

Zikaden: Insekten mit Saugrohr und Pflanzensäften als Nahrungsgrundlage

Als Pflanzen mit verschiedenen Tieren eine Partnerschaft zum gegenseitigen Nutzen eingegangen sind, stellten sie ihnen erstmals "freiwillig" Säfte, Nektar, zur Verfügung und erhielten dafür Mobilität in Form von gezieltem Pollentransport. Es gibt aber viele Hinweise, dass sich schon lange davor Insekten entwickelt hatten, die sich mittels "Saugrohr" von Gefäßpflanzen holten, was ihnen weder damals noch später gerne gegeben wurde.

Die ersten Wälder, die diesen Namen verdienen, entstanden in einem Abschnitt des Erdaltertums (Paläozoikum) der - wegen der Kohleablagerungen, die sich damals bildeten - als Karbon bezeichnet wird und vor etwa 359 Millionen Jahren begann. Ein paar Millionen Jahre später entwickelten sich die ersten Insekten, die geflügelt waren. Diese Anpassung konnte wahrscheinlich erst entstehen, als es Bäume gab, von denen man herab gleiten konnte. Erstaunlich ist, dass bereits das älteste bekannte, geflügelte Insekt, *Delitzschala bitterfeldensis* aus dem Fröhkarbon, aller Wahrscheinlichkeit nach ein Pflanzensauger mit stechend saugenden Mundwerkzeugen war (Sinitschenkova 2003). Die Palaeodictyoptera zu denen dieses Insekt gehörte, waren eine beeindruckende und in den Tropen weit verbreitete Insektengruppe mit teilweise über 50 cm Flügelspanne. Sie wurden von Vorfahren der heutigen Libellen (Protodonata) gejagt, die noch erstaunlicher waren und es zu Flügelspannweiten von bis zu 71 cm brachten - allerdings bei einem Körperdurchmesser von "nur" 3cm. Ein Spaziergang durch die Wälder des Karbons wäre also sicherlich sehr abenteuerlich.

Die Palaeodictyoptera entwickelten kurze, robuste Mundwerkzeuge mit fünf Saugstacheln, die keiner heute lebenden Form entsprechen, von der aber Zherikin 2003 annimmt, dass sie zur Nutzung der damals noch weitgehend ungeschützten, reproduktiven Organe von Gefäßpflanzen dienten. Diese Form der Ernährung bedurfte noch keiner symbiontischen Mikroorganismen, die zum Ausgleichen der - was die Inhaltsstoffe betrifft - sehr einseitigen Nahrung, die man aus dem Leitgewebe erhält, essentielle Substanzen bilden und auch noch keiner Spezialstrukturen des Darms (Filterkammern), die heute vielen Pflanzensaftsaugern eine rasche Abgabe überflüssigen Wassers ermöglichen.

Das Leitgewebe der Gefäßpflanzen war noch nicht so hoch entwickelt, wie das bei den meisten Vertretern dieser Gruppe heute der Fall ist, aber typische Saugmale an fossilen Pflanzenteilen, photosynthetischem Gewebe, legen nahe, dass schon zu dieser Zeit nicht nur die reproduktiven Organe genutzt wurden. Spätestens im frühen Perm (also vor 299 Millionen Jahren oder etwas später) entstanden - wohl als Reaktion auf die immer besser geschützten Samenanlagen - Formen mit langen saugenden Mundwerkzeugen, die, wie man annimmt, dem Stamm- und Blattsaugen dienten.

Auch die Schnabelkerfe (Hemipteren) entwickelten sich - deutlich später als die Palaeodictyoptera - indem sie zunächst reproduktive Organe und erst später photosynthetisches Gewebe als Nahrungsquelle nutzten. Man geht heute davon aus, dass sie nicht von den Palaeodictyoptera abstammen, weil ihre Mundwerkzeuge anders gestaltet sind. Aber der Ursprung dieser Tiergruppe liegt noch im Dunkeln.

Der Schritt zur Nutzung von Leitgewebe erfolgte vermutlich im frühen Perm, intensive Radiation (d. h. Artentstehung) im späten Perm. In diesem Abschnitt des Paläozoikums (299 bis 251 Millionen Jahre vor unserer Zeit) finden sich nach Ansicht

mancher Autoren (Strümpel 1983, Grimaldi und Engels 2005) bereits Vertreter der Pflanzenläuse (Sternorrhyncha) wie auch der Zikaden (Auchenorrhyncha).

Die Morphologie des Kopfes der permischen Zikaden legt nahe, dass sie eine "Cibarialmuskulatur" entwickelt hatten, die als Anpassung an das Phloemsaugen gesehen wird (wegen des Siebröhrenüberdrucks von 20 bis 40 bar kann der Phloemsaft aber auch passiv genutzt werden). Für die Entwicklung von Xylem- (Holzröhren) -nutzern während des Paläozoikums gibt es keine Hinweise.

Gegen Ende des Perms hatten sich Spitzkopf- (Fulgoromorpha) und Rundkopfizikaden (Cicadomorpha) bereits voneinander getrennt. In der darauf folgenden Epoche des Erdmittelalters (Mesozoikum), dem Trias (251 bis 207 Millionen Jahre vor der Gegenwart) entwickelte sich aus eine Gruppe der Spitzkopfizikaden, die sich zunächst an das Littoral und danach an den aquatischen Lebensraum anpassten und sich räuberisch (zoophag) ernährten eine neue Tiergruppe, die Wanzen (Heteroptera). Bei der Rückeroberung des ursprünglichen Lebensraums wurden viele auch zu Pflanzensaugern (phytophag), die meisten davon ernähren sich vom Parenchym. Da Pflanzenviren und Bakterien meist an Leitbahnen gebunden sind, spielen nur wenige Wanzen, aber viele Zikaden und Pflanzenläuse als Überträger von durch Viren und Bakterien ausgelöste Krankheiten eine Rolle.

Erst vom Mitteltrias an entwickelten sich Zikadenformen mit einem großen, wie geschwollen erscheinenden Kopfteil, der Postclypeus genannt wird und die daher vermutlich über entsprechend gut entwickelte cibarialen Dilatormuskeln verfügten, die darauf hinweisen, dass ihre Träger Xylemsaft saugen konnten. Parenchym saugende Arten sind mehrfach unabhängig entstanden, sie leiten sich nach Strümpel 1983 von den ursprünglicheren Gefäßnutzern ab.

Das Trias bringt noch eine weitere Novität: erstmals treten Zikaden auf, die singen - und daher wohl auch hören - können.

