). Mally (1989) nennt zwar Salzburg statt Oberösterreich, da Franz (1989) aber nur die beiden oben angeführten Fundorte nennt, die Daten zu den Tabaniden in dessen Arbeit großteils von Mally stammen und das Ibmer Moor nahe der Grenze zu Salzburg liegt, handelt es sich wahrscheinlich um eine Verwechslung. Die Flugzeit wird mit Juni bis August angegeben.

Insgesamt zeichnet sich *C. sepulcralis* durch eine im Vergleich zu anderen Arten markante Merkmalskonstanz aus, also einer geringen Variation im Aussehen. Der Körper ist komplett schwarz, lediglich die Hinterränder der Tergite können hell behaart sein. Ist auch die Behaarung schwarz, wird die Form als *C. sepulcralis* var. *maurus* bezeichnet. Es gibt keine geographische Trennung der Nominatform und der var., ebenso können Übergangsformen auftreten. Die Länge beträgt 6 bis 10 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

C. viduatus FABRICIUS 1794

findet sich in großen Teilen Europas und konnte in Österreich bisher in Wien, Nieder- und Oberösterreich, Nordtirol, Kärnten, der Steiermark sowie im Burgenland nachgewiesen werden, ist gesamt gesehen aber eher selten. Die Art tritt vor allem bei Mooren und andere Feuchtgebieten auf, manchmal auch in trockener Umgebung, und fliegt von Juni bis August (Mally 1983, Mally 1989).

Die Art zeichnet sich vor allem durch ein gelbes, zweites Tergit und einen darauf befindlichen, mittig gelegenen schwarzen Fleck aus. Die Tergite 3 und 4 sind schwarz, haben helle Hinteränder und mittige helle Dreiecke. Die nachfolgenden Tergite sind ebenso dunkel, die Färbung kann aber durch die ausgeprägte helle Behaarung in den Hintergrund treten. Mally (1989) nennt drei Formen. Die Länge beträgt 7 bis 11 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

Silvius MEIGEN 1820

Die Gattung umfasst weltweit 40 Arten (Pape & Thompson 2018), wobei die meisten in der Paläarktis und der Nearktis verbreitet sind. In Österreich konnte bislang nur eine Art nachgewiesen werden (Mally 1989). Die Gattung zeichnet sich durch einen lehm- bzw. braungelben bis grauen Körper und ein Abdomen ohne Musterungen aus (Kröber 1925).

S. alpinus SCOPOLI 1763



Abb. 25: *Silvius alpinus* (Foto: Kurt Kulac, CC-BY-SA-2.5 und GNU FDL)

kommt in Mittel- und Südeuropa sowie bis in die Türkei überwiegend in Flusstälern vor. In Österreich erfolgten vereinzelte Nachweise in Nieder- und Oberösterreich, Salzburg, Vorarlberg, der Steiermark und im Burgenland. Die Flugzeit ist von Mai bis September (Mally 1989).

Der Körper ist inklusive der Antennen braungelb und großteils gleichfärbig behaart. Die Flügel sind an der Basis sowie entlang der Costa und Subcosta ebenfalls braungelb. Die Länge beträgt 9 bis 13 mm (Krčmar et al. 2011).

Tabaninae

Hybomitra ENDERLEIN 1922

Die Gattung beinhaltet 243 Arten (Pape & Thompson 2018), welche vor allem in der Palä- und Nearktis beheimatet sind. Davon finden sich achtzehn in Österreich (Mally 1989).

Die Arten dieser Gattung sind meistens dunkelgrau bis schwarz, selten braun und können auf den Tergiten, seitlich, mittig und/oder entlang der Hinterränder helle Stellen aufweisen. Die Augen sind immer behaart und der Vertex mit einem dunkel glänzenden Ocellenrudiment versehen. Die Basis des Flagellums trägt, wie oft bei den Tabaninae, einen zahn- oder dornartigen Fortsatz (Krčmar et al. 2011, Mally 1983). In älterer Bestimmungsliteratur wird oft auf die Zahl der Augenstreifen verwiesen, was aber aufgrund deren innerartlicher Variabilität kein verlässliches Merkmal darstellt. Manche Arten sind sich in ihrem Aussehen sehr ähnlich und nur anhand der Genitalien zu unterscheiden (Mally 1983). Die Einigung auf das Taxon *Hybomitra* erfolgte erst 1948. Davor waren die Arten zahlreichen Taxa innerhalb der Familie zugeteilt (Mally 1983).



Abb. 26: *Hybomitra distinguenda* (Oberes Foto: Janet Graham, CC BY 2.0; unteres Foto: Janet Graham, CC BY 2.0)

H. arpadi SZILÁDY 1923

findet sich in der gesamten nördlichen Holarktis und „bevorzugt Hügellandschaften mit sumpfigen und moorigen Biotopen“ (Mally 1983, S. 77). Die Flugzeit erstreckt sich von Juni bis August (Mally 1989). In Österreich konnte die Art in Oberösterreich (Bärenstein), Salzburg (Fanningberg) und der Steiermark (Nähe Admont) nachgewiesen werden (Franz 1989). Mally (1983, 1989) nennt hingegen nur eine Verbreitung in Oberösterreich, obwohl sämtliche bei Franz (1989) angegebenen Funde von ihm bestimmt und teilweise sogar gesammelt wurden (Fanningberg). Trotz ihrer bevorzugt nördlichen Verbreitung, konnten von Krčmar (2005) auch im Osten Kroatiens noch einige Exemplare nachgewiesen werden. Allerdings ist eine Verwechslung mit *H. lundbecki* möglich (Mally 1983).

Die Tergite sind schwarz und bis zum dritten oder vierten Tergit zu beiden Seiten braun bis hellbraun, sodass der Eindruck eines schwarzen Mittelstreifens entsteht. Die Sternite 2 bis 4 sind zudem deutlich hellbraun. Die Länge beträgt 13 bis 18 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

H. aterrima MEIGEN 1820

kommt in der Nähe von Seen und Mooren in den Alpen, Pyrenäen und Karpaten vor und fliegt von Mai bis August. In Österreich wurde die Art in allen Bundesländern außer Wien und dem Burgenland gefunden und kann örtlich beschränkt in größerer Zahl auftreten (Mally 1983, Mally 1989).

Der Körper ist glänzend schwarz, mit teilweise schmalen hellen Hinterrändern auf den Tergiten. Die Sternite sind schwarz behaart. Zusätzlich gibt es eine im selben Bereich verbreitete Form, *H. aterrima* var. *auripila*, deren Tergithintergrenzen goldgelb und Sternite großteils hell behaart sind, und zahlreiche Übergangsformen. Die Länge beträgt 13 bis 16 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

H. bimaculata MACQUART 1826 (Englisch: Hairy-legged horsefly)

hat keine besonderen Lebensraumvorlieben und kann in der gesamten Paläarktis, von Europa bis nach Japan, in der Nähe von Feuchtgebieten angetroffen werden. *H. bimaculata* var. *collini* findet sich jedoch vor allem in Wäldern (Mally 1983). Bisher konnte sie an Ober- und Niederösterreich, Kärnten, Vorarlberg (Kofler & Schacht 2009), der Steiermark sowie im Burgenland nachgewiesen werden, ist aber gesamt gesehen keine häufige Art. Die Flugzeit ist von Mai bis August (Mally 1989).

Generell verfügt *H. bimaculata* über ein dunkelgraues Äußeres. Die Tibia trägt relativ lange Haare, worauf die englische Bezeichnung zurückzuführen ist, und ist im proximalen Bereich orange gefärbt. Auf den Tergiten befindet sich mittig ab Tergit 2 ein helles Dreieck, welches nach posterior immer kleiner wird. Aufgrund der weiteren Variabilität des Abdomens werden drei Formen unterschieden. Die Form *bimaculata* ist zu beiden Seiten an den Tergiten 1 und 2 rötlich. Bei der Form *collini* erstreckt sich die Färbung bis auf das dritte Tergit (Dransfield & Brightwell 2018, Krčmar et al. 2011). Im Falle der am europäischen Festland seltenen *H. bimaculata* var. *bisignata* fehlt diese entweder völlig oder ist auf den Grenzbereich der Tergite 1 und 2 beschränkt. Die Länge beträgt 13 bis 17 mm (Mally 1983).

H. borealis FABRICIUS 1781

kommt vor allem in der nördlichen Hälfte Europas sowie in Sibirien vor und ist in Fennoskandia weit verbreitet (Franz 1989). Laut Mally (1989) bevorzugt die Art Quellregionen von Bächen und fliegt von Juni bis August. In Österreich ist die Art sehr selten und wurde bislang nur an wenigen Orten Vorarlbergs, Ober- und Niederösterreichs nachgewiesen. Die meisten Funde stammen jedoch aus dem 19. Jahrhundert, was die Angabe der Verbreitung unsicher macht (Franz 1989).

Der Körper ist dunkelgrau und weist am zweiten Tergit in der Mitte ein helles Dreieck sowie zu beiden Seiten davon helle Flecke auf. Am dritten Tergit kann sich eine abgeschwächte Form dieser Musterungen befinden. Außerdem ist der Scapus hellbraun und der Palpus weist an der Basis eine leichte Verdickung auf. Die Länge beträgt 10 bis 13 mm (Falck 2014, Mally 1983).

H. caucasica ENDERLEIN 1925

hat ein ähnliches Verbreitungsgebiet wie *H. aterrima* und kommt zusätzlich im Kaukasus vor (Mally 1983). Bei uns sind Funde aus allen Bundesländern außer Wien und dem Burgenland bekannt. Die Flugzeit ist von Juni bis August (Mally 1989).

Ein Problem stellt die große Ähnlichkeit mit *H. aterrima* dar, die durch die gemeinsame Verbreitung noch zusätzlich verkompliziert wird. Mally (1983) listet einige signifikante Unterschiede auf. So ist beispielsweise die Gesichtsbehaarung bei *H. aterrima* meist schwarz und bei *H. caucasica* großteils hell. Zudem hat erstere oft helle, mehr oder weniger ausgeprägte Tergithinterränder und drei Flagellomere, während diese bei zweiterer immer schwarz behaart und vier Flagellomere vorhanden sind. Definitiv lassen sie sich aber anhand ihrer Analklappen unterscheiden. Die Länge beträgt 13 bis 17 mm.

H. ciureai SÉGUY 1937 (Englisch: Yellow-horned levels horsefly)

zählt zu den quantitativ häufigsten Arten der Gattung in Österreich und den umliegenden Ländern. In Österreich ist die Art zwar nur aus Niederösterreich und dem Burgenland bekannt, wo sie sich auch in der Nähe von Salzlacken wiederfindet, tritt dort aber lokal von Mai bis September in sehr großer Zahl auf (Mally 1983, Mally 1989).

Die Art ist gekennzeichnet durch einen hellbraunen bis orangen Scapus und Pedicellus sowie rötliche Bereiche an den Seiten des Abdomens, die von über die ersten vier Tergite und fast bis zur Mitte hin erstrecken. Von Tergit 2 bis 4, manchmal auch darüber hinaus, kann sich ein heller Mittelstreifen erstrecken, welcher zeitweise nur schwach ausgeprägt ist oder auf den jeweiligen Tergiten die Form von Dreiecken einnimmt. Die Länge beträgt 14 bis 17 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011).

H. distinguenda VERRALL 1909 (Englisch: Bright horsefly)

findet sich fast überall in der Paläarktis und hat keine besonderen Habitatvorlieben (Mally 1983). Bestätigte Funde gibt es aus Ober- und Niederösterreich, Salzburg, Nord- und Osttirol (Kofler & Schacht 2009), der Steiermark sowie dem Burgenland. Die Flugzeit ist von Mai bis August (Mally 1989).

In ihrem Aussehen weist *H. distinguenda* große Ähnlichkeit mit *H. ciureai* auf, was vor allem auf den bei beiden vorhandenen seitlichen orangen bis hellbraunen Fleck zurückzuführen ist, der auch hier vom ersten bis zum vierten Tergit reicht und mittig kaum ein Drittel der Fläche freilässt. Dort befindet sich meist ebenfalls ein heller Streifen. Eine leichte Unterscheidung ist über zwei Merkmale möglich: Die ersten beiden Antennensegmente von *H. distinguenda* sind grau-schwarz und die Behaarung der seitlichen Flecke ist hauptsächlich goldgelb, was dieser Bremse den oben genannten englischen Namen eingebracht hat. *H. ciureai* hingegen hat eine gemischt schwarz-helle Behaarung dieser Bereiche (Dransfield & Brightwell 2018a, Falck 2014, Krčmar et al. 2011). Mally (1983) nennt zusätzlich die Formen *rufa* und *parva*, stuft diese aber nicht als wirkliche Formen ein, sondern als bloße „individuelle Merkmalsabwandlungen“ (S. 86). Mit *parva* werden etwa jene Tiere bezeichnet, die etwas kurz geraten sind und kleinere seitliche Abdominalflecken tragen. Die Länge beträgt 14 bis 18 mm.

H. expollicata PANDELLÉ 1883

kommt nur entlang der europäischen Meeresküsten (Ostsee und Mittelmeer) und bei anderen salzhaltigen Gewässern vor. Entsprechend konnte die Art in Österreich bislang nur im burgenländischen Seewinkel angetroffen werden, wo sie von Juni bis August fliegt (Mally 1989).

Das Abdomen zeigt einen dunklen Mittelstreifen, der wiederum in der Mitte der Länge nach in einer Linie hell behaart ist. Die Tergite 1 bis 3 weisen an den Seiten jeweils einen hellbraunen bis orange-rötlichen Fleck auf, ähnlich den letzten beiden Arten. Die Antennen sind schwarz und die Halteren an den Endkölbchen weiß. Die Länge beträgt 12 bis 18 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

H. kaurii CHVÁLA & LYNEBORG 1970

tritt vor allem in der nördlichen Paläarktis auf, mit Mitteleuropa als westlicher und südlicher Verbreitungsgrenze. Sie bevorzugt die Nähe von Mooren, kann aber auch in angrenzenden Gebirgen angetroffen werden. In Österreich ist die Art bereits sehr selten und wurde bisher in Ober- und Niederösterreich, Salzburg sowie in der Steiermark nachgewiesen (Mally 1983). Die Flugzeit ist von Juni bis August (Mally 1989).

Die Tergite sind schwarz und haben helle, gut sichtbare Hinterränder. Vom ersten bis dritten, manchmal auch nur bis zum zweiten, Tergit erstreckt sich zu beiden Seiten ein brauner Fleck. Die Länge beträgt 13 bis 16 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

H. lundbecki LYNEBORG 1959

kommt fast in der ganzen Paläarktis bei Mooren, sauren Wiesen und in Wäldern in Gewässernähe vor (Mally 1983). Die Art ist in Österreich recht häufig, sodass aus allen Bundesländern Fundstücke bekannt sind und fliegt von Mai bis August (Mally 1989).

An den Seiten der Tergite 1 bis 3 befindet sich wieder jeweils ein hellbraun-rötlicher Fleck mit heller Behaarung und an den Seiten der Tergite 4 bis 6 ebenso helle Behaarung. In der Mitte können ab dem zweiten Tergit helle Dreiecke ausgeprägt sein, die aber verwaschen wirken können oder kaum sichtbar sind. Das dritte Antennensegment, also jenes mit dem markanten zahnartigen Fortsatz, ist rotbraun. Die Länge beträgt 13 bis 17 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

H. micans MEIGEN 1804 (Englisch: Black-legged horsefly)

findet sich in Mittel-, West- und Nordeuropa vor allem in Feuchtgebieten und teilweise im Gebirge, allerdings nicht in Fennoskandia (Mally 1983). In Österreich wurden in Ober- und Niederösterreich, Salzburg, Nordtirol sowie in der Steiermark Exemplare gefunden. Die Flugzeit der Art beginnt vergleichsweise früh und ist von April bis September (Mally 1989).

Der Körper ist großteils schwarz, auf dem zweiten Tergit befindet sich an den Seiten allerdings jeweils ein heller Fleck. Die Tergite 2 bis 5 tragen mittig helle Dreiecke, welche allerdings bei manchen Exemplaren nicht gut sichtbar sind. *H. micans* zeigt eine gewisse Ähnlichkeit mit *H. aterrima* und *H. caucasica*, lässt sich von diesen aber eindeutig über den glänzend schwarzen Subcallus abgrenzen. Die Länge beträgt 13 bis 17 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

H. montana MEIGEN 1820 (Englisch: Slender-horned horsefly)

tritt in fast ganz Europa und im nördlichen Teil Westasiens bei Mooren und anderen Feuchtgebieten auf, nicht selten in der Nähe von Gebirgen (Mally 1983). Bis jetzt konnte sie in Salzburg, Nord- und Osttirol, Nieder- und Oberösterreich, Kärnten, Vorarlberg sowie der Steiermark nachgewiesen werden, wo sie von Mai bis August fliegt (Aistleitner 2008, Kofler & Schacht 2009, Mally 1989).

Die Antennen sind schwarz, maximal das dritte Antennensegment kann braun sein. Seitlich auf den Tergiten 1 bis 3 befindet sich jeweils ein dunkelbrauner bis rötlicher Fleck. Ab dem zweiten Tergit liegen mittig kleine, helle Dreiecke, welche teilweise eher undeutlich ausgeprägt sind. Zusätzlich sind die Hinterränder ab dem dritten Tergit ebenfalls hell behaart. Eine Verwechs-

lung mit *H. lundbecki* ist möglich. Die Arten unterscheiden sich aber in einigen wichtigen Details. Der Scapus ist bei *H. lundbecki* braun und die Behaarung der seitlichen Tergitflecke ist großteils hell, während sie bei *H. montana* schwarz ist. Ebenso ist die Subgenitalplatte unterschiedlich ausgebildet. Die Länge beträgt 12 bis 16 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

H. muehlfeldi BRAUER 1880

ist fast in der gesamten Paläarktis in feuchter Umgebung verbreitet, teilweise auch bei salzhaltigen Gewässern, und kann in diesen Gegenden in großer Zahl vorhanden sein (Mally 1983). In Österreich ist die Art aus Niederösterreich, Nordtirol, Kärnten, der Steiermark und dem Burgenland bekannt und fliegt von Mai bis August (Mally 1989).

Seitlich auf den Tergiten 1 bis 3 befindet sich wieder jeweils ein hellbrauner Fleck, welcher hell behaart ist. Die seitliche Behaarung auf den nachfolgenden Tergiten ist ebenfalls hell. Ab Tergit 2 verläuft ein heller Mittelstreifen, der auf den einzelnen Tergiten, vor allem auf dem zweiten und dritten, dreieckig ausgeprägt sein kann. Die Länge beträgt 13 bis 16 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

H. nigricornis ZETTERSTEDT 1842

kommt in der nördlichen Paläarktis vor. Zusätzlich gibt es einzelne Populationen in höheren Alpenlagen. Mally (1989) gibt diese Art nicht für Österreich an, hält ein Vorkommen aber für möglich. Allerdings listete bereits Moucha (1970) einige rezente Exemplare aus Nordtirol. Kofler & Schacht (2009) nennen zusätzlich mehrere Funde in Osttirol. Die meisten dieser Tiere wurden in Höhen von 1800 bis 2200 m angetroffen. Die Flugzeit ist von Mai bis August (Mally 1989).

Der Körper ist großteils schwarz, inklusive der Antennen. Das dritte Antennensegment ist zudem äußerst schlank und der zahnartige Fortsatz ist kaum zu sehen. An den Seiten der Tergite 1 bis 4 erstreckt sich wiederum zu beiden Seiten ein hellbrauner Fleck (Falck 2014).

H. pilosa LOEW 1858

bevorzugt wärmere Feuchtgebiete (Mally 1989) und ist vom südlichen Mitteleuropa über Südosteuropa bis nach Griechenland und in die Türkei (Altunsoy & Kiliç 2012) verbreitet, insgesamt aber selten. In Österreich konnte die Art bislang nur in Kärnten nachgewiesen werden (Franz 1989) und fliegt von Mai bis Juni (Mally 1989).

Das zweite Tergit weist an beiden Seiten jeweils einen größeren grauen Bereich auf. An den ersten drei bis vier Tergiten befinden sich mittig einige längere helle Borsten. Auf den nachfolgenden Tergiten finden sich diese entlang des gesamten Hinterrands. Ein mittiger heller Bereich auf dem zweiten Tergit ist ebenfalls möglich. Die Borsten der Augen sind zudem vergleichsweise lang (Krčmar et al. 2011).

H. tarandina LINNÉ 1758

ist eine weitverbreitete Art der nördlichen Paläarktis, von Mitteleuropa bis nach Japan (Franz 1989). In Österreich ist sie nur selten anzutreffen und fliegt von Juni bis August (Mally 1989). Bislang sind Funde aus Niederösterreich, Vorarlberg und der Steiermark bekannt (Mally 1983). Exemplare von *H. tarandina* sind eindeutig an ihrem wespenartigen Äußeren erkennbar. Die Flügel sind von der Costa bis zu den Medianadern oft gelblich, die Beine vom distalen Teil der Femora bis zu den Tarsen sowie die Palpen und Antennen hellbraun. Die Tergite sind schwarz mit breiten gelben Hinterrändern. Die Länge beträgt 17 bis 22 mm (Falck 2014, Mally 1983).

H. tropica LINNÉ 1758

ist eine seltene Art der Paläarktis, deren Vorkommen laut Mally (1983) noch unerforscht ist. Franz (1989) nennt ganz Europa bis nach Japan als Verbreitungsgebiet. Heimische Funde stammen aus Moornähe in Ober- und Niederösterreich, Kärnten, Nord- und Osttirol, der Steiermark sowie im Burgenland. Die Flugzeit ist von Mai bis August (Kofler & Schacht 2009, Mally 1989).

Das dritte Antennensegment ist schlank und am basalen Drittel rotbraun. An beiden Seiten der Tergite zieht sich entlang der gesamten Länge des Abdomens ein Bereich goldgelber Behaarung, sodass sich mittig ein schwarzer Streifen erstreckt, auf welchem aber wiederum ein Bereich heller Behaarung entlangläuft. Dieser kann auf den einzelnen Tergiten eine dreieckige Form annehmen. Die Länge beträgt 15 bis 18 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983). Im Laufe der Zeit wurde der Begriff *tropica* (bzw. *tropicus*) für zahlreiche Bremsenarten verwendet, was beim Studium historischer Schriften zu großer Verwirrung führen kann. Die heute gültige Definition dieser Art ist erst seit wenigen Jahrzehnten in Gebrauch (Mally 1983).

H. ukrainica OLFSUFJEV 1952

hat wahrscheinlich ihr Verbreitungsgebiet vom Osten Österreichs, über Südosteuropa (Krčmar et al. 2003) bis in die Ukraine. Die Art ist relativ selten und konnte bislang nur im Grenzgebiet von Niederösterreich und dem Burgenland (Leithagebirge) nachgewiesen werden (Mally 1983). Die Flugzeit ist von Mai bis Juni (Mally 1989).

Vom ersten bis zum vierten Tergit erstreckt sich zu beiden Seiten wieder jeweils ein hellbrauner Fleck. Auf den Tergiten 2 bis 5 befinden sich mittig kleine helle Dreiecke (Krčmar et al. 2011, Mally 1985). *H. ukrainica* ähnelt stark *H. ciureai*, unterscheidet sich aber unter anderem durch folgende Merkmale: Die Tibien ersterer sind größtenteils schwarz behaart, jene zweiterer vor allem hell. Das zweite Tergit von *H. ukrainica* ist an den Seiten hell beborstet, bei der anderen Art hingegen schwarz. Ebenso sind die mittigen hellen Dreiecke von *H. ciureai* nicht scharf umrissen und reichen bis in die Tergitmitte oder darüber hinaus (Mally 1985). Die Länge beträgt laut Mally (1983) 17 bis 21 mm (und 16 bis 19 mm laut Mally 1985).

(*Sipala*) ENDERLEIN 1923

H. (Sipala) acuminata LOEW 1858

ist in Mittel- und Südeuropa verbreitet und bevorzugt saline Biotope. In Österreich ist die Art nur aus dem Burgenland bekannt und fliegt von Mai bis August. Sie ist außerdem eine der wenigen Arten, die an Vögeln Blut saugt (Mally 1983).

Die Untergattung wird über die „lateral kompressen Tergite“ (Mally 1983, S. 60) definiert. Das Abdomen verschmälert sich ab dem vierten, aber vor allem ab dem fünften bis zum siebten Segment extrem gegenüber dem restlichen Körper. Bei *H. (Sipala) acuminata* sind die Kölbchen der Halteren weiß und die Tergite 1 bis 3 (manchmal 4) tragen auf beiden Seiten jeweils einen braunen Fleck. Die Länge beträgt 13 bis 15 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

Atylotus OSTEN-SACKEN 1876

Diese Gattung umfasst 76 Arten. Die Verbreitung erstreckt sich über die gesamte Holarktis (Mally 1983) und bis nach Südafrika (Desquesnes & Dia 2003, Taioe et al. 2017). In Österreich konnten bislang sechs Arten nachgewiesen werden (Mally 1989).



Abb. 27: *Atylotus loewianus*, Männchen
(Foto: Yo072000, CC BY-SA 4.0)

Die Vertreter dieser Gattung zeichnen sich durch ein weiß- bis aschgraues Äußeres, verbunden mit zwei schwarzen abdominalen Längsstreifen aus. Sind letztere nicht vorhanden ist der Körper goldgelb. Die Augen sind bei lebenden Exemplaren leuchtend gelb-braun bis blassgrün mit einem meist dünnen und unvollständigen Augestreifen und im Tode rotbraun. Die frontalen Calli sind klein und getrennt. (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

Wie bei anderen Gattungen unterlagen auch die heutigen *Atylotus*-Arten im Laufe der Zeit zahlreichen taxonomischen Neueinteilungen und Wiederbeschreibungen, sodass mittlerweile von fünf Synonymen ausgegangen wird: *Abatylotus*, *Baikalia*, *Dasystypia*, *Ochrops* und *Surcoufiella* (Mally 1983).

A. flavoguttatus SZILÁDY 1915

ist vom südlichen Mittel-, über Südeuropa bis nach Zentralasien verbreitet. In Österreich sind Funde aus dem Burgenland bekannt, welche eine Bevorzugung von salzhaltigen Biotopen vermuten lassen (Mally 1983). Die Flugzeit dieser seltenen Art ist von Mai bis August (Mally 1989).

Die Augen von *A. flavoguttatus* sind unbehaart, die langen auf dem Vertex befindlichen Borsten sind hell. Das Abdomen ist dorsal grau mit einem dunkelgrauen Mittelstreifen, der sich über die gesamte Länge zieht. Darauf können sich im Falle der Tergite 3 bis 6 hellgraue Dreiecke befinden. Parallel zum breiten Mittelstreifen befindet sich zu beiden Seiten jeweils eine weitere dunkle Längslinie, die vom ersten bis zum letzten Tergit reicht. Weiters tragen die Tergite 1 und 2 (manchmal auch darüber hinaus) an den Seiten jeweils einen hellbraunen Fleck. Die Länge beträgt 12 bis 16 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

A. fulvus MEIGEN 1820 (Englisch: Golden horsefly)

kommt in ganz Europa, vor allem in der Nähe von Mooren und anderen Feuchtgebieten, vor, allerdings nicht in großer Zahl. Bei uns sind Funde aus Ober- und Niederösterreich, Kärnten, der Steiermark und dem Burgenland bekannt. Die Flugzeit ist von Juni bis August (Mally 1989). Die Augen sind meist unbehaart und der Scapus braun mit heller, feiner Behaarung. Das dritte Antennensegment und die Flagellomere sind ebenfalls braun. An den Seiten der Tergite 1 bis 3 befindet sich jeweils ein hellbrauner Fleck. Dieser kann in seltenen Fällen reduziert sein (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983). Auf jeden Fall ist das gelbgraue bis graue dorsale Abdomen „gleichmäßig gelb und schwarz behaart“ (Mally 1983, S. 119). Von der Nominatform unterscheidet sich *A. fulvus* var. *rufipes* über die braunen Femora. Jene ersterer sind teilweise grau. Die Länge beträgt 13 bis 16 mm (Mally 1983).

A. loewianus VILLENEUVE 1920

ist im Mittelmeerbereich und im südlichen Mitteleuropa verbreitet, wo diese Art am ehesten in warmen Flusstälern anzutreffen ist. In Österreich wurden Exemplare in Niederösterreich, der Steiermark und dem Burgenland gefunden. Die Flugzeit ist von Juni bis August (Mally 1989).

Das Aussehen entspricht zu großen Teilen jenem von *A. fulvus*, was oft zu Verwechslungen führt. Die Frontalcalli sind bei *A. loewianus* allerdings für die Gattung recht groß und der dunkle Bereich in der Mitte der Tergite nimmt maximal ein Viertel der Breite ein, während es bei *A. fulvus* mindestens ein Drittel der Breite ist. Die Länge beträgt ebenfalls 13 bis 16 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

A. plebeius FALLÉN 1817

kommt in Mittel- und Nordeuropa in der Nähe von Torfmooren, auch in höheren Lagen, vor und ist insgesamt selten. Es könnte sich um eine der wenigen Bremsenarten handeln, deren Weibchen kein Blut saugen (Mally 1983). Bei uns sind Funde aus Ober- und Niederösterreich, Salzburg, Osttirol sowie der Steiermark bekannt. Die Flugzeit ist von Juli bis August (Kofler & Schacht 2009, Mally 1989).

Die Augen sind behaart und es sind drei Flagellomere vorhanden. Die Borsten am Vertex sind hell. Das gesamte Abdomen ist grau, ein dunkler Mittelstreifen auf der dorsalen Seite ist schwach ausgeprägt. In seltenen Fällen trägt das zweite Tergit seitliche braune Flecke. Die Länge beträgt 9 bis 12 mm (Falck 2014, Mally 1983).

A. rusticus LINNÉ 1767 (Englisch: Four-lined horsefly)

findet sich in fast ganz Europa und ist dort die wahrscheinlich häufigste Art der Gattung (Mally 1983). In Großbritannien steht sie aufgrund der fortschreitenden Zerstörung ihrer Lebensräume (z.B. Trockenlegungen von Sümpfen und Marschland) mittlerweile auf der Liste bedrohter Arten (Dransfield & Brightwell 2018b). In Österreich ist die Art in Ober- und Niederösterreich, Kärnten, der Steiermark sowie dem Burgenland nachgewiesen worden. Die Flugzeit ist von Juni bis August (Mally 1989).

Die Augen sind bei den meisten Exemplaren unbehaart (Mally 1983) und der Körper ist grau. Der Thorax zeigt dorsal eine große kahle Fläche, was die Art von *A. fulvus* unterscheidet, deren Thorax stark behaart ist. Die Femora sind zudem bis auf den distalen Teil dunkel, was sie wiederum von den komplett hellen Femora von *A. fulvus* unterscheidet. Die auf dem dorsalen Abdomen verteilte goldgelbe und dunkle Behaarung ergibt ein Muster, das vier dunklen Längsstreifen ähnelt, jeweils zwei neben dem mittigen hellen Bereich (Dransfield & Brightwell 2018b, Falck 2014, Krčmar et al. 2011).

A. sublunaticornis ZETTERSTEDT 1842

hat dasselbe Verbreitungsgebiet, die gleiche Lebensweise und ein ähnliches Aussehen wie *A. plebeius*, weswegen bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts nicht zwischen diesen beiden Arten unterschieden wurde und alle bestimmten Exemplare *A. plebeius* zugeordnet wurden. Bei nicht wenigen davon handelte es sich jedoch um *A. sublunaticornis* (Mally 1983). So ergibt sich ein in Österreich auf Salzburg und die Steiermark beschränktes, bekanntes Verbreitungsgebiet mit einer Flugzeit von Juni bis August (Mally 1989).

Unterscheiden lassen sich die beiden Arten über die langen Vertexborsten. Diese sind bei *A. sublunaticornis* schwarz und bei *A. plebeius* hell (Mally 1983).

Theriopectes ZELLER 1842

Die Gattung ist mit zwölf Arten vom südlichen Mitteleuropa über Südosteuropa bis nach Zentralasien verbreitet. Aus Österreich ist nur eine Art bekannt (Mally 1983).

