

Libellenbrief 1

Libellen ganz anders



Kopplungsmuster
bei der Paarung
der Kleinlibellen

Impressum:

Alle Bilder und Text: Karlheinz Schroth

Kontaktadresse: Karlheinz Schroth, Wilhelm-Aschka-Str. 3, 91254 Hohenstadt
Tel. 09123/96060,

Internet: www.libellen.de E-Mail: info@libellen.de

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere die der fotomechanischen Vervielfältigungen oder Übernahme, auch auszugsweise, in elektronische Medien.

Bei Interesse, Auszüge aus diesem Brief in anderen Publikationen oder in der Forschung zu verwenden, kann eine PDF-Datei in hoher Auflösung bereitgestellt werden. Die Bildauflösung ist so gewählt, dass in der Regel bei einer Vergrößerung am Bildschirm mehr zu erkennen ist.

Libellenbrief 1

Libellen ganz anders

Themen

Kopplungsmuster bei der Paarung der Kleinlibellen

Lestes dryas, Weibchen mit blauen Augen

Kopfstehend geschlüpfte Kleinlibellen

Karlheinz Schroth

Themen aus der Areaktionslehre

Mitgliedschaften:

Bund Naturschutz in Bayern e. V. der Ortsgruppe Hersbruck
OdO Gesellschaft deutschsprachiger Odonatologen
NHG Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg e.V.

Kopplungsgriff und Steuerfunktionen bei der Paarung der Kleinlibellen

Einleitung

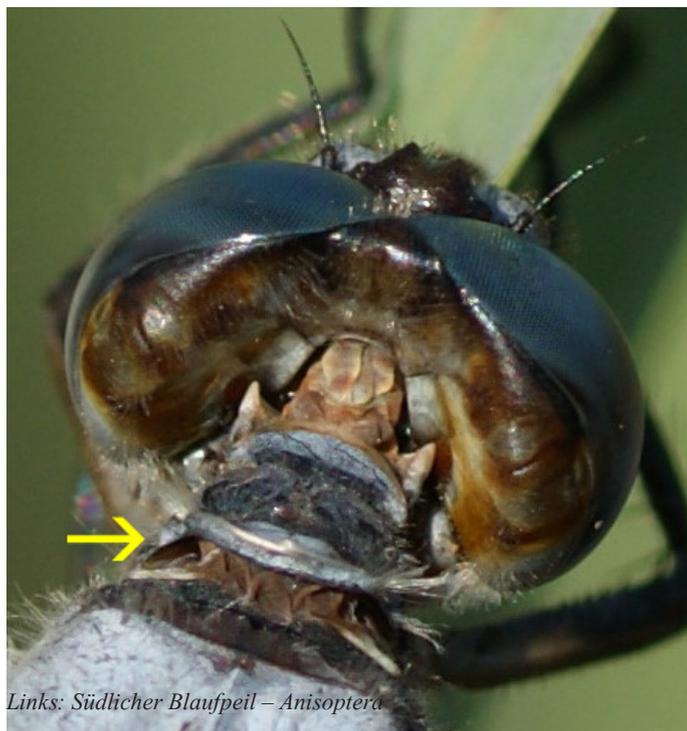
Bei der Paarung der Libellen ist es erforderlich, dass sich das Männchen an das Weibchen ankoppelt, um ein Tandem zu bilden. Bei dieser Ankopplung gibt es unterschiedliche Hal- tungsstrategien, wobei mittels der Anhänge der Männchen das Weibchen mit einem Kopplungsgriff gehalten wird.

Bei Großlibellen geschieht dies, indem die oberen Anhän- ge des Männchens hinter die Augen greifen, der Appen- dices inferiores (unterer Anhang) dagegen greift zwischen die Augen.

Bei Kleinlibellen gibt es verschiedene Strategien der An- kopplung. Verschiedene Arten hängen sich zwischen Vor- derbrust und Hinterbrust (Mesothorax) ein, bei der Ankopp- lung anderer Arten dagegen am Pronotum (Prothorax). *Zygoptera* teilen sich damit in zwei grundsätzlich verschie- dene Haltungsmuster auf: kaudale und rostrale Hal- tungsstrategien. Wenn man das Prinzip des kinetischen Effekts (innerspinale einseitige Aktivitätsmuster – vorwärts und rückwärts gerichtete Konzentrationsstrukturen) Zugrunde legt, wird dies auch verständlich.

Noch kurz zu den Unterschieden zwischen Groß- und Kleinlibellen.

Die Ursachen für die unterschiedlichen Kopplungsmuster liegen in der Beschaffenheit der dorsalen Thorakalstig- men. Sie liegen bei den Großlibellen (Anisoptera) rechts und links der Innenseite kaudal des Pronotums. Ein Kopp- lungsgriff wie bei den Kleinlibellen ist daher nicht möglich, da die Anhänge die Atmungsklappen blockieren würden.



Links: Südlicher Blaufeibel – Anisoptera

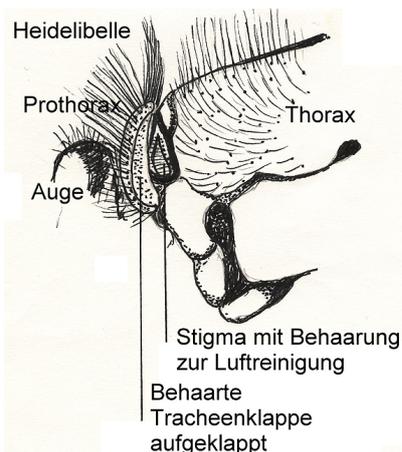
Bei Kleinlibellen (*Anisoptera*) liegen diese Thorakalstig- men (Öffnungen) ebenfalls an selbiger Stelle, jedoch besit- zen sie weitere deutliche Öffnungen dorsal des *Prothorax* und *Mesothorax*. Allen Kleinlibellen ist eines gemeinsam, ganz gleich welches Griffschema Verwendung findet, sie müssen immer darauf achten, dass diese Atmungsöff- nungen freigehalten werden. Alle Haltungsmuster sind danach ausgerichtet.



Rechts: Gemeine Winterlibelle - Zygoptera

Um ein schnelles und exaktes Ankoppeln an das Weibchen zu gewährleisten, haben verschiedene Arten Fixierschie- nen, Fixiermarken oder Fixierkerben bzw. Fixierzeich- nungen entwickelt, die als Leitsystem und dem exakten Ein- rastern dienen.

Es gibt aber auch Kleinlibellen, wie die Pechlibelle und verschiedene Azurjungfern, die komplizierte Kopp- lungsmuster und Zusatz-Anhänge entwickelt haben. Sie besit- zen Ausstülpungen, die für die Kopplung von Bedeutung sind.



Bei Großlibellen sitzen die dorsalen Thorakal- stigmata wie bei dieser Heidelibelle versteckt zwischen Pro- und Metathorax. Sie wer- den durch Klappen geschützt.

Kinetischer Effekt bei Libellen

Das System dürfte ähnlich dem der Säugetiere sein. Dabei werden unter starken Impuls- oder Konzentrationsbedingungen nervenüberschneidende Wirkungen der Aktionspotentiale erzeugt. Beim Säugetier ist es das Rückenmark, bei den Libellen der Abdomen.

Wenn z. B. ein starker Impuls eines motorischen Nervs erfolgt, verursacht dies, je stärker dieser Impuls ist, eine Wirkung auf parallel verlaufende sensible Wahrnehmungsnerven. Da aber magnetische Felder immer nur eine Drehrichtung aufgrund der Richtungsausbreitung haben, wirken diese auf die Gegenrichtung, in diesem Fall hemmend auf die sensiblen Wahrnehmungsmuster.

Alle sozialen Gemeinschaften entwickeln immer im gleichen Maße rostral- und kaudal-dominate Individuen. Sie unterscheiden sich jeweils mit kleinen Abweichungen in den Verhaltensmustern.

Verhaltensunterschiede kann man am besten mit einem Vergleich von Säugetiergruppen ableiten.

Rostraler Effekt: Fluchttierverhalten Kaudaler Effekt: Raubtierverhalten

Eine weitere Hilfestellung für die Einteilung dieser Muster wäre die: rostral bedeutet eine Kugel, die sich nach vorwärts abrollt, sich also gut beschleunigen kann. Kaudal dagegen eine Kugel, die zwar vorwärts rollt, aber eine Drehrichtung nach rückwärts besitzt, also gegen sich selbst läuft und sich eher damit selbst bremst.

Deutlich werden diese Muster auch dann, wenn ein Gewässer austrocknet, denn dann entwickeln die Larven der gleichen Art individuelle verschiedene Überlebensstrategien. Beobachtungen über die Larven der Blaugrünen Mosaikjungfer habe ich dokumentiert. Einzelne Larven graben sich im Schlamm ein (kaudaler Typus), andere dagegen verstecken sich unter Ästen oder Steinen. Wiederrum andere dagegen ergreifen die Flucht und versuchen in der angrenzenden Vegetation (rostraler Typus) bis zur nächsten Regenperiode auszuharren.

Rostrale Haltungsmuster

Rostrale Haltungsmuster basieren auf einem Konzentrationsmuster, das sich rostral ausrichtet (rostraler Effekt), rostral bedeutet zum Kopf hin (vorwärts). Wenn wir vom Abdomen ausgehen, bedeutet dies eine nach vorne gerichtete Konzentration, bei der die sensiblen Nervenbahnen gefördert und die motorischen leicht gehemmt werden. Die Unterschiede liegen darin, dass sie z. B. eine höhere Fluggeschwindigkeit (lineares Flugverhalten) besitzen und ausdauernder sind. Sie reagieren sensibler, was sich auch in einer höheren Zusammenrottung zeigen kann, da sie sozial besser wahrnehmen und agieren. Aber auch ein Massenschlüpfen könnte auf ein Zeichen rostraler Tendenzen hindeuten.

Kaudale Haltungsmuster (rückwärts gerichtet)

Dieser Effekt wird durch einen nach kaudal verstärkten Impuls bestimmt. Dabei werden motorische Nervenfasern gestärkt und sensible Fasern, die entgegen laufen, gedämpft. Die daraus entstehenden Verhaltensmuster können eine geringere Fluggeschwindigkeit bedeuten, da durch eine hohe Motorik auch ein höherer Verbrauch an Energie erzeugt wird. Kaudale Strukturen sind immer stärker nach rückwärts gerichtet (konservativ) als dies bei rostralen Strukturen (Erkundungsfreundlichkeit) der Fall ist. Kaudale Strukturen sind auch sozial weniger sensibel und neigen deshalb eher zu Kannibalismus, Einzelgängertum und stärkerem Revierverhalten.

Untere Anhänge mit Steuerfunktion

Das nachfolgende Foto, das mich auf die Idee sensibler Steuerungsmuster brachte, war ein Weibchen der Glänzenden Binsenjungfer (*Lestes dryas*). Sie hatte am Hinterkopf tiefe Eingrabungen, die Behaarung war nach außen gedrückt, als hätte hier ein Bohrer gewütet. Zudem hatte sie so etwas wie Schleifspuren an der Vorderbrust, Rillen die auf diese Stellen hinwiesen. Später stellte ich fest, dass bei der Gemeinen Binsenjungfer diese Anhänge so lang sind und auch in diesen kleinen Hohlräumen am Hinterlobus arbeiten und agieren. Bei allen anderen Binsenjungfern ist dies nicht so. Dieses Weibchen der Glänzenden Binsenjungfer, hat sicher schon einen Paarungsversuch hinter sich, aber eher mit einem Männchen der Gemeinen Binsenjungfer.



Glänzende Binsenjungfer (*Lestes dryas*) Tempora mit Einbohrungen



Gemeine Binsenjungfer und Winterlibelle die sich sträubt.

Eine seltene Aufnahme gelang mir bei einer Fehlpaarung. Das Weibchen sperrt sich bei der Paarung. Das ist auch ganz klar. Ein Männchen der Gemeinen Binsenjungfer versucht eine Gemeine Winterlibelle (*Sympecma fusca*) zur Paarung zu bewegen.

Links: Lestes sponsa, 18.06.2009 Lettenweiher

Schon durch die ungewöhnlichen Beinwinkel der Winterlibelle (Bild unten) wird deutlich, dass sie sich extrem sträubt. Bei der Gemeinen Binsenjungfer sind die Beine verhältnismäßig gut in die Hydrowinkel strukturiert ($104,48^\circ$ und $75,25^\circ$).

Die Beine der Winterlibelle sind extrem angewinkelt und es sind keine Hydrowinkel-Muster zu erkennen, was auf eine Stresssituation hinweist. In der Vergrößerung ist deutlich zu erkennen, dass sich die hinteren Anhänge des Männchens gut einpassen, jedoch ist der Abstand zum Kopf hin zu kurz. Die vorderen Anhänge bohren sich zu sehr in den Hinterkopf der Winterlibelle ein, da sie zu lang sind. Zudem scheint die Gemeine Binsenjungfer über diese langen Anhänge die Paarung mit zu steuern. Dies ist bei der Winterlibelle anders, sie kennt die Signale nicht und geht wegen der Schmerzen die sie hat, im wahrsten Sinne des Wortes in die Knie. Das Männchen versucht zwar mittels hin- und herschwenken das Weibchen zur Paarung zu bewegen, zu einem Paarungsrade wird es aber nicht kommen. Im Bild unten sieht man auch noch einmal die Winkelhaltungen der Beine, die für mich schon beim Ansehen schmerzhaft wirken.