Wie aus diesem Rückblick (der hier endet, weil die wesentlichen evolutionären Schritte, die Ernährung dieser Tiere betreffend, bis vor etwa 200 Millionen Jahren alle gemacht worden sind) ersichtlich, nutzen Schnabelkerfe die phytophag sind, ganz unterschiedliche Pflanzenorgane. Welche sie nutzen ist dann für uns entscheidend, wenn wir wissen wollen, welche als Überträger von Krankheiten in Frage kommen. Die Untersuchung, welchem "Ernährungsformtyp" eine bestimmte Art angehört, ist aber auch nicht weniger aufwändig, als die Analyse, ob sie ein bestimmtes Pathogen übertragen. Deshalb muss man versuchen indirekte Hinweise zu finden. Eine der möglichen Zugänge zu diesem Problem ist die Untersuchung der Ausbildung der Mundwerkzeuge, die wir an den Zikaden durchgeführt haben. Wenn wir Glück haben, ernähren sich Zikaden mit ähnlichen Mundwerkzeugen auch ähnlich. Ob das der Fall ist, werden wir erst wissen, wenn wir die Untersuchung durchgeführt haben. Nähere Angaben über Schlussfolgerungen finden sich in der Arbeit von Tiefenbrunner et al. 2010, aus der auch einige der Abbildungen stammen. Die tabellarische Zusammenfassung der Messwerte wurde bisher nicht veröffentlicht.

Die Mundgliedmaßen der Insekten sind entweder zu einer unpaaren Platte verschmolzen (Oberlippe, die nur mehr paarig angelegt wird und Unterlippe, der man die Herkunft von einem Gliedmaßenpaar noch mehr oder weniger deutlich ansieht) oder arbeiten wie Zangen gegeneinander (Oberkiefer und Unterkiefer). Die Ober- (Mandibel) und Unterkiefer (Maxillen) sind bei den Schnabelkerfen umgewandelt, letztere bilden zusammen ein Saug- und Speichelrohr und werden von ersteren schützend umhüllt, die auch hauptsächlich dazu beitragen, mechanische

Hindernisse, wie etwa die Cuticula der Pflanze, zu penetrieren. Mandibel und Maxille bestehen jeweils aus einer dickeren Basis und einem langen Stilett; das der Mandibel trägt an seinem Ende Zähne, die das Eindringen in die Pflanze erleichtern sollen.

Die Mundwerkzeuge weisen bei den Zikaden eine beträchtliche Vielfalt auf und sind häufig gruppenspezifisch. Besonders merkmalsreich und variabel ist die zahntragende Mandibelspitze. Die Anzahl der Zähne variiert je nach untersuchter Art zwischen 3 und mehr als 17 Zähnen. Meist stehen sie in einer Reihe, wobei die Zähne oft nicht in Spitzen sondern in Schneiden enden, die zueinander parallel und quer zur Stilettlängsachse stehen. Sehr lange Schneiden weisen z. B. die meisten Typhlocybiinae (eine Unterfamilie der Kleinzikaden, die zu den Rundkopfizikaden zählen und leichte und gut flugfähige Vertreter aufweist) auf, im Gegensatz zu vielen Deltocephalinae (ebenfalls Kleinzikaden, die aber etwas klobiger sind und wohl auch nicht ganz so gute Flieger). Bei *Hyalesthes obsoletus* (Cixiinae, eine zu den Spitzkopfizikaden zählende Glasflügelzikade, die ein wichtiger Phytoplasmenüberträger im Weinbau ist) sind die „Zähne“ knopfartige Strukturen, die noch dazu in unregelmäßigem Abstand in Reihe stehen. Bei den meisten Typhlocybiinae ist der zahntragende Stilettteil klar vom Rest abgegrenzt; bei sehr vielen Deltocephalinae werden die Zahnbildungen nach proximal (zur Basis) immer kleiner und z. T. nimmt auch der Abstand weiter zu. Es gibt dann keine klar abgrenzbaren Bereiche. Die Delphacidae (Spornzikaden, zu den Spitzkopfizikaden zählend) tragen die Zahnbildungen in der Regel nicht in einer Reihe, sondern zueinander seitlich versetzt; alternierend oder – so weit dies untersucht wurde - arttypisch. Dies mag eine Hinweis auf eine Drehbewegung während des Penetrierens sein.

Ein weiterer, unmittelbar auffälliger Unterschied zwischen den Arten betrifft die Relation zwischen Maxillen- und Mandibellänge (Abb. 1). Der Unterschied ist offenbar gruppenspezifisch. Innerhalb der Spitzkopfizikaden besteht bei *Hyalesthes obsoletus* eine sehr bedeutende Differenz zwischen den beiden untersuchten Größen, bei *Asiraca clavicornis* (Asiracinae, eine Spornzikade) beträgt die Relation ca. 1.25, während bei den anderen Delphacidae (Kelisiinae und Delphacinae) Maxillen- und Mandibellänge nur wenig voneinander abweichen.

Bei den Kleinzikaden (Cicadellidae) innerhalb der Rundkopfizikaden finden sich die geringsten Unterschiede bei den Deltocephalinae und *Cicadella viridis* (Cicadellinae), während bei den untersuchten Typhlocybiinae und Agalliinae (gehören zu den Rundkopfizikaden), sowie bei *Megophthalmus scanicus* (Megophthalminae, ebenfalls Rundkopfizikaden), die Maxillen wesentlich länger sind, als die Mandibeln. Bei den Schaumzikaden (Aphrophoridae) und den Blutzikaden (Cercopidae) ist der Unterschied zwischen Maxillen- und Mandibellänge gering.