Theriopectes-Arten sind stark behaart, relativ groß und haben ein hummelähnliches Aussehen. Die Tibien des zweiten und dritten Beinpaars sind verdickt, hell und weiß behaart. Das Abdomen zeigt meist kein Muster und das Tergit 3 (selten bis Tergit 7) ist glänzend dunkelbraun (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

T. gigas HERBST 1787

findet sich vor allem in Südosteuropa und im südlichen Mitteleuropa, wo sie meistens bei warmen Hanglagen und in Flusstälern auftritt (Mally 1983). In Österreich sind Exemplare aus Ober- und Niederösterreich, Kärnten, Nordtirol sowie Vorarlberg bekannt. Die Flugzeit ist von Mai bis Juli (Mally 1989).

Die Augen sind stark behaart und dunkel. Die Flügel sind entlang der Adern teilweise braun und der Thorax vor allem am Mesonotum gelbbraun behaart. Tergit 1 ist hell behaart, Tergit 2 allenfalls am Vorderrand. Zudem sind die Tergite 2 bis 7 glänzend braun bis schwarz. Die Länge beträgt 22 bis 23 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

Tabanus LINNÉ 1758

Die Gattung ist weltweit mit 1349 Arten verbreitet und findet sich in nahezu allen bremsenfreundlichen Biotopen (Pape & Thompson 2018). In Österreich sind achtzehn Arten bekannt.

Tabanus-Arten sind für gewöhnlich gräulich oder bräunlich und ähneln generell der Gattung *Hybomitra*, haben aber im Gegensatz zu diesen kein Ocellenrudiment am Vertex, und wie der



Abb. 28: *Tabanus bromius* (Oberes Foto: Hectonichus, CC BY-SA 3.0; Unteres Foto: Francisco Welter-Schultes, CC0)

Rest der Unterfamilie keine Apikalsporne auf den Tibien des dritten Beinpaars (Falck 2014) sowie meist unbehaarte Augen (Krčmar 2011).

T. autumnalis LINNÉ 1761 (Englisch: Large marsh horsefly)

ist in Europa und Asien verbreitet und kann dort in verschiedenen Feuchtgebieten, auch salzhaltigen, angetroffen werden. In Österreich ist dies vor allem in der Nähe von Niedermoores der Fall (Mally 1983). Aus Vorarlberg, Nordtirol, Salzburg, Niederösterreich, Kärnten, der Steiermark und dem Burgenland sind Funde bekannt. Die Flugzeit ist von Mai bis August (Mally 1989).

Die Art hat im lebenden Zustand keine Augenstreifen. Die Tibien des zweiten und dritten Beinpaars sind braun und das dorsale Abdomen schwarz. Zudem verfügen die

Tergite 2 bis 6 über deutliche mittige helle Dreiecke und zu beiden Seiten davon je einen hell gräulichen Fleck. Die Länge beträgt 17 bis 22 mm (Falck 2014, Krčmar 2011, Mally 1983). Zusätzlich existiert eine braune Form, var. *brunnescens* (Mally 1983).

T. bifarius LOEW 1858

kommt in südlichen Mittel-, Süd- und Südosteuropa (Krčmar 2003, Mally 1983) sowie bis nach Vorderasien und in den Nahen Osten vor (Al-Talafha & Amr 2004, Altunsoy & Kiliç 2012). Die Art kann sowohl in trockenen als auch feuchten Lebensräumen angetroffen werden. In Niederösterreich und dem Burgenland fliegen sie von Juni bis August (Mally 1989).

Die Augen sind meist merkbar behaart. Abgesehen von ihrer Spitze ist die Antenne fast immer hellbraun. Die r_4 -Ader der Flügel zeigt außerdem für gewöhnlich einen rückläufigen kurzen Anhang. Die Tergite tragen einen gelbgrauen Mittelstreifen, der bis zu einem Drittel der Tergitbreite einnimmt und auf den einzelnen Tergiten dreieckartig ausgeprägt ist. Die Länge beträgt 12 bis 16 mm (Mally 1983).

T. bovinus LINNÉ 1758 (Deutsch: Rinderbremse, Englisch: Pale giant horsefly)

tritt in Europa und im nördlichen Teil Asiens auf (Mally 1983), wo sie vor allem in der Nähe von Niedermoores und Weiden auftreten. Bei uns sind Exemplare aus Nieder- und Oberös-

terreich, Nordtirol, Kärnten, der Steiermark sowie dem Burgenland bekannt, wo sie von Mai bis August fliegen (Mally 1989).

Die Antennen sind vom Scapus bis zur Basis des dritten Antennensegments braun, der Rest schwarz. Die Femora des zweiten und dritten Beinpaars sind meist hell behaart und deren Tibien braun mit ebenfalls heller Behaarung. Die Tergite sind schwarz mit seitlichen hellbraunen Bereichen, vor allem auf Tergit 2 und 3. Mittig befinden sich, mehr oder weniger gut ausgebildet, helle Dreiecke. Entlang des Sternums zieht sich ein dunkler, möglicherweise an den Sternithinterrändern unterbrochener, Mittelstreifen. Die Länge beträgt 19 bis 24 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983)

T. bromius LINNÉ 1758 (Deutsch: Gemeine Viehbremse, Englisch: Band-eyed brown horsefly) ist in Europa weit verbreitet und einer der häufigsten Vertreter der Gattung, sodass aus allen Bundesländern Österreichs Funde dokumentiert wurden. Die Art zeigt keine besondere Biotoppräferenz und kann auch in trockenen Gegenden sowie in Gebäuden angetroffen werden (Mally 1983). Die Flugzeit ist von Mai bis September (Mally 1989).

Die Antenne ist bis auf die Flagellomere braun und die Alula (lappenförmiger Anhang des Flügels) breit. Das dorsale Abdomen ist dunkel mit mittigen hellen Dreiecken auf den Tergiten. Seitlich davon befindet sich jeweils ein hellbrauner Fleck. Dadurch entsteht der Eindruck von drei helleren, unterbrochenen Längsstreifen. Die Sternite sind grau bis braun (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983). Insgesamt kann das Aussehen variieren, sodass gelbbraune bis fast schwarze Formen möglich sind, was die Identifikation zu einer Herausforderung machen kann (Dransfield & Brightwell 2018c). Die Länge beträgt 11 bis 16 mm (Mally 1983).

T. cordiger MEIGEN 1820 (Englisch: Plain-eyed grey horsefly)

kommt in Europa und bis nach Kleinasien (Mally 1983) in der Nähe von Flüssen vor. Die Art ist in Österreich selten und es sind Exemplare aus Ober- und Niederösterreich, Vorarlberg, Kärnten, Osttirol, der Steiermark sowie dem Burgenland bekannt. Die Flugzeit ist von Mai bis August (Kofler & Schacht 2009, Mally 1989).

Es ist kein Augenstreifen vorhanden, die Antennen sind dunkelbraun und die frontalen Calli sind getrennt. Der Thorax ist grau mit mehreren dunklen Längsstreifen. Die Tergite 2 bis 6 sind dunkelgrau bis schwarz und tragen mittig ein kleines helles Dreieck, dessen anteriore Spitze mittels einer Linie fast (mit Ausnahme von Tergit 2) das vordere Tergit erreicht. Seitlich davon befindet sich jeweils ein noch hellerer Fleck. Die Länge beträgt 12 bis 17 mm (Mally 1983).

T. glaucopis MEIGEN 1820 (Umgangssprachl.: Downland horsefly)

findet sich in weiten Teilen Europas und Asiens. In Österreich konnte die Art in Ober- und Niederösterreich, Kärnten, Vorarlberg, Kärnten, Nord- und Osttirol, der Steiermark sowie dem Burgenland nachgewiesen werden (Kofler & Schacht 2009, Mally 1983). Die Flugzeit ist von Juni bis September (Mally 1989).

Die beiden frontalen Calli sind getrennt und der Subcallus glänzend. Das dorsale Abdomen ist dunkelbraun bis schwarz mit einem hellen, undeutlich abgegrenzten Mittelstreifen, der sich bis zum sechsten Tergit erstreckt. Zu jeder Seite davon befindet sich ein hellbrauner Fleck. Die Hinterränder der Tergite 2 bis 6 sind hell. Die Länge beträgt 15 bis 18 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

Wie bereits oben erwähnt, umfasst die Art zwei Formen: Die Nominatform, welche die bei Mally (1989) angeführte Art *T. cognatus* inkludiert, und die von Mally (1983, 1989) zur Unterart erhobene, südlich des Alpenhauptkammes vorkommende *rubra*-Form. Zusätzlich gibt Mally (1989) sowohl für *T. glaucopis* als auch *T. cognatus* lediglich ein mögliches Vorkommen an, obwohl dieses laut einer früheren Schrift Mallys (1983) und Franz (1989) als gesichert gilt.

T. hirsutus VILLERS 1789

„tritt ausschließlich im Bereich von Feuchtgebieten des Hochgebirges auf“ (Mally 1989, S. 16). Es sind Funde aus Oberösterreich, Salzburg, Nord- und Osttirol sowie der Steiermark bekannt (Franz 1989). Die Flugzeit ist im Juli (Mally 1989).

Der Körper ist größtenteils schwarz. In der Mitte der Tergite können sich kleine graue Dreiecke befinden. Zu beiden Seiten davon tragen zumindest die Tergite 2 bis 7 jeweils einen grauen Fleck. Die Hinterränder der Tergite sind hell (Mally 1983).

In der Literatur wird die Art meist als *Glaucops hirsutus* bezeichnet. Mally (1983, 1987) legt allerdings ausführlich dar, dass dies keineswegs gerechtfertigt ist. In seiner Arbeit von 1983 verwirft er das Taxon vollends und gliedert die Arten in die Gattung *Tabanus* ein. Vier Jahre später stuft er nach nochmaliger Untersuchung der in *Glaucops* vertretenen Arten die vormalige Gattung als Untergattung innerhalb von *Tabanus* ein. Im *Catalogus Faunae Austriae* (Mally 1989) wird die Art ausschließlich als *T. hirsutus* geführt, ohne Erwähnung einer Untergattung.

T. maculicornis ZETTERSTEDT 1842 (Englisch: Narrow-winged horsefly)

kommt in Europa und Sibirien vor und ist in Österreich eine häufige Art, die aus allen Bundesländern bekannt ist (Mally 1983). Die Flugzeit ist von Mai bis September (Mally 1989).

Der Körper ist dunkelgrau bis schwarz und auf den Tergiten befinden sich mittig helle Dreiecke und seitlich davon jeweils ein heller Fleck. Die Sternite sind grau. Die Länge beträgt 10 bis 14 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

Es besteht eine gewisse Ähnlichkeit zu *T. bromius*. Im Gegensatz zu dieser ist die Alula bei *T. maculicornis* allerdings schmal und die Sternite nicht braun (Mally 1983).

T. miki BRAUER 1880 (Englisch: Plain-eyed brown horsefly)

ist in fast ganz Europa und bis nach Sibirien beheimatet, kommt in Österreich aber nur selten vor (Mally 1983). Ein Nachweis erfolgte bisher in Niederösterreich, Kärnten und der Steiermark. Die Flugzeit ist von Juni bis August (Mally 1989).

Die Augen sind nicht gestreift. Der dorsale Thorax ist grau und das dorsale Abdomen braun. Mittig auf den Tergiten befinden sich helle, teilweise dreieckig ausgebildete Flecke. Zu jeder Seite davon liegt ebenfalls ein heller Fleck. Die ersten vier Sternite sind grau oder maximal teilweise braun. Die Länge beträgt 13 bis 17 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983). Eine Verwechslung mit *T. bromius* ist möglich, lässt sich aber durch einen Blick auf das zweite Tergit vermeiden: Die anterioren Ecken tragen bei *T. miki* hellbraune Flecken mit schwarzer Behaarung. Im Falle von *T. bromius* sind diese aber blassgelb mit heller Behaarung (Dransfield & Brightwell 2018c).

T. paradoxus JAENNICKE 1866

kommt in der südlichen Hälfte Europas vor (Mally 1983). Die Art ist aus Kärnten und Vorarlberg bekannt, wo sie von August bis September fliegt, allerdings nur selten in Erscheinung tritt. In Österreich ist sie die einzige Bremse, die nach Sonnenuntergang unterwegs ist (Mally 1989). Der gesamte Körper ist dunkelbraun bis schwarz. Lediglich auf den Tergiten befinden sich mittig helle Dreiecke (Krčmar et al. 2011). Seitlich davon können schwach ausgeprägte Flecke vorhanden sein. Die Länge beträgt 18 bis 21 mm (Mally 1983).

T. promesogaeus MALLY 1987

kommt laut Peus (1980) in Mittel-, Südost- und Südeuropa vor. Bei uns konnte die Art in Niederösterreich und dem Burgenland nachgewiesen werden, wo sie von Mai bis August entlang von Bächen sowie in trockenen Bereichen fliegt (Mally 1989).

Die Augen sind mehr oder weniger dicht behaart, selten unbehaart. Bis auf die Flagellomere ist die Antenne hellbraun. Der vergleichsweise schmale, helle Mittelstreifen, der sich das gesamte dorsale Abdomen entlangzieht, und die seitlich davon befindlichen Flecken sind undeutlich zu

sehen, da über die gesamten Tergite zusätzlich helle Haare verteilt sind. Die Länge beträgt 12 bis 17 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

Von Mally wird die Art in zwei Arbeiten (1983, 1989) als *T. mesogaeus* PEUS 1980 geführt. Da dieser Name aber bereits zwei Jahre zuvor vergeben wurde (*T. mesogaeus* BURTON 1978), schlug Mally (1987) eine Umbenennung in *T. promesogaeus* vor, die aber in der zwei Jahren später folgenden Aufstellung aller österreichischen Bremsenarten (Mally 1989) unberücksichtigt blieb. Mittlerweile gilt *T. promesogaeus* MALLY 1987 als anerkannter Name (Krčmar 2011, Krčmar et al. 2011, Pape & Thompson 2018).

T. quatuornotatus MEIGEN 1820

tritt in Mittel- und Südost- (Krčmar 2011) und Südeuropa auf. Manchmal wird auch eine Verbreitung bis Nordafrika und in den Nahen Osten angegeben. Gelistet wird die Art allerdings nur in Arbeiten über die Bremsen im Iran (Kurdistan, Fars, Kerman, Elburs-Gebirge; Abbassian-Lintzen 1964) und in Westanatolien (Altunsoy & Kiliç 2012). Da in Bulgarien ebenfalls ein Vorkommen vermerkt ist (Ganeva 2000), ist aber ein lückenloses Vorkommen von Europa bis in den Iran denkbar. In Ägypten (El-Hassan et al. 2013), Jordanien (Al-Talafha & Amr 2004), Israel (Theodor 1965) und Saudi-Arabien (Al Dhafer et al. 2009) ist die Art nicht bekannt. Bei uns sind Funde aus Ober- und Niederösterreich, Kärnten, Nordtirol, der Steiermark sowie dem Burgenland bekannt, wo die Art vor allem in wärmeren Regionen auftritt und in größerer Zahl vorhanden sein kann. Die Flugzeit ist von April bis August (Mally 1989).

Die Augen sind in jedem Fall dicht behaart und Scapus sowie Pedicellus sind schwarz. Das dorsale Abdomen ist schwarz und trägt mittig graue Dreiecke und zu beiden Seiten je einen ebenfalls grauen Fleck. Die Länge beträgt 12 bis 16 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

T. rupium BRAUER 1880

kommt im Mittelmeerbereich vor (Mally 1983) und konnte bei uns in Salzburg, Kärnten, Nord- und Osttirol (Kofler & Schacht 2009), Vorarlberg (Aistleitner 2008) sowie der Steiermark in der Nähe von Sümpfen und Mooren nachgewiesen werden. Die Art ist selten und fliegt von Juni bis August (Mally 1989).

Die Augen sind immer behaart. Die Femora und Tibien des letzten Beinpaars sind schwarz (Krčmar et al. 2011) und das dorsale Abdomen ist schwarz mit mittig gelegenen, grauen, undeutlichen Dreiecken. Zu jeder Seite befindet sich wiederum ein Fleck, der ebenfalls nicht scharf begrenzt ist. Die Länge beträgt 12 bis 15 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

T. spectabilis LOEW 1858

findet sich im südlichen Mittel- und Südeuropa sowie über die Türkei bis in den Iran (Mally 1983). „Die Tiere treten stets nur vereinzelt auf und sind Steppenbewohner“ (Mally 1983, S. 172). Bei uns sind nur Funde aus Niederösterreich (Hinterbrühl) bekannt (Franz 1989). Die Flugzeit ist von Juni bis August (Mally 1989).

Das dorsale Abdomen weist an den Seiten weiße bis gelbbraune Streifen auf, die sich über die gesamte Länge ziehen können. Mittig verläuft daher ein schwarzer Streifen, der zusätzlich sehr undeutliche Dreiecke tragen kann. Die Länge beträgt 16 bis 21 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

T. spodopterus MEIGEN 1820 (Englisch: Black-horned giant horsefly)

ist in Mittel- und Südeuropa mit der Unterart *T. spodopterus spodopterus* vertreten (Mally 1983). In Niederösterreich, Salzburg, Kärnten, Nordtirol, Osttirol (Kofler & Schacht 2009), der Steiermark und dem Burgenland konnte die Art bisher nachgewiesen werden. Dort tritt sie vor allem entlang von Flüssen und Weiden, auch in höheren Lagen auf. Die Flugzeit ist von Juni bis August (Mally 1989).

Meist ist die gesamte Antenne schwarz, teilweise kann allerdings die Basis bis zum proximalen Teil des dritten Antennensegments dunkelbraun sein. Die Palpen sind grau und fast immer schwarz behaart. Die Femora des zweiten und dritten Beinpaars sind schwarz sowie gemischt hell und dunkel behaart. Deren Tibien sind braun mit schwarzer Behaarung. Das dorsale Abdomen ist schwarz mit mittigen hellen Dreiecken. An den Seiten der Tergite 2 und 3 (teilweise inklusive Tergit 1) befindet sich ein rotbrauner Fleck. Ein brauner, schwarz behaarter Mittelstreifen läuft zudem das gesamte Sternum entlang. Die Länge beträgt 17 bis 23 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

Mally (1983) konnte in Niederösterreich (Furth an der Triesting) darüber hinaus die Form *slovacus* nachweisen, deren Genal- und Pleuralbehaarung goldgelb ist.

T. sudeticus ZELLER 1842 (Deutsch: Pferdebremse, Englisch: Dark giant horsefly)

kommt in fast ganz Europa (Mally 1983) und bis in die Türkei (Kiliç 1998, Altunsoy & Kiliç 2012) bevorzugt in hügeligen Lagen und in der Nähe von Mooren sowie Weiden vor. In Österreich ist die Art aus allen Bundesländern bekannt und fliegt von Juni bis August (Mally 1989). Die Antennen sind bis inklusive des zahnartigen Fortsatzes braun und distal davon schwarz. Die Palpen sind hellgelb und tragen entweder eine dunkle, helle oder gemischte Behaarung. Die Tibien des zweiten und dritten Beinpaars sind braun und vornehmlich schwarz behaart. Das

dorsale Abdomen ist braun bis schwarz. Mittig tragen die Tergite helle, oft eher kleine Dreiecke, die die Vorderränder nicht erreichen und die Hinterränder sind meist erhellt. *T. sudeticus* ist mit 20 bis 27 mm Länge eine der größten Bremsenarten (Dransfield & Brightwell 2018d, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

Die Art kann in ihrem Auftreten recht variabel sein. Mally (1989) nennt vier Formen.

T. tergestinus EGGER 1859

ist im südlichen Mittel-, in Süd- und Südosteuropa bis in die Türkei (Kiliç 1998, Altunsoy & Kiliç 2012) und den Südkaukasus verbreitet (Mally 1983). Bei uns konnte die Art in Niederösterreich, Kärnten, Nordtirol, Vorarlberg (Aistleitner 2008), der Steiermark und dem Burgenland in trockeneren Gebieten und bei Wiesen nachgewiesen werden. Die Flugzeit ist von Juni bis August (Mally 1989).

Die Antennen sind vom Scapus bis zum dritten Antennensegment hellbraun. Die Flagellomere sind dunkler. Das dorsale Abdomen ist generell dunkel und vom ersten bis zum vierten Tergit, manchmal auch bis zum fünften, befindet sich an den Seiten ein breiter rot- bis hellbrauner Bereich. Mittig tragen die Tergite schwach ausgeprägte, nicht scharf begrenzte, helle Dreiecke. Die Sternite 1 bis 5 sind hellbraun und die nachfolgenden zwei zumindest mittig braun. In seltenen Fällen ist das Sternum grau. Die Länge beträgt 15 bis 18 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

T. tinctus WALKER 1850

findet sich im südlichen Mitteleuropa, Süd- und Südosteuropa (Krčmar et al. 2011) sowie bis in die Kaukasusregion (Mally 1983), die Türkei (Kiliç 1998, Altunsoy & Kiliç 2012) und Israel (Theodor 1965). Die seltene Art bevorzugt Trockengebiete und wurde in Österreich bisher nur im Burgenland angetroffen. Die Flugzeit ist von Juli bis August (Mally 1989).

Die Antenne ist bis zum proximalen Teil des dritten Antennensegments braun, distal dunkler. Der Palpus ist weiß bis hellgelb und größtenteils hell behaart. Die Femora des zweiten und dritten Beinpaars sind nur hell behaart. Die Seiten der ersten fünf (manchmal auch sechs) Tergite tragen hellbraune Bereiche, die sich fast bis zur Mitte erstrecken. Mittig verläuft ein schwarzer Streifen, welcher von hellen, dreieckartigen Flecken in der posterioren Hälfte der Tergite unterbrochen wird. Auf dem Sternum befindet sich ein mittiger, längs verlaufender, schwach ausgeprägter, hellbrauner Streifen, der hell behaart ist. Verwechslungen mit *T. spodopterus* und *T. bovinus* sind möglich. Die Länge beträgt 18 bis 24 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

Mally (1983) vermutet, dass es sich bei *T. tinctus* und *T. eggeri* um ein und dieselbe Art handelt, da er keine konstanten Unterscheidungsmerkmale feststellen konnte. Diese Ansicht setzte sich jedoch nicht durch (Pape & Thompson 2018) und im Catalogus Faunae Austriae (Mally 1989) wird *T. eggeri* ebenso separat angeführt.

T. unifasciatus LOEW 1858

kommt im südlichen Mittel-, in Süd- und Südosteuropa (Krčmar et al. 2011) und über die Türkei (Kiliç 1998, Altunsoy & Kiliç 2012) bis in den Nahen Osten (Jordanien: Al-Talafha & Amr 2004, Iran: Abbassian-Lintzen 1964, Saudi-Arabien: Al Dhafer et al. 2009) vor. Die seltene Art konnte bisher nur in Niederösterreich, der Steiermark und dem Burgenland nachgewiesen werden, wo sie trockenere Gebiete bevorzugt. Laut Franz (1989) sind die meisten Fundmeldungen allerdings relativ alt (19. Jahrhundert bis 1911). Lediglich ein Fund vom Troppberg in Niederösterreich ist aktuell (1983).

Die Antennen sind schwarz, das dorsale Abdomen ebenso. Mittig sind auf den Tergiten 2 bis 5, teilweise bis 6, sehr schwach etwas hellere Dreiecke ausgebildet. Zu jeder Seite davon befinden sich jeweils ein deutlicher, heller Fleck. Die Länge beträgt 14 bis 16 mm (Mally 1983).

Philipomyia OLFSUFJEV 1964

Die Gattung ist in Europa und im Nahen Osten mit insgesamt drei Arten verbreitet. Diese wurden ursprünglich als Angehörige der Gattung *Tabanus* beschrieben. Da allerdings die *Basicosta* unbeborstet ist und die *Receptacula semini* verlängert sind, ordnete Olfufjev die Arten der von ihm neu beschriebenen Gattung zu (Mally 1983).

P. aprica MEIGEN 1820

kommt in Südwest- und Mitteleuropa sowie bis in die Türkei und dem Iran in gebirgigen Bereichen in der Nähe von Fließgewässern vor (Mally 1983). Aus Ober- und Niederösterreich, Salzburg, Kärnten, Vorarlberg, Nord- und Osttirol (Kofler & Schacht 2009) sowie der Steiermark sind zahlreiche Funde bekannt. Die Flugzeit ist von Juli bis August (Mally 1989).

Das dritte Antennensegment ist rotbraun und die nachfolgenden Flagellomere dunkel. Die Palpen sind hellbraun. Die *Basicosta* ist in zwei Drittel der Fälle völlig unbeborstet und weist ansonsten einige wenige Borsten auf. Die Halteren sind bräunlich-gelb. Das dorsale Abdomen ist überwiegend dunkel mit hellen Hinterrändern. Die Tergite 1 bis 3 sind an den Seiten braun und die Tergite 2 bis 5 tragen mittige, helle Dreiecke, die nur undeutlich ausgeprägt sein können. Die Länge beträgt 14 bis 19 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

P. graeca FABRICIUS 1794

findet sich vor allem im Mittelmeerbereich und im sonstigen südlicheren Teil Europas (Mally 1983). Die Art ist bei uns selten und bevorzugt warme Flusstäler. Aus Niederösterreich, der Steiermark und dem Burgenland sind Exemplare bekannt. Die Flugzeit ist von Mai bis Juli (Mally 1989).

Das dritte Antennensegment ist hellbraun. Die Flagellomere sind entweder ebenfalls hellbraun oder dunkel. Die Palpen sind hellbraun und die Basicosta fast immer völlig unbeborstet. Die Tergite haben einen breiten hellen Hinterrand, der bis über die Hälfte der Fläche einnehmen kann. Die Tergite 1 bis 3 sind seitlich braun. Mittig können undeutliche Dreiecke ausgeprägt sein. Die Länge beträgt 14 bis 20 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

Dasyrhamphis ENDERLEIN 1922

Die Gattung kommt in Süd- und Südosteuropa (Fauna Europea 2018a) und bis in die Türkei (Kiliç 1998, Altunsoy & Kiliç 2012) sowie den Nahen Osten (Jordanien: Al-Talafha & Amr 2004, Iran: Abbassian-Lintzen 1964, Israel: Theodor 1965) mit dreizehn Arten (Pape & Thompson 2018) vor. Mally (1989) nennt für Österreich zwei Arten, allerdings ohne Fundbelege. Erst 2005 gelang Aistleitner (2008) der gesicherte Nachweis einer Art in Vorarlberg.

Die Tiere sind von mittlerer Größe und der Körper zu einem Großteil schwarz. Weiße Behaarung in unterschiedlichem Ausmaß ist möglich. Die Augen sind fein behaart. Auch die Flügel sind oft, teilweise oder fast ganz, verdunkelt (Krčmar et al. 2011).

D. ater ROSSI 1790

ist in Süd- (Spanien: Aistleitner 2008a) und Südosteuropa (Kroatien: Krčmar et al. 2011, Herzegowina: Mikuška et al. 2008) verbreitet. Aus Österreich liegt erst eine Fundmeldung aus Vorarlberg vor (Aistleitner 2008). Mally (1989) gibt die Art auch für Nordtirol und Kärnten an und nennt als Flugzeit Mai bis August. Laut ihm bevorzugen sie die Nähe von Fließgewässern.

Der Körper ist komplett schwarz, inklusive Antennen und Palpen. Letztere sind zudem schwarz behaart. Der dorsale Thorax und das dorsale Abdomen, bei letzterem vor allem die letzten Tergite, sind in unterschiedlichem Ausmaß hell behaart. Die Flügel sind zu einem Großteil verdunkelt. Die Länge beträgt 14 bis 18,5 mm (Krčmar et al. 2011).

Die zweite für Österreich angegebene Art, die aber bis jetzt noch nicht durch gefundene Exemplare bestätigt wurde, ist *D. umbrinus* (Mally 1989). Diese unterscheidet sich u.a. durch ihre klaren Flügel und die hell behaarten Hinterränder der Tergite. Die Flügel sind lediglich entlang der Costa und in Form eines einzelnen Flecks dunkler (Krčmar et al. 2011).

Heptatoma MEIGEN 1803

H. pellucens Fabricius 1776

Die Gattung umfasst nur eine seltene Art, die vor allem in Mittel- und Nordeuropa sowie im nördlichen Teil Asiens verbreitet ist (Mally 1983). In Österreich gibt es Funde aus allen Bundesländern außer Vorarlberg und Osttirol. Bevorzugt kommt sie in warmen und feuchten Regionen vor (z.B. Moor, Auwald) und fliegt von Mai bis September (Mally 1989).

Die Art hat eine gewisse Ähnlichkeit mit einer Honigbiene. Die Frons ist recht breit und ein Ocellenrudiment ist nicht vorhanden. Die Antennen sind schwarz sowie lang und dünn. Die Tergite sind schwarze, lediglich das zweite ist weiß an den Seiten (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

Haematopota MEIGEN 1803

Die Gattung umfasst 556 Arten (Pape & Thompson 2018), welche weltweit, mit Ausnahme Südamerikas und Antarktikas, auftreten (Mally 1983). Davon finden sich sieben auch in Österreich (Mally 1989).

Die Tiere sind meist klein, schlank und grau bis schwarz mit längeren, schlanken Antennen. Die Flügel tragen ein charakteristisches Rosettenmuster (Falck 2014, Mally 1983).



Abb. 29: Oberes Bild: *Haematopota* sp.-Weibchen; unteres Bild: *Haematopota* sp.-Männchen

H. crassicornis WAHLBERG 1848 (Englisch: Black-horned cleg)

kommt in weiten Teilen Europas und bis nach Sibirien vor, wo sie saure Hangsümpfe bevorzugt (Mally 1983). Die seltene Art konnte in Ober- und Niederösterreich, Salzburg, Nordtirol und dem Burgenland nachgewiesen werden. Die Flugzeit ist von Mai bis Juli (Mally 1989).

Die Frons ist breiter als hoch und die Antennen sind größtenteils schwarz. Lediglich das dritte Antennensegment kann braun sein. Der Scapus ist zudem stark verdickt und glänzend. Alle Femora sind schwarzgrau. Entlang der Tergite 2 bis 6 zieht sich ein heller Mittelstreifen, welcher auf den Tergiten 2 und 3 meistens schwächer ausgeprägt ist. Auf den Tergiten 2 bis 6, seltener auch erst ab dem dritten oder vierten, befinden sich neben dem Mittelstreifen helle Flecke. Die Länge beträgt 8 bis 11 mm (Falck 2014, Mally 1983).

H. grandis Meigen 1820

findet sich im südlichen Mittel-, in Süd- und Südosteuropa, vor allem bei Flüssen und Seen, sowie entlang der europäischen Meeresküsten bis Großbritannien und Dänemark (Mally 1983). Bei uns ist die Art aus Niederösterreich und dem Burgenland bekannt, wo sie stellenweise in großer Zahl auftreten kann. Sie gilt auch als salzverträglich und fliegt von Juni bis Oktober (Mally 1989).

Der Scapus ist schlank, zumindest an der Innenseite braun und distal eingeschnürt. Das dritte Antennensegment ist proximal braun und ansonsten dunkel. Auf den Tergiten 2 bis 6 verläuft mittig ein heller Streifen, welcher auf dem zweiten Tergit dreieckig ausgebildet sein kann. Seitlich davon und ebenso auf Tergit 7 befinden sich helle Flecke. Die Hinterränder der Tergite sind hell. Die Länge beträgt 11 bis 14 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

H. italica MEIGEN 1804

kommt in fast ganz Europa vor, ist aber nicht häufig (Mally 1983). Die Tiere halten sich vor allem entlang von Fließgewässern auf, zeigen aber ansonsten keine Biotoppräferenz (Mally 1989). In Österreich konnte die Art in allen Bundesländern außer Salzburg nachgewiesen werden (Franz 1989, Kofler & Schacht 2009, Mally 1989). Die Flugzeit ist von Juni bis August (Mally 1989).

Die proximale Hälfte des schlanken Scapus ist entweder braun und die distale schwarze oder der gesamte Scapus ist schwarz. Das dritte Antennensegment ist proximal immer braun und ansonsten schwarz. Die Tergite sind schwarz mit einem hellen Mittelstreifen. Auf den Tergiten 5 bis 7 befinden sich seitlich gelegene helle Flecke. Diese können selten auch auf dem vierten Tergit vorhanden sein. Die Länge beträgt 9 bis 12 mm (Falck 2014, Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

H. ocelligera KRÖBER 1922

tritt vor allem in Süd- und Südosteuropa bis in die Türkei (Altunsoy & Kiliç 2012, Kiliç 1998) auf (Fauna Europea 2018). Bei uns ist die Art nur aus dem westlichen Niederösterreich bekannt (Franz 1989). Die Flugzeit ist von Juni bis August (Mally 1989).