Zieht man eine Linie der Beingelenke und verlängert man diese, weisen sie eine deutliche Orbitalbildung zu den Augen hin auf. Diese Orbitalbildung der drei Beingelenke bezieht den Schmerzpunkt am Hinterkopf mit ein. Anders ist es am Bild auf der nächsten Seite.

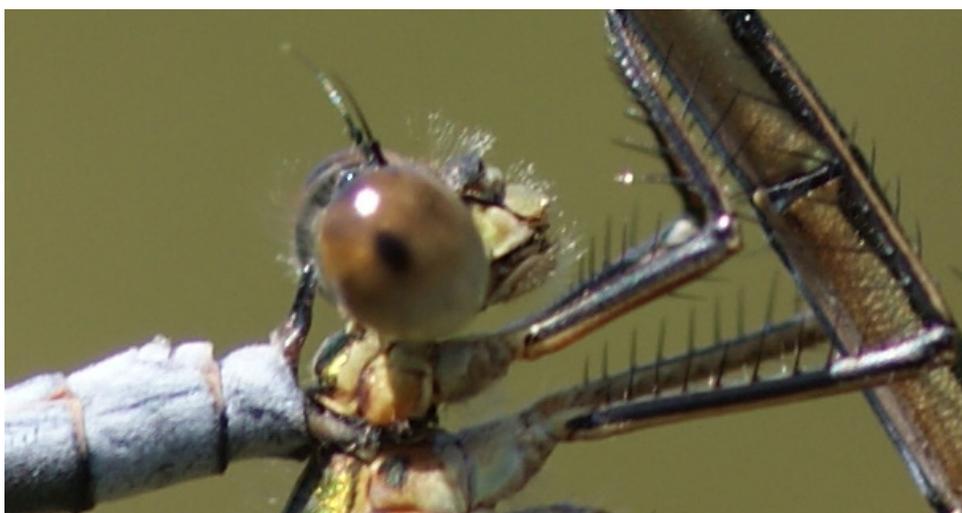




Simpepma fusca 2009 Lettenweiher

Die *A. superiores* sind bei der Winterlibelle viel kürzer als bei *Lestes sponsa*. Sie sind den Anhängen von *Lestes virens vestalis* sehr ähnlich.

Das obere Bild ist entstanden als dieses Männchen der Winterlibelle eine Massage durchführte, bei der sie den Abdomen krümmte und die unteren Anhänge auf ihre Funktion hin überprüfte. Die Haltung von *A. inferiores* entspricht denen, welche diese bei der Paarung einnehmen.



Normale Situation bei der Gemeinen Binsenjungfer. Die unteren Hinterliebsanhänge haben genügend Spielraum um steuernd eingreifen zu können. Das Weibchen scheint darauf abgestimmt zu sein und besitzt auch an dieser Stelle Sensillen.

Paarungsirrtümer sind nichts ungewöhnliches

Nach einer Tabelle von JÖDIGE kommt es zu einer Fehlpaarung und Tandembildung von Lestidenarten untereinander, auch zur Bildung von Tadems von *L. sponsa* mit Fehlpaarungen anderer Kleinlibellenfamilien. Wobei es zu einer Fehlpaarung mit einem Männchen von *L. sponsa* und einem Weibchen von *Erythromma najas* (TÜMPLE 1922) und ebenso *L. viridis* und *Erythromma viridulum* (JURZITZA 1966) kam.

Dies ist natürlich auch nichts ungewöhnliches, denn beide Weibchen gehören Arten an, die einen rostralen Kopplungsgriff (hintere Anhänge klammern) verwenden. Anders sieht es bei einer Fehlpaarung mit *L. sponsa* Männchen und *Enallagma cyathigerum* Weibchen (KUNATH 1992) aus.

Die Gemeine Becherjungfer hat einen kaudalen Zangenriff. Ob diese Fehlkopplung in der freien Natur oder im Labor stattfand wurde nicht genannt. Hier handelt es sich scheinbar um eine der ganz wenigen Ausnahmen.

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass Fehlpaarungen unter Libellen mit kaudalem Kopplungsgriff häufiger sind als Fehlpaarungen zwischen Libellen, die eine unterschiedliche Griffvariante haben. Sehr selten sind *Erythromma*-Kopplungen mit Azurjungfern. *Erythromma (najas und viridulum)* gehören der Familie der COENAGRIONIDAE an, doch stehen sie der Gruppe der LESTIDEN näher, in Bezug auf die Ausrichtung des Kopplungsgriffs, als alle anderen Mitglieder ihrer Familie. Dabei ist ja auch zu beachten, dass mit der Zugehörigkeit der kaudalen oder rostralen Komponente auch zugehörige Verhaltensstrukturen verknüpft sind.

Griff-Muster der Kleinlibellen

Es gibt zwei unterschiedliche Griff-Varianten

Rostraler Kopplungsgriff

Hintere Anhänge wirken als Zange, vordere Anhänge steuern.

Primär: obere Anhänge

Alle Teichjungfern, Granataugen, Adonislibellen



Kaudaler Kopplungsgriff

Vordere Anhänge wirken als Zange, hintere Anhänge steuern.

Primär: untere Anhänge

Pechlibellen, Wahrscheinlich alle Azurjungfern, Blaue Federlibelle



Bild oben: Bei *Lestes sponsa* sind deutlich die unteren Anhänge als Stimulationsgeber erkennbar. Sie sind frei beweglich und können differenzierte Signale an die Sensillen des Weibchens weitergeben, die sich nur dort befinden. Bild unten: Bei *Ischnura elegans* werden die unteren Anhänge als Zangen verwendet. Die oberen Anhänge dienen als Signalgeber, die eventuell auch die Regulation zur Steuerung des Weibchens zum Radschluss mit übernehmen. Durch diese zwei Grundvarianten entwickeln sich verschiedene Verhaltensmuster.

Beim rostralen Zangengriff hängen sich die hinteren Anhänge ein, die vorderen Anhänge werden dazu benutzt dem Weibchen Hilfen (Signale) zu geben, die es braucht damit es sich auf Vorpaarung, Paarung und Abflug vorbereiten kann. Hier scheint es aber auch Unterschiede zu geben, je nach Art und wie viele Signale möglich sind. Beim kaudalen Zangengriff hängt sich das Männchen an dafür vorgegebenen Ausbuchtungen der Vorderbrust mit seinen unteren Anhängen ein. Die hinteren Anhänge dienen als Signalgeber. Die vorderen Anhänge sind dabei in einer Starre. Die Konzentration dagegen wirkt auf die hinteren Anhänge und bildet dadurch eine nach rückwärts gerichtete Konzentrationsdominanz.

Wie funktionieren Steuerungsmuster im Tierreich?

Da hilft es sicher sich einmal mit den Hilfen, die man Pferden gibt, zu befassen. Das Reiten funktioniert nicht anders als die Muster, die bei einem Tandem zur Anwendung kommen.

Der Reiter muss dem Pferd Hilfen geben, damit es weiß, was von ihm verlangt wird und wie es sich verhalten darf. Die Hilfen müssen eindeutig sein. Es gibt beim Reiten zwei grundlegend verschiedene Reitweisen. Die klassische englische Reitweise und das Westernreiten.

Sie unterscheiden sich dadurch, dass bei bestimmten Anforderungen die man an das Pferd stellt, scheinbar grundverschiedene Befehle gegeben werden. Man kann ein Pferd in eine Richtung Steuern indem man einen Druckpunkt mit dem Schenkel setzt, das Pferd dann um diesen Druckpunkt herum lenkt (englische Reitweise). Man kann aber auch durch das Weghalten des Schenkeldrucks, dem Pferd die Freiheit lassen, in dieselbe Richtung zu steuern (western Reitweise).

So ähnlich kann man dies auch bei den meisten Kleinlibellen mit der Steuerung verstehen. Es gibt verschiedene Methoden um gleiche Wirkungen zu erzeugen. Entscheidend ist, dass sie evolutionstechnisch eingeübt sind oder dem Individuum entsprechen.

Entscheidend für eine entsprechendes Reaktionsmuster könnte sein, indem ein Männchen Druck aufbaut, um ein Verhalten zu erzwingen. Es kann aber auch dem Weibchen den Freiraum geben, ihren Bedürfnissen, die auch von dem Männchen erwartet werden, nachzukommen. Wichtig ist für die Steuerung eine klare Definition der Hilfen entsprechend der artspezifischen Ausführung.

Die Anhänge, die für die Zangenhaltung der Libellen (fester Kopplungsgriff) verwendet werden, kann man auch als Primäranhänge bezeichnen.

Die Anhänge, welche eine Steuerung durchführen oder begünstigen, könnte man als Sekundäranhänge benennen, da sie differenziert bei der Paarung agieren können, wobei sie bei manchen Arten auch nur als Ein- und Ausschalter funktionieren.

Hier steht die Frage im Raum, welche Möglichkeiten der Hilfen der Sekundäranhänge für welche Aktionen gegeben werden können bei der:

Vorpaarung, Paarung, Flugvorbereitung und Eiablage.

Die möglichen Hilfen: Auflegen der Anhänge mit oder ohne Druck; loslassen und Anheben der Anhänge; agieren durch Reizbewegungen; spreizen und zusammenziehen oder die seitliche Steuerung durch einseitige Wirkungen der Sekundäranhänge.

Es gibt viele Möglichkeiten für verschiedene Signale und deren Bedeutung. Druck der beim Auflegen der Anhänge ausgeübt wird, lässt sich auch bei genauesten Fotoaufnahmen nicht feststellen. So wird vieles auch in Zukunft im Dunkeln bleiben und nur als Vermutung im Raum stehen.

Was sich aber doch herauskristallisiert, ist die Beobachtung, dass bei allen Binsenjungfern die Sekundäranhänge in der Phase der Paarung (Kopulation und Eiablage) freigestellt werden. Dem Weibchen wird sozusagen der Druck oder die Reizung genommen, die auf die Vorderbrust oder den Hinterkopf, wie bei *Lestes sponsa*, wirken können.

Dies erklärt auch warum Pechlibellen oder Hufeisenzurjungfern stehend auf den Weibchen platziert sind. Ihre Sekundäranhänge liegen hinten und deshalb ist für sie eine Eiablage wie bei den Binsenjungfern nicht möglich.



Anhänge in der Kopulationsstarre

Beschreibung der Arten mit rostralem Kopplungsgriff

Großes Granatauge, *Erythromma najas* (Hanseemann, 1823)

Rostrale Paarungsmuster,
Primäranhänge: A. superiores

Die oberen Anhänge des Großen Granatauges geben Rätsel auf, denn Sie bestehen aus zwei Teilen, die unabhängig voneinander agieren können. Wenn man das Gegenstück der weiblichen Brust betrachtet, wird deutlich, dass diese nicht so agieren, wie es bei den *Lestes*-Arten der Fall ist, indem sie sich um die weibliche Brust klammern. Vielmehr bilden sie eine Klammer, die sich in einem Teil (oberhalb blau bereift) am vorderen Kragen des Mesothorax (1) und seitlich hinter dem Hinterlobus einspreizt. Dabei wird deutlich, dass die Thorakalstigmen (2), die bei der Häutung dort austreten während der Tandemformation nicht genutzt werden können.

Kleinlibellen (Zygoptera) haben deshalb Atmungsöffnungen (3+4) entwickelt, die sie während der Tandemformation und Eiablage benutzen können.

Zudem wird hier auch deutlich, dass die dorsalen Thorakalstigmen (2), die bei der Häutung dort angeheftet waren, während der Tandemformation nicht genutzt werden können, da sie durch das Ankoppeln vollkommen verdeckt sein müssen. So bleibt der Libelle nichts anderes übrig, als die dorsalen Atmungsöffnungen (3 und 4) zu benutzen. Die Frage ist nur ob diese ursprünglichen Stigmen, wie sie auch bei den Großlibellen vorkommen, bei *Erythromma najas* noch genutzt werden, was der Fall sein dürfte, denn wenn man die Stigmenklappen genau betrachtet erkennt man im dorsalen Bereich eine kleinen Splat, der geöffnet scheint.





Juveniles Männchen von *E. najas*.
Der Hinterlobus beim Männchen ist anders geformt als beim Weibchen.



Die Merkmale der Tandems zwischen *Erythromma najas* und *E. viridulum* sind deutlich, wenn wir das Bild auf der nächsten Seite vergleichen. Die Augenfarbe von den Weibchen bei *E. najas* haben orange-farbene Augen, Brust und Abdomen sind gelblich grün. Das Abdomen ist stärker ausgeprägt, die Krümmung ist rund.

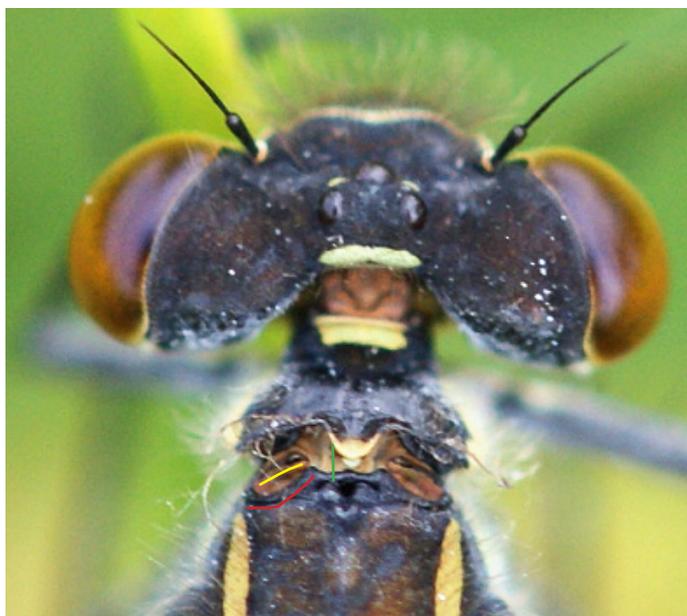
Bei *E. viridulum* dagegen ist das Abdomen viel schmaler und stärker abgeknickt. Die Weibchen haben eher gelbe Augen mit einer braunen Kappe.