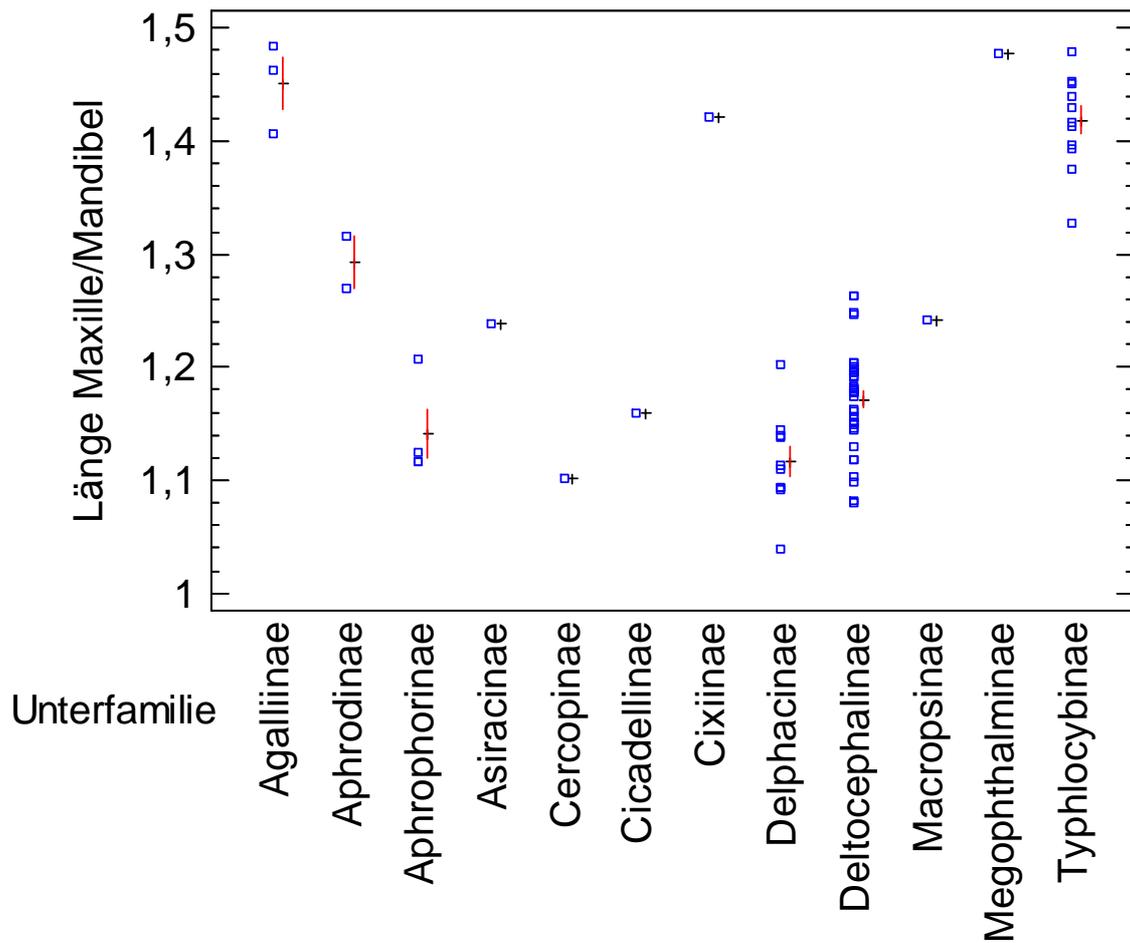


Abb. 1: Relation Maxille zu Mandibel für verschiedene Zikaden - Unterfamilien

Für die multivariate Analyse wurden die Daten so transformiert, dass für alle Arten die gleiche Maxillenlänge (Länge der Maxillenbasis + Länge des Maxillenstiletts =1) angenommen wurde, natürlich unter Beibehaltung aller Proportionen. Dies geschah deshalb, weil die Spezies eine sehr unterschiedliche Körpergröße und daher selbstverständlich auch Mundgliedmaßenlänge aufweisen. Bei der Analyse hätte also bereits die Größe einen wichtigen, aber unerwünschten Einfluss genommen. Man beachte bei den folgenden Ausführungen, dass sie sich jeweils auf die normierten Größen beziehen.

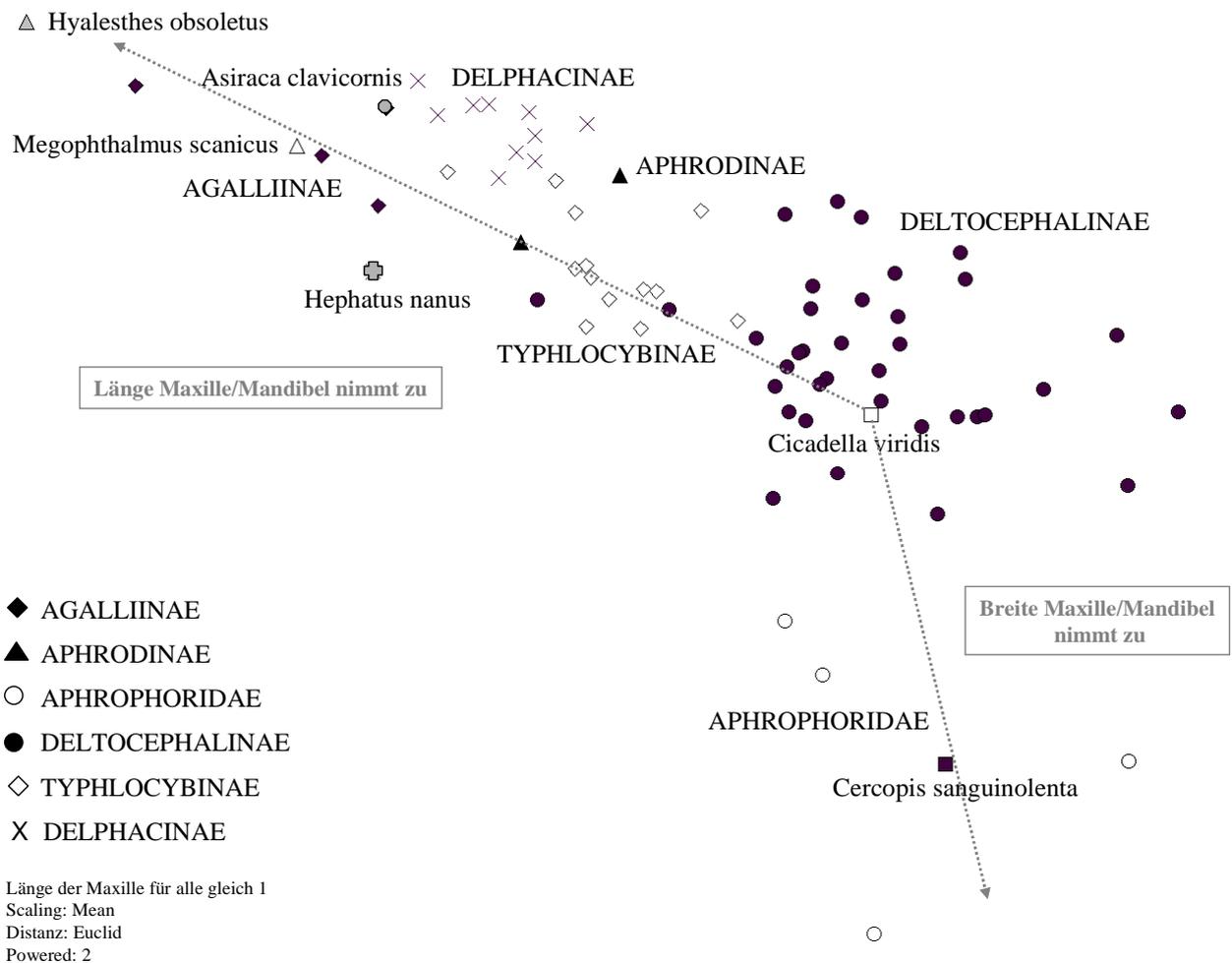


Abb. 2: Multivariate Darstellung der Mundgliedmaßen verschiedener Zikadengruppen.