Die Frons ist breiter als hoch und die Antennen sind größtenteils schwarz. Der Scapus ist etwas verdickt. Die Femora des zweiten Beinpaars sind grau und hell behaart. Entlang der Tergite 2 bis 6 verläuft ein grauer, nicht scharf begrenzter Mittelstreifen. Auf den Tergiten 2 bis 7 befinden sich seitlich gelegene graue Flecke. (Diptera.info 2017, Krčmar et al. 2011).

H. pluvialis LINNÉ 1758 (Deutsch: Regenbremse, Englisch: Common cleg, Notch-horned cleg) kommt fast in der gesamten Paläarktis häufig vor. Die Art zeigt keine Biotoppräferenz und kann in trockenen Gegenden ebenfalls auftreten. Zudem fliegt sie auch bei Schlechtwetter und schlechten Lichtverhältnissen (Mally 1983). In Österreich sind Funde aus allen Bundesländern bekannt. Die Flugzeit ist von Mai bis Oktober (Mally 1989).

Der Scapus ist sowohl am distalen Ende eingeschnitten als auch weiter proximal deutlich eingengt, was dadurch einer Birnenform ähnelt. Er kann allerdings auch schlanker sein. Das dorsale Abdomen ist graubraun mit dunklen, seitlichen Flecken auf den Tergiten 2 bis 6. Die Länge beträgt 8 bis 12 mm (Falck 2014, Mally 1983).

H. scutellata OLFSUFJEV, MOUCHA & CHVÁLA 1964

ist in Mittel- und Südosteuropa (Krčmar et al. 2011) sowie bis in die Türkei (Altunsoy & Kiliç 2012, Kiliç 1998) verbreitet. Bei uns konnte die Art in Ober- und Niederösterreich, Salzburg, Vorarlberg, Osttirol (Kofler & Schacht 2009) und der Steiermark nachgewiesen werden. Sie kommt meist in Feuchtgebieten von Gebirgen und Vorgebirgen vor. Die Flugzeit ist von Juni bis September (Mally 1989).

Das Scutellum trägt einen deutlichen hellen Fleck. Die Tergite 2 bis 6 haben einen undeutlichen hellen Mittelstreifen. Auf den Tergiten 5 bis 7 (teilweise ab dem vierten) befinden sich seitliche Flecke. Die Länge beträgt 9 bis 11 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

H. subcylindrica PANDELLÉ 1883

hat eine ähnliche Verbreitung wie *H. pluvialis*, ist jedoch wesentlich seltener (Mally 1983). In Österreich konnte die Art in allen Bundesländern außer Wien nachgewiesen werden (Aistleitner 2008, Franz 1989, Kofler & Schacht 2009). Die Flugzeit ist von Mai bis September (Mally 1989).

Der Scapus ist schlanker als bei *H. pluvialis* und zeigt die charakteristische Birnenform nicht so deutlich. Das dorsale Abdomen ist dunkel mit einem hellen Mittelstreifen von Tergit 2 bis 6 und deutlichen hellen Flecken auf den Tergiten 3 bis 6, teilweise auch auf Tergit 2 und 7. Die Länge beträgt 9 bis 12 mm (Krčmar et al. 2011, Mally 1983).

Mally (1983) stuft die Art lediglich als Form von *H. pluvialis* ein, führt sie aber im Catalogus Faunae Austriae (Mally 1989) als eigenständige Art.

Weitere, eventuell heimische Arten

Mally (1989) nennt einige weitere Arten für Österreich, deren Auftreten lediglich als wahrscheinlich gilt oder deren Nachweis über 100 Jahre zurückliegt und die seitdem nicht mehr für Österreich nachgewiesen werden konnten:

Pangoniinae

Die Vertreter dieser Familie haben wie die Chrysopsinae Ocellen, sind aber am leichtesten über ihr Labrum zu identifizieren, das länger ist als ihr Kopf und welches dazu dient, den Nektar langröhriger Blüten aufzunehmen (Krčmar et al. 2011). Laut Mally (1989) könnten einzelne Tiere im südlichen Österreich angetroffen werden. Franz (1989) listet einige Funde von *Pangonius variegatus* aus Wien und Niederösterreich, diese liegen aber über 100 Jahre zurück.

Pangonius LATREILLE 1802

(*Melanopangonius*) SZILÁDY 1923

P. funebris MACQUART 1845

P. haustellatus FABRICIUS 1781

P. micans MEIGEN 1820

(*Pangonius* s. str.)

P. pyritosus LOEW 1859

P. variegatus FABRICIUS 1805

Chrysopsinae

Chrysops melicharii MIK 1898

C. parallelogrammus ZELLER 1842

Silvius algirus MEIGEN 1830

(*Nemorius*) RONDANI 1856

S. (Nemorius) vitripennis MEIGEN 1820

Tabaninae

Hybomitra bryanensis LECLERCQ & FRENCH 1966

H. erberi BRAUER 1880

H. lurida FALLÉN 1817

H. nitidifrons SZILÁDY 1914

Atylotus latistriatus BRAUER 1880

Theriopectes tunicatus SZILÁDY 1927

Tabanus briani LECLERCQ 1962

T. cuculus SZILÁDY 1923
T. eggeri SCHINER 1868
T. exclusus PANDELLÉ 1883
T. lunatus FABRICIUS 1794
T. nemoralis MEIGEN 1820
T. regularis JAENNICKE 1866
T. rectus LOEW 1858
T. spodopteroides OLSUFJEV, MOUCHA & CHVÁLA 1969
Dasyrhamphis umbrinus MEIGEN 1820
Haematopota bigoti GOBERT 1881
H. csikii SZILÁDY 1922
H. pandazisi KRÖBER 1936

6. Bremsen als Parasiten und Vektoren

6.1. Allgemeines

Die medizinische Relevanz der Bremsen entstammt nicht nur ihrer eigenen Lebensweise als polyxene, telmophage Parasiten, welche durch die Abgabe von Speichel in die von ihnen verursachten Wunden vor allem bei prädisponierten Personen starke allergische Reaktionen hervorrufen können, sondern zugleich der Möglichkeit der Übertragung diverser pathogener Bakterien, Viren, Protozoen und Nematoden. Die breiten Mundwerkzeuge, die Eigenschaften als Poolfeeder und ihr unnachgiebiges Verhalten während der Nahrungssuche machen Bremsen zu idealen mechanischen Vektoren. Denn oft kommt es aufgrund der physischen Abwehrreaktionen des Wirts zu Unterbrechungen der Blutmahlzeit, welche aber kurz darauf am selben oder auf einem in der Nähe befindlichen Tier fortgesetzt wird. Trägt der erste Wirt einen im Blutstrom vorhandenen Krankheitserreger in sich, so ist eine Übertragung über das noch am Stechrüssel haftende Blut auf den zweiten Wirt möglich, wenn der zweite Stich innerhalb kurzer Zeit gesetzt wird (ca. halbe Stunde bis drei Stunden) (Chainey 1993). Bei einer Untersuchung an einer Tabanus-Art wurde an den Mundwerkzeugen direkt nach dem Saugakt eine Blutmenge von 10 nl festgestellt (Foil et al. 1987).

Simultan zum schmerzhaften Stechakt wird Speichel in die Wunde abgegeben. Sowohl bei Tieren als auch bei Menschen führen die Immunreaktionen zur Ausbildung urtikarieller Quaddeln. Besteht überdies eine entsprechende Veranlagung können im Speichel enthaltene Allergene zu lebensgefährlichen Situationen führen (Binder 2018, Hemmer et al. 1998).

Die Bedeutung als Überträger von Krankheitserregern ist in Mitteleuropa und insbesondere in Österreich gering, gleichzeitig aber nicht gut untersucht. Ausführungen zu dieser Thematik stützen sich zudem oft ausschließlich auf jahrzehntealte Arbeiten, da neuere Untersuchungen nicht verfügbar sind. Eine merkliche wirtschaftliche Bedeutung kann aber auch in Ländern wie Österreich gegeben sein, da allein ein regional gehäuftes Auftreten und eine dementsprechende Bremsenbelastung von Weidetieren etwa zu einer verringerten Milchleistung führen kann, was in weiterer Folge die Umsätze der Betriebe sinken lässt (Mally & Kutzer 1984). In anderen Regionen, insbesondere Teilen Afrikas, spielen Bremsen allerdings sehr wohl eine wichtige Rolle als Vektor, beispielsweise des Nematoden *Loa loa*, den Millionen von Menschen in West- und Zentralafrika in sich tragen (Chainey 1993).

Zusätzlich können sich die durch Bremsenstiche entstandenen Wunden entzünden. Durch die im Bremsenspeichel vorhandenen Blutgerinnungshemmer bluten diese auch nach Beendigung

des Saugaktes einige Minuten weiter, was im Falle von Weidetieren zu vermehrtem Anfliegen durch weitere Insekten führen kann, welche sich wiederum am anhaltenden Blutfluss gütlich tun, wodurch an diesen anhaftende Krankheitserreger in die Wunde gelangen können (Chainey 1993, Mally & Kutzer 1984).

6.2. Humanmedizinische Bedeutung

In diesem Unterkapitel werden die in Österreich und den umliegenden Staaten vorkommenden Krankheitserreger behandelt, welche nachgewiesenermaßen über Bremsen auf Menschen übertragen werden können.

- Bakterien:

Bacillus anthracis

Francisella tularensis

Erysipelothrix rhusiopathiae

Borrelia burgdorferi sensu lato (Chainey 1993)

(Krinsky 1973)

Bacillus anthracis

ist ein grampositives, unbewegliches, fakultativ anaerobes sowie obligat pathogenes Bakterium und der Erreger des Milzbrands (Anthrax). Es kommt weltweit vor, ist aber in Mitteleuropa mittlerweile selten. Die meisten Infektionen von Tier und Mensch gibt es in der Türkei, dem Nahen Osten, der Kaukasusregion (Kracalik et al. 2013), Zentralasien, China (Li et al. 2017, Yu et al. 2018), Indien, Westafrika, Peru und Haiti (Doganay & Demiraslan 2015, Mock & Fouet 2001, Peck & Fitzgerald 2007, Spencer 2003). In Zukunft könnte infolge der auftauenden Permafrostböden und der damit freiwerdenden Sporen, welche noch aus der Zeit stammen als an Anthrax verendete Tiere nicht verbrannt, sondern meist vergraben wurden, Sibirien zu einem neuerlichen Endemiegebiet werden (Bölter & Höller 1999, Goudarzi 2016, Revich & Podolnaya 2011, Zeit Online 2016).

Die Art ist sporenbildend, welche sich in betroffenen Gebieten zahlreich im Boden finden. Laut Hugh-Jones & Blackburn (2009) handelt es sich dabei meist um calcium- und humusreiche sowie leicht basische Böden. Diese Endosporen können über aufgewirbelten Staub eingeatmet werden, über kleinste Hautverletzungen in den Körper gelangen oder oral aufgenommen werden. Dementsprechend häufen sich die Krankheitsfälle in trockeneren Jahreszeiten. Aus der Art der Aufnahme ergeben sich die drei Formen der Infektion: Lungen-, Haut- und Darmmilzbrand. Hautmilzbrand ist dabei die häufigste Form und Darmmilzbrand die seltenste. Bei allen dreien

ist es möglich, dass die Bakterien in die Blutbahn gelangen und die Betroffenen an einer Meningitis oder einem septischen Schock versterben. Im infizierten Körper wird eine große Zahl an Bakterien gebildet, welche bei Kontakt mit Sauerstoff (z.B. über Blutungen oder verfallende Kadaver) anfangen, Sporen zu bilden und so neuerlich im Boden überdauern können, wodurch sich ein Zyklus von Sporen im Boden und vegetativer Form im infizierten Körper ergibt. Zweitere ist im Boden kaum zu finden und wenn, dann nur für kurze Zeit, da die vorhandenen Nährstoffe aufgrund des hohen Bedarfs rasch aufgebraucht sind. Die vegetative Form der Bakterien ist äußerst empfindlich gegenüber Umwelteinflüssen. Die Sporen hingegen können Jahrzehnte im Boden überdauern und sind unempfindlich gegenüber UV-Strahlung, Trockenheit, Hitze, Kälte und chemischen Einflüssen. Die Gefährlichkeit als Krankheitserreger beruht auf einigen Besonderheiten: Zusätzlich zur Peptidoglykanzellwand verfügt das Bakterium über eine Kapsel aus γ -Polyglutaminsäure und eine sogenannte S-Layer. Die Kapsel setzt sich aus polymerisierten L-Glutaminsäuremolekülen zusammen, welche über die Amino- und die Carboxygruppe der Seitenkette miteinander verknüpft sind. Diese ist nur schwach immunogen und verhindert, dass das Bakterium phagozytiert wird (Jang et al. 2011). Die S-Layer ist eine membranartige Struktur, die aus Proteinmonomeren zusammengesetzt ist und direkt der Peptidoglykanwand anliegt. Sie bietet einen gewissen Schutz gegenüber dem Komplementsystem der Immunabwehr. Als weiterer Virulenzfaktor gilt die Bildung der Exotoxine protective antigen (PA), edema factor (EF) und lethal factor (LF), welche als AB-Toxine wirken. Das heißt, die Toxine entfalten ihre Wirkung nur als Paar. In Versuchen zeigte sich, dass PA gemeinsam mit EF zur Bildung von Ödemen und PA mit LF zum Tode führt. Die genetische Information zur Kapsel und den Toxinen finden sich in den sogenannten Virulenzplasmiden pXO1 (Toxine) und pXO2 (Kapsel). Je nach Stamm sind entweder beide, eines oder keines vorhanden (Hugh-Jones & Blackburn 2009, Mock & Fouet 2009, Spencer 2003).

Dringen Bakterien über eine Hautverletzung in den Körper ein, bildet sich nach einer Inkubationszeit von meist 2 bis 3 Tagen an derselben Stelle ein kleiner Knoten, welcher sich in den darauffolgenden Tagen unter Blasenbildung zu einem schmerzlosen Eschar, nekrotischem Gewebe, entwickelt. Dieser ist zusätzlich von Ödemen umgeben und kann entweder klein bleiben oder eine stattliche Größe erreichen. Nahe gelegene Lymphknoten können ebenfalls betroffen sein und sich entzünden. Kommt es zu keiner Sepsis, bildet er sich nach mehreren Wochen wieder zurück. Die Sterblichkeitsrate bei Nichtbehandelten liegt bei 20 %. Dieser Wert sinkt bei einer rechtzeitigen Behandlung mit Antibiotika auf unter ein Prozent (Doganay et al. 2010, Spencer 2003). Lungenmilzbrand verläuft in den ersten zwei Tagen ähnlich einer Grippe und

zeigt darauffolgenden einen foudroyanten Verlauf, der u.a. durch eine Zyanose, Herzrasen, erhöhte Atemfrequenz, diskontinuierliche Atemnebengeräusche und einem Pleuraerguss gekennzeichnet ist und letztendlich zu Koma und Tod führt. Die Hälfte aller PatientInnen entwickelt zusätzlich eine Meningitis. Mithilfe moderner, intensivmedizinischer und antibiotischer Betreuung lässt sich die Sterblichkeitsrate auf 40 bis 60 % senken, unbehandelt liegt sie bei über 95 % (Holty et al. 2006, Spencer 2003). Darmmilzbrand, der allerdings auch im Mundraum, Rachen, in der Speiseröhre und im Magen auftreten kann, führt nach einer Inkubationszeit von vier bis fünf Tagen ebenfalls zur Bildung eines Eschars. Anfangs zeigen sich Übelkeit, Erbrechen und Fieber. In weiterer Folge kann es zu starken Bauchschmerzen, Erbrechen von Blut und Blut im Stuhl kommen, die auf das Wachstum des Eschars und die Entwicklung von Ödemen zurückzuführen sind. Bei entsprechender Behandlung lässt sich die Sterblichkeit auf unter 40 % senken (Beatty 2003, Beheshti et al. 2003, Spencer 2003).

Vom Aussehen des Eschars leitet sich das Artepitheton *anthracis* ab, eine Abwandlung des altgriechischen Begriffs für Kohle: ἄνθραξ (Spencer 2003).

Eine Impfung wurde bereits von Pasteur in Form von künstlich abgeschwächten Bakterien entwickelt. Die meisten der heute für Tiere produzierten Anthrax-Impfungen beruhen aber auf dem von Max Sterne, einem südafrikanischen Forscher österreichischer Herkunft, isolierten avirulenten Sterne-Stamm (34F2) und der darauf basierenden, von ihm entwickelten Lebendimpfung. Dieses wird aber aufgrund einiger Nebenwirkungen nicht beim Menschen eingesetzt (Sterne 1946, Turnbull 1997, WHO 2008). Ähnlich verhält es sich mit weiteren, spezifisch für die menschliche Nutzung entwickelten Lebend- und Totimpfstoffen. Zwar schützen sie grundsätzlich vor einer Infektion mit *B. anthracis*, werden aber in der Regel nur bei Militärangehörigen, Forschern, die mit diesen Bakterien arbeiten, und anderen Personen, die ein erhöhtes Infektionsrisiko aufweisen, eingesetzt (CDC 2016, WHO 2008).

Bei Menschen erfolgt die Infektion meist über den Kontakt mit kranken Tieren. Dabei kann es sich um das Fleisch genauso handeln wie Haut, Knochen oder Fell. Entsprechend sind manche Berufsgruppen besonders gefährdet (Mock & Fouet 2001, Spencer 2003). Zur Zeit des Ersten Weltkriegs gab es etwa Fälle von Hautmilzbrand, die auf billige Rasierpinsel aus Pferdehaaren zurückzuführen waren (Szablewski et al. 2017). Die mechanische Übertragung von *B. anthracis* von Tier zu Tier durch Bremsen ebenfalls eine Rolle bei der Ausbreitung der Krankheit, vor allem in Gebieten mit größeren Bremsenpopulationen (Foil et al. 1987, Krinsky 1976).

In Österreich trat der letzte Milzbrandfall im Jahr 1988 bei einem Rind auf. Seitdem wurde das Land für anthraxfrei erklärt (Antwerpen et al. 2017, Hugh-Jones 1999). Noch zu Zeiten der

Ersten Republik waren allerdings Infektionen von Menschen und Tieren keine Seltenheit (Philadelphia 1932) und zwischen 1950 und 1986 erkrankten 87 weitere Menschen an Milzbrand (BMASGK 2018). In den umliegenden Ländern (z.B. Deutschland, Ungarn und Italien) gibt es aber bis heute immer wieder ein sporadisches Auftreten (Elschner et al. 2017, Fasanella et al. 2010, Kreidl et al. 2006, Orlos et al. 2017, Schmid & Kaufmann 2002, Spiegel Online 2012). Das ECDC (2015) nennt für Europa im Jahr 2014 insgesamt 16 Milzbrandfälle bei Menschen, neun in Ungarn, vier in Spanien, zwei in Rumänien und einer in Griechenland. Zwischen 2000 und 2012 wurden zudem aus mehreren Ländern Europas insgesamt 119 Milzbrandfälle gemeldet, die mit der Injektion von verunreinigtem Heroin in Zusammenhang stehen (Grunow et al. 2013, Hanczaruk et al. 2014, Price et al. 2012).

Weltweite Daten abseits grober Schätzungen (mehrere tausend) sind nicht verfügbar, die WHO (2008) nennt aber als Faustregel eine Infektion beim Menschen pro zehn infizierten Rindern, was unter anderem an einer höheren Resistenz des Menschen liegt. Das heißt, es wird eine höhere Zahl an Sporen benötigt, die in den Körper eindringen, um eine Erkrankung auszulösen.

Francisella tularensis

ist ein gramnegatives, unbewegliches, obligat aerobes Bakterium und der Erreger der Tularämie, einer Krankheit, die sowohl Menschen als auch Tiere betreffen kann. Zurzeit sind vier Unterarten anerkannt:

- *tularensis*, auch Typ A genannt, mit den beiden Untertypen AI (AIa und AIb) sowie AII, welche geographisch getrennt in verschiedenen Regionen Nordamerikas nachgewiesen werden konnten und die höchste Virulenz zeigen. Infektionen des Menschen mit AIb-Stämmen sind mit einem schnelleren Verlauf und einer höheren Sterblichkeit assoziiert.
- *holarctica*, auch Typ B genannt, ist auf der gesamten Nordhalbkugel und Tasmanien verbreitet und verursacht eine mildere Form der Tularämie.
- *mediasiatica* ist in Zentralasien verbreitet. Infektionen verlaufen ähnlich wie bei *holarctica*.
- *novicida* ist in Nordamerika, Australien und Thailand verbreitet und verfügt über die geringste Virulenz.

(Carvalho et al. 2014, Petersen et al. 2009)

Als Reservoir dienen meist Hasenartige und Nagetiere. Daher stammt auch eine der umgangssprachlichen Bezeichnungen der durch diese Bakterien verursachten Krankheit: Hasenpest (AGES 2018). *Francisella* hingegen leitet sich von Edward Francis ab, der das Bakterium lange Jahre erforschte, und *tularensis* vom kalifornischen Tulare County. Ein Nachweis erfolgte

ebenso in anderen kleinen Säugetieren, Fleischfressern, Huftieren, Beuteltieren, Vögeln, Fischen, Amphibien und Arthropoden. Außerhalb eines Wirtskörpers können die Bakterien in kaltem Wasser bis zu vier Monate und im Boden sowie in Kadavern mehrere Wochen überleben. In Mitteleuropa erfolgt die Infektion von Menschen fast immer über den Kontakt mit erkrankten oder an der Krankheit verstorbenen Tieren (Carvalho et al. 2014, Petersen et al. 2009). Folglich sind bestimmte Gruppen, z.B. JägerInnen (Deutz et al. 2003), besonders gefährdet, möglicherweise auch durch mitgeführte Hunde (Posautz et al. 2018). Weitere Infektionswege sind die Aufnahme kontaminierten Wassers oder Essens, Aerosole, welche vor allem in der Landwirtschaft eine Rolle spielen, Insekten- sowie Zeckenstiche. In Nordeuropa gelten Stiche von Culicidae und Ixodidae als Hauptinfektionsweg. Bremsen sind in Russland (v.a. *Chrysops relictus*, *Haematopota pluvialis*, *Tabanus bromius*, *T. autumnalis*, *T. flavoguttatus*), neben Culicidae, und den westlichen USA (v.a. *C. discalis* und andere *Chrysops spp.*) wichtige Vektoren, weswegen Tularämie in den USA oft deerfly fever genannt wird. In anderen Regionen haben sie in dieser Hinsicht nur eine geringe Bedeutung (Carvalho et al. 2014, Petersen et al. 2009). In Russland und Österreich sind Fälle von ArbeiterInnen in Zuckerfabriken, die mit von infizierten Mäusen angebissenen Zuckerrüben in Kontakt kamen und daraufhin an Tularämie erkrankten, bekannt geworden (Puntigam 1960). Eine Besonderheit stellt außerdem ein Tularämieausbruch in Spanien bei einer Gruppe von FlusskrebsfischerInnen dar. Dabei konnten die im Wasser aufhaltigen Bakterien über kleine, während des Fischens erlittene Hautverletzungen in den Körper eindringen (Anda et al. 2001).

Ein erhöhtes Infektionsrisiko ergibt sich aus der Tatsache, dass bereits zehn Bakterienzellen ausreichen, um eine Erkrankung hervorzurufen. Die Inkubationszeit beträgt meistens 3 bis 5 Tage, selten kürzer oder länger. Die Krankheit beginnt mit grippeartigen Symptomen (Fieber, Müdigkeit, Kopf- und Gliederschmerzen, Erschöpfungszustände). Der weitere Verlauf hängt vom Eintrittsweg der Bakterien und dem jeweiligen Bakterienstamm ab. Am häufigsten handelt es sich um eine ulzeroglanduläre Tularämie. Dabei bildet sich am Ort des Eindringens ein schmerzloses Ulkus. Die Lymphknoten können bei all diesen Formen ebenfalls entzündet sein. Im Falle der glandulären Form gibt es keine Ulkusbildung. Erfolgte die Aufnahme über den Mund, bilden sich die Ulcera im Mund- und Rachenraum (oropharyngeale Tularämie). Zu einer Bindehautentzündung und Knötchenbildung am Auge kommt es, wenn die Bakterien über kontaminierte Hände oder Wasser in diesen Bereich gelangen (oculoglanduläre Tularämie). Diese Formen sind im Falle einer Tularämie des Typs B in der Regel gut behandelbar. Einen schlimmeren Verlauf nimmt die Krankheit, wenn die Bakterien in den Blutstrom gelangen oder eingeatmet werden. Die zweithäufigste aller Tularämieformen ist die pulmonale, die von einer

Lungentzündung und den entsprechenden Begleitsymptomen geprägt ist. Im Fall einer Infektion mit *F. tularensis tularensis* kann zusätzlich ein Pleuraerguss auftreten. Die typhöse Tularämie ist eine systemische Form und geht mit hohem Fieber und Kopfschmerzen einher. Entzündungen des Knochenmarks, des Herzbeutels und der Hirnhaut sowie andere gravierende Symptome sind möglich. Entzündungen der inneren Organe können ebenfalls auftreten. Erfolgte die Infektion über die orale Aufnahme kontaminierten Essens oder Flüssigkeiten, kann es zu einer Erkrankung des Darms mit Erbrechen, Durchfall und Bauchschmerzen kommen. Alle diese Formen, speziell bei Infektionen mit Typ A, können eine Sepsis sowie ein systemisches inflammatorisches Response-Syndrom, schweres akutes respiratorisches Syndrom, innere Blutungen, eine disseminierte intravasale Koagulopathie und Multiorganversagen zur Folge haben. Schwerere Verläufe bei Infektionen mit Typ B (*F. tularensis holarctica*) sind sehr selten (Carvalho et al. 2014, Petersen et al. 2009).

Ein Impfstoff ist trotz vermehrter Bemühungen aufgrund der Einsatzmöglichkeit von *T. tularensis* als biologischer Kampfstoff kommerziell noch nicht verfügbar. Es wurden im Laufe der Zeit zwar mehrere entwickelt, vor allem in den USA, diese sind aber wegen des mangelhaften Schutzes und/oder häufigen Nebenwirkungen nicht oder nicht mehr im Einsatz. In Russland wird auch heute noch eine von der Sowjetunion in den 1940er Jahren entwickelte Schutzimpfung hergestellt und angewendet. Meist jedoch nur bei besonders gefährdetem Personal staatlicher Institutionen (z.B. Militär, Labors) (Feodorova et al. 2014, Sunagar et al. 2016).

In Europa gibt es jedes Jahr mehrere hundert bis über tausend Fälle von Tularämie beim Menschen. 2016 waren dies in der EU und Norwegen 1096, im Jahr davor 1327. Die meisten davon traten in Schweden (2016: 134, 2015: 859), Finnland (2016: 699, 2015: 104), Norwegen (2016: 40, 2015: 42), Deutschland (2016: 41, 2015: 34) und Tschechien (2016: 59, 2015: 56) auf. Die Zahlen unterliegen von Jahr zu Jahr bisweilen starken Schwankungen, was aber dem bekannten Bild der vergangenen Jahrzehnte entspricht (D'Alessandro et al. 2015, Dupont et al. 2015). In den meisten anderen Ländern Europas, mit Ausnahme des Kosovos (Sadiku et al. 2012) und der Türkei (Gürçan 2014), tritt Tularämie beim Menschen nur vereinzelt oder in konstant geringer Anzahl auf. Die Zahlen für Österreich liegen bei 0 für 2011, 2 für 2012, 2 für 2013, 0 für 2014, 4 für 2015 und 9 für 2016. Von 2009 bis März 2018 gab es insgesamt 42 Erkrankungen und keine Todesfälle (ECDC 2018, ECDC 2018a, Hestvik et al. 2015). 2018 gelangte die Geschichte zweier Salzburger Jäger in die Medien, die tot aufgefundene Feldhasen ohne Handschuhe oder andere Sicherheitsvorkehrungen untersuchten (Der Standard 2018). Seit einigen Jahren werden bekannte österreichische Endemiegebiete regelmäßig untersucht (Gurycová et al. 2001, Hofer et al. 2008, Hofer et al. 2008a, Hubálek et al. 1998).

Erysipelothrix rhusiopathiae

ist ein grampositives, unbewegliches, fakultativ anaerobes Bakterium und der Erreger des Schweinerotlaufs (Erysipeloid). Die Bakterien können vor allem in Schweinen vorkommen, aber auch in Geflügel, Schafen, Fischen und anderen Tieren. Während eine Infektion bei vielen Tieren symptomlos verläuft, endet sie bei Schweinen und Geflügel oft tödlich. Beim Menschen beschränkt sich die Krankheit meist auf eine mehrere Wochen andauernde Entzündung des Unterhautgewebes, welche durch eine vermehrte Durchblutung verursachte intensive Rotfärbung der betroffenen Hautpartien gekennzeichnet ist (Erythem). In sehr seltenen Fällen kann es zu einer Sepsis und einer Endokarditis kommen. Die Infektion erfolgt meist über kleine Hautverletzungen. Gefährdet sind folglich vor allem Menschen, die beruflich mit Tieren und Tierprodukten zu tun haben (z.B. Bauern, Schlachter, Köche, Tierärzte, Fischer). Eine Verwechslung mit dem Erysipel ist möglich, welches allerdings fast immer auf eine Streptokokkeninfektion zurückgeht (Reboli 2012, Wang & Riley 2015).

E. rhusiopathiae ist weltweit verbreitet und tritt in der Umwelt in von infizierten Tieren kontaminierten Böden und Gewässern auf (Wang & Riley 2015). Fallzahlen sind keine bekannt.

In Laborversuchen im Jahr 1950 konnte gezeigt werden, dass *H. pluvialis*, *H. pellucens* und *T. bromius* in der Lage waren, *E. rhusiopathiae* bei Tauben und Mäusen von infizierte auf gesunde Tiere zu übertragen (Krinsky 1976).

Borrelia burgdorferi sensu lato

sind gramnegative, bewegliche, mikroaerophile Bakterien, die zu den Spirochäten gehören. *B. burgdorferi* sensu lato erfasst einige nah verwandte Arten, die Erreger der Lyme-Borreliose sind. Fünf davon kommen in Europa vor: *B. afzelii*, *B. bavariensis*, *B. burgdorferi* sensu stricto, *B. garinii* und *B. spielmanii*. Im Rest Europas, in Nordafrika, Asien und Nordamerika sind ebenfalls Bakterien des *B. burgdorferi* sensu lato-Komplexes verbreitet. Die Übertragung erfolgt fast immer über Zecken der Gattung *Ixodes*. In Mitteleuropa handelt es sich dabei um *I. ricinus*. Als Reservoir gilt eine Reihe kleiner Säugetiere (Hyde 2017, Stanek et al. 2012, Steere et al. 2016).

An der Einstichstelle entwickelt sich in den meisten Fällen nach einigen Tagen bis Wochen die sogenannte Wanderröte (Erythema migrans). Dabei handelt es sich um einen roten Fleck oder Ring, der von einem weiteren Ring umgeben sein kann. Diese entzündliche Hautreaktion breitet sich von der Einstichstelle weg aus und kann mehrere Monate lang anhalten. Symptome wie Fieber oder Kopfschmerzen sind ebenfalls möglich. Mehrere Tage bis einige Wochen nach Ausbildung der Wanderröte kommt es zur Ausbreitung der Bakterien über den Blutstrom.

Dadurch kann es zur Ausprägung verschiedener Symptome, z.B. Entzündungen des Herzens, kommen. Im Rahmen der sogenannten Neuroborreliose sind etwa eine teilweise Lähmung der Gesichtsmuskulatur, eine Polyneuropathie oder eine Entzündung des Rückenmarks, der Gehirnhaut oder des Gehirns möglich. Erfolgt keine antibiotische Behandlung können sich die Erreger im gesamten Körper ausbreiten und die neurologischen Symptome verschlimmern. Letztere können sich zudem auf den psychischen Gesundheitszustand auswirken. Typisch sind auch Entzündungen der Gelenke (Shapiro 2014, Stanek et al. 2012, Steere et al. 2016).