Bei *E. najas* bilden die obere Anhänge mit ihren daneben sitzenden wulstigen Auswüchsen eine Einheit. Die A. inferiores scheinen verkümmert zu sein.

Darunter befinden sich weitere stempelartige Aufwölbungen, die auf den Prothorax des Weibchens wirken.

Die Technik der Ankopplung bei dieser Art lässt sich an den beiden unteren Bildern verdeutlichen.

Ich habe die vermeintliche Andockstelle der oberen Anhänge rot markiert. Sie sitzen auf dem vorderen Rand des Mesothorax und können, wie dies bei *E. viridulum* der Fall ist, nicht alleine halten. Vielmehr haben sie Zusatzanhänge, welche in die tellerartigen Mulden greifen und zum Teil unter die Vorderkante des Mesothorax greifen und eventuell eine Klammer bilden.

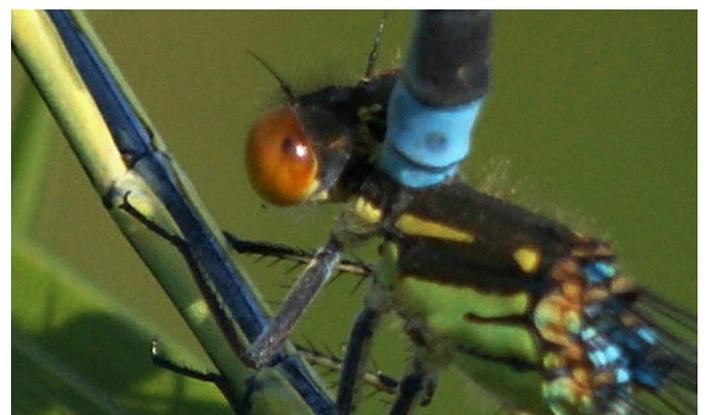


Diese Mulden (gelbe Markierung) stellen wahrscheinlich die Klappen der Thorakalstigmen dar. Zwei braune runde Elemente sitzen direkt an der Öffnung der Stigmenklappen. Ob es sich um Parasiten handelt kann ich nicht sagen. Bei der Betrachtung des rechten Bildes fällt auf, dass das Pronotum zurück geklappt ist. Hier spätestens muss klar sein, dass das Weibchen aktiv beim Haltegriff beteiligt sein dürfte. Die Berührung mit dem männlichen Anhang auf die Stigmen dürfte einen Reflex auslösen, der das Pronotum zurück klappt und damit diese Zusatzanhänge die nach hinten hin verschmälert sind fest verriegelt.

Das Männchen kann sich dann nur noch von dieser Koppelung befreien, wenn das Weibchen es zulässt.

Auch hier wird verständlich, dass das Ende des Hinterlobus des Weibchens gewellt sein muss im Gegensatz zu *E. viridulum* und *E. lindenii*.

Die Weibchen legen ihre Eier untergetaucht ab (siehe "Die Libellen BW, Band 1"). Dieser Kopplungsgriff mag auch erklären, warum die Männchen bei *E. najas* mit untertauchen müssen, im Gegensatz zu *E. lindenii*, bei der sich das Männchen bei der submersen Eiablage trennt.



Kleines Granatauge, *Erythromma viridulum* (Charpentier, 1840)

Rostrale Paarungsmuster, Primäranhänge: A. superiores



Wolfshöhe 29.07.2009 Lettenweiher bei Lauf

Wie auf dem Bild zu sehen ist, verwendet das Kleine Granatauge (*Erythromma viridulum*) nicht die Hinterkante des Pronotums zum Einhängen der A. superiores, sondern eine Einkerbung vorderseits des Synthorax, der leicht konisch nach hinten verläuft, so dass kleine Größenunterschiede der oberen Anhänge des Männchens ausgeglichen werden können. Die nach innen gedrehten Spitzen der A. superiores greifen wahrscheinlich in den Spalt zwischen den Hinterlobus und Mesothorax ein. Sie ist eindeutig eine Art, mit rostralen Kopplungsgriff. Die Sekundäranhänge sind die A. superiores. Die A. inferiores sind verkümmert, welche Rolle sie spielen, konnte ich nicht klären.

Deutlich sind bei dem Weibchen (nächstes Bild) einer frisch geschlüpften *E. viridulum* die Einbuchtungen zwischen Hinterlobus und Mesothorax zu erkennen. Daneben eine Abbildung von einem Männchen. An der Stelle, an der das Weibchen die Ausbuchtung hat, besitzt das Männchen Aufwölbung.



Bild links: Ein frisch Geschlüpftes Weibchen von *E. viridulum*. Der Pfeil zeigt die Stelle, an der sich die hinteren Anhänge ankoppeln. Typisch ist auch für diese Art, dass sie auf dem Wasser schlüpft und sich beim Jungfernflug oft senkrecht wie ein Hubschrauber 10 bis 15 Meter hochschraubt und dann zum Wald hin abfliegt.

Bild rechts: Ein paarungsaktives Männchen. Bei ihm ist die Wölbung oberseits zu erkennen, ebenso der verlängerte Hinterlobus.



W. Drayer schreibt, dass das Männchen während der Eiablage im Winkel von 45° auf dem Weibchen steht. Eine Abb. in „Libellen BW von F. Labhardt“ zeigt ein angekoppeltes stehendes Männchen mit einem Winkel von exakt $37,76^\circ$ zum Horizont (Beta/2 Hydrowinkel). Diese Haltung finden wir bei keinen der anderen Coenagrionidae-Arten. Dass *E. viridulum* diese halbstehende Haltung einnimmt, ist sicher auch auf den verkümmerten *A. inferiores* zurückzuführen. Sie müssten beim Kopplungsgriff direkt am hinteren Rand des Pronotum liegen. Ob sie dort auch steuernde Funktionen übernehmen? Beim Männchen auf dem Bild ist an dieser Stelle ein kleiner Fortsatz (Hinterlobus) zu erkennen, der als Barrikade, beim Weibchen als Passermarke dienen könnte. Hier bedarf es noch weiterer genauerer Untersuchungen um eine klares Bild zu bekommen. Kommt es auch aufgrund dieser Eigenschaft der Kopplungsmuster dazu, dass Tandems häufig auseinander brechen und das Weibchen die Eier oft alleine in das Pflanzensubstrat ablegt?



Deutlich ist in der Vergrößerung mit Aufhellung des Bildes die Haltung der *A. superiores* zu erkennen.



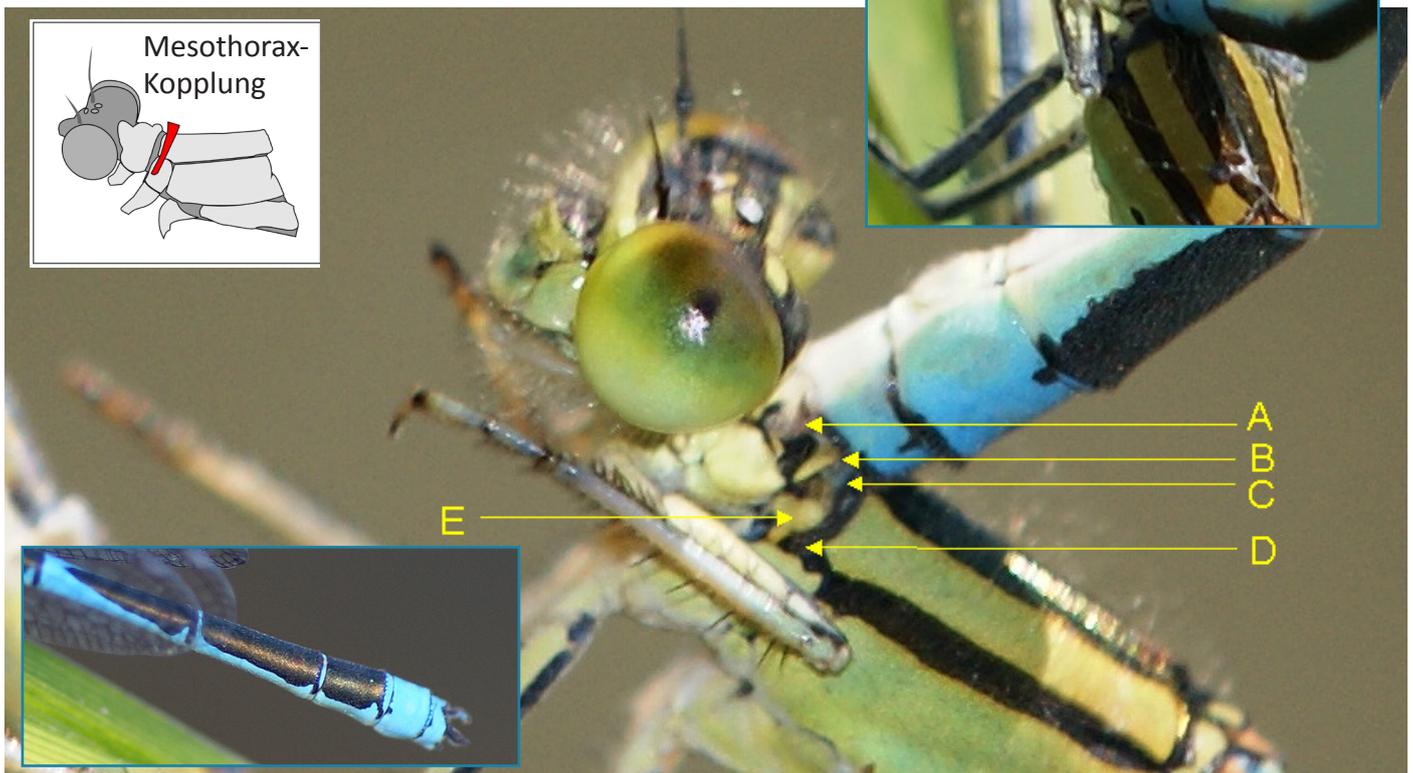
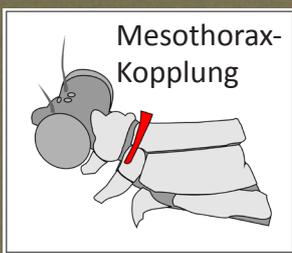
Pokaljungfer, *Erythromma lindenii* (Selys, 1840)

Rostrale Paarungsmuster,
Primäranhänge: A. superiores

Erythromma lindenii Männchen koppeln sich am vorderen Rand der Mesothorax an das Weibchen an, wie alle anderen *Erythroma*-Arten. Das Kopplungsmuster ist ähnlich wie bei *E. viridulum*. Deshalb scheint das Verhalten während der Eiablage auch ähnlich zu sein, denn auch bei ihr kommt es zu einer Schrägstellung der Männchen von 37,76° (Beta/2 Hydrowinkel) über dem Weibchen, zur horizontalen ausgerichtet. Die Zangen von *E. lindenii* sind am Ende zusätzlich etwas nach innen gerundet und passen sich einer runden Ausbuchtung (E) lateral des Mesothorax an. Diese nach außen gerichtete Wölbung ist auch ein zusätzliches Erkennungsmerkmal (B. Dijkstra 2006). Nun versteht man auch warum. Die Appendices superiores (D) sind die Primäranhänge, die alleine die Ankopplung bewirken können. Unterhalb der oberen Anhänge (C) ist ein kleines blaues Teil zu erkennen, dessen Bedeutung fraglich ist. Jedoch stellt es nicht zusätzlichen Auswüchse wie bei *E. najas* dar, die eingeklemmt werden können. Das Männchen kann sich deshalb bei der submersen Eiablage wieder leicht vom Weibchen trennen, sobald dieses untertaucht.

Die Platte des Hinterlobus (B), die nach oben aufgerichtet ist, hält die Abstände der Anhänge des Männchens auf die richtige Plazierung, deshalb benötigen die *A. superiores* keinen Basalzahn.

Die unteren Anhänge (A) dagegen liegen ähnlich wie bei der Glänzenden Binsenjungfer und sind fast nicht zu erkennen. Sie können keine Haltefunktion haben, sondern dienen wahrscheinlich der Steuerung. Vor allem eine seitliche Steuerung könnte dadurch wesentlich verbessert werden. Auch bei diesem Bild ist des Pronotum nach hinten geklappt, so dass die Pro/Mesothorax-Spalte verschlossen ist ähnlich wie bei *E. najas*.



Gemeine Binsenjungfer *Lestes sponsa* (Hansemann 1823)

Rostrale Paarungsmuster,
Primäranhänge: A. superiores

Ein deutliches Unterscheidungsmerkmal der Gemeinen Binsenjungfer in der Familie der Teichjungfern sind die unteren Anhänge (Appendices inferiores) des Männchens. Sie sind im Gegensatz zu anderen Binsenjungfern-Arten sehr langstielig.



Kaudal am Pronotum liegen freie glatte Stellen. Werden sie als Kontaktstellen für ein eventuelles Ansaugen des Abdomen verwendet um die Haltung zu verbessern? Gibt ihre Form auch Aufschluss über die Art oder dient sie einfach nur um ein Klebe-Sekret dort anzubringen?