Die Ausbildung der Mundwerkzeuge ist primär gruppenspezifisch, wobei allerdings nur ein bestimmtes hierarchisches Niveau betroffen zu sein scheint, nämlich das der Unterfamilie und Familie. Hier lassen sich Deltocephalinae, Typhlocybinae, Agalliinae, Aphrodinae und Delphacidae relativ klar trennen. Innerhalb der Unterfamilie ist hingegen eine Clusterung etwa nach der Gattung nur noch bedingt gegeben und oberhalb der Familie gar nicht mehr. So sind *Hyalesthes obsoletus* (Fulgoromorpha) und *Dryodurgades reticulatus* (Cicadomorpha, Agalliinae) unmittelbare Nachbarn und die Delphacidae (Fulgoromorpha) sind zwischen den Agalliinae und Typhlocybinae (beide Cicadomorpha) angeordnet.

Eine genauere Analyse zeigt eine klare, sehr auffällige Trennung der Deltocephalinae in zwei Gruppen, wobei die erste (Deltocephalinae 1) die meisten Arten umfasst und die zweite (Deltocephalinae 2) sich aus Vertretern der Gattung *Psammotettix* (5 Arten), *Errastunus ocellaris*, *Arocephalus longiceps*, *Turrutus socialis*, *Doratura homophyla* und *Enantiocephalus cornutus* zusammensetzt. Erstaunlicher Weise fällt auch *Cicadella viridis* als einzige Nicht-Deltocephalinae in dieses Cluster. Es handelt sich durchwegs (außer *Cicadella viridis*) um Bewohner trockener bis mäßig feuchter Grasflächen, die hauptsächlich diverse Gräser als Nahrungsquelle nutzen. Allerdings gilt dies auch für viele Vertreter der anderen Gruppe, sodass eine ökologische Differenzierung wohl nicht die Ursache für die Zweispaltung ist.

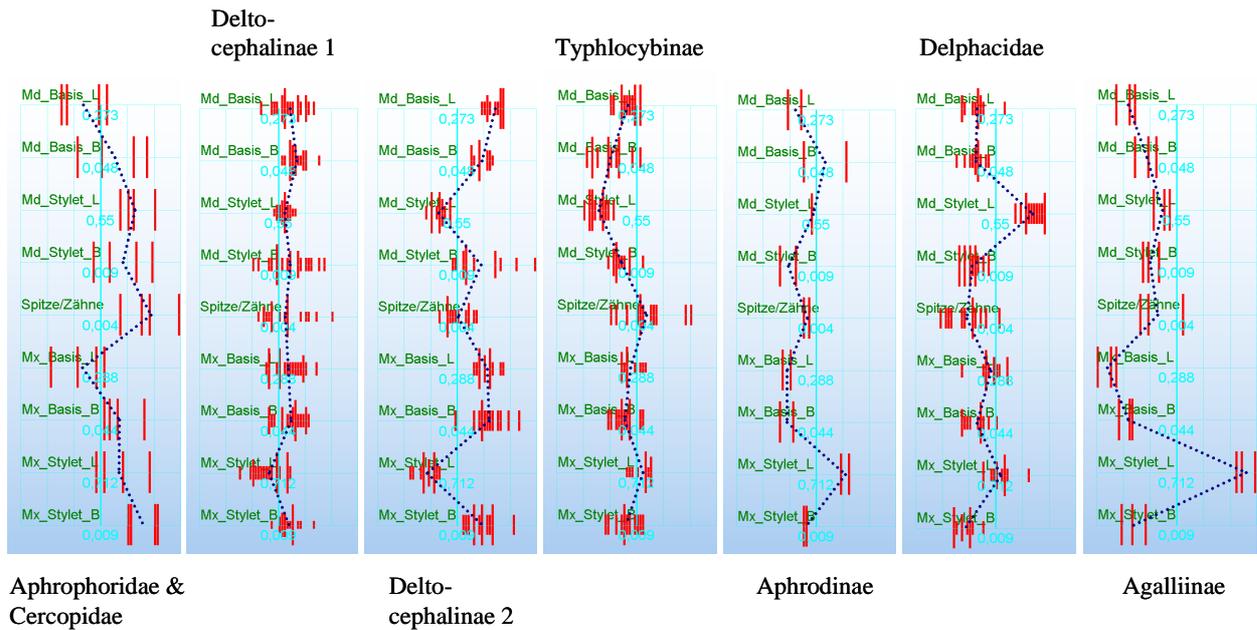


Abb. 3b: Mittlere Abweichung (gepunktete Linie) der vermessenen Variablen einer Gruppe vom Gesamtmittelwert (durchgezogene Linie). Vermessene Größen von oben nach unten: Mandibelbasislänge, Mandibelbasisbreite, Mandibelelittlänge, Mandibelelittbreite, Länge der Mandibelspitze / Anzahl der Zähne (= Zahnabstand), Maxillenbasislänge, Maxillenbasisbreite, Maxillenelittlänge, Maxillenelittbreite.

Die Deltocephalinae 1 sind jene Gruppe, bei der sich alle Merkmale am Stärksten dem Durchschnitt nähern (Abb. 3). Das ist natürlich kein Zufall, da es sich hier um jene Gruppe handelt, bei der die meisten Spezies (19) untersucht wurden. Von hier gehen drei morphometrische Linien ab. Die erste zu den Aphrophoridae und Cercopidae, die sich durch überdurchschnittlich lange und breite Stilette sowohl der Mandibeln, als auch der Maxillen auszeichnen. Die Basen der Mundgliedmaßen sind breit, aber kurz. Der Abstand der Zähne ist relativ groß. Der zweite Trend führt zu den Deltocephalinae 2 / *Cicadella viridis*, einer Gruppe, die durch kurze und breite Stilette und lange und breite Mundgliedmaßenbasen ausgezeichnet ist. Der dritte morphometrische Trend geht in Richtung Typhlocybae, bei denen die Mandibeln unverhältnismäßig kurz und schlank sind, und zwar sowohl die Basis als auch das Stilett.