In Europa können als zusätzliche Symptome im Anfangsstadium das Borrelien-Lymphozytom, eine Wucherung lymphatischer Zellen, und im Endstadium die Akrodermatitis chronica atrophicans, eine Hautläsion mit einer allmählichen Verringerung (Atrophie) des unterliegenden Fettgewebes, auftreten (Stanek & Strle 2008, Stanek et al. 2012).

Kontrovers diskutiert wird der Begriff der chronischen Lyme-Borreliose, der verschiedene Patientengruppen umfassen kann, weswegen in der Wissenschaft mittlerweile auf dessen Verwendung verzichtet wird. Hauptsächlich versteht man darunter drei Gruppen: Personen mit einer unbehandelten Lyme-Borreliose im Endstadium, in deren Serum Borrelien nachweisbar sind, Personen, deren Lyme-Borreliose behandelt wurde, die aber weiterhin unter einigen Symptomen leiden (Post-treatment lyme disease syndrome), und Personen, die zwar Symptome, die zu einer Lyme-Borreliose passen würden, aufweisen, aber serologisch negativ sind. Bei zweiteren und letzteren plädieren einige MedizinerInnen für eine mehrmonatige bis mehrjährige antibiotische Behandlung aufgrund einer versteckt persistierenden Borrelieninfektion. Dies wird von einem Großteil der ForscherInnen sowie MedizinerInnen in diesem Bereich abgelehnt und wegen der mit der Behandlung verbundenen großen gesundheitlichen Risiken aktiv bekämpft (Halperin 2015, Shapiro 2014, Stanek et al. 2012, Steere et al. 2016, Wormser 2018).

Ein Impfstoff für Menschen ist nicht verfügbar. Um die Jahrtausendwende befand sich zwar ein solcher am Markt, dessen Herstellung wurde aber aufgrund schlechter Verkaufszahlen und mehrerer Klagen wieder eingestellt. An der Entwicklung neuer Impfstoff wird gearbeitet (Comstedt et al. 2017, Steere et al. 2016).

In einzelnen Fällen dürfte es zu einer Übertragung von Borrelien über Bremsenstiche gekommen sein. In den USA wurden diese Bakterien in mehreren Bremsenarten (*Chrysops* spp, *Hybomitra* spp., *Tabanus* spp.) festgestellt. Und in drei Fällen zeigte sich nach einem Stich durch eine *Chrysops*-Art die charakteristische Wanderröte (Foil 1989). Stanek et al. (1987) untersuchten 837 Borreliosefälle in Österreich. Dabei wurden 15 % der PatientInnen vor Einsetzen der ersten Symptome von einem Insekt gestochen. In zwei Fällen konnten diese als Bremsen iden-

tifiziert werden, *Chrysops caecutiens* und *Haematopota* sp. Und in einem der Fälle (*Haematopota* sp.) wurde angegeben, dass die Wanderröte an der Einstichstelle auftrat. Im Rahmen einer Arbeit in Böhmen, wo in 15 bis 20 % von mehreren tausend Zecken Borrelien festgestellt wurden, waren die Ergebnisse aller der rund hundert untersuchten Bremsen negativ (Zeman 1998). Aktuelle Fallzahlen sind nicht bekannt.

Hautverletzungen und allergische Reaktionen

Der Stich einer Bremse ist sehr schmerzhaft. Der Schmerz setzt bereits ein, bevor ein Blutgefäß verletzt ist und hält auch nach dem (un)vollendeten Stich in Form eines Brennens noch eine Weile an. Wurde ein Blutgefäß verletzt, blutet die Wunde aufgrund des gerinnungshemmenden Speichels einige Minuten weiter. Im Normalfall bildet sich im Anschluss, ähnlich wie bei anderen Insektenstichen, eine urtikarielle Quaddel, also eine rötliche, lokale Schwellung mit einem Durchmesser von wenigen Zentimetern, meistens begleitet von Juckreiz. Nach rund einer Stunde bildet sich diese wieder zurück. In selteneren Fällen kann sie relativ groß werden und länger anhalten (Binder 2018, Carlson 2017, Helbling & Müller 2019, McKiel & West 1961). Selten kann es zu anaphylaktischen Reaktionen kommen. Dabei kommt es in milden Fällen kurz nach einem Bremsenstich zu Symptomen wie Rötungen der Haut, Schwindel und leichten Atembeschwerden. Bei gravierenderen Verläufen sind Übelkeit sowie die Verengung der Atemwege und Bildung von Ödemen, großflächigen Erythemen und juckenden Quaddeln (Nesselsucht) möglich. Durch Erweiterung der Blutgefäße fällt der Blutdruck ab, was im schlimmsten Fall aufgrund der verminderten Durchblutung von Organen und Geweben einen anaphylaktischen Schock zur Folge haben kann, welcher eine lebensbedrohliche Situation darstellt (Bircher 2005, Carlson 2017, de Groot 2006, Hemmer et al. 1998, Ruëff & Jakob 2018).

Bei einigen PatientInnen wurde sowohl eine Empfindlichkeit gegenüber dem Speichel von Bremsen sowie dem Gift von Wespen festgestellt, woraufhin die Hypothese eines wasp-horsefly syndrome aufgestellt wurde. Das würde bedeuten, dass IgE-Antikörper, die allergische Reaktionen auf Stiche eines der beiden Insekten vermitteln, sowohl an bestimmte Allergene des Bremsenspeichels als auch des Wespengifts binden würden (Freye & Litwin 1996, Helbling & Müller 2019, Quercia et al. 2008, Quercia et al. 2009).

Ma et al. (2011) und An et al. (2011) identifizierten drei Allergene im Speichel von Bremsen, Tab y 5 (Tab a 1), Tab y 2 (Tab a 2) und Tab y 1. Bei Tab y 5 und Tab y 1 handelt es sich um Antigen 5-like-Proteine und bei Tab y 2 um eine Hyaluronidase. Tab y 1 fungiert überdies als Apyrase. In Versuchen konnte nachgewiesen werden, dass IgE-Antikörper aus dem Serum von

Personen, die auf Bremsenstiche allergisch reagieren, an diese Moleküle binden. Beide Protein-
gruppen, Antigen 5-like-Proteine und Hyaluronidasen, kommen ebenfalls im Gift von Wespen
vor und Ma et al. (2011) zeigten auf, dass IgE-Antikörper von WespenstichallergikerInnen eine
gewisse Affinität zu Tab y 5 und Tab y 2 haben. An et al. (2012) konnten diese Erkenntnisse
durch Identifikation von Allergenen im Gift von *Vespa magnifica* und Immunblots mit IgE-
Antikörpern sowohl von Bremsen- als auch WespenallergikerInnen bestätigen: “In particular,
three allergens (Vesp ma 2, Tab y 5, and Tab y 2) can simultaneously bind to their correspon-
ding IgEs in patients with allergic reactions to horsefly bites or wasp stings, providing further
evidence that they are cross reactive allergens for the horsefly-wasp syndrome” (An et al. 2012,
S. 7).

Reduktion von Bremsenstichen

Es existiert kein vollständiger Schutz vor Bremsenstichen. Allerdings ist es möglich, die Brem-
senlast zu reduzieren (Foil & Hogsett 1994). Helle, insbesondere weiße, oder hell-dunkel-ge-
streifte Kleidung verringert die eigene Attraktivität gegenüber Bremsen und die Wahrschein-
lichkeit, angefliegen und gestochen zu werden (Horváth et al. 2008). Ebenso reduziert DEET in
einer Dosierung (15-17 %), wie sie oft im normalen Handel angeboten wird, die Anzahl der
Attacken (Herholz et al. 2016). Bei stationären Arbeitsplätzen im Freien bietet sich zudem die
Möglichkeit auf eine Bremsenfalle zurückzugreifen (z.B. Egri et al. 2013).

6.3. Veterinärmedizinische Bedeutung

Im Gegensatz zu Erkrankungen des Menschen ist die Rolle von Bremsen als mechanische Vek-
toren von Tierkrankheiten in Europa wesentlich größer, allerdings hauptsächlich in südlichen
Ländern. In Österreich und den umliegenden Staaten besteht nur eine geringe Gefahr der Krank-
heitsübertragung durch Bremsen.

- Bakterien:

Bacillus anthracis

Pasteurella multocida

Francisella tularensis

Erysipelothrix rhusiopathiae

- Protozoen:

Besnoitia besnoiti

Trypanosoma theileri

Trypanosoma evansi

- Viren:
Virus der Equinen Infektiösen Anämie
(Krinsky 1976)

Bacillus anthracis

kann bei zahlreichen Tierarten auftreten, was es zu einer sehr vielseitigen Krankheit macht. Vor allem im 20. Jahrhundert gab es immer wieder große Epidemien, denen jeweils zehntausende und sogar bis zu einer Million Tiere zum Opfer fielen. Auch heute noch tritt Anthrax in südlichen Ländern regelmäßig auf. In gemäßigten Breiten und im Norden sind Krankheitsfälle eher selten, was möglicherweise damit zusammenhängt, dass eine Sporulation von *B. anthracis* bei unter 12 °C nicht möglich ist. Trotzdem kommt es immer wieder zu einem vereinzelt und sporadischen Auftreten, was etwa mit Bodenbewegungen in Zusammenhang stehen kann, wodurch jahrzehntealte Sporen, die bisher tief im Boden vergraben waren, wieder an die Oberfläche kommen (Beyer & Turnbull 2009).

Die Sporen können auf mehrere Arten in die Tierkörper gelangen. Beim Grasens auf staubigen Böden ist es leicht möglich, diese einzusatmen und an Pflanzen anhaftende Sporen können oral aufgenommen werden. Zudem reichen bereits kleinste Hautverletzungen, um in den Körper einzudringen. Je nach Tierart verläuft die Krankheit etwas anders. Nach einer Inkubationszeit von einigen Tagen kommt es bei Rindern oft zu keinen anderen Symptomen als Schwierigkeiten beim Gehen, Stolpern und Liegen. Wenig später tritt unter Krämpfen der Tod ein. Möglich ist auch ein Verlauf mit hohem Fieber, Atemnot, Ödemen und Koliken, was nach einigen Stunden ebenfalls zum Tod führt. Häufig bluten erkrankte Tiere aus dem Mund und dem Anus, wodurch die Bakterien wieder in die Umwelt gelangen und Sporen bilden. Für Pferde ist der zweite beschriebene Verlauf typisch. Schweine zeigen keinen derart raschen Verlauf. Zwar kann es zu Entzündungen der inneren Organe sowie zu Nekrosen (z.B. auf der Haut oder inneren Organen) und der Bildung von Ödemen kommen, in den meisten Fällen wird eine Erkrankung aber erst nach der Schlachtung festgestellt. Bei Fleischfressern kommt es nach einer Inkubationszeit von ein paar Tagen zu Fieber, Ödemen und Entzündungen. Entweder erholen sie sich danach wieder oder sie sterben wenige Stunden nach Einsetzen der ersten Symptome. Unter den Vögeln ist Anthrax in der freien Wildbahn nur beim Afrikanischen Strauß bekannt, wo die Krankheit ähnlich wie bei Pferden oder Rindern verläuft. Andere Vögel wurden bisher nur in Gefangenschaft infiziert. Grundsätzlich sind alle Säugetiere anfällig gegenüber einer Infektion mit *B. anthracis*. Manche sind allerdings mehr und wieder andere weniger resistent (Beyer & Turnbull 2009).

Pasteurella multocida

kann zahlreiche Säugetiere und Vögel infizieren und verschiedene Krankheitsbilder hervorrufen. Am bedeutendsten sind die hämorrhagische Septikämie des Rindes, Rhinitis atrophicans (Schwein), Geflügelcholera sowie weitere Pasteurellosen von Schafen, Ziegen, Pferden und Wildtieren. Das lateinische Artepitheton spiegelt das breite Wirtsspektrum wider: multocida setzt sich aus multus (viel, zahlreich) und caedo (erschlagen, töten) zusammen und bedeutet so viel wie vieltötend. Grundsätzlich wird zwischen verschiedenen Serotypen unterschieden. Die Typen A, D und F finden sich in zahlreichen Tieren als Kommensalen, sind nur fakultativ pathogen und für Krankheiten wie Rhinitis atrophicans und Geflügelcholera verantwortlich. Krankheitsausbrüche werden durch Stressfaktoren (z.B. hohe Tierdichte, plötzliche Wetterumschwünge, Mangelernährung) begünstigt. Die Serotypen B und E sind obligat pathogen und führen zu hämorrhagischen Septikämien. Diese können auf drei Arten verlaufen. Nach einer Inkubationszeit von wenigen Tagen kommt es unter anderem zur Bildung von Ödemen, Atemproblemen und Zyanosen. Genauso kann es aber zu Fieber, lethargischem Verhalten und trockenen Schleimhäuten kommen. Blutige Ausscheidungen sind möglich. Als dritte Möglichkeit kann es zu einer Lungenentzündung und blutigem Durchfall kommen (Harper et al. 2006, Miller 2001). Bremsen spielen bei der Übertragung der Serotypen A, D und F wohl keine Rolle, möglicherweise aber bei B und E, insbesondere zwischen Wildtieren. Im Rahmen von Laborversuchen zeigte sich, dass Bremsen in Bezug auf *P. multocida* gute Vektoren sind (Krinsky 1976).

Besondere Aufmerksamkeit erlangte der Erreger nach einem Massensterben von Saigaantilopen (*Saiga tatarica tatarica*) in Kasachstan im Jahr 2015. Dabei fanden innerhalb von 9 Tagen rund 200 000 Tiere ihr Ende, was über 60 % der weltweiten Population der Art entspricht. Die Sterblichkeitsrate erkrankter Tiere lag bei 100 %. Bereits in den Jahrzehnten davor gab es ähnliche Vorkommnisse (z.B. 1981, 1988, 2010) mit jeweils zehntausenden toten Tieren innerhalb kurzer Zeit. *P. multocida* wurde aufgrund der Symptome bereits in der Vergangenheit verdächtigt, der eindeutige Nachweis erfolgte allerdings erst 2015. Der Grund für diese Massensterben ist bis heute nicht bekannt, wird aber in Zusammenhang mit hohen Temperaturen sowie vermehrtem Niederschlag und anschließend hoher Luftfeuchtigkeit gebracht (Kock et al. 2018).

Francisella tularensis

Der Verlauf der Erkrankung wurde im Falle von Wildtieren bisher nur bei Feldhasen (*Lepus europaeus*) und Schneehasen (*Lepus timidus*) beschrieben. Dabei kann es entweder zu chroni-

schen oder akuten Verläufen kommen. Bei ersteren kommt es zu granulomatösen Entzündungen einzelner innerer Organe. Der akute Verlauf durch eine Septikämie und der Entzündung mehrerer innerer Organe gemeinsam mit der Bildung von Nekrosen gekennzeichnet, was letztendlich zum Tod führt (Hestvik et al. 2014). Laut einer Untersuchung von Deutz et al. (2009) begünstigen bestimmte Wetterlagen das vermehrte Auftreten von Tularämie bei Feldhasen. Nach warmen Winter gibt es eine größere Zahl an Tieren. Ist der darauffolgende Mai kühl und sind die Monate Juni und Juli eher verregnet, erhöht sich durch die durch die gesundheitliche Schwächung der jungen Feldhasen die Zahl der Erkrankungen. Hunde und Katzen erkranken nur selten an Tularämie (Friend 2006).

Erysipelothrix rhusiopathiae

kann zahlreiche Säugetiere, Fische, Krebstiere, Vögel und Krokodile infizieren. Die größte Bedeutung hat dieses Bakterium als Erreger des Schweinerotlaufs (Erysipeloid). Bei Schafen, Rindern, Enten und Puten führt es zu einer Polyarthritits (Wang & Riley 2015).

Der Schweinerotlauf kann sich symptomatisch auf drei Arten äußern: Nach einer Inkubationszeit von einem Tag kommt es beim akuten Verlauf zu einer Septikämie und der Bildung von Erythemen oder Nekrosen. Der Tod tritt kurz nach Auftreten der ersten Symptome ein oder bereits davor. Der subakute Verlauf ist nach einer Inkubationszeit von wenigen Tagen durch die Bildung verschiedenartiger Hautläsionen gekennzeichnet. Sind diese eher hell, heilen sie meist innerhalb weniger Tage wieder ab. Dunkle, violettrote Läsionen kündigen hingegen oft Nekrosen oder den baldigen Tod an. Die chronische und häufigste Form definiert sich über eine lokale Arthritis oder Endokarditis und folgt teils auf akute oder subakute Erkrankungsformen. Untersuchungen zufolge sind 30 bis 50 % aller Schweine Träger von *E. rhusiopathiae*. Das heißt, sie zeigen keinerlei Symptome, scheiden den Erreger über Fäkalien, Urin, Speichel oder Nasensekrete aus und kontaminieren so ihre Umgebung, wodurch auch bisher nicht infizierte Tiere angesteckt werden (Wang & Riley 2015).

Besnoitia besnoiti

ist ein parasitäres Protozoon aus dem Stamm der Apicomplexa und der Familie der Sarcocystidae, zu der auch *Toxoplasma gondii* gehört. Rinder gelten als Zwischenwirte dieser Art, Mäuse und Hasen können künstlich infiziert werden. Weitere Zwischenwirte und der Endwirt sind nicht bekannt. Ursprünglich waren die Symptome der Bovinen Besnoitiose nur aus Frankreich bekannt, wo sie im 19. Jahrhundert das erste Mal beschrieben wurden. Mittlerweile ist allerdings eine Verbreitung in Subsaharaafrika, Asien sowie Mittel-, Süd- und Westeuropa bekannt (Basso et al. 2011, EFSA 2010).

Der Beginn der Infektion äußert sich in Form von Fieber, Gewichtsverlust und Bildung von Ödemen, weswegen dieser akute Verlauf als Anasarkaphase bezeichnet wird. Die Symptome gehen auf eines der zwei bekannten, asexuellen Stadien von *B. besnoiti* zurück, den Tachyzoiten (Endozoiten). Diese dringen in Endothelzellen der Blutgefäße ein und vermehren sich dort über Endodyogenie. Vor allem in den kleineren hat dies Entzündungen (Vaskulitis) und Nekrosen der Blutgefäße sowie Thrombosen zur Folge. Daran schließt sich die chronische Sclerodermaphase an, welche durch die massenhafte Bildung von intrazellulären Zysten im Bindegewebe der Haut, Schleimhaut, Sclera (Lederhaut) und Konjunktiva (Bindehaut) gekennzeichnet ist. Darin befinden sich bis zu 200 000 Bradyzoiten. Die Zysten sind bis zu 400 µm groß und wenn in der Konjunktiva befindlich mit freiem Auge zu sehen. Durch die massenhafte Zystenbildung kommt es nach Abklingen der akuten Symptome zu einer Verdickung der Haut, Faltenbildung, Hyperkeratosen, Haarausfall, Scleroderma und Hufrehe. Männliche Tiere zeigen in manchen Fällen Hodenentzündungen, die bis zur Sterilität führen können. Trotz Abwesenheit sonstiger Symptome kann es aufgrund des Gewichtsverlusts, verminderter Milchproduktion und Unbrauchbarkeit der Häute zu wirtschaftlichen Einbußen kommen. Die Sterblichkeitsrate beträgt 10 %. Impfstoffe oder Behandlungsmöglichkeiten sind nicht verfügbar. Um die Ausbreitung innerhalb einer Herde zu verhindern, gibt es nur die Möglichkeit der Isolierung oder der Schlachtung der erkrankten Tiere (Basson et al. 1970, EFSA 2010, Gollnick et al. 2015). Wie die Übertragung von Tier zu Tier erfolgt ist nicht bekannt. Bigalke (1968) führte mehrere Versuche durch, bei denen sich zeigte, dass es zu einer mechanischen Übertragung von *B. besnoiti* durch Bremsen kommen kann. Wegen dieser Ergebnisse und der Tatsache, dass Neufektionen vor allem in den Sommermonaten, wenn viele Bremsen unterwegs sind, auftreten, wird mittlerweile von einer wichtigen Rolle blutsaugender Insekten als Vektoren ausgegangen. Ein definitiver Nachweis liegt bislang nicht vor. Eine weitere Infektionsquelle ist enger Körperkontakt der Tiere, beispielsweise bei der Paarung. Dabei entstandene Hautverletzungen sollen eine Übertragung via oberflächennaher Zysten möglich machen (Basso et al. 2011, EFSA 2010).

In den letzten Jahren kam es zu einer immer weiteren Verbreitung in Europa, vor allem über Tiertransporte aus französischen Endemiegebieten, sodass mittlerweile bestätigte Fälle nicht nur aus Frankreich, sondern auch aus Spanien (Fernández-García et al. 2009), Portugal (Cortes et al. 2006, Waap et al. 2014), Italien (Gentile et al. 2012, Gazzonis et al. 2014), Deutschland (Schaes et al. 2009), Irland (Ryan et al. 2016), Kroatien (Beck et al. 2013), Belgien (Vanhoudt et al. 2015), Ungarn (Hornok et al. 2014) und der Schweiz (Lesser et al. 2012) bekannt sind. Da betroffene Tiere aber kaum eindeutige Symptome zeigen, Besnoitiose kaum bekannt ist und

keine verpflichtenden Testungen erfolgen müssen, ist eine weitere Verbreitung als bisher bekannt nicht unwahrscheinlich (EFSA 2010, Gollnick et al. 2010). Dies zeigte etwa der Fall einer infizierten Rinderherde in Italien, die nicht aus bekannten Endemiegebieten stammte und auch nie Kontakt mit solchen Tieren hatte (Gentile et al. 2012). Ob seit dem Bericht der EFSA 2010 Maßnahmen ergriffen wurden, ist nicht bekannt.

Trypanosoma (Megatrypanum) theileri

ist ein weltweit verbreitetes Protozoon, das sich im Blut von Rindern findet. Ein hoher Prozentsatz der Rinder gilt als infiziert, Krankheitssymptome (z.B. Fieber oder Anämie) zeigen aber nur die allerwenigsten Tiere, wahrscheinlich in Verbindung mit einer massenhaften Vermehrung infolge einer Immunsuppression (Doherty et al. 1993, Levine et al. 1956, Sood et al. 2011, Villa et al. 2008). Über die Lebensweise und die Entwicklung im Rind ist kaum etwas bekannt. Es wird davon ausgegangen, dass die Übertragung über eine orale Aufnahme von Bremsen oder Bremsenfaeces vonstattengeht und die infektiösen Stadien von *T. theileri*, welche sich nur im Darm und den Faeces finden, über die Mundschleimhaut der Rinder in den Körper eindringen. Die Bremsen selbst nehmen die Trypanosomen über eine Blutmahlzeit auf. Das ist der Grund, warum diese hauptsächlich in den warmen Monaten im Rinderblut zu finden sind, im Winter aber kaum (Böse et al. 1987, Böse & Heister 1993, Schoener et al. 2018). Böse & Heister (1993) konnten die Entwicklung im Verdauungstrakt der Bremsen aufklären. Eine Präferenz für eine bestimmte Bremsenart scheint nicht gegeben zu sein. Mittlerweile konnte *T. theileri* auch in Culicidae in Ostösterreich (Schoener et al. 2018) und Phlebotominae in Italien nachgewiesen werden (Calzolari et al. 2018).

Virus der Equinen Infektiösen Anämie

Das EIA-Virus aus der Familie der Retroviridae ist, mit Ausnahme der Antarktis und Island, weltweit verbreitet und ruft bei Vertretern der Equidae (Pferde, Esel, Zebras) die Equine Infektiöse Anämie (Ansteckende Blutarmut der Einhufer) hervor (Cook et al. 2014, Leroux & Cook 2016).

Die Übertragung erfolgt entweder mechanisch über Bremsen oder, heutzutage möglicherweise sogar häufiger, über mehrfach benutzte Injektionsnadeln und andere veterinärmedizinische Utensilien, die mit Blut in Berührung kommen. Es besteht auch der Verdacht einer direkten oder indirekten Übertragung mittels Nasensekret. Nach Eindringen in den Körper infiziert das Virus Monozyten sowie deren Nachfolgezellen (z.B. Makrophagen, Dendritische Zellen) und in einigen Fällen Endothelzellen (Bolfà et al. 2015, Issel & Foil 2015, Krinsky 1976, Leroux & Cook 2016).

Nach einer Inkubationszeit von mehreren Wochen zeigt sich zu Beginn für zwei, drei Tage Fieber und eine Thrombozytopenie. Danach folgen immer wieder Krankheits- unterbrochen von symptomfreien Phasen. Während ersterer kommt es wieder zu Fieber und einer Thrombozytopenie, aber auch u.a. zu einer Anämie, Abmagerung und der Bildung von Ödemen, so dass die Tiere vor Erschöpfung sterben können. Nach ein bis zwei Jahren wird der Abstand zwischen den Krankheitsphasen immer größer bis sich schließlich keine Symptome mehr zeigen. Die Tiere bleiben aber trotzdem Träger des Virus. Zu einem Wiederaufflammen der Erkrankung kommt es danach in der Regel nur bei einer Immunsuppression. Dieser klassische Verlauf kann allerdings auch Abweichen. Beschrieben wurde beispielsweise auch permanent hohes Fieber, was letztendlich zum Tod der Tiere führt (Cook et al. 2013, Leroux & Cook 2016, Malik et al. 2017).

Ein Impfstoff oder eine Behandlung ist nicht verfügbar. In China wurde Ende der 1970er Jahre ein attenuierter Lebendimpfstoff entwickelt, der in Verbindung mit weiteren Strategien zu einem starken Zurückdrängen und einer teilweisen Ausrottung der Krankheit in dem Land geführt hat. Dieser ist allerdings in anderen Ländern nicht zugelassen. An der Entwicklung weiterer Impfstoffe wird gearbeitet (Leroux & Cook 2016, Wang et al. 2018).

In den Ländern Europas kommt es immer wieder zu Ausbrüchen. Überwachungs- und Ausrottungsprogramme gibt es bislang nur in Italien und Rumänien. In den anderen Ländern sind nur Testungen nur teilweise vorgesehen, beispielsweise im grenzüberschreitenden Pferdehandel (Bolfà et al. 2015, Gaudaire et al. 2018, Leroux & Cook 2016). In Österreich gab es bislang zwei Fälle im Jahr 2002 (AGES 2018c).

Reduktion von Bremsenstichen und Bekämpfungsmaßnahmen

Um die Chance von Bremsenstichen zu verringern gibt es wie bei Menschen die Möglichkeit der Auftragung von Repellentien wie DEET. Da dies allerdings täglich erfolgen müsste, hält sich die Durchführbarkeit in Grenzen. Eine dauerhaftere Möglichkeit wäre die Auftragung von Pyrethroiden, welche nicht nur abschreckend wirken, sondern auch giftig sind. Aufgrund dieser Giftigkeit, nicht nur für Insekten, sondern auch für andere Arthropoden und Fische, ist ein derartiger Einsatz aber nicht möglich. Fallen aufzustellen (siehe Unterkapitel 4.3 für Beispiele) sowie für schattige Unterstellplätze zu sorgen sind ebenfalls geeignete Methoden, um die Bremsenlast zu reduzieren (Chainey 1993, Foil & Hogsette 1994, Herholz et al. 2016). Eine Möglichkeit die mechanische Übertragung von Krankheitserregern mittels Bremsen von infizierten Tieren auf gesunde hintanzuhalten, ist eine räumliche Trennung von mindestens 50 Metern (Barros & Foil 2007).

Eine umweltschonende Maßnahme zur Bekämpfung von Bremsen könnte der Einsatz von entomopathogenen Pilzen darstellen. In der Landwirtschaft werden diese bereits gegen einige invasive Schädlinge eingesetzt (COST 2007, Evans et al. 2018). In der Sowjetunion wurden mehrere Studien durchgeführt, in deren Rahmen weit über zwanzig Pilzarten identifiziert wurden, die Larven und Puppen der Tabanidae befallen. Am effektivsten erwiesen sich die beiden Arten *Metarhizium anisopliae* und *Tabanomyces milkoi* (Andreeva et al. 1980, Couch et al. 1979).

Wirtschaftliche Bedeutung

Oft wird der wirtschaftliche Schaden hervorgehoben, der allein durch das Blutsaugen der Bremsen verursacht wird. Einige Tabanus-Arten sind imstande während einer einzigen Blutmahlzeit mehrere hundert Milligramm Blut zu saugen (Hollander & Wright 1980) und einzelne Studien bestätigen eine reduzierte Gewichtszunahme (Perich et al. 1986) sowie eine verringerte Milchleistung (Minář et al. 1979) bei großem Bremsenbefall von Rindern im Vergleich zu vor Bremsen geschützten Tieren. Genaue Zahlen wurden bisher aber kaum erhoben. Die meisten Arbeiten beschäftigen sich eher mit der wirtschaftlichen Bedeutung von *Stomoxys calcitrans* (Kamut & Jezierski 2014). In einer Aufstellung des durch verschiedene Insektenarten verursachten wirtschaftlichen Schadens im US-Bundesstaat Georgia im Jahr 2006 lagen Bremsen bei Milchkühen gleichauf mit *S. calcitrans* (ca. 1 Million \$) vor *Haematobia irritans*, Läusen und Dasselfliegenlarven sowie bei Pferden an erster Stelle (170 000 \$) vor *S. calcitrans*, Dasselfliegenlarven, Hausfliegen und Läusen. Für Fleischrinder wird kein Schaden durch Bremsen gelistet. Es wird allerdings nicht angegeben, wie sich diese Zahlen zusammensetzen und woher sie stammen (Hinkle 2008).



Abb. 30: Ein Rind wehrt sich gegen zahlreiche attackierende Bremsen

6.4. Überregional bedeutsame, von Bremsen übertragbare Krankheitserreger

In den Ländern außerhalb Mitteleuropas sind zusätzlich folgende Krankheitserreger von Bedeutung:

- Nematoden:

Dirofilaria roemeri (Bremse als Zwischenwirt)

Elaeophora schneideri (Bremse als Zwischenwirt)

Loa loa (Bremse als Zwischenwirt)

- Protozoen:

Haemoproteus metchnikovi

Trypanosoma congolense

T. evansi

T. vivax

Literaturverzeichnis

1. Abakar, M. H. & Mahamat, H. H. (2012). Properties and Antibiotic Susceptibility of *Bacillus anthracis* Isolates from Humans, Cattle and Tabanids, and Evaluation of Tabanid as Mechanical Vector of Anthrax in the Republic of Chad. *Jordan Journal of Biological Sciences* 5 (3): 203–208.
2. Abbassian-Lintzen, R. (1964). Tabanidae (Diptera) of Iran: X. List, Keys and Distribution of Species occurring in Iran. *Annales de Parasitologie* 39 (3): 285–327.
3. Abreu, F., Rodríguez-Lucas, C., Rodicio, M. R., Vela, A. I., Fernández-Garayzábal, J. F., Leiva, P. S., Cuesta, F., Cid, D. & Fernández, J. (2018). Human *Pasteurella multocida* Infection with Likely Zoonotic Transmission from a Pet Dog, Spain. *Emerging Infectious Diseases* 24 (6): 1145–1146.
4. AGES (2018). Tularämie (Hasenpest). Online: <https://www.ages.at/themen/krankheitserreger/tularaemie-hasenpest/> [04.10.2018]
5. AGES (2018a). Brucellosefall in Österreich. Online: www.ages.at/service/service-presse/pressemeldungen/brucellose-fall-in-oesterreich/ [05.10.2018]
6. AGES (2018b). Bericht über Zoonosen und ihre Erreger in Österreich im Jahr 2016. Online: https://www.ages.at/download/0/0/f245206c3ecfadd1a5cc6d9f2e6d2e5363156e6e/fileadmin/AGES2015/Themen/Krankheitserreger_Dateien/Zoonosen/Zoonosenbroschuere-2016_2a_BF.PDF [06.10.2018]
7. AGES (2018c). Veterinärjahresbericht 2017. Online: https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/tiere/publikationen/Veterinaerjahresbericht_2017.pdf?603dbw [10.10.2018]
8. AGES (2018d). Brucellose. Online: <https://www.ages.at/themen/krankheitserreger/brucellose/> [10.10.2018]
9. AGES (2018e). Europäische Schweinepest. Online: <https://www.ages.at/themen/krankheitserreger/europaeische-schweinepest/> [10.10.2018]
10. Aischylos. Der gefesselte Prometheus. Übersetzt von G. F. Schoemann. Greifswald (1844): C. A. Koch.
11. Aistleitner, E. (2008). Fragmenta entomofaunistica XIII: Weitere Ergebnisse zur Erfassung der Bremsenfauna Vorarlbergs (Austria occ.) sowie Choro- und Phaenodaten aus Europa – (Diptera: Brachycera, Tabanidae). *Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen* 57 (3/4): 66–71.
12. Aistleitner, E. (2008a). Fragmenta entomofaunistica XIV: Zur Kenntnis der Bremsenfauna der Iberischen Halbinsel (Diptera, Brachycera, Tabanidae [sic!]). *Entomofauna* 29 (21): 281–292.
13. Allan, S. A., Day, J. F. & Edman, J. D. (1987). Visual Ecology of Biting Flies. *Annual Review of Entomology* 32: 297–316.
14. Al Dhafer, H. M., Dawah, H. A. & Abdullah, M. A. (2009). Tabanidae (Diptera) of Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences* 16: 77–83.
15. Al-Talafha, H. A. & Amr, Z. S. (2004). The horseflies fauna (Diptera: Tabanidae) of Jordan. In: Waitzbauer, W., Albert, R., Petutschnig, B. & Aubrecht, G. (Hrsg.). *Denisia 14: Reise durch die Natur Jordaniens*. Linz: Oberösterreichische Landesmuseen.
16. Al-Talafha, H. A., Yaakop, S. & Idris, A. B. (2017). Two New Species and Seven New Records of Horse Fly (Diptera: Tabanidae) From Malaysia, Including a Description of New Species and Modified Keys. *Journal of Medical Entomology*, tjx172.