Lestes sponsa ist eine typische Art mit rostralen Paarungsmustern. Die A. inferiores greifen exakt in den Spalt zwischen Pronotum und *Mesothorax*. Differenzierte Wirkungsmuster werden dabei mit den unteren Anhängen ausgeführt. Bei allen Binsenjungfern ist dies vom Prinzip her so.

Das Weibchen ist mit Milben besetzt, dies ist bei den *Lestiden* sehr häufig zu beobachten.

Das Paar ist in der Koppula, in der es durch Pumpbewegungen das Sperma auf das Weibchen überträgt.



Hier nun einige mögliche Steuerungsmuster der Sekundäranhänge, in diesem Fall sind es A. inferiores.



Typisches Haltungsmuster der unteren Anhänge. Können sie das Weibchen steuern?



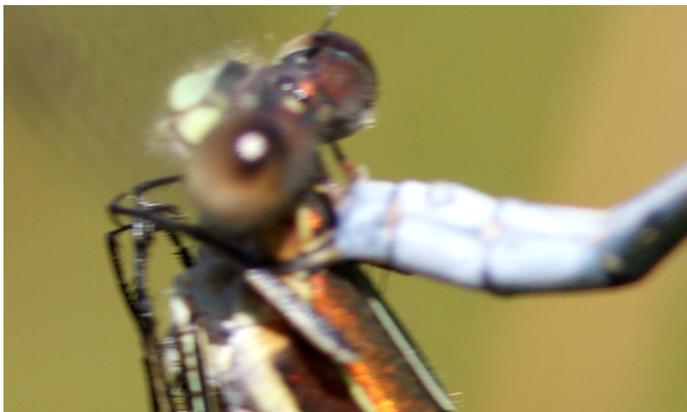
Untere Anhänge leicht zusammen gezogen.



Untere Anhänge leicht gedreht



Die Anhänge werden nach oben möglichst weit vom Hinterkopf weggehalten.



Anhänge können unabhängig eingesetzt werden. Für eine seitliche Steuerung bei der Bildung des Paarungsrades.



Damit sie möglichst keine Reizungen und Störungen bei der Paarung verursachen.



Diese Abbildung der Gemeinen Binsenjungfer und zeigt die Bewegungsmöglichkeiten der Anhänge

Glänzende Binsenjungfer *Lestes dryas* (kirby, 1890)

Rostrale Paarungsmuster,
primäre Haltezangen: A. superiores



Bei *Lestes dryas* wird der Zusammenhang zwischen der Form von A. inferiores und der Struktur des weiblichen Pronotum deutlich.

Im Bild links ist das Tandem auf den Flug eingestellt. Mit dem Anlegen der A. inferiores seitlich des Vorderlobus wird das Signal dazu gegeben.

Im unteren Bild zeigt sich, dass während das Weibchen sich am Pflanzenstiel fest hält, die unteren Anhänge gelockert werden, ebenso während der Eiablage.

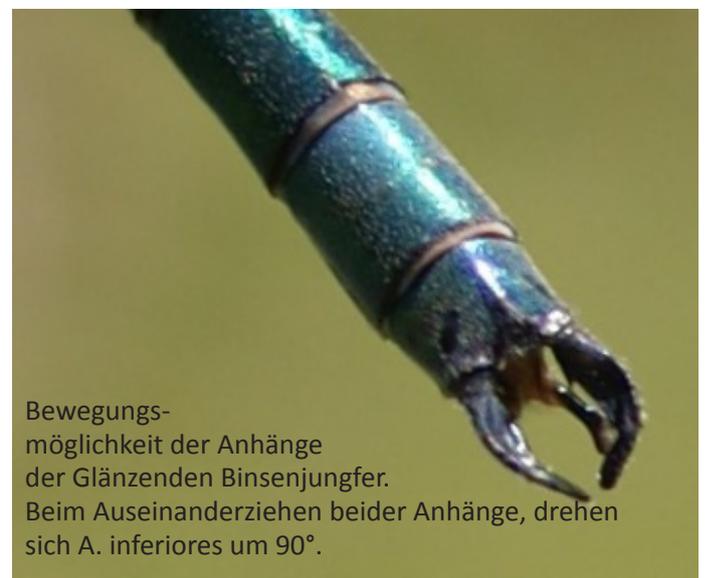
Das Weibchen scheint nun die Kontrolle zu übernehmen, so dass sie entscheidet, in welcher Richtung die Eiablage stattfindet, auf- oder abwärts die Eier in die Pflanze gestochen werden.



Die Richtung beim Einstechen der Eier werden demnach bei den Kleinlibellen vorwiegend von den Weibchen bestimmt.

Bei den Prachtlibellen (die nicht in Tandemformation ablegen) und einigen Azurjungfern, die oft unter die Wasseroberfläche eintauchen, ist eindeutig ein nach unten gerichtetes Eiablagenschema bekannt.

Bei *Lestes virens vestalis* dagegen kommt es häufig vor, dass das Eiablagenschema nach oben ausgerichtet ist. Deshalb kommt es oft vor, dass die Weibchen dieser Art alleine ihre Eier einstechen, da das Paarungsrad auseinandergebrochen ist. Wie am Titelbild deutlich wird, ist dies eine Folge eines nach oben gerichteten Ablageschema, das durch das Weibchen bestimmt wird.



Bewegungsmöglichkeit der Anhänge der Glänzenden Binsenjungfer. Beim Auseinanderziehen beider Anhänge, drehen sich A. inferiores um 90°.



Bei dieser Gebänderten Heidelibelle (*Sympetrum pedemontanum*) sieht man den Bewegungsspielraum der Genickdorne. Sie hatte zuvor den Kopf nach oben geklappt, und dabei in der Genickkugel, kleine Zwischenlappen verschoben. Wahrscheinlich wollte sie diese durch ständiges klappen der Genickdorne verändern. Auch stellt sich die Frage welche Funktion diese Dorne besitzen.

Betrachtet man dieses Foto genau (Weibchen mit blauen Augen), wird man erkennen, dass die Löffelchen der *A. inferiores* nicht nur das Pronotum halten, sondern auch die Genickdorne mit einbeziehen. Ist das eine Fehlhaltung oder ist es auch ein zusätzliches Steuerungsmuster von *Lestes dryas*? Das ungewöhnliche an der Situation; das Paar ist auf einer Pflanze gelandet, die nicht zur Eiablage geeignet ist. Will das Männchen mit dem starken Griff dem Weibchen signalisieren oder ihr keine Wahl lassen und darauf drängen wegzufiegen und die Pflanze los zu lassen?

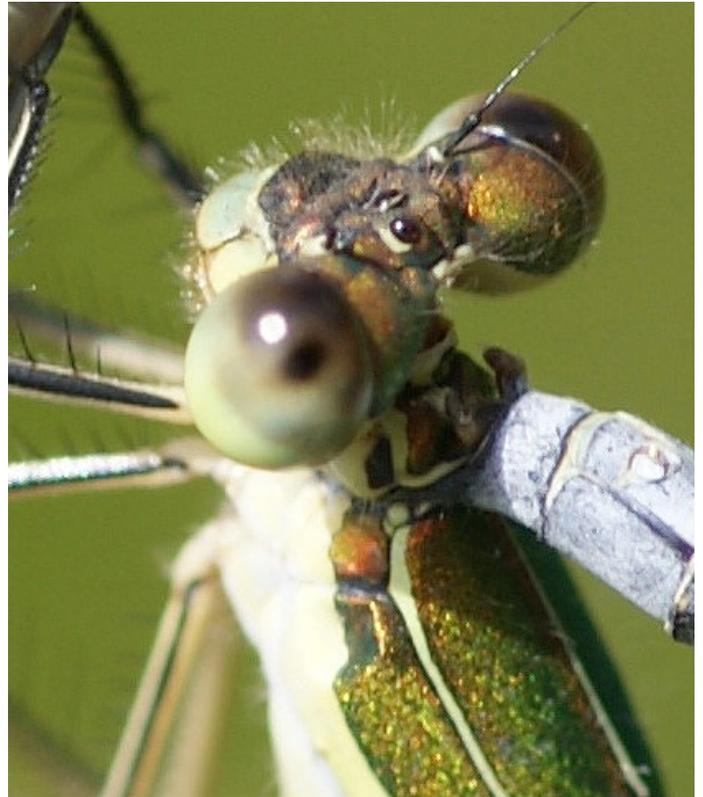


Im unteren Bild ist dies anders. Die Binse ist die richtige. *A. inferiores* haben keinen Kontakt. Das Weibchen kann nun mit der Eiablage beginnen.



**Kleine Binsenjungfer,
Lestes virens vestalis (Rambur, 1842)
Rostrale Paarungsmuster,
primäre Haltezangen: A. superiores**

Bei *Lestes virens* sind die Haltemuster sehr deutlich. Die oberen Anhänge werden zwischen *Prothorax* und *Mesothorax* eingehängt und dienen als Haltezangen. Die unteren Anhänge dagegen dienen auch bei ihr als Sekundäranhänge, die steuernd wirken. Die Signale sind hier anlegen und loslassen. Es ist anzunehmen, dass sie für die seitliche Steuerung verwendet werden können, was auch erklären würde, dass es bei den Binsenjungern nur selten zu schwierigen Ankopplungen für die Kopulation kommt.



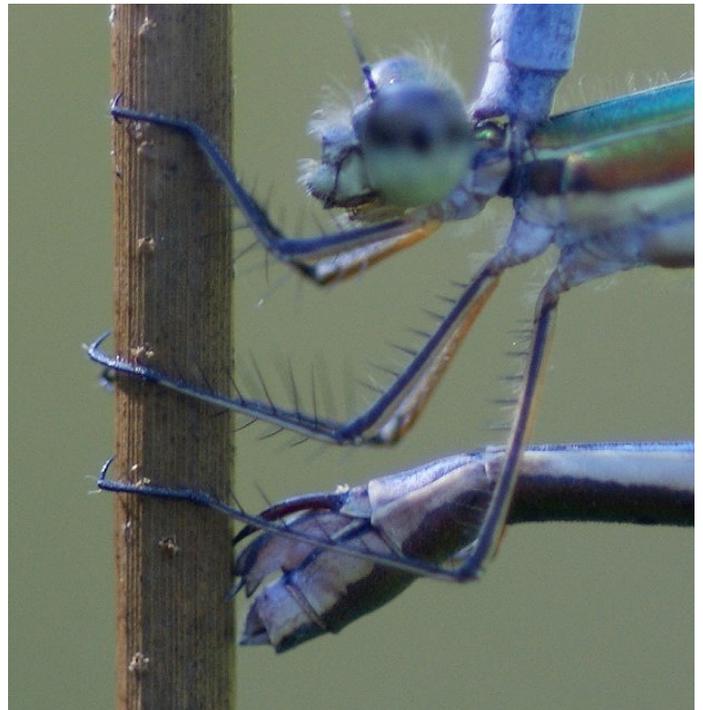
Schließen des Paarungsrades, die unteren Anhänge dürfen das Weibchen nun nicht mehr berühren. So kann bei der Ankopplung durch leichtes einseitiges Antippen die seitliche Ausrichtung des weiblichen Abdomen korrigiert werden.



Flugvorbereitung: Hier sind die Steuerzangen (A. inferiores) angelegt. Jetzt wird gleich weggeflogen.



Das Paar sitzt an der Binse. Auch hier heißt das Anlegen der unteren Anhänge warten bis das Männchen die Paarung einleitet.

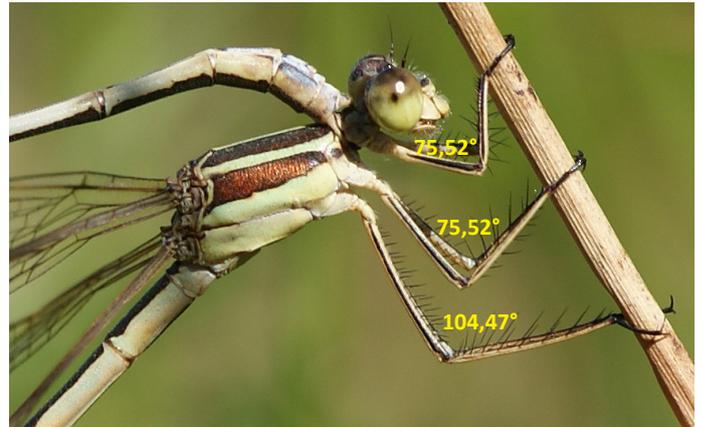


Auch bei der Eiablage dürfen die unteren Anhänge das Weibchen nicht berühren. Sie würde sonst mit dem Einstechen der Eier aufhören und sich auf den Abflug an eine andere Binse vorbereiten.