Die Delphacidae zeichnen sich durch verhältnismäßig lange Mandibelelitt aus, bei sonst unterdurchschnittlichen oder – im Fall der Maxillenelittlänge durchschnittlichen - Merkmalswerten. Im Gegensatz dazu weisen die Aphrodinae besonders lange Maxillenelitt auf, bei sonst eher unterdurchschnittlichen Werten. Noch ausgeprägter ist die besondere Länge der Maxillenelitt bei den Agalliinae und insbesondere bei *Hyalesthes obsoletus* (nicht dargestellt), bei der mit Ausnahme der durchschnittlichen Mandibelelittlänge alle anderen Merkmale deutlich unterdurchschnittlich sind.

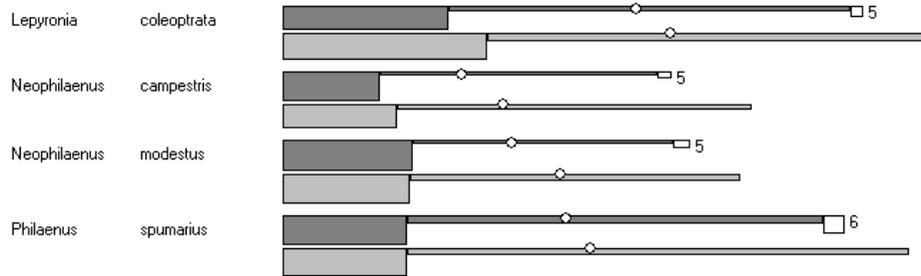
Die in Abb. 1 präsentierten besonders großen Relationen zwischen Maxillen- und Mandibellänge werden also einerseits durch besonders kurze Mandibel (Typhlocybae) und andererseits durch sehr lange Maxillen (Agalliinae, *Hyalesthes obsoletus*, *Megophthalmus scanicus*) erreicht.

MUNDWERKZEUGE DER ZIKADEN (VEREINFACHTE DARSTELLUNG)

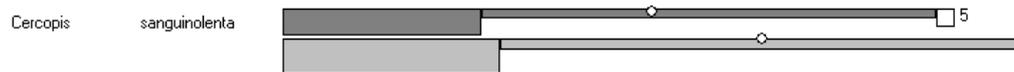
Cicadomorpha

■ Mandibel
■ Maxille

Aphrophoridae

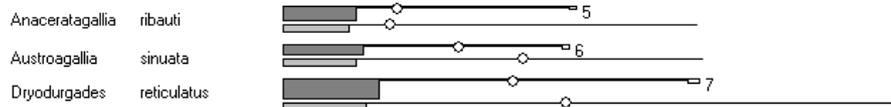


Cercopidae



Cicadellidae

Agalliinae



Aphrodinae



Cicadellinae



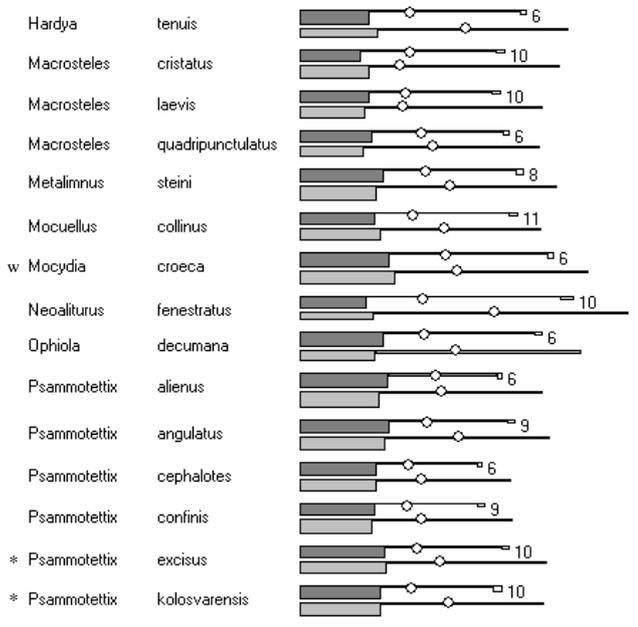
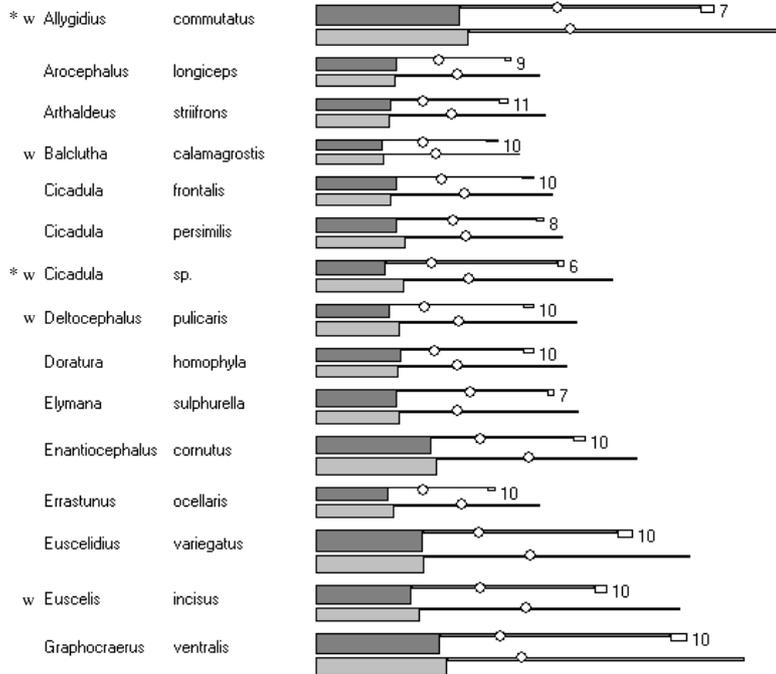
1 mm