17. Alton, G. G. & Forsyth, J. R. L. (1996). Chapter 28: Brucella. In: Baron, S. (Hrsg.). *Medical Microbiology*. Galveston: University of Texas Medical Branch at Galveston.
18. Altunsoy, F. & Afacan, M. Y. (2014). Response of Tabanidae (Diptera) Species to Malaise Traps Baited with 1-octan-3-ol and 4-methylphenol. *Journal of the Entomological Research Society* 16 (1): 111–117.
19. Altunsoy, F. & Kiliç, A. Y. (2012). Seasonal Abundance of Horse Fly (Diptera: Tabanidae) in Western Anatolia. *Journal of the Entomological Research Society* 14 (1): 95–105.
20. An, S., Chen, L., Wei, J.-F., Yang, X., Ma, D., Xu, X., Xu, X., He, S., Lu, J. & Lai, R. (2012). Purification and Characterization of Two New Allergens from the Venom of *Vespa magnifica*. *PLoS ONE* 7 (2): e31920.
21. An, S., Ma, D., Wei, J. F., Yang, X., Yang, H. W., Yang, H., Xu, X. & Lai, R. (2011). A novel allergen Tab y 1 with inhibitory activity of platelet aggregation from salivary glands of horseflies. *Allergy* 66: 1420–1427.
22. Anda, P., Segura del Pozo, J., Díaz García, J. M., Escudero, R., García Peña, F. J., López Velasco, M. C., [...] Martínez Navarro, J. F. (2001). Waterborne outbreak of tularemia associated with crayfish fishing. *Emerging Infectious Diseases* 7 (3 Suppl.): 575–582.
23. Andersen, J. E. & Ribeiro, J. M. C. (2017). Salivary Kratagonists: Scavengers of Host Physiological Effectors During Blood Feeding. In: Wikel, S. K., Aksoy, S. & Dimopoulos, G. (Hrsg.). *Arthropod Vector: Controller of Disease Transmission*. London: Academic Press/Elsevier.
24. Andreeva, R. V., Kadyrova, M. K. & Normatov, K. A. (1980). Organisms infecting pre-adult instars of horse-flies (Diptera, Tabanidae) in the Ukraine and Uzbekistan. *Uzbekskii Biologicheskii Zhurnal* 6: 48–51. Online (Abstract): <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19810581192> [12.10.2018]
25. Anthony, D. W. (1960). Tabanidae Attracted to an Ultraviolet Light Trap. *Florida Entomologist* 43 (2): 77–80.
26. Antinori, S., Schifanella, L., Million, M., Galimberti, L., Ferraris, L., Mandia, L., Trabucchi, G., Cacioppo, V., Monaco, G., Tosoni, A., Brouqui, P., Gismondo, M. R., Giuliani, G. & Corbellino, M. (2012). Imported *Loa loa* filariasis: three cases and a review of cases reported in non-endemic countries in the past 25 years. *International Journal of Infectious Diseases* 16: e649–e662.
27. Antwerpen, M., Wölfel, R. & Grass, G. (2017). Genome Sequence of Historical *Bacillus anthracis* Strain Tyrol 4675 Isolated from a Bovine Anthrax Case in Austria. *Genome Announcements* 5: e00002-17.
28. Arıkan, H. & Çiçek, K. (2014). Haematology of amphibians and reptiles: a review. *North-Western Journal of Zoology* 10 (1): 190–209.
29. Aristoteles. *Werke in deutscher Übersetzung: Band 16 – Zoologische Schriften I – Historia Animalium Buch I und II*. Herausgegeben von Christof Rapp. Übersetzt und kommentiert von Stephan Zierlein. Berlin (2013): Akademie Verlag.
30. Aristoteles. *The History of Animals*. Übersetzt von D'Arcy Wentworth Thompson. Online: http://classics.mit.edu/Aristotle/history_anim.html [06.07.2017]
31. Arcá, B. & Ribeiro, J. M. C. (2018). Saliva of hematophagous insects: a multifaceted toolkit. *Current Opinion in Insect Science* 29: 1–8.
32. Arslan, F., Meynet, E., Sunbul, M., Sipahi, O. R., Kurtaran, B., Kaya, S., Inkaya, A. C., Pagliano, P., Sengoz, G., Batirel, A., Kayaaslan, B., Yıldız, O., Güven, T., Türker, N., Midi, I., Parlak, E., Tosun, S., Erol, S., Inan, A., Oztoprak, N., Balkan, I., Aksoy, Y., Ceylan, B., Yılmaz, M. & Mert, A. (2015). The clinical

- features, diagnosis, treatment, and prognosis of neuroinvasive listeriosis: a multinational study. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases* 34 (6): 1213–1221.
33. Atif, F. A. (2015). *Anaplasma marginale* and *Anaplasma phagocytophilum*: Rickettsiales pathogens of veterinary and public health significance. *Parasitology Research* 114 (11). 3941–3957.
 34. Aymard, M. (1856). Séance du 13 septembre: Rapport sur les collections de M. Picot-Dumazel. Congrès Scientifique de France, Vingt-Deuxième Session 1: 227–252. Online: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=nnc1.cu03987698;view=1up;seq=260> [19.07.2017]
 35. Azar, D. & Nel, A. (2012). Evolution of hematophagy in “non-biting midges” (Diptera: Chironomidae). *Terrestrial Arthropod Reviews* 5: 15–34.
 36. Baldacchino, F., Cadier, J., Porciani, A., Buatois, B., Dormont, L. & Jay-Robert, P. (2012). Behavioural and electrophysiological responses of females of two species of tabanid to volatiles in urine of different mammals. *Medical and Veterinary Entomology* 27: 77–85.
 37. Baldacchino, F., Krčmar, S., Bernard, C., Manon, S. & Jay-Robert, P. (2017). The impact of land use and climate on tabanid assemblages in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 239: 112–118.
 38. Baldacchino, F., Manon, S., Puech, L., Buatois, B., Dormont, L. & Jay-Robert, P. (2014). Olfactory and behavioural responses of tabanid horseflies to octenol, phenols and aged horse urine. *Medical and Veterinary Entomology* 28: 201–209.
 39. Baldacchino, F., Puech, L., Manon, S., Hertzog, L. R. & Jay-Robert, P. (2014a). Biting behaviour of Tabanidae on cattle in mountainous summer pastures, Pyrenees, France, and effects of weather variables. *Bulletin of Entomological Research* 104: 471–479.
 40. Banerjee, D., Kumar, V., Maity, A., Ghosh, B., Tyagi, K., Singha, D., Kundu, S., Laskar, B. A., Naskar, A. & Rath, S. (2015). Identification through DNA barcoding of Tabanidae (Diptera) vectors of surra disease in India. *Acta Tropica* 150: 52–58.
 41. Bardou, M., Honnorat, E., Dubourg, G., Couderc, C., Fournier, P. E., Seng, P. & Stein, A. (2015). Meningitis caused by *Pasteurella multocida* in a dog owner without a dog bite: clonal lineage identification by MALDI-TOF mass spectrometry. *BMC Research Notes* 8: 626.
 42. Barros, A. T. M. & Foil, L. D. (2007). The influence of distance on movement of tabanids (Diptera: Tabanidae) between horses. *Veterinary Parasitology* 144: 380–384.
 43. Barua, P., Barua, N., Hazarika, N. K. & Das, S. (2005). *Loa loa* in the anterior chamber of the eye: A case report. *Indian Journal of Medical Microbiology* 23: 59–60.
 44. Basso, W., Schares, G., Gollnick, N. S., Rütten, M., & Deplazes, P. (2011). Exploring the life cycle of *Besnoitia besnoiti*—Experimental infection of putative definitive and intermediate host species. *Veterinary Parasitology* 178: 223–234.
 45. Basson, P. A., McCully, R. M. & Bigalke, R. D. (1970). Observations on the pathogenesis of bovine and antelope strains of *Besnoitia besnoiti* (Marotel, 1912) infection in cattle and rabbits. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 35 (2): 105–126.
 46. Battilani, M., De Arcangeli, S., Balboni, A. & Dondi, F. (2017). Genetic diversity and molecular epidemiology of *Anaplasma*. *Infection, Genetics and Evolution* 49: 195–211.
 47. Baumgartner, W., Schlerka, G., Fumicz, M., Stöger, J., Awad-Masalmeh, M., Schuller, W. & Weber, P. (1992). Seroprevalence Survey for *Anaplasma marginale*-Infection of Austrian Cattle. *Journal of Veterinary Medicine Series B* 39: 97–104.

48. Beck, R., Štoković, I., Pleadin, J. & Beck, A. (2013). In: Bovine besnoitiosis in Croatia. Proceedings of the 2nd International Meeting on Apicomplexan Parasites in Farm Animals, 64 S.
49. Beatty, M. E., Ashford, D. A., Griffin, P. M., Tauxe, R. V. & Sobel, J. (2003). Recent Patents on Anti-Infective Drug Discovery. *Archives of Internal Medicine* 163: 2527–2531.
50. Beheshti, S., Rezaian, G.-R., Afifi, S. & Rezaian, S. (2003). Gastrointestinal Anthrax: Review of Nine Patients. *Archives of Iranian Medicine* 6 (4): 251–254.
51. Bernard, G. D. (1971). Evidence For Visual Function Of Corneal Interference Filters. *Journal of Insect Physiology* 17: 2287–2300.
52. Bernard, G. D. & Miller, W. H. (1968). Interference filters in the corneas of Diptera. *Investigative Ophthalmology* 7 (4): 416–434.
53. Bernhard, C. G., Miller, W. H. & Møller, A. R. (1963). Function of the Corneal Nipples in the Compound Eyes of Insects. *Acta Physiologica Scandinavica* 58: 381–382.
54. Beyer, W. & Turnbull, P. C. B. (2009). Anthrax in animals. *Molecular Aspects of Medicine* 30: 481–489.
55. Bhedasgaonkar, S., Baile, R. B., Nadkarni, S., Jakkula, G., & Gogri, P. (2011). *Loa loa* macrofilariasis in the eyelid: case report of the first periocular subcutaneous manifestation in India. *Journal of Parasitic Diseases* 35 (2): 230–231.
56. Bickel, D.J. & Tasker, E. M. (2004). Tree trunk invertebrates in Australian forests: conserving unknown species and complex processes. In: Lunney, D. (Hrsg.). *The conservation of Australia's forest fauna*. Mosman: Royal Zoological Society of New South Wales.
57. Bigalke, R. D. (1968). New concepts on the epidemiological features of bovine besnoitiosis as determined by laboratory and field investigations. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 35 (1): 3–138.
58. Binder, M. (2018). Epizoonosen. In: Plewig, G., Ruzicka, T., Kaufmann, R. & Hertl, M. (Hrsg.). *Braun-Falco's Dermatologie, Venerologie und Allergologie*. Berlin: Springer.
59. Bircher, A. J. (2005). Systemic Immediate Allergic Reactions to Arthropod Stings and Bites. *Dermatology* 210(2), 119–127.
60. Blahó, M., Egri, Á., Bahidszki, L., Kriska, G., Hegedus, R., Åkesson, S. & Horváth, G. (2012). Spottier Targets Are Less Attractive to Tabanid Flies: On the Tabanid-Repellency of Spotty Fur Patterns. *PLoS ONE* 7 (8): e41138.
61. Blahó, M., Egri, Á., Barta, A., Antoni, G., Kriska, G. & Horváth, G. (2012a). How can horseflies be captured by solar panels? A new concept of tabanid traps using light polarization and electricity produced by photovoltaics. *Veterinary Parasitology* 189: 353–365.
62. Blahó, M., Egri, Á., Száz, D., Kriska, G., Åkesson, S. & Horváth, G. (2013). Stripes disrupt odour attractiveness to biting horseflies: Battle between ammonia, CO₂, and colour pattern for dominance in the sensory systems of host-seeking tabanids. *Physiology & Behaviour* 119: 168–174.
63. Blahó, M., Herczeg, T., Kriska, G., Egri, A., Szaz, D., Farkas, A., Tarjanyi, N., Czinke, L., Barta, A. & Horváth, G. (2014). Unexpected Attraction of Polarotactic Water-Leaving Insects to Matt Black Car Surfaces: Mattness of Paintwork Cannot Eliminate the Polarized Light Pollution of Black Cars. *PLoS ONE* 9 (7): e103339.
64. Blome, S., Staubach, C., Henke, J., Carlson, J. & Beer, M. (2017). Classical Swine Fever—An Updated Review. *Viruses* 9 (4): 86.
65. Blome, S., Wernike, A., Reimann, I., König, P., Moß, C. & Beer, M. (2017). A decade of research into

- classical swine fever marker vaccine CP7_E2alf (Suvaxyn® CSF Marker): a review of vaccine properties. *Veterinary Research* 48: 51.
66. BMASGK (2018). Anthrax (Milzbrand). Online: <https://www.bmgf.gv.at/home/Milzbrand> [02.10.2018]
 67. BMASGK (2018a). Nationale Referenzzentrale für Listeriose - Jahresbericht 2017. Online: https://www.ages.at/download/0/0/c541145cee66bb008b8fcbca841bc76622527ce/fileadmin/AGES2015/Themen/Krankheitserreger_Dateien/Listerien/jahresbericht_listerien_2017.pdf [06.10.2018]
 68. BMASGK (2018b). Rinderbrucellose. Online: <https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/tiere/brucellose.html> [10.10.2018]
 69. BMNT (2011). Wengermoor. Online: https://www.bmnt.gv.at/umwelt/natur-artenschutz/life-natur/life-projekte_abgeschl/wengermoor.html [28.09.2018]
 70. Bolfá, P., Barbuceanu, F., Leau, S.-E. & Leroux, C. (2015). Equine infectious anaemia in Europe: Time to re-examine the efficacy of monitoring and control protocols? *Equine Veterinary Journal* 48: 140–142.
 71. Bölter, M. & Höller, C. (1999). Hygienic Problems in Using Permafrost Soils for Organic Waste Disposal. *Polarforschung* 66 (1/2): 61–65.
 72. Bonhag, P. F. (1951). The Sceletomuscular Mechanism of The Head and Abdomen of the Adult Horsefly (Diptera: Tabanidae). *Transactions of the American Entomological Society* 77 (2): 131–202.
 73. Bons, E. (2014). *Textkritik und Textgeschichte: Studien zur Septuaginta und zum hebräischen Alten Testament*. Tübingen: Mohr Siebeck.
 74. Böse, R., Friedhoff, K. T., Olbrich, S., Büscher, G. & Domeyer, I. (1987). Transmission of *Trypanosoma theileri* to cattle by Tabanidae. *Parasitology Research* 73: 421–424.
 75. Böse, R. & Heister, N. C. (1993). Development of *Trypanosoma (M.) theileri* in Tabanids. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 40 (6): 788–792.
 76. Boussinesq, M. (2006). Loiasis. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology* 100 (8): 715–731.
 77. Bouyer, J., Pruvot, M., Bengaly, Z., Guerin, P. M., Lancelot, R. (2007). Learning influences host choice in tsetse. *Biology Letters* 3: 113–116.
 78. Buchanan, R. L., Gorris, L. G. M., Hayman, M. M., Jackson, T. C. & Whiting, R. C. (2017). A review of *Listeria monocytogenes*: An update on outbreaks, virulence, dose-response, ecology, and risk assessments. *Food Control* 75: 1–13.
 79. Brülisauer, F., Thoma, R., Cagienard, A., Hofmann-Lehmann, R., Lutz, H., Meli, M. L., Regula, G., Jörgger, K., Perl, R., Dreher, U. M., Braun, U. & Stärk, K. D. C. (2004). Anaplasmosis in einem Milchviehbetrieb in Graubünden: Epidemiologische Ausbruchsuntersuchung. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 146 (10): 451–459.
 80. BugGuide (2005). Stinging larvae? – *Tabanus punctifer*. Online: <https://bugguide.net/node/view/13888> [13.09.2017]
 81. Burakova, O. & Mazokhin-Porshnyakov, G. (1982). Electron microscopy of the compound eye in *Haematopota pluvialis* L. (Diptera: Tabanidae). *Entomological Review* 61: 26–33.
 82. Bütschli, O. (1921). *Vorlesungen über vergleichende Anatomie – 3. Lieferung: Sinnesorgane und Leuchtorgane*. Berlin: Julius Springer.
 83. Calzolari, M., Rugna, G., Clementi, E., Carra, E., Pinna, M., Bergamini, F., Fabbi, M., Dottori, M., Sacchi, L. & Votýpka, J. (2018). Isolation of a Trypanosome Related to *Trypanosoma theileri* (Kinetoplastea:

- Trypanosomatidae) from *Phlebotomus perfiliewi* (Diptera: Psychodidae). *BioMed Research International*: 2597074.
84. Cantacessi, C. & Gasser, R. B. (2011). SCP/TAPS proteins in helminths e Where to from now? *Molecular and Cellular Probes* 26: 54–59.
 85. CDC (2016). Anthrax Vaccination: What Everyone Should Know. Online: <https://www.cdc.gov/vaccines/vpd/anthrax/public/index.html> [02.10.2018]
 86. Chabad.org (2011). What Was the Fourth Plague? On the plague of Arov. Online: http://www.chabad.org/parshah/article_cdo/aid/1398412/jewish/What-Was-the-Fourth-Plague.htm [07.07.2017]
 87. Changbunjong, T., Bhusri, B., Sedwisai, P., Weluwanarak, T., Nitiyamatawat, E., Chareonviriyaphap, T., Ruangsittichai, J. (2018). Species identification of horse flies (Diptera: Tabanidae) in Thailand using DNA barcoding. *Veterinary Parasitology* 259: 35–43.
 88. Cameron, A. E. (1934). The life history and structure of *Haematopota pluvialis*. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 58: 211–250.
 89. Carlson, J. C. (2017). Reactions to Arthropod Bites. In: Freeman, T. M. & Tracy, J. M (Hrsg.). *Stinging Insect Allergy: A Clinician’s Guide*. Cham: Springer International Publishing.
 90. Carvalho, C. L., Lopes de Carvalho, I., Zé-Zé, L., Nuncio, M. S. & Duarte, E. L. (2014). Tularaemia: A challenging zoonosis. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases* 37: 85–96.
 91. Catalogue of Life (2011). *Tabanus pleskei*. Online: <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2011/details/species/id/8732682> [25.01.2018]
 92. CDC (2017). Parasites – Loiasis. Online: https://www.cdc.gov/parasites/loiasis/health_professionals/index.html#tx [12.10.2018]
 93. CFSPH (2015). Surra. Online: <http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/surra.pdf> [12.10.2018]
 94. Chainey, J. E. (1993). Horse-flies, deer-flies and clegs (Tabanidae). In: Lane, R. P. & Crosskey, R. W. (Hrsg.). *Medical Insects and Arachnids*. London: Chapman & Hall.
 95. Chvála, M., Lyneborg, L. & Moucha, J. (1972). *The Horse Flies of Europe*. Copenhagen: Entomological Society of Copenhagen.
 96. Cilek, J. E. (2000). Evaluation of „Tred-Not™ Deer Fly Patches” against host-seeking deer flies (Diptera: Tabanidae) in North Florida. *Florida Entomologist* 83 (4): 476–480.
 97. Cilek, J. E. & Schreiber, E. T. (1996). Diel host-seeking activity of *Chrysops celatus* (Diptera: Tabanidae) in Northwest Florida. *Florida Entomologist* 79 (4): 520–525.
 98. Clark, G. G. & Hibler, C. P. (1973). Horse Flies and *Elaeophora schneideri* in the Gila National Forest, New Mexico. *Journal of Wildlife Diseases* 9: 21–25.
 99. Clegg, S. B., Turnbull, P. C. B., Foggin, C. M. & Lindeque, P. M. (2007). Massive outbreak of anthrax in wildlife in the Malilangwe Wildlife Reserve, Zibabwe. *Veterinary Record* 160: 113–118.
 100. Cohen, M. & Varki, A. (2010). The sialome--far more than the sum of its parts. *OMICS* 14 (4): 455 – 464.
 101. Comstedt, P., Schüler, W., Meinke, A. & Lundberg, U. (2017). The novel Lyme borreliosis vaccine VLA15 shows broad protection against *Borrelia* species expressing six different OspA serotypes. *PLoS ONE* 12 (9): e0184357.
 102. Contreras Gutiérrez, M. A., Vivero, R. J., Vélez, I. D., Porter, C. H. & Uribe, S. (2014). DNA Barcoding

- for the Identification of Sand Fly Species (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) in Colombia. PLoS ONE 9 (1): e85496.
103. Cook, R. F., Leroux, C. & Issel, C. J. (2013). Equine infectious anemia and equine infectious anemia virus in 2013: A review. *Veterinary Microbiology* 167: 181–204.
 104. Cortes, H. C. E., Reis, Y., Waap, H., Vidal, R., Soares, H., Marques, I., Pereira da Fonseca, I., Fazendeiro, I., Ferreira, M. L., Caeiro, V., Shkap, V., Hemphill, A. & Leitão, A. (2006). Isolation of *Besnoitia besnoiti* from infected cattle in Portugal. *Veterinary Parasitology* 141: 226–233.
 105. COST (2007). *Arthropod-pathogenic Entomophthorales: Biology, Ecology, Identification*. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities.
 106. Couch, J. N., Andreeva, R. V., Laird, M. & Nolan, R. A. (1979). *Tabanomyces milkoii* (Dudka and Koval) emended, *genus novum*, a fungal pathogen of horseflies. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 76 (5): 2299–2302.
 107. Couvillion, C. E., Davidson, W. R. & Nettles, V. F. (1985). Distribution of *Elaeophora schneideri* in White-tailed Deer in the Southeastern United States, 1962–1983. *Journal of Wildlife Disease* 21 (4): 451–453.
 108. Cywinska, A., Hannan, M. A., Kevan, P. G., Roughley, R. E., Iranpour, M. & Hunter, F. F. (2010). Evaluation of DNA barcoding and identification of new haplomorphs in Canadian deerflies and horseflies. *Medical and Veterinary Entomology* 24: 382–410.
 109. D’Alessandro, D., Napoli, C., Nusca, A., Bella, A. & Funari, E. (2015). Human tularemia in Italy. Is it a re-emerging disease? *Epidemiology & Infection* 143: 2161–2169.
 110. Davies, J. C. A. (1983). A Major Epidemic of Anthrax in Zimbabwe. *The Central African Journal of Medicine* 29 (1): 8–12.
 111. Dávila, A. M. R. & Silva, R. A. M. S. (2006). Animal Trypanosomiasis in South America: Current Status, Partnership, and Information Technology. *Annals of the New York Academy of Sciences* 916 (1): 199–212.
 112. Davis, E. E. & Friend, W. G. (1995). Regulation of a Meal: Blood Feeders. In: Chapman, R. F. & de Boer, G. (Hrsg.). *Regulatory Mechanisms in Insect Feeding*. Dordrecht: Springer Science + Business Media.
 113. de Figueiredo, P., Ficht, T. A., Rice-Ficht, A., Rossetti, C. A. & Adams, L. G. (2015). Pathogenesis and Immunobiology of Brucellosis Review of Brucella-Host Interactions. *The American Journal of Pathology* 185 (6): 1505–1517.
 114. Definify (2018). οἶστρος. Online: <http://definify.com/word/%CE%BF%E1%BC%B6%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%82> [25.01.2019]
 115. DeGiusti, D. L., Sterling, C. R. & Dobrzecowski, D. (1973). Transmission of the Chelonian Haemoproteid *Haemoproteus metchnikovi* by a Tabanid Fly *Chrysops callidus*. *Nature* 242: 50–51.
 116. de Groot, H. (2006). Anaphylaxis after an insect bite. Online: http://www.eaaci.org/attachments/818_0002.pdf [08.10.2018]
 117. Delanaye, L. (2017). Le mythe de Bellérophon et les fragments d’Euripide. Masterarbeit an der Université catholique de Louvain. Online: https://dial.uclouvain.be/memoire/ucl/fr/object/thesis%3A10155/dastream/PDF_01/view [04.07.2017]

118. de Noordhout, C. M., Devleeschauwer, B., Angulo, F. J., Verbeke, G., Haagsma, J., Kirk, M., Havelaar, A. & Speybroeck, N. (2014). The global burden of listeriosis: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases* 14 (11): 1073–1082.
119. Der Standard (2018). Zwei Jäger in Salzburg mit Hasenpest infiziert. Online: <https://derstandard.at/2000081143410/HasenpestZwei-Jaeger-Salzburg-mit-infiziert> [04.10.2018]
120. Desquesnes, M., Dargantes, A., Lai, D.-H., Lun, Z.-R., Holzmüller, P. & Jittapalapong, S. (2013). *Trypanosoma evansi* and Surra: A Review and Perspectives on Transmission, Epidemiology and Control, Impact, and Zoonotic Aspects. *BioMed Research International*: 321237.
121. Desquesnes, M. & Dia, M. L. (2003). *Trypanosoma vivax*: mechanical transmission in cattle by one of the most common African tabanids, *Atylotus agrestis*. *Experimental Parasitology* 103 (1–2): 35–43.
122. Desquesnes, M., & Dia, M. L. (2003). Mechanical transmission of *Trypanosoma congolense* in cattle by the African tabanid *Atylotus agrestis*. *Experimental Parasitology* 105 (3–4): 226–231.
123. Desquesnes, M., & Dia, M. L. (2004). Mechanical transmission of *Trypanosoma vivax* in cattle by the African tabanid *Atylotus fuscipes*. *Veterinary Parasitology* 119 (1): 9–19.
124. Dettner, K. & Peters, W. (2003). Übersicht über die Vielfalt der Insekten. In: Dettner, K. & Peters, W. (Hrsg.). *Lehrbuch der Entomologie*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
125. Deutz, A., Guggenberger, T., Gasteiner, J., Steineck, T., Bagó, Z., Hofer, E., Auer, I. & Böhm, R. (2009). Untersuchungen zur Verbreitung der Tularämie in Österreich unter dem Aspekt des Klimawandels. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift* 96: 107–113.
126. Dhama, K., Karthik, K., Tiwari, R., Shabbir, M. Z., Barbuddhe, S., Malik, S. V. & Singh, R. K. (2015). Listeriosis in animals, its public health significance (food-borne zoonosis) and advances in diagnosis and control: a comprehensive review. *Veterinary Quarterly* 35 (4): 211–235.
127. dict.cc (2017). Übersetzung des Wortes Bremse auf Isländisch. Online: <https://deis.dict.cc/?s=bremse> [08.07.2017]
128. dict.cc (2017a). Übersetzung des Wortes Bremse auf Norwegisch. Online: <https://deno.dict.cc/?s=bremse> [08.07.2017]
129. dict.cc (2019). Übersetzung des litauischen Wortes aistra auf Deutsch. Online: <https://www.dict.com/Litauisch-Deutsch/aistra?>
130. Die Bibel. Einheitsübersetzung der Heiligen Schrift. Klosterneuburg: Verlag Österreichisches Katholisches Bibelwerk.
131. Diptera.info (2017). Discussion Forum: *Haematopota ocelligera*? Online: https://diptera.info/forum/viewthread.php?thread_id=79869 [27.09.2018]
132. Doganay, M. & Demiraslan, H. (2015). Human Anthrax as a Re-Emerging Disease. *Recent Patents on Anti-Infective Drug Discovery* 10: 10–29.
133. Doherty, M. L., Windle, H., Voorheis, H. P., Larkin, H., Casey, M., Clery, D. & Murray, M. (1993). Clinical disease associated with *Trypanosoma theileri* infection in a calf in Ireland. *Veterinary Record* 132: 653–656.
134. Dransfield, R. & Brightwell, R. (2014). Horse flies, clegs & deer flies. Online: http://influentialpoints.com/Gallery/Horseflies_Clegs_and_Deerflies.htm [12.10.2018]
135. Dransfield, R. & Brightwell, R. (2018). *Hybomitra bimaculata* – Hairy-legged horsefly. Online: http://influentialpoints.com/Gallery/Hybomitra_bimaculata_Hairy-legged_horsefly.htm [26.09.2018]

136. Dransfield, R. & Brightwell, R. (2018a). *Hybomitra distinguenda* – Bright horsefly. Online: http://influentialpoints.com/Gallery/Hybomitra_distinguenda_bright_horsefly.htm [26.09.2018]
137. Dransfield, R. & Brightwell, R. (2018b). *Atylotus rusticus* – Four-lined horsefly. Online: http://influentialpoints.com/Gallery/Atylotus_rusticus_four-lined_horsefly.htm [26.09.2018]
138. Dransfield, R. & Brightwell, R. (2018c). *Tabanus bromius* – Band-eyed brown horsefly. Online: http://influentialpoints.com/Gallery/Tabanus_bromius_band-eyed_brown_horsefly.htm [26.09.2018]
139. Dransfield, R. & Brightwell, R. (2018d). *Tabanus sudeticus* – Dark giant horsefly, Dark behemoth horsefly. Online: http://influentialpoints.com/Gallery/Tabanus_sudeticus_Dark_giant_horsefly.htm [27.09.2018]
140. Duke, B. O. L. (1960). Studies on Loiasis in Monkeys: II.—The Population Dynamics of the Microfilariae of *Loa* in Experimentally Infected Drills (*Mandrillus Leucophaeus*). *Annals of Tropical Medicine & Parasitology* 54 (1): 15–31.
141. Duke, B. O. L. (1960a). Studies on Loiasis in Monkeys: III.—The Pathology of the Spleen in Drills (*Mandrillus Leucophaeus*) Infected with *Loa*. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology* 54 (2): 141–146.
142. Duke, B. O. L. (1964). Studies on Loiasis in Monkeys: IV.—Experimental Hybridization of the Human and Simian Strains of *Loa*. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology* 58 (4): 390–408.
143. Duke, B. O. L. & Wijers, D. J. B. (1958). Studies on Loiasis in Monkeys: I.—The Relationship Between Human and Simian *Loa* in the Rain-Forest Zone of the British Cameroons. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology* 52 (2): 158–175.
144. Dupont, E., Van Eeckhoudt, S., Thissen, X., Ausselet, N., Fretin, D., Stefanescu, I., Glupczynski, Y. & Delaere, D. (2015). About three cases of ulceroglandular tularemia, is this the re-emergence of *Francisella tularensis* in Belgium? *Acta Clinica Belgica* 70 (5): 364–368.
145. Dürrenfeldt, A. (1968). Dipteren aus dem Oberpliozän von Willershausen. *Beihefte zu den Berichten der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover* 6: 43–81.
146. ECDC (2015). Anthrax. Online: https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/Anthrax%20AER_0.pdf [02.10.2018]
147. ECDC (2018). Annual Epidemiological Report for 2015 – Tularaemia. Online: https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/AER_for_2015-tularaemia.pdf [04.10.2018]
148. ECDC (2018a). Disease data from ECDC Surveillance Atlas – tularaemia. Online: <https://ecdc.europa.eu/en/tularaemia/surveillance-and-disease-data/disease-data-atlas> [04.10.2018]
149. ECDC (2018b). Annual Epidemiological Report for 2015 – Listeriosis. Online: https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/AER_for_2015-listeriosis.pdf [06.10.2018]
150. EFSA (2010). Bovine Besnoitiosis: An emerging disease in Europe. *EFSA Journal* 8 (2): 1499.
151. Egri, Á., Blahó, M., Kriska, G., Farkas, R., Gyurkovszky, M., Ákesson, S. & Horváth, G. (2012). Polarotactic tabanids find striped patterns with brightness and/or polarization modulation least attractive: an advantage of zebra stripes. *The Journal of Experimental Biology* 215: 736–745.
152. Egri, Á., Blahó, M., Sándor, A., Kriska, G., Gyurkovszky, M., Farkas, R. & Horváth, G. (2012a). New kind of polarotaxis governed by degree of polarization: attraction of tabanid flies to differently polarizing host animals and water surfaces. *Naturwissenschaften* 99: 407–416.
153. Egri, Á., Blahó, M., Száz, D., Barta, A., Kriska, G., Antoni, G. & Horváth, G. (2013a). A new tabanid