Lestes virens vestalis

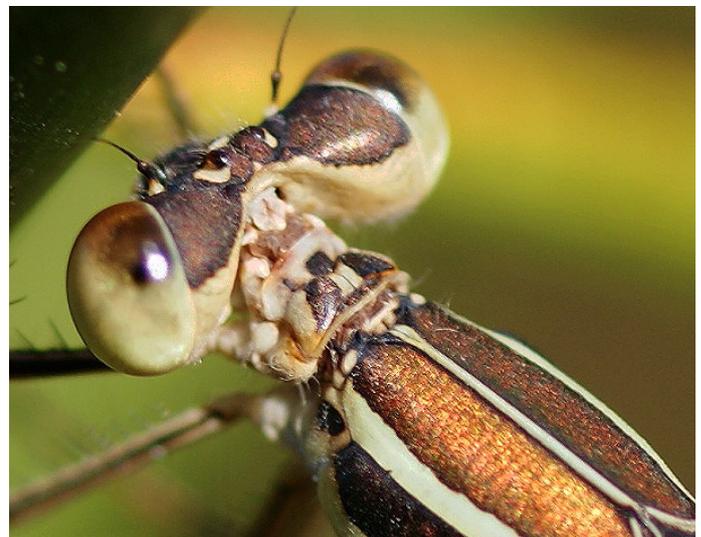


**Südliche Binsenjungfer,
Lestes barbarus (Fabricius, 1798)**
Rostrale Paarungsmuster,
primäre Haltezangen: A. superiores



Bei der Südlichen Binsenjungfer sind die Kopplungsmuster ähnlich der Kleinen Binsenjungfer. Die A. superiores bilden die Haltezangen für die Kopplung in der Spalte zwischen dem Prothorax und dem Mesothorax. Die Unteren Anhänge dagegen sind sehr kurz, haben aber nicht die spitzen Enden wie bei *Lestes virens*. Die Kleine Binsenjungfer umgreift die beiden dunklen Aufwölbungen dorsal der Seitenlobi. Bei der Südlichen Binsenjungfer dürften A. inferiores eher wie ein Stempel aufliegen. Im unteren Bild erkennt man deutlich wie wichtig es ist, dass das Männchen in dieser Situation die A. inferiores von der Auflagestelle am Pronotum fern hält.

Hier ist gut die Einlagerung der A. superiores zu erkennen, die sich bis zum Coxa der Vorderbeins durchziehen.
Bild unten: Die Anhänge haben bei *Lestes virens*, wie auch bei den anderen Binsenjungfern, umfangreichen Aktionspielraum. Hier wird die Bewegungsfreiheit der oberen sowie der unteren Anhänge deutlich.



Lestes barbarus
08.09.2009
Murner See

08.06.2010 Neusiedler See,
Lange Lake



Das linke Bild zeigt ein Weibchen in juveniler Ausfärbung. Es hält alle Flügel auf einer Seite, wie es auch die Winterlibellen tun. An den Flügeln sitzen zwei Gitzten, die an den Längsadern Lymphe saugen. Bei Libellen in südlicheren Gefilden sind Gnitzen sehr häufig.

Im Bild oben ist die genaue Stelle noch einmal zu erkennen, an der *A. superiores* am Thorax greifen. Im Bild unten dagegen ist die Eingreifstelle (Promeso-Spalte) gut erkennbar, in ihr sieht man beidseits die Thorakalstiegmien.



Lateralansicht: Bei *Lestes barbarus* ist der Hinterrand der Lobusplatte wesentlich höher als bei *Lestes virens* und *Sympecma fusca*, die ähnliche Anhänge besitzen. Ist dies ihr Kopulationsschutz gegen Fehlpaarungen.

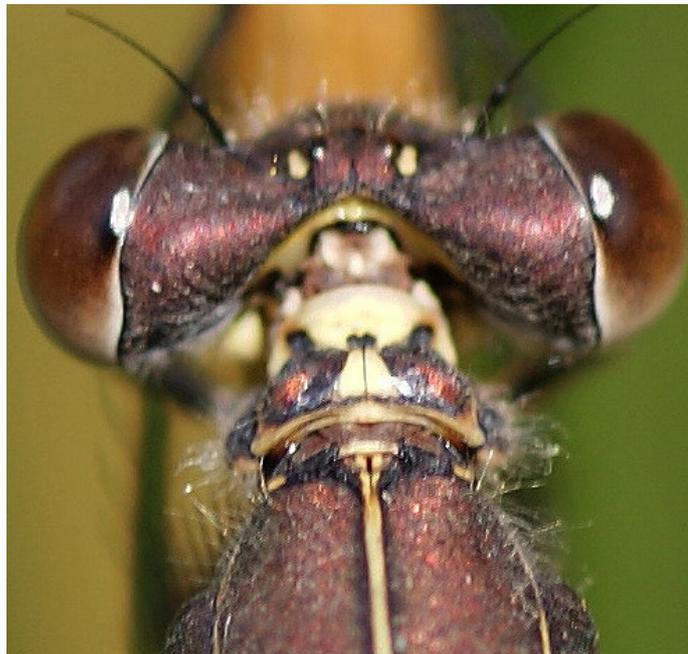
Unterschiede des Pronotum der drei häufigen Lestidenarten



Bei *Lestes virens vestalis*, Vorderlobi rund mit seitlichen Einbuchtungen. Zeichnung auf Vorderlobi meist in der Mitte rund, außen etwas kleiner.



Bei *Lestes sponsa* ist der Rand des Vorderlobus rund. Die Zeichnung medial oft rechteckig und größer als die seitlich liegenden Punkte, die nur schwach ausgebildet sind.



Bei *Lestes dryas* (braune Augen-Variante) ist der Rand des Vorderlobus gerundet. Seitlich dagegen ist er abgeflacht und besitzt leichte Einwölbungen. Die Zeichnung auf dem Vorderlobus besteht in der Mitte aus zwei deutlich kleineren Punkte, seitlich sind sie dagegen wesentlich größer.



Auf diesem Bild sieht man die seitliche Einkerbung des Vorderlobusrandes deutlich.

Gemeine Weidenjungfer *Lestes viridis* (Vander Linden, 1825)

Rostrale Paarungsmuster,
primäre Haltezangen: A. superiores



Bei diesem Bild sieht man deutlich wie die unteren Anhänge Abstand halten und die Atmungsöffnung freihalten. In dieser Situation hält sich das Weibchen an einem Zweig fest, um dort dann Eier einzustechen. Will das Männchen in dieser Situation die Vorpaarung oder Paarung einleiten oder abfliegen, muss es deutliche Signale geben.



Auf diesem Bild wird noch deutlicher, dass die A. inferiores Signale an den vorderen Teil des Pronotum geben können. Auch die A. superiores sind hier deutlich exakt zwischen Vorder- und Mittelbrust eingearbeitet.



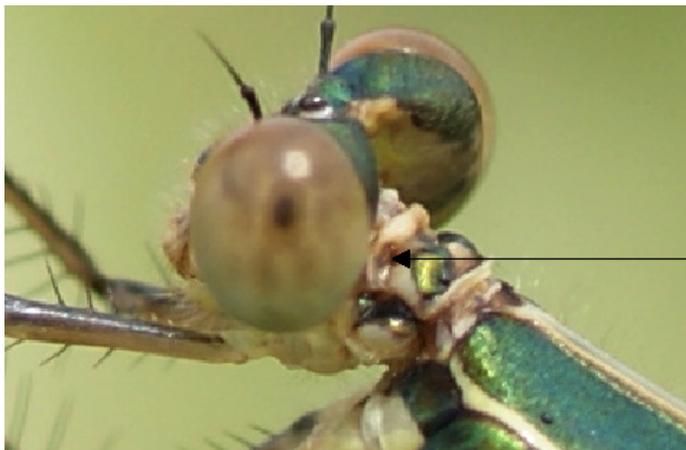
Betrachten wir die unteren Anhänge des Männchens erkennen wir kleine Blättchen an den Enden. Sie sind ideal für feine, scharfe Signale, die exakt auf einen Punkt wirken können.

Der Basalzahn dient als Ausrichtung für die Tiefe der Einhängung der Anhänge. Er hakt sich beim Weibchen an einem kleinen Vorsprung am hinteren Rand des Pronotum ein.



Paarungshaltung

Dieses Männchen wurde aus der Paarungshaltung getrennt. Die Anhänge befanden sich in einer Starre, in der sie noch exakt so gehalten wurden, wie sie bei der Paarung ausgerichtet waren. Dadurch lässt sich das Kopplungsmuster gut nachvollziehen.



Ich habe versucht die Stelle zu lokalisieren, an welche die unteren Anhänge andocken. Sie ist bei der Weidenjungfer sehr stark ausgebuchtet. So ergibt es sich von selbst, dass dort eine regelrechte Befehlsstruktur möglich ist.



Die Befehle sind auf Abflug oder Paarung gestellt. Das Weibchen legt die vorderen Beine an, um sich darauf vorzubereiten.

Noch kurz zum Basalzahn.

Er sitzt an der Innenseite der *A. superiores* und funktioniert wie ein kleiner Widerhaken. Alle Libellenarten mit rostralem Haltungsmuster, welche die oberen Anhänge in den Graben zwischen Vorderbrust und Mittelbrust einhängen, benötigen diesen Basalzahn, damit die Anhänge des Männchens nicht zu tief platziert werden. Der Basalzahn hängt sich an einem Vorsprung am Hinterrand des Prothorax ein, der bei den Männchen an dieser Stelle eine Aussparung besitzt.

Männchen können sich deshalb an ein Männchen nicht exakt platzieren und besitzen damit ein Hindernis für Kopplungsversuche.

Gemeine Winterlibelle *Sympecma fusca* (Vander Linen, 1820)

Rostrale Paarungsmuster, Primäranhänge: *A. superiores*



17.04.2010 Lettenweiher

Bei dem Bild oben sind *A. inferiores* deutlich zu erkennen. Sie passen sich mittels kleiner beweglicher, spitzer und behaarter Enden in das Pronotum des Weibchens ein. An dieser Stelle müssten auch die Sensillen des Weibchens sitzen, die dann mittels dieser behaarten Enden zur Steuerung beitragen könnten. Die Frage ist, ob *A. inferiores* fest anliegen oder frei gehalten werden. Aus dieser Perspektive ist dies nicht deutlich sichtbar.



A. inferiores besitzt kleine bewegliche Spitzen

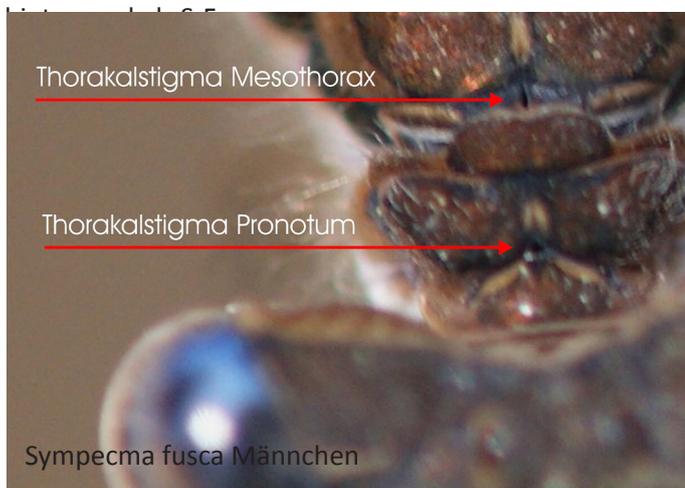
Hier ist der Haltegriff mit *A. superiores* deutlich erkennbar. *A. inferiores* kann nicht zur Haltung eingesetzt werden und dient höchstens der Stabilisierung der Haltung, ebenso sind die kleinen gebogenen Spitzen am Ende, die nach innen zeigen, deutlich sichtbar.



Für die Verwendung dieser Haltung der Anhänge außerhalb des Kopplungsgriffs gibt es mehrere mögliche Ursachen. Das Paarungsrad ist eben erst auseinandergebrochen und die Anhänge befinden sich noch in der Paarungsstarre.

Das Männchen zeigt einem Weibchen an, dass es paarungsbereit ist. Ein Verhalten, das auch sehr häufig bei Großlibellen zu beobachten ist.

Die dritte Möglichkeit liegt darin, dass die Winterlibelle eine Massage durchführt. Dann würde in der Regel auch ein Massage des gesamten Abdomen damit verbunden sein, also eine Krümmung des Abdomen nach vorne, nach

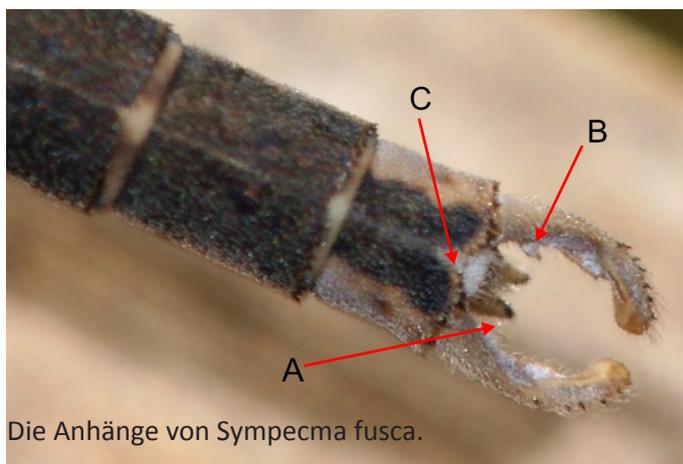


Hier sind die beiden Luftöffnungen gut zu erkennen. Bei besonders hohen Temperaturen werden diese häufig geöffnet. Meist sind sie aber geschlossen. Das Bild zeigt ein Männchen, die Öffnungsklappen sind nach außen gerichtet.



Bei diesem Weibchen von *Sympecma fusca* sieht man die prothorakale Atmungsöffnung, die Öffnungsklappen (D) sind nach innen gerichtet.