Cicadomorpha

■ Mandibel
■ Maxille

Cicadellidae

Deltocephalinae



1 mm

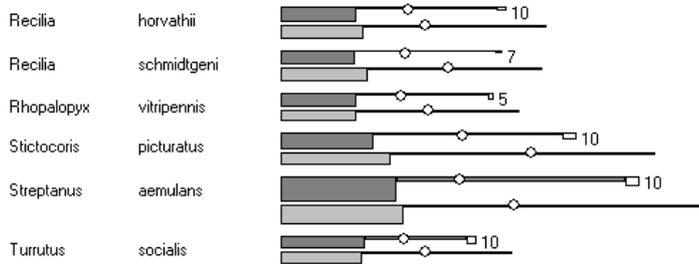
* Artzuordnung unsicher
w Weibchen

Cicadomorpha

■ Mandibel
■ Maxille

Cicadellidae

Deltocephalinae Fortsetzung



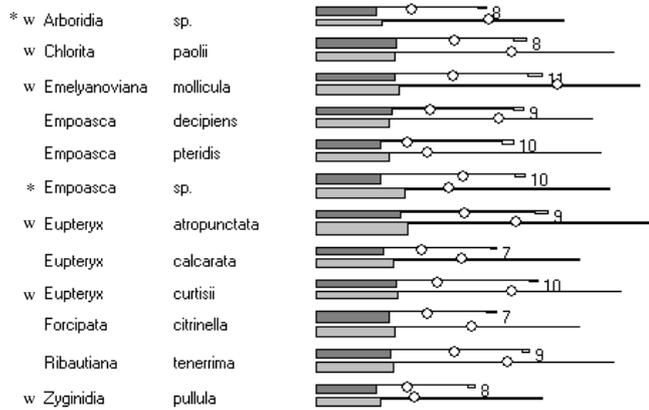
Macropsinae



Megophthalminae



Typhlocybinæ



1 mm

* Artzuordnung unsicher
w Weibchen

Fulgoromorpha

■ Mandibel
■ Maxille

Cixiidae



Delphacidae

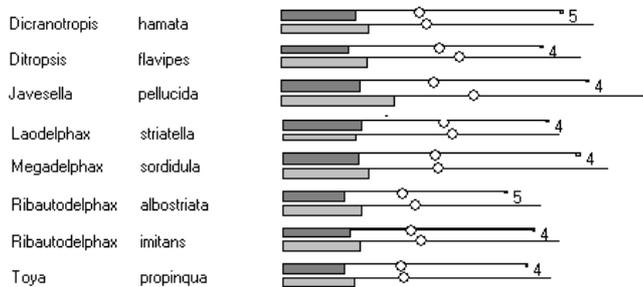
Asiracinae



Kelisiinae



Delphacinae



1 mm

Abb. 4: Vereinfachte vergleichende Abbildung der Mandibel und Maxillen verschiedener Zikadenarten, systematisch gegliedert. Die Mundgliedmaßen sind jeweils in Basis und Stilett geteilt, die zahntragende Spitze der Mandibel ist ebenfalls abgesondert dargestellt. Die Ziffer rechts von der Mandibelspitze gibt die Anzahl der Zähne in diesem Bereich wieder (bei Tieren mit kontinuierlich kleiner werdenden Zähnen, also ohne abgesetztem zahntragendem Bereich, wurde die Strecke zwischen erstem und zehntem oder elftem Zahn vermessen). Die kleinen Kreise im Stilett repräsentieren den Wendepunkt, von dem ab die Mundgliedmaßen nach distal zum Saugrohr fusioniert sind.

Die in der folgenden Tabelle angeführten Messwerte sind in μm angegeben.

Familie / Unterfamilie	Gattung	Art	Geschlecht	Mandibel					
				Zahntragende Spitze	Anzahl der Zähne	Distales Ende bis Basisanfang	Gesamtlänge	Durchmesser Wendepunkt	Durchmesser Basis
Aphrophoridae	Lepyronia	coleoprata	m	39,01	5,00	1216,59	1701,72	17,26	71,85
	Neophilaenus	campestris	m	40,25	5,00	855,31	1139,10	11,00	86,40
		modestus	m	48,37	5,00	809,83	1192,66	13,00	92,62
	Philaenus	spumarius	m	62,17	6,00	1281,37	1644,15	27,02	88,46
Cercopidae	Cercopis	sanguinolenta	m	53,31	5,00	1385,70	1969,49	28,02	80,32
Agalliinae	Anaceratagallia	ribauti	m	26,57	5,00	643,17	862,86	6,71	47,41
	Austroagallia	sinuata	m	24,19	6,00	601,31	840,70	8,06	35,00
	Dryodurgades	reticulatus	m	37,70	7,00	937,95	1224,52	8,60	63,01
Aphrodinae	Aphrodes	makarovi	m	94,24	14,00	956,37	1392,88	8,06	74,63
	Anoscopus	albiger	m	60,53	12,00	687,21	962,77	8,00	77,62
Cicadellinae	Cicadella	viridis	m	72,73	10,00	834,24	1355,31	15,52	85,43
Deltocephalinae	Allygidius	commutatus	w	39,46	7,00	742,51	1166,61	13,00	64,07
	Arocephalus	longiceps	m	22,80	9,00	335,60	574,74	5,39	41,76
	Arthaldeus	striifrons	m	31,40	11,00	344,51	565,56	9,00	39,32
	Balclutha	calamagrostis	w	36,24	10,00	335,69	534,42	5,10	33,60
	Cicadula	frontalis	m	36,40	10,00	403,90	641,43	4,47	40,45
		persimilis	m	29,02	8,00	432,04	672,23	7,07	48,04
		sp.	w	21,59	6,00	520,75	728,02	11,40	45,79
	Deltocephalus	pulicaris	w	34,37	10,00	425,13	642,60	6,00	42,72
	Doratura	homophyla	m	36,01	10,00	390,72	642,29	8,00	41,30
	Elymana	sulphurella	m	23,54	7,00	462,72	700,21	9,90	55,36
	Enantiocephalus	cornutus	m	39,20	10,00	452,40	792,55	9,22	54,92
	Errastunus	ocellaris	m	26,17	10,00	315,16	527,74	5,66	40,82
	Euscelidius	variegatus	m	43,93	10,00	614,24	929,44	12,21	65,86
	Euscelis	incisus	w	39,00	10,00	573,51	854,51	13,00	58,00
	Graphocraerus	ventralis	m	46,62	10,00	720,94	1087,29	12,81	63,63
	Hardya	tenuis		20,00	6,00	460,39	667,13	8,60	44,72
	Macrosteles	cristatus	m	29,15	10,00	422,16	602,26	7,00	38,08
		laevis	m	31,89	10,00	386,46	591,65	7,28	37,85
		quadripunctulatus	m	19,10	6,00	401,88	613,91	8,00	39,46