- trap applying a modified concept of the old flypaper: Linearly polarising sticky black surfaces as an effective tool to catch polarotactic horseflies. *International Journal for Parasitology* 43: 555–563.
154. Egri, Á., Blahó, M., Száz, D., Kriska, G., Majer, J., Herczeg, T., Gyurkovszky, M., Farkas, R. & Horváth, G. (2013). A horizontally polarizing liquid trap enhances the tabanid-capturing efficiency of the classic canopy trap. *Bulletin of Entomological Research* 103: 665–674.
 155. El-Hassan, G. M. M. A., Badrawy, H. B. M., Fadl, H. H. & Mohammad, S. K. (2013). A review of the genus *Tabanus* Linnaeus, 1758 (Diptera: Tabanidae) from Egypt. *Zootaxa* 3691 (5): 559–576.
 156. Elschner, M. C., Busch, A., Schliephake, A., Gaede, W., Zuchantke, E. & Tomaso, H. (2017). High-Quality Genome Sequence of *Bacillus anthracis* Strain 14RA5914 Isolated during an Outbreak in Germany in 2014. *Genome Announcements* 5: e01002-17
 157. Engel, M. S. & Grimaldi, D. A. (2004). New light shed on the oldest insect. *Nature* 427: 627–630.
 158. Enderlein, G. (1922). Ein neues Tabanidensystem. *Mitteilungen aus dem zoologischen Museum in Berlin* 10: 333–351.
 159. Ethier, C. R. & Simmons, C. A. (2007). *Introductory Biomechanics: From Cells to Organisms*. Cambridge: Cambridge University Press.
 160. Evans, H. C., Elliot, S. L. & Barreto, R. W. (2018). Entomopathogenic fungi and their potential for the management of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in the Americas. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 113 (3): 206–214.
 161. Evenhuis, N. L. & Pape, T. (2017). Battling the un-dead: the status of the Diptera genus-group names originally proposed in Johann Wilhelm Meigen’s 1800 pamphlet. *Zootaxa* 4275 (1): 1–74.
 162. Fåhræus, R. & Lindqvist, T. (1931). The viscosity of the blood in narrow capillary tubes. *The American Journal of Physiology* 96: 562–568.
 163. Falck, M. (2014). The Horse Flies (Diptera, Tabanidae) of Norway. *Norwegian Journal of Entomology* 61: 219–264.
 164. Fasanella, A., Garofolo, G., Galante, D., Quaranta, V., Palazzo, L., Lista, F., Adone, R. & Hugh-Jones, M. (2010). *New Microbiologica* 33: 83–86.
 165. Fauna Europea (2018). *Haematopota ocelligera* (Krober, 1922). Online: https://fauna-eu.org/cdm_dataportal/taxon/bfd1c0ea-fe25-4761-b245-274fd2f54d17 [27.09.2018]
 166. Fauna Europea (2018). *Dasyrhamphis ater* (Rossi, 1790). Online: https://fauna-eu.org/cdm_dataportal/taxon/16142c60-95ab-45ca-979d-28e06a9ecae4 [27.09.2018]
 167. Feodorova, V. A., Sayapina, S. V., Corbel, M. J. & Motin, V. L. (2014). Russian vaccines against especially dangerous bacterial pathogens. *Emerging Microbes & Infections* 3 (12): e86.
 168. Fernández-García, A., Risco-Castillo, V., Pedraza-Díaz, S., Aguado-Martínez, A., Álvarez-García, G., Gómez-Bautista, M., Collantes-Fernández, E. & Ortega-Mora, L. M. (2009). First Isolation of *Besnoitia besnoiti* from a Chronically Infected Cow in Spain. *Journal of Parasitology* 95 (2): 474–476.
 169. Ferreira, V., Wiedmann, M., Teixeira, P. & Stasiewicz, J. (2014). *Listeria monocytogenes* Persistence in Food-Associated Environments: Epidemiology, Strain Characteristics, and Implications for Public Health. *Journal of Food Protection* 77 (1): 150–170.
 170. Finelle, P. (1983). African animal trypanosomiasis: Part I. Disease and Chemotherapy. In: FAO (Hrsg.). *African Animal Trypanosomiasis: Selected Articles from the World Animal Review*. Rom: FAO.
 171. Foil, L. D. (1989). Tabanids as vectors of disease agents. *Parasitology Today* 5 (3): 88–96.

172. Foil, L. D., Adams, W. V., McManus, J. M. & Isell, C. J. (1987). Bloodmeal Residues on Mouthparts of *Tabanus fuscicostatus* (Diptera: Tabanidae) and the Potential for Mechanical Transmission of Pathogens. *Journal of Medical Entomology* 24 (6): 613–616.
173. Foil, L. D. & Hogsette, J. A. (1994). Biology and control of tabanids, stable flies and horn flies. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties (Paris)* 13 (4): 1125–1158.
174. Foil, L. D. & Hribar, L. J. (1995). Evaluation of tsetse attractants as baits for horse flies and deer flies (Diptera: Tabanidae) in Louisiana. *Florida Entomologist* 78 (1): 129–133.
175. Fontaine, A., Diouf, I., Bakkali, N., Missé, D., Pagès, F., Fusai, T., Rogier, C. & Almeras, L. (2011). Implication of haematophagous arthropod salivary proteins in host-vector interactions. *Parasites & Vectors* 4: 187.
176. Franco, C. (2014). *Shameless: The Canine and the Feminine in Ancient Greece*. Berkeley: University of California Press.
177. Franco, M. P., Mulder, M., Gilman, R. H. & Smits, H. I. (2007). Human brucellosis. *The Lancet Infectious Diseases* 7: 775–786.
178. Franz, H. (1989). *Die Nordost-Alpen im Spiegel ihrer Landtierwelt: Eine Gebietsmonographie – Band VI/1: Diptera Orthorapha*. Innsbruck: Universitätsverlag Wagner.
179. Freye, H. B. & Litwin, C. (1996). Coexistent Anaphylaxis to Diptera and Hymenoptera. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology* 76 (3): 270–272.
180. Friend, M. (2006). *Tularemia*. Reston: U.S. Geological Survey. Online: <https://pubs.usgs.gov/circ/1297/report.pdf> [10.10.2018]
181. Gale, A. J. (2011). Current Understanding of Hemostasis. *Toxicologic Pathology* 39 (1): 273 – 280.
182. Ganeva, D. I. (2000). New Data About the Tabanids (Diptera: Tabanidae) from Bulgaria. *Travaux du Muséum National d’Histoire Naturelle „Grigore Antipa“* 42: 133–142.
183. Gaudaire, D., Lecouturier, F., Ponçon, N., Morilland, E., Laugier, C., Zientara, S. & Hans, A. (2018). Molecular characterization of equine infectious anaemia virus from a major outbreak in southeastern France. *Transboundary & Emerging Diseases* 65: e7–e13.
184. Gaunt, M. W. & Miles, M. A. (2002). An Insect Molecular Clock Dates the Origin of the Insects and Accords with Palaeontological and Biogeographic Landmarks. *Molecular Biology and Evolution* 19 (5): 748–761.
185. Gazzonis, A. L., Alvarez Garcia, G., Zanzani, S. A., Garippa, G., Rossi, L., Maggiora, M., Dini, V., Invernizzi, A., Luini, M., Tranquillo, V. M., Ortega Mora, L. & Manfredi, M. T. (2014). *Besnoitia besnoiti* among cattle in insular and northwestern Italy: endemic infection or isolated outbreaks? *Parasites & Vectors* 7: 585.
186. Gentile, A., Militerno, G., Schares, G., Nanni, A., Testoni, S., Bassi, P. & Gollnick, N. S. (2012). Evidence for bovine besnoitiosis being endemic in Italy—First in vitro isolation of *Besnoitia besnoiti* from cattle born in Italy. *Veterinary Parasitology* 184: 108–115.
187. Giancoli, D. C. (2010). *Physik*. München: Pearson Studium.
188. Giordano, A., Dincman, T., Clyburn, C. E., Steed, L. L. & Rockey, C. E. (2015). Clinical Features and Outcomes of *Pasteurella multocida* Infection. *Medicine* 94 (36): e1285.
189. Gollnick, N. S., Klee, W., Majzoub, M., Rostaher, A., Bauer, B., Basso, W., Conraths, F. J. & Schares, G. (2010). *Besnoitia besnoiti*: Über das Risiko der Ausbreitung in Deutschland. *Deutsches Tierärzteblatt*

- 3/2010: 338–341.
190. Gollnick, N. S., Scharf, J. C., Schares, G. & Langenmayer, M. C. (2015). Natural *Besnoiti besnoiti* infections in cattle: chronology of disease progression. *BMC Veterinary Research* 11: 35.
 191. González, C. R. (2017). The genus *Acellomyia* González, a new taxonomic arrangement of its species and descriptions of a new genus and two new species from southern South America (Diptera: Tabanidae: Diachlorini). *Zootaxa* 4337 (4): 523–539.
 192. Goudarzi, S. (2016). What Lies Beneath. *Scientific American* 315: 11–12.
 193. Grevelink, S. A., Youssef, D. E., Loscalzo, J. & Lerner, E. A. (1993). Salivary gland extracts from the deerfly contain a potent inhibitor of platelet aggregation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 90: 9155 – 9158.
 194. Grimaldi, D. A. (1999). The Co-Radiations of Pollinating Insects and Angiosperms in the Cretaceous. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86 (2): 373–406.
 195. Grimaldi, D. A. (2016). Diverse Orthorrhaphan Flies (Insecta: Diptera: Brachycera) In Amber From The Cretaceous Of Myanmar: Brachycera In Cretaceous Amber, Part VII. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 408, 131 S.
 196. Grimaldi, D. A., Arillo, A., Cumming, J. M. & Hauser, M. (2011). Brachyceran Diptera (Insecta) in Cretaceous ambers, Part IV, Significant New Orthorrhaphous Taxa. *ZooKeys* 148: 293–332.
 197. Grimaldi, D. A. & Engel, M. S. (2005). *Evolution of the insects*. Cambridge: Cambridge University Press.
 198. Grunenwald, C. M., Butler, E., Wünschmann, A., Armien, A. G., Carstensen, M., Hildebrand, E., Moon, R. D. & Gerhold, R. W. (2018). Emergence of the arterial worm *Elaeophora schneideri* in moose (*Alces alces*) and tabanid fly vectors in northeastern Minnesota, USA. *Parasites & Vectors* 11: 507.
 199. Grunow, R., Klee, S. R., Beyer, W., George, M., Grunow, D., Barduhn, A., Klar, S., Jacob, D., Elschner, M., Sandven, P., Kjerulf, A., Jensen, J. S., Cai, W., Zimmermann, R., Schaade, L. (2013). Anthrax among heroin users in Europe possibly caused by same *Bacillus anthracis* strain since 2000. *Euro Surveillance* 18 (13): 20437.
 200. Gu, X., Haelewaters, D., Krawczynski, R., Vanpoucke, S., Wagner, H.-G. & Wiegleb, G. (2014). Carcass ecology – more than just beetles. *Entomologische Berichten* 74 (1-2): 68–74.
 201. Gürcan, S. (2014). Epidemiology of Tularemia. *Balkan Medical Journal* 31 (1): 3–10.
 202. Gurycová, D., Výrosteková, V., Khanakah, G., Kocianová, E. & Stanek, G. (2001). Importance of surveillance of tularemia natural foci in the known endemic area of Central Europe, 1991-1997. *Wiener Klinische Wochenschrift* 113 (11-12): 433–438.
 203. Hajibabaei, M., Singer, G. A. C., Hebert, P. D. N. & Hickey, D. A. (2007). DNA barcoding: how it complements taxonomy, molecular phylogenetics and population genetics. *TRENDS in Genetics* 23 (4): 167–172.
 204. Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D. & de Kroon, H. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE* 12 (10): e0185809.
 205. Halperin, J. J. (2015). Chronic Lyme disease: misconceptions and challenges for patient management. *Infection and Drug Resistance* 8: 119–128.
 206. Hamdorf, K. (1995). Sehen. In: Gewecke, M. (Hrsg.). *Physiologie der Insekten*. Jena: Gustav Fischer Verlag.

207. Hanczaruk, M. Reischl, U., Holzmann, T., Frangoulidis, D., Wagner, D. M., Keim, P. S., Antwerpen, M. H., Meyer, H. & Grass, G. (2014). Injectional Anthrax in Heroin Users, Europe, 2000–2012. *Emerging Infectious Diseases* 20 (2): 322–323.
208. Harper, M., Boyce, J. D. & Adler, B. (2006). *Pasteurella multocida* pathogenesis: 125 years after Pasteur. *FEMS Microbiology Letters* 265: 1–10.
209. Hartman, F. A. & Lessler, M. A. (1963). Erythrocyte Measurements in Birds. *The Auk* 80: 467–473.
210. Hartman, F. A. & Lessler, M. A. (1964). Erythrocyte Measurements in Fishes, Amphibia, and Reptiles. *The Biological Bulletin*, 126 (1): 83–88.
211. Hebert, P. D. N. & Gregory, T. R. (2005). The Promise of DNA Barcoding for Taxonomy. *Systematic Biology* 54 (5): 852–859.
212. Heer, O. (1865). *Die Urwelt der Schweiz*. Zürich: Druck und Verlag von Friedrich Schulthess.
213. Helbling, A. & Müller, U. R. (2019). 43 - Allergic Reactions to Stinging and Biting Insects. In: Rich, R. R., Fleisher, T. A., Shearer, W. T., Schroeder, H. W., Frew, A. J. & Weyand, C. M. (Hrsg.). *Clinical Immunology: Principles and Practice*. Amsterdam: Elsevier.
214. Hemmer, W., Focke, M., Vieluf, D., Berg-Drewniok, B., Götz, M. & Jarisch, R. (1998). Anaphylaxis induced by horsefly bites: identification of a 69 kd IgE-binding salivary gland protein from *Chrysops* spp. (Diptera, Tabanidae) by western blot analysis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 101 (1/Pt. 1): 134–136.
215. Henningsen, J. C., Williams, A. L., Tate, C. M., Kilpatrick, S. A. & Walter, W. D. (2012). Distribution and Prevalence of *Elaeophora schneideri* in Moose in Wyoming. *Alces* 48: 35–44.
216. Henriques, A. L. & Carmo, D. D. D. (2017). Notes on *Teskeyellus Philip & Fairchild* (Diptera: Tabanidae: Diachlorini) and Description of *T. cyanommatus* Sp. Nov., a Non-blood Sucking Horsefly from the Amazon Basin. *Neotropical Entomology* 46 (4): 414–422.
217. Herczeg, T., Száz, D., Blahó, M., Barta, A., Gyurkovszky, M., Farkas, R. & Horváth, G. (2015). The effect of weather variables on the flight activity of horseflies (Diptera: Tabanidae) in the continental climate of Hungary. *Parasitology Research* 114: 1087–1097.
218. Herholz, C., Kopp, C., Wenger, M., Mathis, A., Wägeli, S. & Roth, N. (2016). Efficacy of the repellent N,N-diethyl-3-methyl-benzamide (DEET) against tabanid flies on horses evaluated in a field test in Switzerland. *Veterinary Parasitology* 221: 64–67.
219. Hernández-Triana, L. M., Montes De Oca, F., Prosser, S. W. J., Hebert, P. D. N., Gregory, T. R., McMurtrie, S. (2016). DNA barcoding as an aid for species identification in austral black flies (Insecta: Diptera: Simuliidae). *Genome* 60 (4): 348–357.
220. Hestvik, G., Warns-Petit, E., Smith, L. A., Fox, N. J., Uhlhorn, H., Artois, M., Hannant, D., Hutchings, M. R., Mattsson, R., Yon, L. & Gavier-Widen, D. (2015). The status of tularemia in Europe in a one-health context: a review. *Epidemiology & Infection* 143: 2137–2160.
221. Hibler, C. P., Adcock, J. L., Davis, R. W. & Abdelbaki, Y. Z. (1969). Elaeophorosis in Deer and Elk in the Gila Forest, New Mexico. *Bulletin of the Wildlife Disease Association* 5 (1): 27–30.
222. Hibler, C. P., Adcock, J. L., Gates, G. H. & White, R. (1970). Experimental infection of domestic sheep and mule deer with *Elaeophora schneideri* Wehr and Dikmans, 1935. *Journal of Wildlife Diseases* 6: 110–111.
223. Hibler, C. P., Gates, G. H., White, R. & Donaldson, B. R. (1971). Observations on horseflies infected

- with larvae of *Elaeophora schneideri*. *Journal of Wildlife Diseases* 7: 43–45.
224. Hibler, C. P. & Metzger, C. J. (1974). Morphology of the larval stages of *Elaeophora schneideri* in the intermediate and definitive hosts with some observations on their pathogenesis in abnormal definitive hosts. *Journal of Wildlife Diseases* 10: 361–369.
225. Hinkle, N. (2008). Livestock and Poultry Insects. In: Guillebeau, P., Hinkle, N. & Roberts, P. (Hrsg.). Summary of Losses from Insect Damage and Cost of Control in Georgia 2006. University of Georgia, Department of Entomology Special Committee on Insect Surveys and Losses. Online: <https://athenaeum.libs.uga.edu/bitstream/handle/10724/35246/SurveyLoss06.pdf?sequence=1> [10.10.2018]
226. Hofer, E., Reisp, K., Winter, P. & Köfer, J. (2008). Zur Überwachung der österreichischen Tularämie- und Brucellose-Naturherde mit dem Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) als Bioindikator DVG. Online: https://www.researchgate.net/publication/266041964_Zur_Uberwachung_der_osterreichischen_Tularamie-und_Brucellose-Naturherde_mit_dem_Rotfuchs_Vulpes_vulpes_als_Bioindikator [04.10.2018]
227. Hofer, E., Revilla-Fernández, S., Plicka, H., Reisp, K., Richter, S., Müller, M., Fink, M., Romanek, G., Bágo, Z., Weikel, J., Winter, P. & Köfer, J. (2008a). Erstmalige Isolierung von *Francisella tularensis* subsp. *holarctica* Biovar II und *Brucella suis* Biovar 2 beim Rotfuchs in Österreich. Online: https://www.ages.at/download/0/0/242c975a0bf8516b9acef20a64d926a5237c0c71/fileadmin/AGES2015/Themen/Krankheitserreger_Dateien/Tular%C3%A4mie/Tularaemie_beim_Fuchs.pdf [04.10.2018]
228. Hollander, A. L. & Wright, R. E. (1980). Impact of Tabanids on Cattle: Blood Meal Size and Preferred Feeding Sites. *Journal of Economic Entomology* 73: 431–433.
229. Holty, J. E., Bravata, D. M., Liu, H., Olshen, R. A., McDonald, K.M. & Owens, D. K. (2006). Systematic Review: A Century of Inhalational Anthrax Cases from 1900 to 2005. *Annals of Internal Medicine* 144: 270–280.
230. Homer. *Odyssee*. Übersetzt von Johann Heinrich Voß. Frankfurt am Main (1990): Insel Verlag.
231. Horváth, G., Blahó, M., Egri, Á., Kriska, G., Seres, I. & Robertson, B. (2010). Reducing the Maladaptive Attractiveness of Solar Panels to Polarotactic Insects. *Conservation Biology* 24 (6): 1644–1653.
232. Horváth, G., Blahó, M., Kriska, G., Hegedüs, R., Geric, B., Farkas, R. & Åkesson, S. (2010a). An unexpected advantage of whiteness in horses: the most horsefly-proof horse has a depolarizing white coat. *Proceedings of the Royal Society B* 277: 1643–1650.
233. Horváth, G., Kriska, G., Malik, P. & Robertson, B. (2009). Polarized light pollution: a new kind of ecological photopollution. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7 (6): 317–325.
234. Horváth, G., Szörényi, T., Pereszlényi, Á., Geric, B., Hegedüs, R., Barta, A. & Åkesson, S. (2017). Why do horseflies need polarization vision for host detection? Polarization helps tabanid flies to select sunlit dark host animals from the dark patches of the visual environment. *Royal Society Open Science* 4: 170735.
235. Horváth, G., Maier, J., Horváth, L., Szivák, I. & Kriska, G. (2008). Ventral polarization vision in tabanids: horseflies and deerflies (Diptera: Tabanidae) are attracted to horizontally polarized light. *Naturwissenschaften* 95: 1093–1100.
236. Hornok, S., Fedák, A., Baska, F., Hofmann-Lehmann, R. & Basso, W. (2014). Bovine besnoitiosis emerging in Central-Eastern Europe, Hungary. *Parasites & Vectors* 7: 20.

237. Hornok, S., Földvári, G., Elek, V., Naranja, V., Farkas, R. & de la Fuente, J. (2008). Molecular identification of *Anaplasma marginale* and rickettsial endosymbionts in blood-sucking flies (Diptera: Tabanidae, Muscidae) and hard ticks (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology* 154 354–359.
238. Huang, T. F., Holt, J. C., Kirby, E. P. & Niewiarowski, S. (1989). Trigramin: primary structure and its inhibition of von Willebrand factor binding to glycoprotein IIb/IIIa complex on human platelets. *Biochemistry* 28 (2): 661 – 666.
239. Hubálek, Z., Sixl, W. & Halouzka, J. (1998). *Francisella tularensis* in *Dermacentor reticulatus* ticks from the Czech Republic and Austria. *Wiener Klinische Wochenschrift* 110 (24): 909–910.
240. Hugh-Jones, M. (1999). 1996–97 global anthrax report. *Journal of Applied Microbiology* 87: 189–191.
241. Hugh-Jones, M., & Blackburn, J. (2009). The ecology of *Bacillus anthracis*. *Molecular Aspects of Medicine* 30 (6): 356–367.
242. Hurst, G. D. D. & Jiggins, F. M. (2005). Problems with mitochondrial DNA as a marker in population, phylogeographic and phylogenetic studies: the effects of inherited symbionts. *Proceedings of the Royal Society B* 272: 1525–1534.
243. Hyde, J. A. (2017). *Borrelia burgdorferi* Keeps Moving and Carries on: A Review of Borrelial Dissemination and invasion. *Frontiers in Immunology* 8: 114.
244. Issel, C. J. & Foil, L. D. (2015). Equine infectious anaemia and mechanical transmission: man and the wee beasts. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties (Paris)* 34 (2): 513–523.
245. Jackman, R., Nowicki, S., Aneshansley, D. J. & Eisner, T. (1983). Predatory capture of toads by fly larvae. *Science* 222: 515–516.
246. Jang, J., Cho, M., Chun, J.-H., Cho, M.-H., Park, J., Oh, H.-B., Yoo, C. K. & Rhie, G. (2011). The Poly- γ -d-Glutamic Acid Capsule of *Bacillus anthracis* Enhances Lethal Toxin Activity. *Infection and Immunity*, 79 (9): 3846–3854.
247. Jones, T. W. & Dávila, A. M. R. (2001). *Trypanosoma vivax* – out of Africa. *Trends in Parasitology* 17 (2): 99–101.
248. Joy, J. E. (2017). Putative sensory structures associated with the food canal of *Tabanus atratus* (Diptera: Tabanidae). *Journal of Medical Entomology* 54: 471–475.
249. Humphries, M. J. (2000). Integrin Structure. *Biochemical Society Transactions* 28 (4): 311 – 340.
250. Joy, J. E. & Stevens, C. R. (2016). Sensory trichites associated with the food canal of *Chrysops callidus* (Diptera: Tabanidae). *Journal of Medical Entomology* 53: 961–964.
251. Kamut, M. & Jezierski, T. (2014). Ecological, behavioural and economic effects of insects on grazing farm animals – a review. *Animal Science Papers and Reports* 32 (2): 107–119.
252. Karolyi, F., Colville, J. F., Handschuh, S., Metscher, B. D. & Krenn, H. W. (2014). One proboscis, two tasks: Adaptations to blood-feeding and nectar-extracting in long-proboscid horse flies (Tabanidae, Philoliche). *Arthropod Structure & Development* 43: 403–413.
253. Kazimírová, M., Šulanová, M., Kozánek, M., Takáč, P., Labuda, M. & Nuttall, P. A. (2001). Identification of Anticoagulant Activities in Salivary Gland Extracts of Four Horsefly Species (Diptera, Tabanidae). *Haemostasis* 31: 294–305.
254. Kazimírová, M., Šulanová, M., Trimnell, A. R., Kozánek, M., Vidlička, L., Labuda, M. & Nuttall, P. A. (2002). Anticoagulant activities in salivary glands of tabanid flies. *Medical and Veterinary Entomology*

- 16: 301–309.
255. Kearney, H. (1989). *The British Isles: A History of Four Nations*. Cambridge: Cambridge University Press.
256. Kelly-Hope, L., Paulo, R., Thomas, B., Brito, M., Unnasch, T. R. & Molyneux, D. (2017). *Loa loa* vectors *Chrysops* spp.: perspectives on research, distribution, bionomics, and implications for elimination of lymphatic filariasis and onchocerciasis. *Parasites & Vectors* 10: 172.
257. Kieser, S. T., Eriks, I. S. & Palmer, G. H. (1990). Cyclic Rickettsemia during Persistent *Anaplasma marginale* Infection of Cattle. *Infection and Immunity* 58 (4): 1117–1119.
258. Kim, V., Foley, K., Soares, K., Rucki, A., Lauer, P., Brockstedt, D., Wolfgang, C., Jaffee, E. & Zheng, L. (2016). Sequential treatment with a listeria-based vaccine and PD-1 blockade antibody improves survival in a murine model of pancreatic ductal adenocarcinoma. *HPB* 18 (Suppl. 1): e45–e46.
259. Kingsolver, J. G. & Daniel, T. L. (1995). Mechanics of Food Handling by Fluid-Feeding Insects. In: Chapman, R. F. & de Boer, G. (Hrsg.). *Regulatory Mechanisms in Insect Feeding*. Dordrecht: Springer Science + Business Media.
260. Kitchell, K. F., Jr. (2014). *Animals in the Ancient World from A to Z*. London, New York: Routledge.
261. Knüttel, H. & Lunau, K. (1997). Farbige Augen bei Insekten. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie* 11: 587–590.
262. Köbler, G. (2003). *Altnordisches Wörterbuch*. Online: <http://www.koeblergerhard.de/germanistischewoerterbuecher/altnordischeswoerterbuch/nhd-an.pdf> [08.07.2017]
263. Köbler, G. (2007). *Altgriechisches Herkunftswörterbuch*. Online: http://www.koeblergerhard.de/Altgriechisch/griech_etym.pdf [28.12.2017]
264. Köbler, G. (2014). *Altenglisches Wörterbuch*. Online: http://www.koeblergerhard.de/ae/3A/ae_nhd.html [08.07.2017]
265. Köbler, G. (2014a). *Althochdeutsches Wörterbuch*. Online: http://www.koeblergerhard.de/ahd/5A/ahd_nhd.html [08.07.2017]
266. Köbler, G. (2014b). *Mittelhochdeutsches Wörterbuch*. Online: <http://www.koeblergerhard.de/mhd/mhd.html> [08.07.2017]
267. Köbler, G. (2014c). *Altsächsisches Wörterbuch*. Online: <http://www.koeblergerhard.de/as/as.html> [08.07.2017]
268. Kocan, K. M., de la Fuente, J., Blouin, E. F., Coetzee, J. F., & Ewing, S. A. (2010). The natural history of *Anaplasma marginale*. *Veterinary Parasitology* 167: 95–107.
269. Kocan, K. M., de la Fuente, J., Guglielmone, A. A. & Meléndez, R. D. (2003). Antigens and Alternatives for Control of *Anaplasma marginale* Infection in Cattle. *Clinical Microbiology Reviews* 16 (4): 698–712.
270. Kofler, A. & Schacht, W. (2009). Zum Vorkommen von Bremsen in Osttirol und Kärnten und angrenzenden Gebieten (Diptera, Tabanidae). *Entomofauna – Zeitschrift für Entomologie* 30 (22): 353–364.
271. Kock, R. A., Orynbayev, M., Robinson, S., Zuther, S., Singh, N. J., Beauvais, W., Morgan, E. R., Kerimbayev, A., Khomenko, S., Martineau, H. M., Rystaeva, R., Omarova, Z., Wolfs, S., Hawotte, F., Radoux, J. & Milner-Gulland, E. J. (2018). Saigas on the brink: Multidisciplinary analysis of the factors influencing mass mortality events. *Science Advances* 4: eaao2314.
272. Kracalik, I. T., Malania, L., Tsertsvadze, N., Manvelyan, J., Bakanidze, L., Imnadze, P., Tsanova, S. &

- Blackburn, J. K. (2013). Evidence of Local Persistence of Human Anthrax in the Country of Georgia Associated with Environmental and Anthropogenic Factors. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 7 (9): e2388.
273. Krčmar, S. (2005). Seasonal abundance of horse flies (Diptera: Tabanidae) from two locations in eastern Croatia. *Journal of Vector Ecology* 30 (2): 316–321.
274. Krčmar, S. (2011). Preliminary list of horse flies (Diptera, Tabanidae) of Serbia. *Zookeys* 117: 73–82.
275. Krčmar, S., Durbešić, P. & Mikuska, J. (2003). New Data on the Distribution of *Hybomitra ukrainica* (Diptera, Tabanidae). *Fragmenta entomologica* 35 (1): 69–74.
276. Krčmar, S., Hackenberger, D. K. & Hackenberger, B. K. (2011). Key to the Horse Flies Fauna of Croatia (Diptera, Tabanidae). *Periodicum Biologorum*, 113 (Suppl. 2): 1-61.
277. Krčmar, S., Leclercq, M. & Durbešić, P. (2003). The horse-fly (Diptera: Tabanidae) of the Vis island (Croatia) with notes on the status of *Tabanus marianii* (Leclercq, 1956). *Acta zoologica cracoviensia* 46 (3): 313–317.
278. Krčmar, S. & Marić, S. (2010). The role of blood meal in the life of haematophagous horse flies (Diptera: Tabanidae). *Periodicum Biologorum* 112 (2): 207–210.
279. Krčmar, S., Mikuska, A. & Merdić, E. (2006). Response of Tabanidae (Diptera) to different natural attractants. *Journal of Vector Ecology* 31 (2): 262–265.
280. Kreidl, P., Stifter, E., Richter, A., Aschbacher, R., Nienstedt, F., Unterhuber, H., Barone, S., Huemer, H. P., Carattoli, A., Moroder, L., Ciofi degli Atti, M., Rota, M. C., Morosetti, G. & Larcher, C. (2006). Anthrax in animals and a farmer in Alto Adige, Italy. *Eurosurveillance* 11 (2): E060216.3.
281. Krenn, H. W. & Aspöck, H. (2010). Bau, Funktion und Evolution der Mundwerkzeuge blutsaugender Arthropoden. In: Aspöck, H. (Hrsg.). *Krank durch Arthropoden – Denisia* 30. Linz: Biologiezentrum/Oberösterreichische Landesmuseen.
282. Krenn, H. W. & Aspöck, H. (2012). Form, function and evolution of the mouthparts of blood-feeding Arthropoda. *Arthropod Structure & Development* 41: 101–118.
283. Krinsky, W. L. (1976). Animal disease agents transmitted by horse flies and deer flies (Diptera: Tabanidae). *Journal of Medical Entomology* 13 (3): 225–275.
284. Kriska, G., Bernáth, B., Farkas, R. & Horváth, G. (2009). Degrees of polarization of reflected light eliciting polarotaxis in dragonflies (Odonata), mayflies (Ephemeroptera) and tabanid flies (Tabanidae). *Journal of Insect Physiology* 55: 1167–1173.
285. Kriska, G., Csabai, Z., Boda, P., Malik, P. & Horváth, G. (2006). Why do red and dark-coloured cars lure aquatic insects? The attraction of water insects to car paintwork explained by reflection–polarization signals. *Proceedings of the Royal Society B* 273: 1667–1671.
286. Kriska, G., Malik, P., Csabai, Z. & Horváth, G. (2006). Why do highly polarizing black burnt-up stubblefields not attract aquatic insects? An exception proving the rule. *Vision Research* 46: 4382–4386.
287. Kriska, G., Malik, P., Szivák, I. & Horváth, G. (2007). Glass buildings on river banks as “polarized light traps” for mass-swarming polarotactic caddis flies. *Naturwissenschaften* 95: 461–467.
288. Kröber, O. (1925). 19. Tabanidae. In: Lindner, E. (Hrsg.). *Die Fliegen der palaearktischen Region*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
289. Kröber, O. (1938). Katalog der paläarktischen Tabaniden nebst Bestimmungstabellen und Zusätzen zu einzelnen Arten sowie Neubeschreibungen. *Acta Inst. Mus Zool. Univ. Athen.* 2: 57–245.