Neben dieser Öffnung sieht man links und rechts kleine Erhöhungen, in welche die *A. inferiores* mit ihren kleinen beweglichen spitzen Enden greifen bzw. agieren können. Die mesothorakale Atemöffnung (H) ist hier gut sichtbar. Bei diesem Bild ist links und rechts des Hinterlobus die Basalkante (G) zu erkennen, in welche der Basalzahn nach meinen Beobachtungen seine Einhängung findet. Auf den Foto vom 17.04.2010 ist der Basalzahn bei der Kopplung zu erkennen. Der Basalzahn verursacht eine exakte Einpassung der *A. superiores*.



Die Anhänge von *Sympecma fusca*.

Der Basalzahn (B) dient als Positionsmarke, damit die Anhänge beim Ankoppeln in die richtigen Positionen gebracht werden.

Appendices inferiores sind sehr kurz. Da sie das Pronotum der Weibchens bei der Eiablage nicht berühren dürfen, ist dies für eine horizontale Eiablage vorteilhaft, denn eine Berührung würde unter Umständen das Signal zum Weiterflug geben oder das Weibchen zu einer Blockade bzw. Starre animieren.

Bei der Gemeinen Winterlibelle ist am Ende des 10. Hinterleibssegment eine Einkerbung (C) zu erkennen. Sie dient bei den meisten Kleinlibellen um die Öffnung des Mesothorax des Weibchens freizuhalten. In diesem Fall sitzt sie auf dem Fortsatz des Hinterlobus, der selbst die Öffnung freihalten kann. Das 10. Segment muss deshalb nicht so stark ausgebuchtet sein und sich nur dem Hinterlobus anpassen, auf dem es wie auf einem Sattel sitzt.

Sympecma fusca Tandems legen ihre Eier meist in horizontaler Stellung ab (Bild ganz unten). Es kommt aber auch vor, dass eine vertikale Eiablage bei hoher Abundanz stattfindet, wie rechts im Bild. Das Weibchen sticht dabei die Eier unterhalb der Wasserlinie in die Pflanzen ein.

Die Vergrößerung zeigt, dass die A. inferiores nicht links und rechts neben der Öffnung dorsal des Pronotums gehalten werden, sondern sie werden zusammengehalten. Wenn man das Bild genau analysiert, dann erkennt man auch, dass beide A. inferiores nach links gehalten werden, so kann die Öffnung frei bleiben.

Wird dieses nach links halten durch Konzentrationsmuster ausgelöst die im Zusammenhang mit der Haltung der Flügel stehen, denn alle vier Flügel werden nach rechts ausgelegt, was auch eine bekannte Eigenschaft der Winterlibellen ist.



Die These von den rostrale Verhaltensmustern lässt sich folgendermaßen erklären:

Im Rückenmark bei Säugetieren oder bei Libellen im Abdomen entwickeln sich aufgrund einer Konzentrationsausrichtung nach rostral, also zum Kopf hin, eine Impulskraft, welche die motorischen Nervenstrukturen leicht hemmen, da sie entgegen laufen. Die sensiblen Empfindungsimpulse werden dadurch aber leicht gefördert.

Bei diesen vorwärts gerichteten sensiblen vorwärts gerichteten Empfindungsmustern werden soziale Verhaltensmuster besser verarbeitet. Deshalb kommt es auch nicht zu einer Verdrängung, sondern zum Überlaufen. *Sympecma fusca* ist während der Paarung eine rostrale Art, da A. superiores als Haltezangen genutzt werden. Bei der Blauen Federlibelle ist dies anders, sie ist eine kaudale und deshalb aggressivere Art. Wie wir später sehen werden, boxen sie sich schon einmal durch, wenn ein Konkurrenzpaar entgegen kommt.

Sibirische Winterlibelle
***Sympecma paedisca* (Bauer, 1877)**

Rostrale Paarungsmuster,
Primäranhänge: A. superiores



Entscheidende Unterschiede zwischen der Gemeinen und der Sibirischen Winterlibelle in der Haltung der Kopplungsmuster sind nicht erkennbar. Hier sollten noch genaue Untersuchungen erfolgen. Detaillierte Bilder liegen nicht vor.



Neben den Hinterlobi am Pronotum hat das Männchen (links) eine kleine Einkerbung. An dieser Stelle sitzt der Basalzahn als Fixierpunkt für die oberen Anhänge bei der Ankopplung an das Weibchen. Man kann hier erkennen wie das Hinterlobi des Pronotum die Atmungsöffnung (Stigma) der Mittelbrust schützt.



Calopteryx splendens, Baggersee Hersbruck
über 30 Paare, in verschiedenen Bereichen des Badesees, über Monate vertreten.



17.06. 2009
Das Weibchen sträubt sich bei der Paarung erbittert.

Gebänderte Prachtlibelle – *Calopteryx splendens* (Harris, 1782)

Rostrale Paarungsmuster, primäre Halteanlagen: *Appendices superiores*

Das Griffmuster bei den Prachtlibellen gab mir erst mal Rätsel auf. Das erste Bild zeigt ein Pärchen der Gebänderten Prachtlibelle. Betrachtet man das Kopplungsmuster vergrößert, dann scheinen beide Anhänge sehr stark klammernd zu wirken.

Geht man davon aus, dass sich das Weibchen bei der Vorpaarung sträubte, dann wäre dies in dieser Situation eine normale Methode. Die oberen Anhänge greifen fest zwischen *Hinterlobus* und *Carina* ein, wobei die Platte am *Hinterlobus* durch die Dehnung der *A. Superiores* sichtbar wird. Die unteren Anhänge dagegen greifen ebenfalls fest unterhalb der *Seitenlobi* in eine dafür vorhandene Einbuchtung ein und können dort eine zusätzliche Klammer bilden. Aus diesem Bild heraus könnten auch *A. inferiores* als primäre Halteanlagen angesprochen werden.



Bei diesem Bild ist der Bereich, an dem sich die unteren Anhänge platzieren, eingezeichnet (gelber Pfeil). Hier wird deutlich, dass die hochstehende Platte am *Hinterlobus* eine Bedeutung für das Eingreifen der *A. superiores* hat. Auch ist hier sehr gut, kaudal zwischen den *Seitenlobi*, ein unbehaartes Dreieck zu erkennen, das eventuell für das Ansaugen bzw. Ankleben des Abdomen benötigt wird. Die Frage, die sich daraus ergibt ist, ob *A. superiores* hinter dem *Hinterlobus* oder auf der Platte des *Hinterlobus* platziert sind. Der weiße Pfeil deutet auf die Stelle hin, an der die Thorakalstigmen austreten. Um dieses Rätsel zu lösen, ist es sinnvoll, sich mit den Anhängen der Männchen erst einmal zu befassen.



Betrachten wir die Anhänge von *Calopteryx splendens* genau, dann erkennen wir, dass die unteren Anhänge der *A. inferiores* um 90° zu den *A. superiores* stehen.

Die um 90° versetzten *A. inferiores* haben zur Folge, dass beide Anhänge besser zu einer getrennten Steuerung fähig sind. Differenzierte Ausrichtungen der Beinpaare bei Libellen ermöglichen eine bessere Koordination einzelner Beine. Das heißt, dass die Beine nicht so leicht durcheinander gebracht werden.

Deshalb wird deutlich, dass eine der Anhänge als starre Haltezange, die anderen als steuernde Anhänge verwendet werden.



Deutlicher wird die Sekundärwirkung der *A. inferiores*, da sie sich von denen der Blauflügel Prachtlibelle mehr unterscheiden als die *A. superiores*.

Entscheidend für die Platzierung der oberen Anhänge kann die Tatsache sein, dass Prachtlibellen keinen Basalzahn haben. Bei einem Aufsitzen auf die Hinterlobusplatte hätte er auch keinen Sinn.



Weibchen von *Calopteryx splendens*

Nach Durchsicht vieler Kopplungsbilder von beiden Prachtlibellenarten, komme ich eindeutig zu dem Schluss, dass *A. superiores* auf dem Hinterlobus-Schild plaziert sind.

Dadurch unterscheiden sie sich von den Lestiden. Prachtlibellen sind größer und haben ein größeres Volumen, was auch den Nachteil hat, dass der Sauerstoff schwerer bis in die Enden der Trachiolen transportiert werden kann. Was ja auch der Grund sein könnte, dass Insekten mit ihrer Tracheenatmung nur eine bestimmte Größe erreichen können. Je größer die Imagines sind, desto wichtiger sind die Atmungsöffnungen und die damit verbundene Diffusion.

Danach könnte die Größe und der damit steigende Sauerstoffbedarf die Ursache sein, dass bei den Prachtlibellen auf dem Hinterlobus aufgesetzt wird, damit nicht nur die Öffnungen dorsal des *Pro-* und *Mesothorax* frei gehalten werden müssen, sondern auch die großen Stigmenöffnungen zwischen *Pro-* und *Mesothorax*.



Adultes Weibchen das schon häufig unter Wasser war.

Weibchen von *Calopteryx splendens*

Beim Bild oben sieht man sehr gut den weiblichen Hinterlobus von *C. splendens*. Er wirkt wie eine rundes Schild. Zudem ist auch ein heller rotgold glänzender Fleck in der Mitte des Pronotum zu erkennen. Oft ist es so, dass Libellen von einer ganz speziellen Seite aus gesehen in einer ganz spezifischen Farbe leuchten. Helfen solche Farbmarkierungen bei der Ankopplung? Wir haben im obigen Bild die exakte Sicht, wie sie auch das Männchen bei der Ankopplung hätte.

An den Seitenlobi ist die Behaarung eingedrückt das Weibchen dürfte schon gepaart sein.

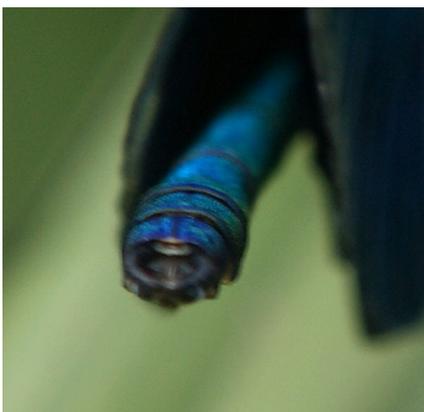
Das untere Bild zeigt eine Männchen von *C. splendens*. Sein Pronotum ist anders geformt. Es besitzt das Hinterlobus-Schild nicht, wie das beim Weibchen der Fall ist. Es ist nicht geeignet *A. superiores* aufzunehmen ohne die Thorakalstigmen zu blockieren.



Männchen von *Calopteryx splendens*



Gebänderte Prachtlibelle, Weibchen



Bildauswahl von *Calopteryx splendens*. Männchen und Weibchen im Vergleich. Das Weibchen dürfte noch nicht gepaart sein, da die Behaarung cranial der Seitenlobi noch nicht eingedrückt ist, an der Stelle an der A. inferiores greifen. Bilder der Anhänge der Männchen aus verschiedenen Perspektiven. Die Anhänge sind etwas kürzer als die von *Calopteryx virgo*. Die Unterschiede sind sehr gering.



Gebänderte Prachtlibelle, Männchen



Blaüflügel Prachtlibelle *Calopteryx virgo* (Linnaeus, 1758)

Rostrale Paarungsmuster,
primäre Haltezangen: *Appendices superiores*



Wenn wir die Anhänge von *C. virgo* betrachten, dann stellen wir auch hier fest, dass die oberen Anhänge die Primäranhänge sind, die unteren stehen ebenfalls in einem Winkel von etwa 90° zu den oberen. Wobei hier ein Unterschied zu erkennen ist, wenn man sie mit denen von *C. splendens* vergleicht. Die Anhänge von *C. virgo* sind etwas länger und schmaler, und nicht so stark zugespitzt wie die von *C. splendens*, warum?

Obwohl man bei den Prachtlibellen die *A. superiores* als Primärzangen bezeichnen kann, sind bei ihnen die *A. inferiores* sehr kräftig ausgeprägt und können in Notfällen wie bei *Calopteryx splendens* auch als Haltezangen dienen.

Sie stehen im 90° Winkel zueinander. Dies bewirkt, dass beim Anheben z.B. des Weibchens ein stärkerer Haltegriff durchgeführt werden kann.

Wenn ein Mensch einen schweren und sperrigen Gegenstand heben will, dann fällt es viel leichter, wenn man die Hände nicht parallel anwendet, sondern wenn man den Gegenstand so anhebt, dass eine Hand nach unten greift, die zweite setzt dann um 90° versetzt oben an. Als Buchdrucker konnten früher schwere Bleiformen immer nur so auf den Arbeitsplatz gehoben werden, obwohl eigentlich dabei mehr Gewicht auf nur einem Arm liegt.