Familie / Unterfamilie	Gattung	Art	Geschlecht	Maxille				Mandibelspitze
				Distales Ende bis Basisanfang	Gesamtlänge	Durchmesser Wendepunkt	Durchmesser Basis	
Aphrophoridae	Lepyronia	coleoprata	m	1298,72	1898,85	27,17	79,61	
	Neophilaenus	campestris	m	1037,62	1374,46	17,26	72,07	
		modestus	m	966,94	1341,71	20,62	88,14	
	Philaenus	spumarius	m	1473,95	1836,43	22,36	83,68	
Cercopidae	Cercopis	sanguinolenta	m	1532,31	2169,75	33,84	103,94	
Agalliinae	Anaceratagallia	ribauti	m	1015,84	1214,14	5,83	25,06	Zähne sehr klein
	Austroagallia	sinuata	m	1013,99	1230,20	4,00	26,93	
	Dryodurgades	reticulatus	m	1570,39	1817,17	3,61	26,17	
Aphrodinae	Aphrodes	makarovi	m	1366,17	1768,61	13,45	45,54	
	Anoscopus	albiger	m	963,64	1266,39	8,94	40,31	
Cicadellinae	Cicadella	viridis	m	1049,06	1572,16	20,81	67,74	>17 Zähne
Deltocephalinae	Allygidius	commutatus	w	925,08	1374,49	13,15	51,97	
	Arocephalus	longiceps	m	423,84	659,18	8,60	39,32	kein Ende der Zahnreihe
	Arthaldeus	striifrons	m	459,76	675,85	8,00	42,00	2 parallele Zahnreihen
	Balclutha	calamagrostis	w	394,93	597,85	5,39	33,84	
	Cicadula	frontalis	m	472,36	694,31	7,21	38,08	
		persimilis	m	464,33	726,16	7,62	38,05	kein Ende der Zahnreihe
		sp.	w	608,43	870,16	8,49	41,62	
	Deltocephalus	pulicaris	w	519,36	767,91	7,21	44,20	kein Ende der Zahnreihe
	Doratura	homophyla	m	494,74	739,02	8,00	39,00	kein Ende der Zahnreihe
	Elymana	sulphurella	m	524,31	769,60	7,81	42,80	
	Enantiocephalus	cornutus	m	588,59	943,74	8,94	53,71	kein Ende der Zahnreihe
	Errastunus	ocellaris	m	426,31	657,60	8,49	43,05	kein Ende der Zahnreihe
	Euscelidius	variegatus	m	777,31	1096,95	10,44	52,47	kein Ende der Zahnreihe
	Euscelis	incisus	w	759,46	1067,32	9,90	43,42	kein Ende der Zahnreihe
	Graphocraerus	ventralis	m	873,71	1257,26	13,00	52,77	kein Ende der Zahnreihe
	Hardya	tenuis		557,84	787,41	7,28	30,41	
	Macrosteles	cristatus	m	553,17	760,28	8,06	43,74	kein Ende der Zahnreihe
laevis		m	518,60	711,83	6,32	37,22	kein Ende der Zahnreihe	
quadripunctulatus		m	517,58	705,33	6,32	35,17		

Familie / Unterfamilie	Gattung	Art	Geschlecht	Mandibel					
				Zahntragende Spitze	Anzahl der Zähne	Distales Ende bis Basisanfang	Gesamtlänge	Durchmesser Wendepunkt	Durchmesser Basis
	Neoliturus	fenestratus		41,79	10,00	606,66	805,57	6,08	37,11
	Ophiola	decumana	m	25,61	6,00	463,90	710,72	6,40	44,27
	Psammotettix	alienus	m	16,64	6,00	332,26	593,10	11,18	45,31
		angulatus	m	25,50	9,00	367,66	631,04	7,00	40,25
		cephalotes	m	17,72	6,00	311,07	535,28	8,54	40,00
		confinis	m	25,24	9,00	323,19	543,52	6,00	38,64
		excisus	m	26,17	10,00	361,79	614,78	7,00	39,46
		kolosvarensis	m	29,00	10,00	357,79	595,63	9,43	41,88
	Recilia	horvathii	m	30,59	10,00	439,94	663,38	6,71	46,10
		schmidtgeni	m	21,10	7,00	433,62	650,53	4,47	42,05
	Rhopalopyx	vitripennis	m	19,24	5,00	403,97	624,97	10,00	42,72
	Stictocoris	picturatus	m	42,05	10,00	595,92	868,08	9,90	48,47
	Streptanus	aemulans	m	44,42	10,00	712,22	1052,59	15,65	74,32
	Turrutus	socialis	m	31,38	10,00	327,33	574,27	12,21	39,62
Macropsinae	Hephatus	nanus	m	59,09	7,00	895,21	1172,24	8,60	48,55
Megophthalminae	Megophthalmus	scanicus	m	26,93	6,00	606,87	868,53	6,08	44,78
Typhlocybae	Arboridia	sp.	w	28,16	8,00	323,25	502,94	4,47	28,16
	Chlorita	paolii	w	42,20	8,00	381,85	619,87	5,39	34,83
	Emelyanoviana	mollicula	w	45,45	11,00	430,97	664,18	6,00	26,25
	Empoasca	decipiens	m	34,44	9,00	386,07	612,65	6,32	24,41
		pteridis	m	35,13	10,00	388,32	581,69	8,00	30,07
		sp.	w	33,54	10,00	423,42	617,62	5,83	34,00
	Eupteryx	atropunctata	w	39,20	9,00	429,93	680,76	7,28	25,30
		calcarata	m	24,04	7,00	331,33	533,80	5,00	26,93
		curtisii	w	29,53	10,00	415,30	652,81	5,00	24,70
	Forcipata	citrinella	m	31,78	7,00	315,76	532,11	5,00	38,12
	Ribautiana	tenerrima	m	27,89	9,00	407,35	629,10	6,08	31,05
	Zyginidia	pullula	w	26,08	8,00	290,74	470,74	5,39	30,41