290. Krupar, R., Pathak, R. R., Imai, N., Genden, E., [...], Sikora, A. G. (2018). Abstract 5639: Changes in local and peripheral T cell diversity after HPV E7 antigen-expressing *Listeria*-based immunotherapy (ADXS11-001) prior to robotic surgery for HPV-positive oropharyngeal cancer. *Cancer Research* 87 (13 suppl.): Abstract nr 5639.
291. Kumar, N. P., Rajavel, A. R., Natarajan, R. & Jambulingam, P. (2007). DNA Barcodes Can Distinguish Species of Indian Mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology* 44 (1): 1–7.
292. Kuriakose, M. & Ittyachen, A. M. (2018). An Investigation into the High Prevalence of Hepatitis B in a Rural Area of Kerala State, India: Hypothesis on *Chrysops* sp. (Diptera: Tabanidae) Transmission. *BioMed Research International* 2018: 4612472.
293. Labandeira, C. C. (1997). Insect Mouthparts: Ascertaining the Paleobiology of Insect Feeding Strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28: 153–193.
294. Lall, S. B. & Davies, D. M. (1971). An Intergeneric Comparison Of Cephalic Structure In Tabanids (Diptera) In Relation To Feeding Habits. *Journal of Medical Entomology* 8 (6): 700–706.
295. Lalsiamthara, J., Senevirathne, A., So, M. Y. & Lee, J. H. (2018). Safety implication of *Salmonella* based *Brucella* vaccine candidate in mice and in vitro human cell culture. *Vaccine* 36 (14): 1837–1845.
296. Lamont, R. F., Sobel, J., Mazaki-Tovi, S., Kusanovic, J. P., Vaisbuch, E., Kim, S. K., Uldbjerg, N. & Romero, R. (2011). Listeriosis in human pregnancy: a systematic review. *Journal of Perinatal Medicine* 39 (3): 227–236.
297. Le, D. T., Brockstedt, D. G., Nir-Paz, R., Hampl, J., Mathur, S., Nemunaitis, J., Sterman, D. H., Hassan, R., Lutz, E., Moyer, B., Giedlin, M., Louis, J. L., Sugar, E. A., Pons, A., Cox, A. L., Levine, J., Murphy, A. L., Illei, P., Dubensky, T. W. Jr., Eiden, J. E., Jaffee, E. M. & Laheru, D. A. (2012). A live-attenuated *Listeria* vaccine (ANZ-100) and a live-attenuated *Listeria* vaccine expressing mesothelin (CRS-207) for 18 (3): 858–868.
298. Leclercq, M. (1967). Révision systématique et biogéographique des Tabanides paléarctiques. *Mém. Inst. Roy. Sci. Nat. Beig.* 80: 1–237.
299. Lehane, M. (2005). *The Biology of Blood-Sucking in Insects*. Cambridge: Cambridge University Press.
300. Leitz, C. (2005). Die Rolle von Religion und Naturbeobachtung bei der Auswahl der Drogen im Papyrus Ebers. In: Fischer-Elfert, H.W. (Hrsg.). *Papyrus Ebers und die antike Heilkunde - Akten der Tagung vom 15.-16.3.2002 in der Albertina*. Wiesbaden: Harrassowitz Verlag.
301. Leroux, C. & Cook, R. F. (2016). Equine Infectious Anemia Virus. In: Liu, D. (Hrsg.). *Molecular Detection of Animal Viral Pathogens*. Boca Raton: Taylor & Francis.
302. Lessard, B.D., Cameron, S.L., Bayless, K.M., Wiegmann, B.M. & Yeates, D.K. (2013). The evolution and biogeography of the austral horse fly tribe Scionini (Diptera: Tabanidae: Pangoniinae) inferred from multiple mitochondrial and nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 68: 516–540.
303. Lesser, M., Braun, U., Deplazes, P., Gottstein, B., Hilbe, M. & Basso, W. (2012). Erste Fälle von Besnoitiose bei Rindern in der Schweiz. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 154 (11): 469–474.
304. Levine, N. D., Watrach, A. M., Kantor, S., & Hardenbrook, H. J. (1956). A Case of Bovine Trypanosomiasis Due to *Trypanosoma theileri* in Illinois. *The Journal of Parasitology* 42 (5): 553.
305. Lewis, D. J., Young, D. G., Fairchild, G. B. & Minter, D. M. (1977). Proposals for a stable classification of the Phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae). *Systematic Entomology* 2: 319–332.
306. Lexicons of Early Modern English (LEME) (2017). Online: <http://leme.library.utoronto.ca/> [09.07.2017]

307. Li, Y., Yin, W., Hugh-Jones, M., Wang, L., Mu, D., Ren, X., Zeng, L., Chen, Q., Li, W., Wei, J., Lai, S., Zhou, H. & Yu, H. (2017). Epidemiology of Human Anthrax in China, 1955-2014. *Emerging Infectious Diseases* 23 (1): 14–21.
308. Lima, H. I. L. & Krolow, T. K. (2017). A New Species of *Dichelacera* (*Dichelacera*) *Macquart* (Diptera, Tabanidae) from the Brazilian Savannah. *Neotropical Entomology*: 1–5.
309. Limeira-de-Oliveira, F., Rafael, J. A. & Henriques, A. L. (2002). *Phorcotabanus cinereus* (Wiedemann, 1821) (Diptera, Tabanidae), an Ornithophilic Species of Tabanid in Central Amazon, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 97 (6): 839–842.
310. Linnaeus, C (1758). *Systema Naturae: Regnum Animale – Editio Decima*. Leipzig (1894): Wilhelm Engelmann. Online: <https://ia600305.us.archive.org/35/items/carolinnisys00linn/carolinnisys00linn.pdf> [07.07.2017]
311. Loew, H. (1860). Bidrag till kannedomen om Afrikas Diptera. Öfversigt af Kongliga Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 17: 81–97.
312. Longos. *Daphnis und Chloe*. Übersetzt von Friedrich Jacobs. Neu bearbeitet von Hanns Floerke. München: Kurt Desch. Online: <http://gutenberg.spiegel.de/buch/daphnis-und-chloe-5265/3> [05.07.2017]
313. Lukashevich, E. D. & Przhiboro, A. A. (2011). New Chironomidae (Diptera) with elongate proboscises from the Late Jurassic of Mongolia. *ZooKeys* 130: 307–322.
314. Lunau, K. & Knüttel, H. (1995). Transmission der Cornealinsen von Bremsen (Tabanidae) und Langbeinfliegen (Dolichopodidae). *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft* 88 (1): 205.
315. Lunau, K. & Knüttel, H. (1995a). Vision Through Colored Eyes. *Naturwissenschaften* 82: 432–434.
316. Lutz, A. (1905). Beitrage zur Kenntniss der brasilianischen Tabaniden. *Revista Sociedade Scientifica de São Paulo* 1: 19–32.
317. Ma, D., Li, G., An, S., Song, Y., Wu, J., Xu, X. & Lai, R. (2010). A horsefly saliva antigen 5-like protein containing RTS motif is an angiogenesis inhibitor. *Toxicon* 55: 45 – 51.
318. Ma, D., Li, Y., Dong, J., An, S., Wang, Y., Liu, C., Yang, X., Yang, H., Xu, X., Lin, D. & Lai, R. (2011). Purification and characterization of two new allergen from the salivary glands of the horsefly, *Tabanus yao*. *Allergy* 66: 101 – 109.
319. Ma, D., Wang, Y., Yang, H., Wu, J., An, S., Gao, L., Xu, X. & Lai, R. (2009). Anti-thrombosis Repertoire of Blood-feeding Horsefly Salivary Glands. *Molecular & Cellular Proteomics* 8 (9): 2071 – 2079.
320. Ma, D., Xu, X., An, S., Liu, H., Yang, X., Andersen, J. F., Wang, Y., Tokumasu, F., Ribeiro, J. M. C., Francischetti, I. M. B. & Lai, R. (2011a). A novel family of RGD-containing disintegrin (*Tablysin-15*) from the salivary gland of the horsefly *Tabanus yao* targets integrins α IIb β 3 and α V β 3 and inhibits platelet aggregation and angiogenesis. *Journal of Thrombosis and Haemostasis* 105 (6): 1032–1045.
321. Mackerras, I. M. (1954). The Classification and Distribution of Tabanidae (Diptera): I. General review. *Australian Journal of Zoology* 2 (3): 431–454.
322. Mackerras, I. M. (1955). The Classification and Distribution of Tabanidae (Diptera): III. Subfamilies Sepsidinae and Chrysopinae. *Australian Journal of Zoology* 3 (4): 583–633.
323. Malik, P., Singha, H., & Sarkar, S. (2017). Equine Infectious Anemia. In: Bayry, J. (Hrsg.). *Emerging and Re-emerging Infectious Diseases of Livestock*. Cham: Springer International.
324. Mally, M. J. (1983). Verflüssigung fester Kohlenhydrate und deren Aufnahme bei Bremsen. *Zoologischer Anzeiger* 1/2: 61–64.

325. Mally, M. J. (1983). Die Bremsen Österreichs – Medizinisch bedeutende Stechfliegen (Diptera, Tabanidae). Dissertation, Universität Wien.
326. Mally, M. J. (1987). *Glaucops*, Szilády, 1923, eine Untergattung des Genus *Tabanus* Linné, 1758 – *Tabanus promesogaeus* nom.n. für *Tabanus mesogaeus* Peus, 1980 (Diptera, Tabanidae). *Entomofauna* 8 (16): 257–266.
327. Mally, M. J. (1989). *Catalogus Faunae Austria – Teil XIX k: Fam.: Tabanidae*. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
328. Mally, M. J. & Kutzer, E. (1984). Zur Tabanidenfauna Österreichs und Betrachtungen zu ihrer medizinischen Bedeutung. *Mitteilungen der Österreichischen Gesellschaft für Tropenmedizin und Parasitologie* 6: 97–103.
329. Mandal, D., Roy, D., Bera, D. K., & Manna, B. (2012). Occurrence of gravid *Loa loa* in subconjunctival space of man: a case report from West Bengal, India. *Journal of Parasitic Diseases* 37 (1): 52–55.
330. Marcantonio, M., Pascoe, E. L. & Baldacchino, F. (2017). Sometimes Scientists Get the Flu. Wrong. . . ! *Trends in Parasitology* 33 (1): 7–9.
331. Markwardt, F. & Leberecht, E. (1959). Untersuchungen über den blutgerinnenden Wirkstoff der Tabaniden. *Naturwissenschaften* 46 (1): 17–18.
332. Markwardt, F. & Schulz, E. (1960). Über den Mechanismus der blutgerinnungshemmenden Wirkung des Tabanins. *Naunyn-Schmiedebergs Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 238 (2): 320 – 328.
333. Martins-Neto, R. G. (1997). Dípteros (Insecta) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo. III - Família Tabanidae. *Acta Geologica Leopoldensia* 20 (44): 51–57.
334. Martins-Neto, R. G. (2003). The Fossil Tabanids (Diptera Tabanidae): When They Began to Appreciate Warm Blood and When They Began Transmit Diseases? *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Vol. 98 (Suppl. I): 29–34.
335. Martins-Neto, R. G. & Kucera-Santos, J. C. (1994). Um novo gênero e nova espécie de mutuca (Insecta, Diptera, Tabanidae) da Formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Acta Geologica Leopoldensia* 17 (39): 289–297.
336. Mayhew, A. L. & Skeat, W. W. (1888). *A Concise Dictionary of Middle English From A.D. 1150 To 1580*. Oxford: Clarendon Press. Online: <http://www.gutenberg.org/files/10625/10625-h/main.html#preface> [09.07.2017]
337. McElligott, P. E. K. & Galloway, T. D. (1991). Daily Activity Patterns of Horse Flies (Diptera: Tabanidae: *Hybomitra* spp.) In Northern and Southern Manitoba. *The Canadian Entomologist* 123: 371–378.
338. McKendrick, D. R. A. (1980). Anthrax and its transmission to Humans. *The Central African Journal of Medicine* 26 (6): 126–129.
339. McKiel, J. A. & West, A. S. (1961). Nature and Causation of Insect Bite Reactions. *Pediatric Clinics of North America* 8 (3): 795–816.
340. Meier, R., Shiyang, K., Vaidya, G. & Ng, P. K. L. (2006). DNA Barcoding and Taxonomy in Diptera: A Tale of High Intraspecific Variability and Low Identification Success. *Systematic Biology* 55 (5): 715–728.
341. Melville, R. V. (1961). Report on Mr. C. W. Sabrosky's proposal for the suppression under the plenary powers of the pamphlet entitled "Nouvelle Classification des Mouches a Deux Ailes" by J. Meigen, 1800.

- The Bulletin of Zoological Nomenclature 18: 9–64.
342. Mikuška, A., Krčmar, S. & Mikuska, J. (2008). Horseflies (Diptera: Tabanidae) of South-East Herzegovina (Bosnia and Herzegovina). *Entomologia Croatica* 12 (2): 101–107.
 343. Miller, M. W. (2001). Pasteurellosis. In: Williams, E. S. & Barker, I. K. (Hrsg.). *Infectious Diseases of Wild Mammals*. Ames: Iowa State University Press.
 344. Miller, W. H., Bernard, G. D. & Allen, J. L. (1968). The Optics of Insect Compound Eyes: Microcomponents with dimensions near a wavelength of light cause observable optical effects. *Science* 162: 760–767.
 345. Minář, J., Řiha, J. & Lamatová, Z. (1979). Losses in Milking Qualities of Dairy Cattle Caused by Mosquitoes and Horseflies and Reduction of Such Losses Due to Use of Diethyltoluamide Repellent. *Folia Parasitologica* 26: 285–288.
 346. Mizell, R. F., III, Mizell, R. F., IV & Mizell, R. A. (2002). Trolling: A novel trapping method for *Chrysops* spp. (Diptera: Tabanidae). *Florida Entomologist* 85 (2): 356–366.
 347. Mo, G.-X. & Wang, S.-M. (2013). Functional identification and application of horsefly as a representative form of traditional Chinese medicine. *Zoological Research* 34 (6): 694–699.
 348. Mock, M., & Fouet, A. (2001). Anthrax. *Annual Review of Microbiology* 55 (1): 647–671.
 349. Morita, S. I. (2008). A phylogeny of long-tongued horse flies (Diptera: Tabanidae: Philoliche) with the first cladistic review of higher relationships within the family. *Invertebrate Systematics* 22: 311–327.
 350. Morita, S. I., Bayless, K. M., Yeates, D. K. & Wiegmann, B. M. (2016). Molecular phylogeny of the horse flies: a framework for renewing tabanid taxonomy. *Systematic Entomology* 41: 56–72.
 351. Moritz, C. & Cicero, C. (2004). DNA barcoding: Promise and pitfalls. *PLoS Biology* 2 (10): e354.
 352. Mostovski, M. B., Jarzembowski, E. A. & Coram, R. A. (2003). Horseflies and Athericids (Diptera: Tabanidae, Athericidae) from the Lower Cretaceous of England and Transbaikalia. *Paleontological Journal*, 37 (2): 162–169.
 353. Moucha, J. (1970). Die Tabaniden-Fauna Österreichs (Diptera, Tabanidae). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* 74: 211–219.
 354. Moucha, J. (1972). Pořehled fosilních druhůvádovitych (Insecta: Tabanidae). *Časopis Národního Muzea Řada přírodovědná* 141: 28–29.
 355. Muhanguzi, D., Mugenyi, A., Bigirwa, G., Kamusiime, M., Kitibwa, A., Akurut, G. G., Ochwo, S., Amanyire, W., Okech, S. G., Hattendorf, J. & Tweyongyere, R. (2017). African animal trypanosomiasis as a constraint to livestock health and production in Karamoja region: a detailed qualitative and quantitative assessment. *BMC Veterinary Research* 13: 355.
 356. Mullens, B. A. (2009). Horse Flies and Deer Flies (Tabanidae). In: Mullen, G. & Durden, L. (Hrsg.). *Medical and Veterinary Entomology*. San Diego: Academic Press/Elsevier.
 357. Nagler, C. & Haug, J. T. (2015). From Fossil Parasitoids to Vectors: Insects as Parasites and Hosts. In: De Baets, K. & Littlewood, D. T. J. (Hrsg.). *Advances in Parasitologie* Vol. 90. Amsterdam: Elsevier.
 358. National Park Service (2015). Geology (Unit 2) - Age Dating the Florissant Formation. Online: <https://www.nps.gov/flfo/learn/education/geology-age-dating-the-florissant-formation.htm> [15.07.2017]
 359. Nayak, B., Sinha, S. & Nayak, L. (2016). *Loa loa* in the vitreous cavity of the eye. *BMJ Case Reports*: bcr2015213879.
 360. Neidhardt, F. C., Ingraham, J. L. & Schaechter, M. (1990). *Physiology of the Bacterial Cell*. Sunderland: Sinauer Associates.

361. Nevoa, J. C., Mendes, M. T., da Silva, M. V., Soares, S. C., Oliveira, C. J. F. & Ribeiro, J. M. C. (2018). An insight into the salivary gland and fat body transcriptome of *Panstrongylus lignarius* (Hemiptera: Heteroptera), the main vector of Chagas disease in Peru. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 12 (2): e0006243.
362. Niewiarowski, S., McLane, M. A., Kloczewiak, M. & Stewart, G. (1994). *Seminars in Hematology* 31 (4): 289 – 300.
363. Nzelu, C. O., Cáceres, A. G., Arrunátegui-Jiménez, M. J., Lañas-Rosas, M. F., Yañez-Trujillano, H. H., Luna-Caipó, D. V., Holguín-Mauricci, C. E., Katakura, K., Hashiguchi, Y. & Kato, H. (2015). DNA barcoding for identification of sand fly species (Diptera: Psychodidae) from leishmaniasis-endemic areas of Peru. *Acta Tropica* 145: 45–51.
364. Orlos, Z., Rakoczi, E., Misak, O., Lenart, B., Ocsai, G., Kovacs, I., Gorzsas, S., Kardos, L., Lampe, Z., Szilvassy, Z. & Varkonyi, I. (2017). Outbreak of anthrax in adults and adolescents: a review of nine cases in a regional teaching hospital in East Hungary. *Clinical Microbiology and Infection* 23: 52–54.
365. Ostarrichi.org (2008). Brema. Online: <http://www.ostarrichi.org/wort-12439-Brema-Rossbremse.html> [08.07.2017]
366. Ostarrichi.org (2011). Brahma. Online: http://www.ostarrichi.org/word-18672-Stechfliege_Pferdefliegen_Bremse-Brahma.html [09.07.2017]
367. Otte, M. J. & Abuabara, J. Y. (1991). Transmission of South American *Trypanosoma vivax* by the neotropical horsefly *Tabanus nebulosus*. *Acta Tropica* 49 (1): 73–76.
368. Padgett, J. J. & Jacobsen, K. H. (2008). Loiasis: African eye worm. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 102: 983–989.
369. Paleobiology Database. Online: <https://paleobiodb.org> [17.07.2017]
370. Paleobiology Database (2017). *Chrysops seguyi*. Online: https://paleobiodb.org/classic/checkTaxonInfo?taxon_no=205414&is_real_user=1 [12.07.2017]
371. Panagiotakopulu, E., Buckland, P. C., Day, P. M., Sarpaki, A. A. & Doumas, C. (1995). Natural Insecticides and Insect Repellents in Antiquity: A Review of the Evidence. *Journal of Archaeological Science*, 22: 705–710.
372. Papavero, N. (1977). *The World Oestridae (Diptera), Mammals and Continental Drift*. Den Haag: Dr. W. Junk bv Publishers.
373. Pape, T., Blagoderov, V. & Mostovski, M.B. (2011). Order Diptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.-Q (Hrsg.). *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness*. Auckland: Magnolia Press.
374. Pape, T. & Thompson, F. C. (2018). *Systema Dipteriorum* (version 2.0, Jan 2011). In: Roskov, Y., Ower, G., Orrell, T., Nicolson, D., Bailly, N., Kirk, P.M., Bourgoin, T., DeWalt, R.E., Decock, W., De Wever, A., van Nieukerken, E., Zarucchi, J., Penev, L. (Hrsg.) (2018). *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life*, 24th September 2018. Leiden: Species 2000. Online: www.catalogueoflife.org/col
375. Parker, A. R. (2000). 515 million years of structural colour. *Journal of Optics A: Pure and Applied Optics* 2: R15–R28.
376. Pechuman, L. L. & Teskey, H. J. (1981). Tabanidae. In: McAlpine, J. F., Peterson, B. V., Shewell, G. E., Teskey, H. J., Vockeroth, J. R. & Wood, D. M. (Hrsg.). *Manual of Nearctic Diptera*. Hull: Canadian Government Publishing Centre.

377. Peck, R. N. & Fitzgerald, D. W. (2007). Cutaneous Anthrax in the Artibonite Valley of Haiti: 1992–2002. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 77 (5): 806–811.
378. Pence, D. B. (1991). Elaeophorosis in Wild Ruminants. *Bulletin of the Society for Vector Ecology* 16 (1): 149–160.
379. Perich, M. J., Wright, R. E. & Lusby, K. S. (1986). Impact of Horse Flies (Diptera: Tabanidae) on Beef Cattle. *Journal of Economic Entomology* 79 (1): 128–131.
380. Perpiñán, D. (2017). Chelonian haematology: 2. Identification of blood cells. *In Practice* 39: 274–283.
381. Perry, M. W. & Desplan, C. (2016). The “Love Spot”. *Current Biology* 26 (12): R484–485.
382. Pessier, A. P., Hamilton, V. T., Foreyt, W. J., Parish, S. & McElwain, T. L. (1998). Probable elaeophorosis in a moose (*Alces alces*) from eastern Washington state. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 10: 82–84.
383. Petersen, J. M., Mead, P. S. & Schriefer, M. E. (2009). *Francisella tularensis*: an arthropod-borne pathogen. *Veterinary Research* 40:07.
384. Peus, F. (1980). Über Bremsen aus der westlichen Paläarktis: I. Tabaninae, außer Hybomitra und Atylotus. *Deutsche Entomologische Zeitschrift N.F.* 27 (4-5): 221–249.
385. Philadelphia, A. (1932). Der Milzbrand beim Menschen im neuen Oesterreich. *Wiener Klinische Wochenschrift* 45: 938–942.
386. Piton, L. E. (1940). Paléontologie du Gisement Éocène de Menat (Puy-de-Dôme) (Flore et Faune). *Mémoire de la Société d'Histoire naturelle d'Auvergne* 1, 1–303.
387. Poinar, G. O. Jr. (1992). *Life in Amber*. Stanford: Stanford University Press.
388. Poinar, G. O., Jr. (2011). *The Evolutionary History of Nematodes*. Leiden: Brill Academic Publishers.
389. Polin, H., Hufnagl, P., Haunschmid, R., Gruber, F. & Ladurner, G. (2004). Molecular Evidence of *Anaplasma phagocytophilum* in *Ixodes ricinus* Ticks and Wild Animals in Austria. *Journal of Clinical Microbiology* 42 (5): 2285–2286.
390. Posautz, A., Gyuranecz, M., Dénes, B., Knauer, F., Dier, H. & Walzer, C. (2018). Seroprevalence of *Francisella tularensis* in Austrian Hunting Dogs. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 18 (2): 1–3.
391. Plato. *Apologie*. Übersetzt von Ernst Heitsch. Göttingen (2004): Vandenhoeck & Ruprecht.
392. Price, E. P., Seymour, M. L., Sarovich, D. S., Latham, J., Wolken, S. R., Mason, J, [...] Keim, P. (2012). Molecular Epidemiologic Investigation of an Anthrax Outbreak among Heroin Users, Europe. *Emerging Infectious Diseases* 18 (8): 1307-1313.
393. Puntigam, F. (1960). Erkrankungen an thorakalen Formen der Tularämie bei Arbeitnehmern in Zuckerfabriken. *Zeitschrift für Hygiene* 147: 162–168.
394. Quercia, O., Emiliani, F., Foschi, F. G. & Stefanini, G. F. (2008). The wasp-horsefly syndrome. *European Annals of Allergy and Clinical Immunology* 40 (3): 61–63.
395. Quercia, O., Emiliani, F., Foschi, F. G. & Stefanini, G. F. (2009). A case of anaphylaxis: Horse-fly or Hymenoptera sting? *European Annals of Allergy and Clinical Immunology* 41 (5): 152–154.
396. Rajská, P., Pecháňová, O., Takác, P., Kazimířová, M., Roller, L., Vidlicka, L., Ciampor, F., Labuda, M. & Nuttall, P. A. (2003). Vasodilatory activity in horsefly and deerfly salivary glands. *Medical and Veterinary Entomology* 17: 395 – 402.
397. Radoshevich, L. & Cossart, P. (2018). *Listeria monocytogenes*: towards a complete picture of its physiology and pathogenesis. *Nature Reviews Microbiology* 16: 32–46.

398. Ranavaya II, M. I. & Joy, J. E. (2017). Distribution of sensory sensilla in the labral food canal and cibarium of *Chrysops exitans* (Diptera: Tabanidae). *Proceedings of the West Virginia Academy of Science* 89 (3): 28–33.
399. Rasnitsyn, P. A. & Quicke, D. L. J. (Hrsg.) (2002). *History of Insects*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
400. Reboli, A. C. (2012). 303 - Erysipelothrix Infections. In: Goldman, L. & Schafer, A. I. (Hrsg.). *Goldman's Cecil Medicine*. Philadelphia: Elsevier Saunders.
401. Reddy, V. B., Kounga, K., Mariano, F. & Lerner, E. A. (2000). Chrysoptin Is a Potent Glycoprotein IIb/IIIa Fibrinogen Receptor Antagonist Present in Salivary Gland Extracts of the Deerfly. *The Journal of Biological Chemistry* 275 (21): 15861–15867.
402. Ren, D. (1998). Late Jurassic Brachycera from northeastern China (Insecta: Diptera). *Acta Zootaxonomica Sinica* 23, 65–83.
403. Revich, B. A. & Podolnaya, M. A. (2011). Thawing of permafrost may disturb historic cattle burial grounds in East Siberia. *Global Health Action* 2011, 4: 8482.
404. Ribeiro, J. M. (1995). Blood-feeding arthropods: live syringes or invertebrate pharmacologists? *Infectious Agents and Disease* 4 (3): 143–152.
405. Ribeiro, J. M. & Arcà, B. (2009). From Sialomes to the Sialoverse: An Insight into Salivary Potion of Blood-Feeding Insects. *Advances in Insect Physiology* 37: 59 – 118.
406. Ribeiro, J. M. & Francischetti, I. M. B. (2003). Role of Arthropod Saliva in Blood Feeding. *Annual Review of Entomology* 48: 73 – 88.
407. Ribeiro, J. M., Kazimírová, M., Takáč, P., Andersen, J. F. & Francischetti, I. M. B. (2015). An insight into the sialome of the horse fly, *Tabanus bromius*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 65: 83–90.
408. Ruëff, F. & Jakob, T. (2018). Erkrankungen durch Bienen- und Wespenstiche. In: Plewig, G., Ruzicka, T., Kaufmann, R. & Hertl, M. (Hrsg.). *Braun-Falco's Dermatologie, Venerologie und Allergologie*. Berlin: Springer.
409. Ruiz-Arroondo, I., Hernández-Triana, L. M., Ignjatović-Ćupina, A., Nikolova, N., Garza-Hernández, J. A., Rodríguez-Pérez, M. A., Oteo, J. A., Fooks, A. R. & Curdi, J. L. (2018). DNA barcoding of blackflies (Diptera: Simuliidae) as a tool for species identification and detection of hidden diversity in the eastern regions of Spain. *Parasites & Vectors* 11: 463.
410. Ryan, E. G., Lee, A., Carty, C., O'Shaughnessy, J., Kelly, P., Cassidy, J. P., Sheehan, M., Johnson, A. & de Waal, T. (2016). Bovine besnoitiosis (*Besnoitia besnoiti*) in an Irish dairy herd. *Veterinary Record* 178 (24): 608–608.
411. Sadiku, I., Bajrami, M., Ramadani, H. & Ponosheci, A. (2012). Characteristics of tularemia in children in Kosovo in 2010. *International Journal of Infectious Diseases* 16 (Suppl. 1): e205.
412. Saleh, B. E. A. & Teich, M. C. (2007). *Grundlagen der Photonik*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag.
413. Sasaki, H. (2001). Comparison of capturing tabanid flies (Diptera: Tabanidae) by five different color traps in the fields. *Applied Entomology and Zoology* 36 (4): 515–519.
414. Savolainen, V., Cowan, R. S., Vogler, A. P., Roderick, G. K. & Lane, R. (2005). Towards writing the encyclopaedia of life: an introduction to DNA barcoding. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 360: 1805–1811.