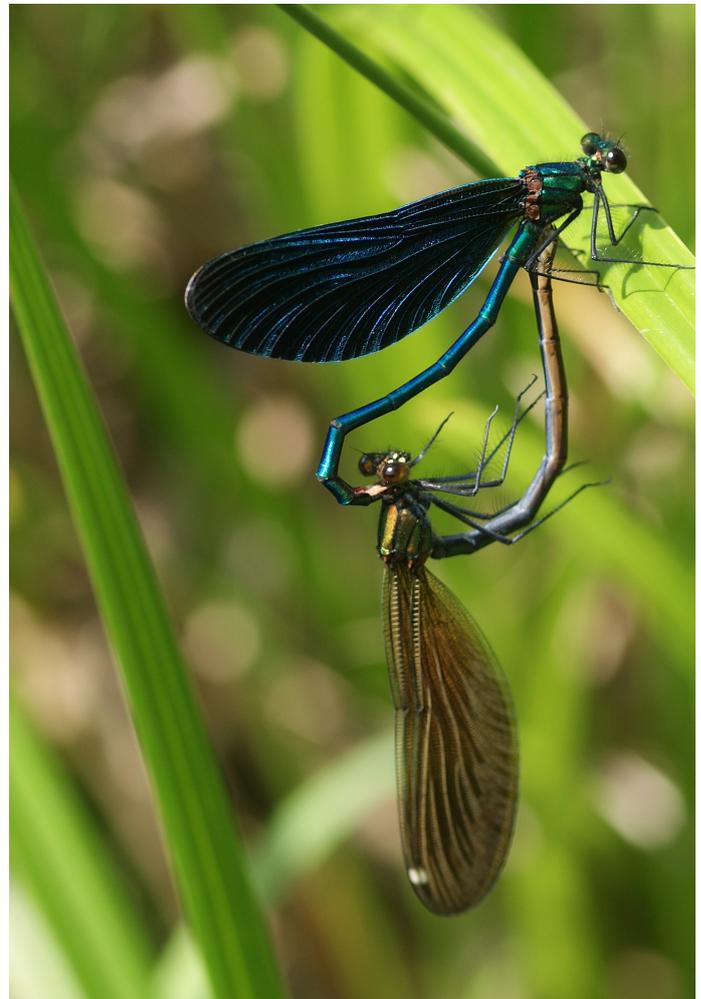
Ein Zangengriff mit um 90° versetzten Konzentrationsmuster besitzt daher mehr Kraft, die nicht allein durch die Muskelkraft erklärt werden kann.

Damit komme ich auf das eigentliche Thema. Prachtlibellen haben scheinbar ein viel stärkeres Griffschema als alle anderen Kleinlibellen, da sie beide Anhänge primär einsetzen können.

Sie sind bei uns die größten Kleinlibellen, die auch dieses Griffmuster am Pronotum bzw. *Mesothorax* verwenden. Bei allen Großlibellen ist dies anders.

Wenn nun die sekundären Anhänge zusätzlich als Haltezangen verwendet werden, sinkt der Spielraum für eine differenzierte Steuerung. Das kann der Grund sein, dass eine Eiablage bei dieser Art nicht im Tandem erfolgen kann.

Kann dies mit der Größe zusammenhängen? Da die Körpermasse der Prachtlibellen an Grenzen stößt, für diesen Kopplungsgriff und Prachtlibellen diese starke Verbindung benötigen, damit das Paarungsrade nicht auseinander bricht, um die einzelnen Aufgaben der Paarung zu erfüllen.



Prachtlibellen (Foto: *Calopteryx virgo*) sind die größten Kleinlibellen mit etwa 50 mm Körperlänge und Spannweiten von 60 bis 70 mm.



Bei dieser Vergrößerung sieht man wie der Hinterlobus nach den *A. superiores* hervorschaut. Auffällig bei *Calopterygidae* ist der kurze Abstand bei der Ankopplung beider Anhänge.

Die Paarung von *Calopteryx virgo* im Detail



29.06.2010 - 13:03:42 (Weiher bei Heroldsberg im Reichswald im Nürnberger Land)

Das Männchen ist soeben aufgeritten und versucht sich am Thorax des Weibchens zu plazieren.

Das Abdomen ist noch gesteckt und wird erst nach dem Aufreiten gekrümmt, was voraussetzt, dass zwischen den einzelnen Abdomenringen starke Muskel liegen müssen. Ein geradezu akrobatischer Akt.

Das Weibchen hält die Flügel zusammen, dadurch wird das Männchen optimal auf den Thorax geleitet.



29.06.2010 - 13:03:44

Das Männchen hat sich innerhalb von 2 Sekunden optimal plaziert. Der Kopf des Männchens liegt fast über dem des Weibchens (Auge an Auge). Der Kopf des Weibchens ist leicht nach hinten angewinkelt, so dass das Ende der Hinterlobusplatte über dem *Mesothorax* liegt und der Abdomen des Männchens, wenn er auf dem *Thorax* aufliegt, nur vorgeschoben werden braucht ohne sich zwischen *Meso-* und *Prothorax* zu verhaken. Als Markierung dient wahrscheinlich eine Wölbung des Seitelobi. Erst werden die *A. superiores* angekoppelt und dann *A. inferiores* vor diesen Höcker am Seitelobi eingepasst.

Die Beinschienen (Tibia) sind exakt um den Thorax des Weibchens plaziert, die Gelenke bilden ein Orbital. Dadurch läßt sich die genaue Lage der Anhänge auch für das Männchen besser fixieren.

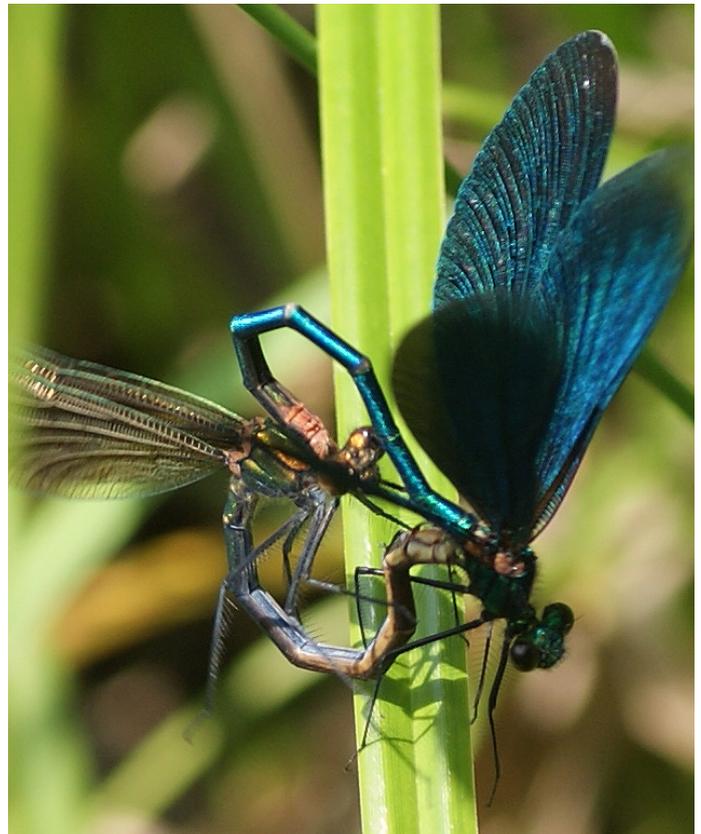


29.06.2010 -
13:03:56
Vorpaarung



29.06.2010 -
13:04:00
noch Vorpaarung

Bild unten
29.06.2010 -
13:04:02
Paarung



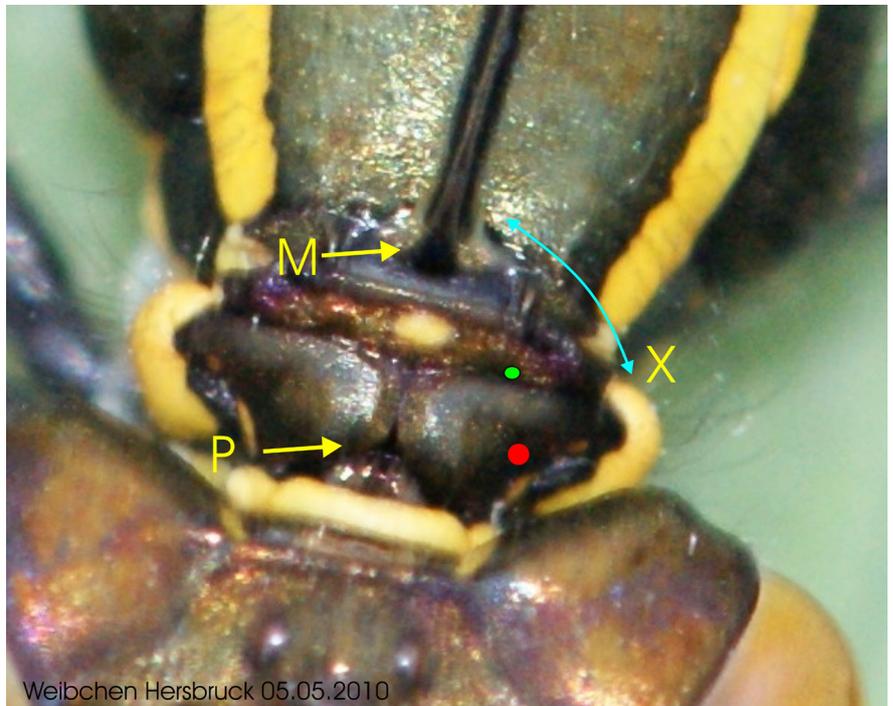
Links: 29.06.2010 -
13:05:32

Das Männchen positioniert sich oberhalb des Bächleins. Das Weibchen bleibt nahe der Wasseroberfläche und wartet auf Signale des Männchens zur Eiablage.

**Frühe Adonslibelle,
Pyrrhosoma nymphula
(Sulzer, 1776)**

**Rostrale Paarungsmuster,
primäre Haltezangen:
Appendices superiores**

Diese Art konnte ich erst nicht recht einordnen, da bei den Männchen die beiden Anhänge fast gleich lang sind und der Haltegriff nicht deutlich erkennbar ist. Zudem kommt noch dazu, dass die Eiablage im Tandem erfolgt, wobei das Männchen auf dem Weibchen steht, was erst für eine kaudale Art sprechen würde. Jedoch komme ich am Ende zu dem Schluss, dass die oberen Anhänge die Primäranhänge sind, was wiederum eine rostrale Art begründen würde.



M: *Mesostigma*, P: *Prostigma*. Auch hier werden die Haltemuster so aufgebaut, dass die Stigmen bei der Koppelung nicht verschlossen werden.

Die rote Markierung beschreibt den Punkt, der mit den unteren Anhängen fixiert wird. Die blaue Markierung beschreibt den Teil der Mittelbrust, an dem sich die oberen Anhänge platzieren und das Weibchen halten.

Die grüne Markierung stellt den Spalt zwischen Vorder- und Mittelbrust dar.

Grobe unsensible Motorik und sensible Feinmotorik: Hier wird die Bestimmung der Primäranhänge deutlich. Sie sind die festen Haltegriffe, die unsensibel das Weibchen festklammern sollen und damit werden eindeutig die oberen Anhänge bestimmbar.

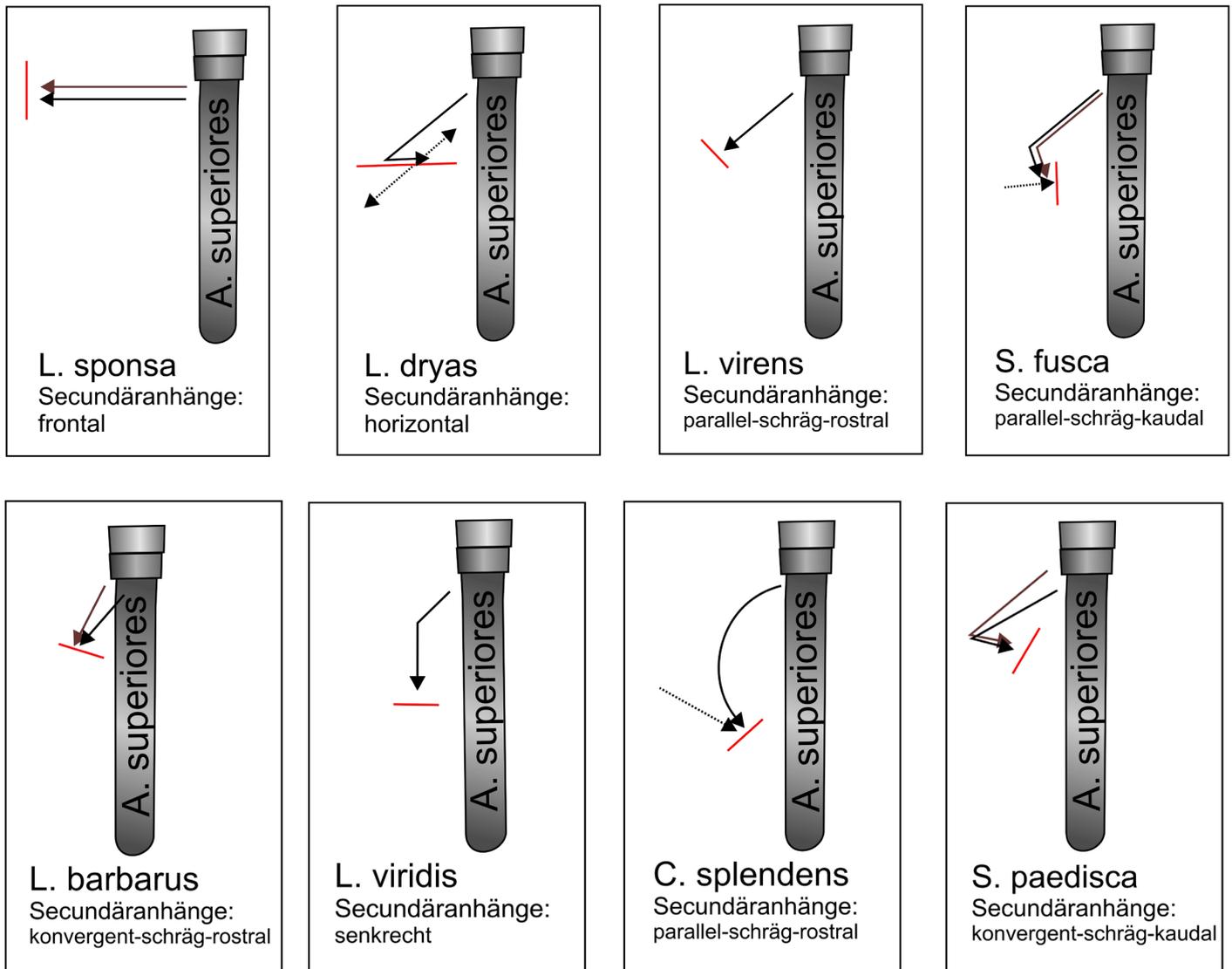
Die unteren Anhänge haben jeweils ein kleines Häkchen. Erfahrungsgemäß wird dieses, wie auch bei anderen Arten, als Signalgeber für sensible Impulse an die Paarungs-Sensillen des Weibchens gegeben, welche die richtige Art bestätigen.