Familie / Unterfamilie	Gattung	Art	Geschlecht	Maxille				Mandibelspitze
				Distales Ende bis Basisanfang	Gesamtlänge	Durchmesser Wendepunkt	Durchmesser Basis	
	Neoliturus	fenestratus		749,37	965,43	7,07	26,93	kein Ende der Zahnreihe
	Ophiola	decumana	m	603,41	826,06	10,77	31,95	kein Ende der Zahnreihe
	Psammotettix	alienus	m	479,47	713,59	7,21	49,41	
		angulatus	m	482,66	732,83	8,49	42,01	
		cephalotes	m	390,85	619,07	6,71	39,62	
		confinis	m	410,96	625,51	9,90	46,57	
		excisus	m	471,65	725,13	7,21	39,70	
		kolosvarensis	m	477,83	715,15	8,94	43,05	kein Ende der Zahnreihe
	Recilia	horvathii	m	537,23	778,94	8,94	41,63	kein Ende der Zahnreihe
		schmidtgeni	m	508,77	766,36	8,00	40,50	
	Rhopalopyx	vitripennis	m	477,01	698,83	7,00	32,28	klares Ende
	Stictocoris	picturatus	m	775,20	1096,28	7,28	39,62	kein Ende der Zahnreihe
	Streptanus	aemulans	m	894,44	1255,32	9,85	57,01	kein Ende der Zahnreihe
	Turrutus	socialis	m	440,92	678,63	8,00	37,95	kein Ende der Zahnreihe
Macropsinae	Hephatus	nanus	m	1161,95	1456,48	6,71	29,83	
Megophthalminae	Megophthalmus	scanicus	m	1077,41	1283,12	5,00	22,67	
Typhlocybinae	Arboridia	sp.	w	533,14	729,85	6,40	22,02	
	Chlorita	paolii	w	641,94	876,30	6,08	29,83	
	Emelyanoviana	mollicula	w	701,79	949,28	7,00	35,00	
	Empoasca	decipiens	m	594,69	812,99	5,00	27,86	
		pteridis	m	618,32	837,22	6,00	29,83	
		sp.	w	599,52	862,66	7,21	34,01	
	Eupteryx	atropunctata	w	733,96	1006,48	7,07	40,36	
		calcarata	m	545,72	774,78	7,07	28,16	
		curtisii	w	656,07	898,08	4,24	26,17	
	Forcipata	citrinella	m	539,28	773,35	6,08	35,00	7 + 2 kleine Zähne
	Ribautiana	tenerrima	m	647,57	876,22	4,47	35,44	
	Zyginidia	pullula	w	475,41	666,54	6,32	31,02	

Familie / Unterfamilie	Gattung	Art	Geschlecht	Mandibel					
				Zahntragende Spitze	Anzahl der Zähne	Distales Ende bis Basisanfang	Gesamtlänge	Durchmesser Wendepunkt	Durchmesser Basis
Cixiinae	Hyalesthes	obsoletus	m	13,60	3,00	1018,49	1347,87	5,00	28,30
Asiracinae	Asiraca	clavicornis	m	17,49	5,00	849,74	1143,93	8,06	48,05
Kelisiinae	Kelisia	brucki	m	10,63	5,00	511,99	703,22	5,39	32,57
		monoceros	m	7,07	4,00	436,34	606,20	3,00	27,00
Delphacinae	Dicranotropis	hamata	m	13,93	5,00	607,59	828,73	5,66	34,13
	Ditropsis	flavipes	m	12,37	4,00	571,20	770,27	4,47	26,31
	Javesella	pellucida	m	10,30	4,00	670,23	903,92	5,00	39,00
	Laodelphax	striatella	m	12,53	4,00	547,22	782,58	4,24	32,02
	Megadelphax	sordidula	m	13,04	4,00	647,32	873,52	6,08	37,66
	Ribautodelphax	albostriata	m	13,93	5,00	478,97	663,61	4,47	34,00
		imitans	m	11,00	4,00	543,22	743,33	6,32	31,05
Toya	propinqua	m	10,00	4,00	535,24	721,07	5,83	34,41	

Familie / Unterfamilie	Gattung	Art	Geschlecht	Maxille				Mandibelspitze
				Distales Ende bis Basisanfang	Gesamtlänge	Durchmesser Wendepunkt	Durchmesser Basis	
Cixiinae	Hyalesthes	obsoletus	m	1543,67	1916,53	5,10	27,31	Knötchen statt Zähnen
Asiracinae	Asiraca	clavicornis	m	1034,75	1415,99	5,10	37,54	
Kelisiinae	Kelisia	brucki	m	581,22	800,71	3,00	30,46	Zähne nicht in Reihe
		monoceros	m	474,50	674,68	4,00	19,92	
Delphacinae	Dicranotropis	hamata	m	657,49	919,15	5,00	31,40	Zähne nicht in Reihe
	Ditropsis	flavipes	m	622,96	878,05	3,16	32,25	
	Javesella	pellucida	m	749,85	1086,93	5,00	33,06	Zähne in Reihe!
	Laodelphax	striatella	m	594,02	813,03	4,47	21,95	Zähne nicht in Reihe
	Megadelphax	sordidula	m	700,62	954,90	5,10	35,11	Zähne nicht in Reihe
	Ribautodelphax	albostriata	m	522,92	759,00	4,12	33,54	
		imitans	m	580,09	811,31	3,00	32,89	
Toya	propinqua	m	574,94	788,78	3,61	28,65		

Literatur

GRIMALDI D. & ENGEL, M.S. (2005): Evolution of the Insects, Cambridge University Press.

SINITSCHENKOVA N.D. (2007): Superorder Dictyoneuridea Handlirsch, 1906, In: History of Insects (Edts. Rasnitsyn, A. P., Quicke, D. L. J.), Springer.

STRÜMPEL H. (1983): Handbuch der Zoologie, Volume IV Arthropoda, Part 28 Homoptera (Pflanzensauger), Walter De Gruyter.

TIEFENBRUNNER W., BATUSIC M., RIEDLE-BAUER M., TIEFENBRUNNER A. & M. TIEFENBRUNNER, Physiologische und morphometrische Untersuchungen an Auchenorrhyncha (Hemiptera) in Zusammenhang mit der Ernährungsformtypen – Zuordnung. Entomofauna 31 (22): 341-364, 2010.

ZHERIKIN V.V. (2007): Ecological history of terrestrial insects, In: History of Insects (Edts. Rasnitsyn, A. P., Quicke, D. L. J.), Springer.

AUTOREN: Astrid TIEFENBRUNNER
Martin TIEFENBRUNNER
Wolfgang TIEFENBRUNNER