415. Schacht, W. (1980). Faunistische Beiträge zu einigen seltenen europäischen Bremsen-Arten (Tabanidae, Diptera). *Entomofauna* 1 (19): 384–396.
416. Schacht, W. (1994). Zweiflügler aus Bayern V (Diptera: Coenomyiidae, Xylophagidae, Xylomyiidae, Tabanidae, Athericidae, Rhagionidae). *Entomofauna* 15 (46): 521–536.
417. Schacht, W. (2003). Rote Liste gefährdeter Bremsen (Diptera: Tabanidae) Bayerns. Bayerisches Landesamt für Umwelt. Online: https://www.lfu.bayern.de/natur/rote_liste_tiere/2003/doc/tiere/tabanidae.pdf [10.10.2018]
418. Schadauer, R. (1980). Ländliches Brauchtum im Mostviertel einst und jetzt (Teil 1). Heimatkundliche Beilage zum Amtsblatt der Bezirkshauptmannschaft Amstetten, Nr. 95, 1.3.1980. Online: <http://heimatforschung-noe.blogspot.co.at/2011/12/laendliches-brauchtum-im-mostviertel-einst-und-jetzt-teil1.html> [09.07.2017]
419. Schares, G., Basso, W., Majzoub, M., Cortes, H. C., Rostaher, A., Selmair, J., Hermanns, W., Conraths, F. J. & Gollnick, N. S. (2009). First in vitro isolation of *Besnoitia besnoiti* from chronically infected cattle in Germany. *Veterinary Parasitology* 163 (4): 315–322.
420. Schmid, G. & Kaufmann, A. (2002). Anthrax in Europe: its epidemiology, clinical characteristics, and role in bioterrorism. *Clinical Microbiology and Infection* 8: 479–488.
421. Schmidt, A. R., Jancke, S., Lindquist, E. E., Ragazzi, E., Roghi, G., Nascimbene, P. C., Schmidt, K., Wappler, T. & Grimaldi, D. A. (2012). Arthropods in amber from the Triassic Period. *PNAS* 109 (37): 14796 – 14801.
422. Schoener, E., Uebleis, S. S., Cuk, C., Nawratil, M., Obwaller, A. G., Zechmeister, T., Lebl, K., Rádrová, J., Zittra, C., Votýpka, J. & Fuehrer, H. P. (2018). Trypanosomatid parasites in Austrian mosquitoes. *PLoS ONE* 13(4): e0196052.
423. Scholz, H. C., Revilla-Fernández, S., Al Dahouk, S., Hammerl, J. A., Zygmunt, M. S., Cloeckert, A., Koylass, M., Whatmore, A. M., Blom, J., Vergnaud, G., Witte, A., Aistleitner, K., Hofer, E. *Brucella vulpis* sp. nov., isolated from mandibular lymph nodes of red foxes (*Vulpes vulpes*). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 66: 2090–2098.
424. Scoles, G. A., Miller, J. A. & Foil, L. D. (2008). Comparison of the Efficiency of Biological Transmission of *Anaplasma marginale* (Rickettsiales: Anaplasmataceae) by *Dermacentor andersoni* Stiles (Acari: Ixodidae) with Mechanical Transmission by the Horse Fly, *Tabanus fuscicostatus* Hine (Diptera: Muscidae). *Journal of Medical Entomology* 45 (1): 109–114.
425. Shapiro, E. D. (2014). *Borrelia burgdorferi* (Lyme Disease). *Pediatrics in Review* 35 (12): 500–509.
426. Sheng, X., Gao, L., Lu, X., Wang, Y., Han, Y., Meng, P., Chen, W. & Lu, Q. (2017). Expression and characterization of a fibrinogenolytic enzyme from horsefly salivary gland. *Protein Expression and Purification* 129: 135–142.
427. Sinclair, B.J. (1992). Phylogenetic interpretation of the Brachycera (Diptera) based on the larval mandible and associated mouthpart structures. *Systematic Entomology* 17: 233–252.
428. Smith, M. A., Woodley, N. E., Janzen, D. H., Hallwachs, W. & Hebert, P. D. N. (2006). DNA barcodes reveal cryptic host-specificity within the presumed polyphagous members of a genus of parasitoid flies (Diptera: Tachinidae). *PNAS* 103 (10): 3657–3662.
429. Smith, S. M. (2017). *Tabanus bovinus* in Bolivia? *Journal of Travel Medicine* 25 (1): 1.
430. Smith, W. C. & Butler, J. F. (1991). Ultrastructure of The Tabanidae Compound Eye: Unusual Features

- for Diptera. *Journal of Insect Physiology* 37 (4): 287–296.
431. Smits, J. E. G. (1991). A brief review of infectious and parasitic diseases of wapiti, with emphasis on western Canada and the northwestern United States. *The Canadian Veterinary Journal* 32: 471–479.
 432. Snodgrass, R. E. (1935). *Principles of Insect Morphology*. Nachdruck, Ithaca, NY: Cornell University Press (1993).
 433. Snodgrass, R. E. (1944). The Feeding Apparatus of Biting and Sucking Insects Affecting Man and Animals. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 104 (7): 1–113.
 434. Snorri Sturluson. Skáldskaparmál. Online (altisländisch): <http://www.heimskringla.no/wiki/Sk%C3%A1ldskaparm%C3%A1l> [12.12.2018]
 435. Snorri Sturluson. Skáldskaparmál. Online (englisch): <http://www.voluspa.org/skaldskaparmal41-50.htm> [12.12.2018]
 436. Solórzano Kraemer, M. M., Kraemer, A. S., Stebner, F., Bickel, D. J. & Rust, J. (2015). Entrapment Bias of Arthropods in Miocene Amber Revealed by Trapping Experiments in a Tropical Forest in Chiapas, Mexico. *PLoS ONE*10(3): e0118820.
 437. Sood, N. K., Singla, L. D., Singh, R. S. & Uppal, S. K. (2011). Association of *Trypanosoma theileri* with peritonitis in a pregnant cross-bred cow: a case report. *Veterinarni Medicina* 56 (2): 82–84.
 438. Spencer, R. C. (2003). *Bacillus anthracis*. *Journal of Clinical Pathology* 56: 182–187.
 439. Speyer, A. (2007). *Germanische Sprachen: Ein vergleichender Überblick*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
 440. Spiegel Online (2012). Milzbrand-Rind aus der Elbe geborgen. Online: <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/milzbrand-kuh-aus-der-elbe-geborgen-a-844275.html> [02.10.2018]
 441. Spratt, D. M. (1970). The Synonymy of *Agamofilaria tabanicola* and *Dirofilaria roemeri*. *The Journal of Parasitology* 56 (3): 622–623.
 442. Spratt, D. M. (1972). Aspects of the life-history of *Dirofilaria roemeri* in naturally and experimentally infected kangaroos, wallaroos and wallabies. *International Journal for Parasitology* 2: 139–156.
 443. Spratt, D. M. (1972a). Natural occurrence, histopathology and developmental stages of *Dirofilaria roemeri* in the intermediate host. *International Journal for Parasitology* 2: 201–208.
 444. Spratt, D. M. (1972b). Transplantation of Adult *Dirofilaria roemeri* to Grey Kangaroos and Laboratory Rats. *Journal of Helminthology* 46 (1): 81–89.
 445. Spratt, D. M. (1974). Distribution of third-stage *Dirofilaria roemeri* (Nematoda: Filarioidea) in the tissues of Tabanidae (Diptera). *International Journal for Parasitology* 4: 477–480.
 446. Spratt, D. M. (1974a). Comparative epidemiology of *Dirofilaria roemeri* infection in two regions of Queensland. *International Journal for Parasitology* 4: 481–488.
 447. Spratt, D. M. (1975). Further studies of *Dirofilaria roemeri* (Nematoda: Filarioidea) in naturally and experimentally infected Macropodidae. *International Journal for Parasitology* 5: 561–564.
 448. Stanek, G., Flamm, H., Groh, V., Hirschl, A., Kristoferitsch, W., Neumann, R., Schmutzhard, E. & We-walka, G. (1987). Epidemiology of *Borrelia* infections in Austria. *Zentralblatt für Bakteriologie, Mikrobiologie und Hygiene A* 263: 442–449.
 449. Stanek, G. & Strle, F. (2008). Lyme Disease—European Perspective. *Infectious Disease Clinics of North America* 22 (2): 327–339.
 450. Stanek, G., Wormser, G. P., Gray, J., & Strle, F. (2012). Lyme borreliosis. *The Lancet* 379: 461–473.

451. Statz, G. (1940). Neue Dipteren (Brachycera et Cyclorhapha) aus dem Oberoligozän von Rott. *Palaeontographica Abteilung A* 91: 120–174.
452. Stavenga, G. D. (2002). Colour in the eyes of insects. *Journal of Comparative Physiology A* 188: 337–348.
453. Steere, A. C., Strle, F., Wormser, G. P., Hu, L. T., Branda, J. A., Hovius, J. W. R., Li, X. & Mead, P. S. (2016). Lyme borreliosis. *Nature Reviews Disease Primers* 2: 16090.
454. Sterne, M. (1946). Avirulent Anthrax Vaccine. *Onderstepoort Journal of Veterinary Science and Animal Industry* 21 (1): 41–43.
455. Sterling, C. R. (1972). Ultrastructural Study of Gametocytes and Gametogenesis of *Haemoproteus metchnikovi*. *The Journal of Protozoology* 19 (1): 69–76.
456. Sterling, C. R., & DeGiusti, D. L. (1972). Ultrastructural Aspects of Schizogony, Mature Schizonts, and Merozoites of *Haemoproteus metchnikovi*. *The Journal of Parasitology* 58 (4): 641–652.
457. Sterling, C. R. & DeGiusti, D. L. (1974). Fine Structure of Differentiating Oocysts and Mature Sporozoites of *Haemoproteus metchnikovi* in its Intermediate Host *Chrysops callidus*. *The Journal of Protozoology* 21 (2): 276–283.
458. Sunagar, R., Kumar, S., Franz, B. J. & Gosselin, E. J. (2016). Tularemia vaccine development: paralysis or progress? *Vaccine (Auckland)* 6: 9–23.
459. Szablewski, C. M., Hendricks, K., Bower, W. A., Shadomy, S. V. & Hupert, N. (2017). Anthrax Cases Associated with Animal-Hair Shaving Brushes. *Emerging Infectious Diseases* 23 (5): 806–808.
460. Száz, D., Mihályi, D., Farkas, A., Egri, Á., Barta, A., Kriska, G., Robertson, B. & Horváth, G. (2016). Polarized light pollution of matte solar panels: anti-reflective photovoltaics reduce polarized light pollution but benefit. *Journal of Insect Conservation* 20: 663–675.
461. Takáč, P., Nunn, M. A., Mészáros, J., Pecháňová, O., Vrbjar, N., Vlasáková, P., Kozánek, M., Kazimírová, M., Hart, G., Nuttall, P. A. & Labuda, M. (2006). Vasotab, a vasoactive peptide from horse fly *Hybomitra bimaculate* (Diptera, Tabanidae) salivary glands. *The Journal of Experimental Biology* 209: 343–352.
462. Takáč, P., Tsujimoto, H. & Champagne, D. E. (2010). Hypotensive Proteins from Hematophagous Animals. In: Kini, R. M., Clemetson, K. J., Markland, F. S., McLane, M. A. & Morita, T. (Hrsg.). *Toxins and Hemostasis: From Bench to Bedside*. Dordrecht: Springer Science+Business Media B.V.
463. Tamura, H., Kuraoka, S., Nishi, T., Hidaka, Y., Nagata, H. & Nakazato, H. (2018). *Pasteurella multocida* Peritonitis in a 3-Year-Old Patient Undergoing Peritoneal Dialysis: Case Report and Review of the Literature. *American Journal of Pediatrics* 4 (3): 52–55.
464. Theodor, O. (1965). Tabanidae of Israel. *Israel Journal of Zoology* 14: 241–257.
465. Thomson, R. C. K. (1986). The life history and ecology of the common cleg, *Haematopota pluvialis*, in the West of Scotland. Dissertation, University of Edinburgh.
466. Tomberlin, J. K., Rains, G. C., Allan, S. A., Sanford, M. R. & Lewis, W. J. (2006). Associative learning of odour with food- or bloodmeal by *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Naturwissenschaften* 93: 551–556.
467. Tripathi, P. (2007). Nitric oxide and immune response. *Indian Journal of Biochemistry & Biophysics* 44 (5): 310–319.
468. Trojan, P. (2002). First discovery of *Bouvieromyia* (Diptera: Tabanidae: Chrysopsinae) in Baltic amber.

Annales Zoologici 52 (2): 257–270.

469. Trujillo-Cenóz, O. (1972). The Structural Organization of the Compound Eye in Insects. In: Fuertes, M. G. F. (Hrsg.). Physiology of Photoreceptor Organs. Heidelberg: Springer-Verlag.
470. Turnbull, P. (1997). Obituary: Max Sterne. Online: www.independent.co.uk/news/obituaries/obituary-max-sterne-1270967.html [02.10.2018]
471. Vanhoudt, A., Pardon, B., De Schutter, P., Bosseler, L., Sarre, C., Vercruyse, J. & Deprez, P. (2015). First confirmed case of bovine besnoitiosis in an imported bull in Belgium. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 84: 205–211.
472. Veraldo, S. & Esposito, L. (2017). Skin lesions caused by *Tabanus bovinus* bites. *Journal of Travel Medicine* 24 (5): 1–3.
473. Versteirt, V., Nagy, Z. T., Roelants, P., Denis, L., Breman, F. C., Damiens, D., Dekoninck, W., Backeljaeu, T., Coosemans, M. & Van Bortel, W. (2014). Identification of Belgian mosquito species (Diptera: Culicidae) by DNA barcoding. *Molecular Ecology Resources* 15 (2): 449–457.
474. Villa, A., Gutierrez, C., Gracia, E., Moreno, B., Chacón, G., Sanz, P. V., Büscher, P. & Touratier, L. (2008). Presence of *Trypanosoma theileri* in Spanish Cattle. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1149 (1): 352–354.
475. Vogl, U. M., Presterl, E., Stanek, G., Ramharter, M., Gatringer, K.-B. & Graninger, W. (2010). First described case of human granulocytic anaplasmosis in a patient in Eastern Austria. *Wiener Medizinische Wochenschrift* 160 (3-4): 91–93.
476. Volfova, V., Tothova, V. & Volf, P. (2016). Hyaluronidase activity in the salivary glands of tabanid flies. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 73: 38–46.
477. Waap, H., Nunes, T., Cortes, H., Leitão, A., & Vaz, Y. (2014). Prevalence and geographic distribution of *Besnoitia besnoiti* infection in cattle herds in Portugal. *Parasitology Research* 113 (10): 3703–3711.
478. Wada, S. (1974). Spezielle randzonale Ommatidien der Fliegen (Diptera: Brachycera): Architektur und Verteilung in den Komplexaugen. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* 77: 87–125.
479. Waite, L. & Fine, J. (2007). *Applied Biofluid Mechanics*. New York: McGraw-Hill.
480. Walder, G., Fuchs, D., Sarcletti, M., Berek, K., Falkensammer, B., Huber, K., Petrovec, M., Dierich, M. P. & Würzner, R. (2006). Human granulocytic anaplasmosis in Austria: Epidemiological, clinical, and laboratory findings in five consecutive patients from Tyrol, Austria. *International Journal of Medical Microbiology* 296: 297–301.
481. Walker, M., Johnsen, S., Rasmussen, S. O., Popp, T., Steffensen, J.-P., Gibbard, P., Hoek, W., Lowe, J., Andrews, J., Björck, S., Cwynar, L. C., Hughen, K., Kershaw, P., Kromer, B., Litt, T., Lowe, D. J., Nakagawa, T., Newnham, R. & Schwander, J. (2009). Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records. *Journal of Quaternary Science* 24 (1): 3–17.
482. Wang, H.-N., Rao, D., Fu, X.-Q., Hu, M.-M. & Dong, J.-G. (2018). Equine infectious anemia virus in China. *Oncotarget* 9 (1): 1356–1364.
483. Wang, Q. & Riley, T. V. (2015). *Erysipelothrix rhusiopathiae*. In: Tang, Y.-W., Sussman, M., Liu, D., Poxton, I. & Schwartzman, J. (Hrsg.). *Molecular Medical Microbiology: Volume 2*. Cambridge: Academic Press.
484. Wang, X. (2018). *The Dawn Angiosperms – Uncovering the Origin of Flowering Plants*. Cham: Springer

International Publishing.

485. Wanji, S., Tendongfor, N., Esum, M. E. & Enyong, P. (2002). *Chrysops silacea* biting densities and transmission potential in an endemic area of human loiasis in south-west Cameroon. *Tropical Medicine & International Health* 7 (4): 371–377.
486. Wanji, S., Tendongfor, N., Esum, M. E., Atanga, S. N. & Enyong, P. (2003). Heterogeneity in the prevalence and intensity of loiasis in five contrasting bioecological zones in Cameroon. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 97 (2): 183–187.
487. Weber, D. J., Wolfson, J. S., Swartz, M. N. & Hooper, D. C. (1984). *Medicine* 63 (2): 133–154.
488. Wedler, G. (2004). *Lehrbuch der Physikalischen Chemie*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag.
489. Wei, L., Huang, C., Yang, H., Li, M., Yang, J., Qiao, X., Mu, L., Xiong, F., Wu, J. & Xu, W. (2015). A potent anti-inflammatory peptide from the salivary glands of horsefly. *Parasites & Vectors* 8: 556.
490. Werner, F. (1927). Zur Kenntnis der Fauna einer xerothermischen Lokalität in Niederösterreich (Unteres Kamptal). *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* 9: 1–98.
491. Werren, J. H., Baldo, L. & Clark, M. E. (2008). Wolbachia: master manipulators of invertebrate biology. *Nature Reviews Microbiology* 6 (10): 741–751.
492. Whatmore, A. M., Davison, N., Cloeckert, A., Al Dahouk, S., Zygmunt, M. S., Brew, S. D., [...] Schlabritz-Loutsevitch, N. E. (2014). *Brucella papionis* sp. nov., isolated from baboons (*Papio spp.*). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 64 (12): 4120–4128.
493. WHO (Hrsg.) (2008). *Anthrax in humans and animals*. Genf: WHO.
494. Wiegmann, B.M., Tsaar, S., Webb, D.W., Yeates, D.K. & Cassel, B.K. (2000). Monophyly and relationships of the Tabanomorpha (Diptera: Brachycera) based on 28S ribosomal gene sequences. *Annals of the Entomological Society of America* 93: 1031–1038.
495. Wilson, J. M., Brediger, W., Albright, T. P. & Smith-Gagen, J. (2016). Reanalysis of the anthrax epidemic in Rhodesia, 1978–1984. *PeerJ* 4: e2686.
496. Wolfram von Eschenbach. *Parzival Band I und II: Nach der Ausgabe Karl Lachmanns revidiert und kommentiert von Eberhard Nellmann, übertragen von Dieter Kuhn*. Berlin (2006): Deutscher Klassiker Verlag.
497. Wolfram von Eschenbach. *Parzival und Titirel: Rittergedichte. Übersetzt und erläutert von Karl Simrock*. Stuttgart (1883): Verlag der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.
498. Wormser, G. P. (2018). Should Patients Infected with *Borrelia burgdorferi* No Longer Be Referred to as Having Lyme Disease? *The American Journal of Medicine*. In Press.
499. Wunderer, H. & Smola, U. (1986). Functional Morphology of The Retina Of *Chrysops caecutiens* L. And *Haematopota pluvialis* L. (Diptera: Tabanidae): Region Around Eye Equator. *International Journal of Insect Morphology and Embryology* 15 (4): 311–319.
500. Xu, X., Francischetti, I. M. B., Lai, R., Ribeiro, J. M. C. & Andersen, J. F. (2012). Structure of Protein Having Inhibitory Disintegrin and Leukotriene Scavenging Functions Contained in Single Domain. *The Journal of Biological Chemistry* 287 (14): 10967–10976.
501. Xu, X., Yang, H., Ma, D., Wu, J., Wang, Y., Song, Y., Wang, X., Lu, Y., Yang, J. & Lai, R. (2008). Toward an Understanding of the Molecular Mechanism for Successful Blood Feeding by Coupling Proteomics Analysis with Pharmacological Testing of Horsefly Salivary Glands. *Molecular & Cellular Proteomics* 7 (3): 582–590.

502. Yan, X., Feng, H., Yu, H., Yang, X., Liu, J. & Lai, R. (2008). An immunoregulatory peptide from salivary glands of the horsefly, *Hybomitra atriperoides*. *Developmental and Comparative Immunology* 32: 1242–1247.
503. Yeates, D. K. & Wiegmann, B. M. (2005). Phylogeny and Evolution of Diptera: Recent Insights and New Perspectives. In: Yeates, D. K. & Wiegmann, B. M. (Hrsg.). *The Evolutionary Biology of Flies*. New York City: Columbia University Press.
504. Yu, D., He, J., Zhang, E., Wang, P., Liu, D., Hou, Y., Zhang, H., Wei, K., Gou, F., Zhang, H., Li, W., Wei, J. (2018). Investigation and source-tracing of an anthrax outbreak in Gansu Province, China. *PLoS One* 13 (8): e0203267.
505. Yun, S.-H., Sim, E.-H., Goh, R.-Y., Park, J. I. & Han, J.-Y. (2016). Platelet Activation: The Mechanisms and Potential Biomarkers. *BioMed Research International*: 9060143.
506. Zeit Online (2016). Milzbrand in Sibirien ausgebrochen. Online: <https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2016-08/russland-sibirien-anthrax-rentiere-kind-milzbrand> [02.10.2018]
507. Zeman, P. (1998). Borrelia-infection rates in tick and insect vectors accompanying human risk of acquiring Lyme borreliosis in a highly endemic region in Central Europe. *Folia Parasitologica* 45: 319–325.
508. Zhang, J. (2012). New horseflies and water snipe-flies (Diptera: Tabanidae and Athericidae) from the Lower Cretaceous of China. *Cretaceous Research* 36: 1–5.
509. Zhang, Q. & Wang, B. (2017). Evolution of Lower Brachyceran Flies (Diptera) and Their Adaptive Radiation with Angiosperms. *Frontiers in Plant Science* 8 (631): 1–6.
510. Zhang, Z., Gao, L., Shen, C., Rong, M., Yan, X. & Lai, R. (2014). A potent anti-thrombosis peptide (vasotab TY) from horseflysalivary glands. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology* 54: 83–88.
511. Zhao, R., Yu, X., Yu, H., Han, W., Zhai, L., Han, J. & Liu, J. (2009). Immunoregulatory peptides from salivary glands of the horsefly, *Tabanus pleskei*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* 154: 1–5.
512. Zivkovic, Z., Nijhof, A. M., de la Fuente, J., Kocan, K. M. & Jongejan, F. (2007). Experimental transmission of *Anaplasma marginale* by male *Dermacentor reticulatus*. *BMC Veterinary Research* 3: 32.
513. Zoëga, G. T. (1910). *A Concise Dictionary of Old Icelandic*. Oxford: Oxford University Press. Online: <http://css4.pub/2015/icelandic/dictionary.pdf> [09.07.2017]
514. Zouré, H. G., Wanji, S., Noma, M., Amazigo, U. V., Diggle, P. J., Tekle, A.H. & Remme, J. H. (2011). The geographic distribution of *Loa loa* in Africa: results of large-scale implementation of the Rapid Assessment Procedure for Loiasis (RAPLOA). *PLoS Neglected Tropical Diseases* 5(6): e1210.

Bilderverzeichnis

Abb. 1: Kurze Darstellung der Bremsenbegriffsgeschichte (in Anlehnung an Speyer 2007, S. 22; Begriffsquellen: dict.cc 2017, dict.cc 2017a, Köbler 2003, 2014, 2014a, 2014b, 2014c, LEME 2017, Mayhew & Skeat 1888, Zoëga 1910). 111
Ersteller der Grafik: Manuel Vogler

Abb. 2: Phylogenetische Systematik der Diptera und der Tabanomorpha. Grafiken verändert nach Illinois National History Survey (INHS) (2017) und Tree of Life web project (2004). 122

Abb. 3: Kurze grafische Zusammenfassung der Ergebnisse von Morita et al. 2016. Fett gedruckte Taxa sind monophyletisch. 13
Ersteller der Grafik: Manuel Vogler

Abb. 4: Lebenszyklus der Bremsen (Bilder: Eier: Katja Schulz, CC BY 2.0; Larve und Puppe: Unbekannter Urheber, gemeinfrei; Imago: A. J. E. Terzi, CC BY 4.0). 15
Quellen: Eier: Katja Schulz, (<https://www.flickr.com/photos/86548370@N00/33253418841>), "Horsefly Egg Mass", <https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/legalcode>; Larve und Puppe: Unbekannter Urheber, (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PSM_V76_D216_A_horse_fly_and_its_stages_of_development.png), „PSM V76 D216 A horse fly and its stages of development“, marked as public domain, more details on Wikimedia Commons: <https://commons.wikimedia.org/wiki/Template:PD-US>; Imago: A. J. E. Terzi ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:A_cleg_or_horse_fly_\(Tabanus_glaucopis\).Coloured_drawing_by_Wellcome_V0022558.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:A_cleg_or_horse_fly_(Tabanus_glaucopis).Coloured_drawing_by_Wellcome_V0022558.jpg)), <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>
Zusammensteller der Grafik: Manuel Vogler

Abb. 5: Weibchen (oben) und Männchen (unten) (Oberes Bild: Karen Perez, gemeinfrei; Unteres Bild: Michael Hanselmann, CC BY-SA 3.0) 18
Quellen: Oberes Bild: Karen Perez, (<https://www.flickr.com/photos/131104726@N02/18171866630>), "Tabanidae Eye Close-up", gemeinfrei; unteres Bild: Michael Hanselmann (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bremse_de_2009_detail.JPG), „Bremse de 2009 detail“, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>

Abb. 6: Typische Flügeladerung einer Bremse (Bild: Giancarlo Dessi, CC BY-SA 3.0) 19
Quelle: Giancarlo Dessi (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tabanidae_wing_veins.svg), „Tabanidae wing veins“, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>

Abb. 7: Querschnitt der Mundwerkzeuge einer weiblichen Bremse: a. Labrum, b. Epipharynx, c. Nahrungsrohr, d. Maxillarpalpen, e. Mandibeln, f. Lacinien, g. Hypopharynx, h. Speichelrohr, i. Labellum (Labium) (Bild: Giancarlo Dessi, CC BY-SA 3.0). 20
Quelle: Giancarlo Dessi (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Section_of_Tabanidae_mouthparts.svg), „Section of Tabanidae mouthparts“, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>

Abb. 8: Nahaufnahme des Auges eines Weibchens der Art *Haematopota crassicornis* (Foto: Gilles San Martin, CC BY-SA 2.0) 22
Quelle: Gilles San Martin (<https://www.flickr.com/photos/sanmartin/5811433572>), „Horsefly eye detail“, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/legalcode>

Abb. 9: Schematischer Aufbau zweier Ommatidien: Co. Cornea, Ps. Pseudokonus, Se. Semperzellen, Pi. Pigmentzellen, Re. Retinulazellen, Rh. Rhabdom	22
Ersteller: Manuel Vogler	
Abb. 10: Cornea und Schichtung (schematisch) (Bild: Larissa Sornig).....	23
Quelle: Erstellt von Larissa Sornig, mit freundlicher Genehmigung	
Abb. 11: Oberes Heustadelwasser, Wien	30
Ersteller: Manuel Vogler	
Abb. 12: Bremsenfalle in Obertautendorferamt	31
Ersteller: Manuel Vogler	
Abb. 13: Grundstück in Obertautendorferamt (Bild: Google Earth).....	31
Abb. 14: Reitstall in der Mittleren Schirning (Bild: Google Earth)	31
Abb. 15: Reitstall in der Mittleren Schirning	32
Ersteller: Manuel Vogler	
Abb. 16: Ruhendes Tabanus bromius-Weibchen in der Schirning	32
Ersteller: Manuel Vogler	
Abb. 17: Grundstück in Winzendorf (Bild: Google Earth)	32
Abb. 18: Teich in Winzendorf	33
Ersteller: Manuel Vogler	
Abb. 19: Kaiserwald bei Wunschuh. Der gegangene Weg wurde eingezeichnet (Bild: Google Earth).....	33
Abb. 20: Neuteich im Kaiserwald	34
Ersteller: Manuel Vogler	
Abb. 21: Nordufer des Wallerseees	34
Ersteller: Manuel Vogler	
Abb. 22: Wallersee, Salzburg. Die beiden Fundstellen (Moor im Norden) wurden gelb markiert (Bild: Google Earth).....	34
Abb. 23: Kamp bei Plank am Kamp	35
Ersteller: Manuel Vogler	
Abb. 24: Chrysops relictus (Oberes Bild: Eric Steinert, CC BY SA 3.0; unteres Bild: Janet Graham, CC BY 2.0)	43
Quellen: Oberes Bild: Eric Steinert (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fliege_auf_Holzbrett.jpg), „Fliege auf Holzbrett“, https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode ; Unteres Bild: Janet Graham (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chrysops_relictus,_Fenn's_Moss,_North_Wales,_July_2010_3_(17520756192).jpg), „Chrysops relictus, Fenn's Moss, North Wales, July 2010 3 (17520756192)“, https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/legalcode	
Abb. 25: Silvius alpinus (Foto: Kurt Kulac, CC-BY-SA-2.5 und GNU FDL).....	46
Quelle: Kurt Kulac (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Silvius_alpinus01.jpg), „Silvius alpinus01“,	

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/legalcode>, <https://www.gnu.org/licenses/fdl-1.3.de.html>

Abb. 26: *Hybomitra distinguenda* (Oberes Foto: Janet Graham, CC BY 2.0; unteres Foto: Janet Graham, CC BY 2.0) 47

Quellen: Oberes Foto: Janet Graham ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hybomitra_distinguenda,_Trawscoed,_North_Wales,_Aug_2009_\(17496513886\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hybomitra_distinguenda,_Trawscoed,_North_Wales,_Aug_2009_(17496513886).jpg)), „*Hybomitra distinguenda*, Trawscoed, North Wales, Aug 2009 (17496513886)“, <https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/legalcode>

Unteres Foto: Janet Graham ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hybomitra_distinguenda,_Trawscoed,_North_Wales,_Aug_2013_\(17335114198\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hybomitra_distinguenda,_Trawscoed,_North_Wales,_Aug_2013_(17335114198).jpg)), „*Hybomitra distinguenda*, Trawscoed, North Wales, Aug 2013 (17335114198)“, <https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/legalcode>

Abb. 27: *Atylotus loewianus*, Männchen (Foto: Yo072000, CC BY-SA 4.0) 54

Quelle: Yo072000 (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atylotus_loewianus_3.jpg), <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>

Abb. 28: *Tabanus bromius* (Oberes Foto: Hectonichus, CC BY-SA 3.0; Unteres Foto: Francisco Welter-Schultes, CC0) 58

Quellen: Oberes Foto: Hectonichus (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tabanidae_-_Tabanus_bromius-001.JPG), „*Tabanidae - Tabanus bromius-001*“, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>

Unteres Foto: Francisco Welter-Schultes (<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tabanus-bromius-02-fws.jpg>), „*Tabanus-bromius-02-fws*“, <https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/legalcode>

Abb. 29: Oberes Bild: *Haematopota* sp.-Weibchen; unteres Bild: *Haematopota* sp.-Männchen 67

Ersteller: Manuel Vogler

Abb. 30: Rind wehrt sich gegen zahlreiche attackierende Bremsen 89

Ersteller: Manuel Vogler

Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Diplomarbeit war es, die heimischen Arten der Familie der Tabanidae (Diptera) sowie ihre medizinische Bedeutung als Blutsauger und Vektoren näher zu beleuchten.

Zu diesem Zweck wurden mittels extensiver Literaturrecherche verschiedene Themenbereiche behandelt. Das erste Kapitel beschäftigt sich mit der Begriffsentwicklung im Altgriechischen, Lateinischen sowie im germanischen Sprachraum. Im zweiten Kapitel wird der aktuelle Stand der Systematik und Taxonomie der Familie skizziert. Das dritte Kapitel behandelt umfassend den Lebenszyklus, das Verhalten, die Morphologie und die Physiologie der Bremsen. Besonderer Bedacht wird dabei auf die Mundwerkzeuge und die körperlichen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Wirtsfindung gelegt. Letzteres schließt den Aufbau und die Funktionsweise der Komplexaugen mit ein. Das vierte Kapitel umfasst eine praktische Untersuchung zu den in verschiedenen Gegenden Österreichs in alltäglicher Umgebung häufig anzutreffenden Bremsenarten. Das fünfte Kapitel beinhaltet eine Auflistung und Beschreibung aller in Österreich einheimischen Arten sowie solcher, die in benachbarten Ländern heimisch sind und somit auch hier angetroffen werden könnten. Im sechsten und letzten Kapitel erfolgte eine Bearbeitung der durch Bremsen übertragbaren Krankheitserreger, welche in Mitteleuropa für die Human- und Veterinärmedizin relevant sind. Allergische Reaktionen und Abwehrmaßnahmen werden ebenfalls besprochen.

Abstract

The purpose of this diploma thesis was to shed light on the species of the family Tabanidae (Diptera) currently present in Austria as well as to determine their medical significance as haematophages and disease vectors.

To this end several subject areas were covered via extensive literature research. The first chapter deals with the changes in terminology in ancient Greek, Latin and the Germanic languages. The second chapter outlines recent advances in tabanid systematics and taxonomy. The third chapter is about the horseflies' life cycle, behaviour, morphology and physiology. Special emphasis was placed on the mouth parts and the physical prerequisites for detecting suitable hosts, including the structure and functionality of the compound eyes. The fourth chapter consists of a study with the aim of finding out which species are most likely to be encountered in day-to-day life in different Austrian regions.

The fifth chapter comprises a list and description of all Austrian tabanid species and those living in neighbouring countries, making it possible for them to be encountered in Austria as well. The sixth chapter summarises all known pathogens of humans and animals which are transmittable by horseflies in Central Europe and the rest of the world. Allergic reactions and control measures are also discussed.