Hier zur Verdeutlichung der Haltemuster: Das Männchen spreizt die A. inferiores sehr stark. Dazwischen wird eine Öffnung frei, die verhindert, dass die Atemöffnung des Prothorax nicht verschlossen wird.



Übersicht rostraler Wirkungsmuster



Eines wird beim Vergleich der Kopplungsmuster deutlich. Jede Art hat ihre spezifischen Wirkungsmuster um das Weibchen zu halten, aber vor allem um es aufgrund seiner Art zu steuern.

Dabei wird auch erkennbar, dass es sich um Konzentrationsmuster handelt, die strukturell in die Raumrichtungen eingebunden sind. Diese Konzentrationsmuster gehen mit der Technik der Evolution einher. Wobei für mich eindeutig wird, dass letztendlich die Konzentrationsmuster die Form entwickeln. Wobei sich die Form in die Konzentrationsmuster einbaut.

Was weiter den Schluss zulässt, dass mit den Konzentrationsmustern die Entwicklung verschiedener Verhaltensmuster verbunden ist.

Beschreibung der Arten mit kaudalen Kopplungsmustern

Große Pechlibelle, *Ischnura elegans* (Vander Linden 1820)

Kaudale Paarungsmuster, primäre Haltezangen: *Appendices inferiores*

Bei dieser weit verbreiteten Libelle handelt es sich um eine Art, die kaudale Haltungsmuster während der Paarung besitzt. Das bedeutet, dass die unteren Anhänge die Haltezangen bilden (Primäranhänge). Sie hängen sich an der Vorderbrust des Weibchens ein. Die Vorderbrust ist deshalb bei *Ischnura elegans* aufgewölbt, um zwei kleine Einbuchtungen bilden zu können, in die das Männchen die *Appendices inferiores* einhängen kann. Bei den Weibchen sind die Wölbungen oberhalb der Vorderbrust stärker ausgeprägt als bei männlichen Tieren.

Deshalb dürfte es nur schwer möglich sein, dass es zu Paarungskopplungen unter Männchen kommt. Die Adomenöffnung zwischen *Appendices superiores* und *inferiores* nimmt eine Verbindung zwischen Prothorax und Mesothorax ein.

Die kleinen zusätzliche Anhänge an S10 (Abdominalsegment 10) dagegen liegen auf der Mittelbrust und funktionieren dort scheinbar nach einem einfachen Prinzip: Druck anstellen, wenn sie sich auf den Thorax legen und Druck aus, wenn sich das Männchen z. B. bei der Eiablage hochstellt und dem Weibchen Bewegungsfreiheit gewährt.

Ischnura elegans wäre dann eine Art die typische kaudale Muster entwickelt, wie es auch bei manchen Säugetieren (Raubtiermuster) der Fall ist. Kaudales Muster bedeutet in diesem Falle in bestimmten Situationen Druck ausüben und geringeren Spielraum lassen, für sensible Steuerung (wie es bei *Lestes sponsa* der Fall ist).

Des weiteren steht für mich seit langem die Vermutung im Raum, dass es bei verschiedenen Arten möglich sein könnte eine Verbindung zwischen den Luftkreisläufen herzustellen. Die oberen Anhänge bei *I. elegans* sitzen laut B Dijkstra genau zentral, an der Stelle des Zwischenraumes Vorder- und Mittelbrust. Die inneren Äste der oberen Anhänge stehen parallel zueinander und können sich deshalb leicht in die Mittelplatte einhängen, die am Prothorax (Hinterlobi) kaudal ausgerichtet ist. Somit hat die Große Pechlibelle drei mögliche Ansätze bei der Ankopplung an das Weibchen: Die oberen und unteren Anhänge, sowie eine geteilte Stützplatte oberhalb *A. superiores* (S10-Anhang) mit der sie Druck ausüben kann.

Da hier die oberen wie unteren Anhänge zueinander im 90° Winkel stehen, bilden sie beide einen festen Griff. Aber nur allein die unteren Anhänge können eine feste Zange ausführen, da sie seitlich greifen. Die *A. superiores* dagegen können alleine keine feste Verbindung verursachen, deshalb muss man *A. inferiores* bei *Ischnura elegans* als primäre Haltezangen bezeichnen.

Andere europäische Arten wie *I. genei* oder *fontaineae* besitzen hier andere Halte-Strategien. Ähnlich wie *I. elegans* hält auch *I. pumilio* mit den unteren Anhängen. Sie hat jedoch kleine Häkchen. Bei ihr wird aber deutlicher, dass *A. superiores* nicht mit Haltehäkchen ausgestattet sind.



Paarungsrade bei *Ischnura elegans*: Die hinteren Blättchen am letzten Abdominalsegment werden hier deutlich als Halteplatten oder Druckgeber verwendet. Der Druck scheint ein Steuermerkmal für die Kopulation zu sein. Deshalb kann die Große Pechlibelle nur stehend mit dem Weibchen gekoppelt bleiben. Eine Eiablage wie bei den Binsenjungfern würde deshalb einen Druck auf den *Mesothorax* ausüben, der eventuell den Kopulationsreflex wieder auslösen würde.

Am deutlichsten lassen sich die Kopplungsmuster erkennen, wenn Paarungsräder auseinander gebrochen sind, denn dann bleiben die Anhänge oft noch länger in der Starre, in der sie auch während der Paarung sind. Im folgenden Bild ein Paarungsrade, das der Wind verdreht hatte. Es brach (im unteren Bild) auseinander und die Abdominal-Anhänge des Männchens blieben in der Starre, als wären sie noch mit dem Weibchen verbunden.



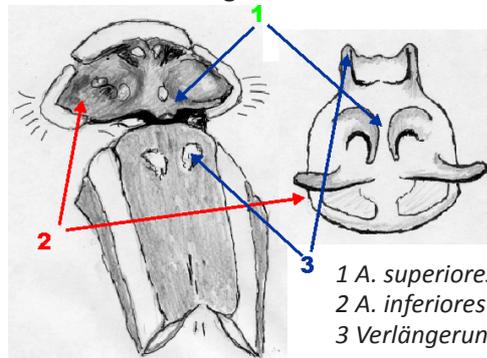
Überträgt man die Abmessungen zwischen den verlängerten Enden von S10 und den unteren Anhängen wird auch deutlich, wo sie exakt sitzen. Auch wird auf den Bildern die Funktion dieser kleinen Auswüchse von S10 deutlich. Sie dienen wahrscheinlich als Stütze und Druckknopf für die Kopulations-Einleitung und halten das Stigma des Mesothorax frei. Die oberen Anhänge sind hier nicht sichtbar. Anhand der Aufsatz-Blättchen kann man die Große Pechlibelle auch bestimmen.



Weitere Bilder zur Verdeutlichung der Struktur des Koppungsgriffs bei *Ischnura elegans*. Im rechten Bild sieht man deutlich das Auflagemuster am Metathorax.

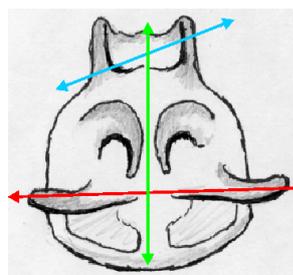


Kopulationsmarken



1 A. superiores
2 A. inferiores
3 Verlängerungsplättchen S10

Betrachtet man die Aktionsrichtung der drei für die Paarung relevanten Anhänge, dann wird deutlich, dass sie von ihrer Funktionsweise jeweils in einer anderen Raumachse eingebunden sind.



Vertikale Achse (blau), horizontale Achse (rot), frontale Achse (grün). Die Farbbestimmung der Achsen sollte immer so dargestellt sein, dass sie dem wirklichen Wahrnehmungsmustern für Farbempfinden entsprechen.

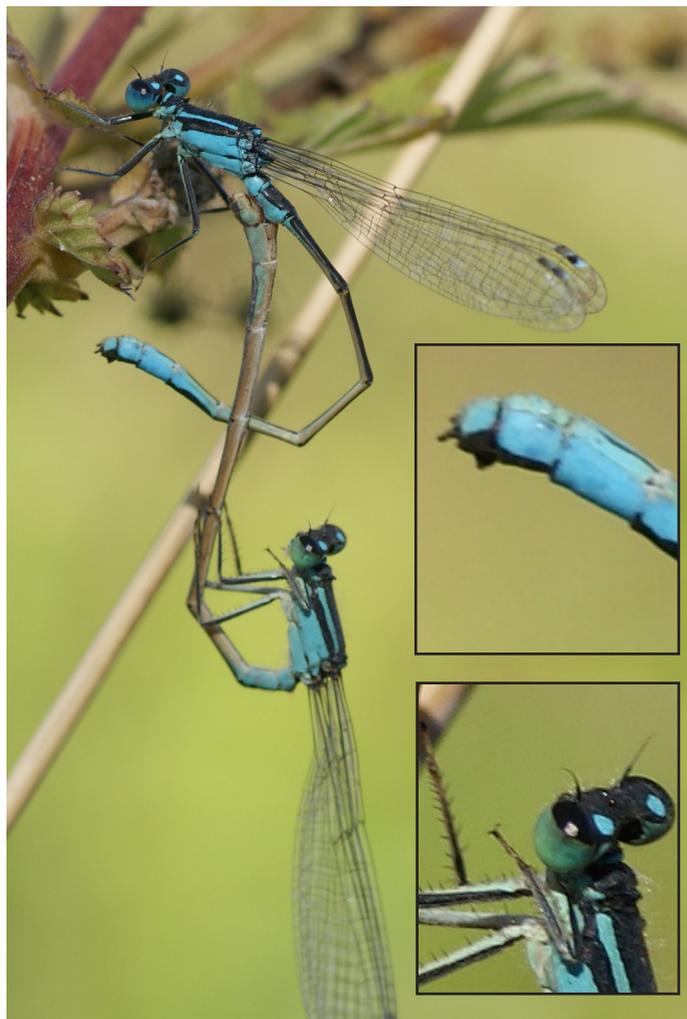
Die unterschiedliche Ausrichtung der Konzentrationsmuster der einzelnen Anhänge bedingt eine bessere Koordination, so dass es zu keiner Verwechslung bei der Benutzung kommt. Zudem entsteht durch solche Muster ein höheres Gefühl der räumlichen Wahrnehmung. Das ist ein System, das wir immer wieder in der Natur finden.



Rechts sieht man einmal deutlich wie die Fortsätze des letzten Abdominal-segments auf den Mesothorax mittels Druck wirken. Kenntnisse darüber, ob diese Fortsätze auch differenziert eingesetzt werden können, um eine seitliche Steuerung bei der Kopulationsbildung zu erzeugen, sind mir nicht bekannt.

Auffällig ist für mich, dass gerade die Paarungsräder der Pechlibellen häufiger auseinander brechen, ähnlich wie bei der Blauen Federlibelle.

Auch mag dieses System dazu beitragen, dass die Vorpaarung deshalb nicht im Tandem erfolgen kann, sondern getrennt stattfindet.



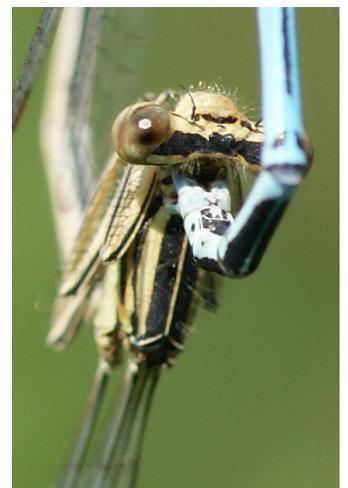
Bricht ein Paarungsräder auseinander, kann es sich in der Regel nicht mehr zusammenfügen, obwohl dieses Paar es noch einige Zeit versucht, werden sie sich trennen. Hier wird aber eines deutlich, durch das Fehlen mindestens eines Kontaktsignals bringt sich das Weibchen mit den Vordergliedmaßen in Flugbereitschaft. Ich habe bisher nur zerbrochene Paarungsräder gesehen bei denen die Weibchen blau gefärbt waren.

Blau Federlibelle, *Platycnemis pennipes* (Pallas, 1771)

Kaudale Paarungsmuster, primäre Haltezangen: *Appendices inferiores*

Die Blau Federlibelle besitzt kaudale Kopplungsmuster bei der Paarung, welche die unteren Anhänge als Zange einsetzen. Sie verankert sie an der Vorderbrust des Weibchens an einer dafür bestimmten Einbuchtung. Die hinteren Anhänge benutzt sie zur Stabilisierung der Haltung. Sie ist eine der wenigen Arten mit kaudalem Haltegriff, welche die Vorpaarung im Paarungsräder ausführt, was darauf zurückzuführen sein könnte, dass sie *A. superiores* bei der Vorpaarung spreizen kann und diese dann seitlich der Brust etwas abgleiten.

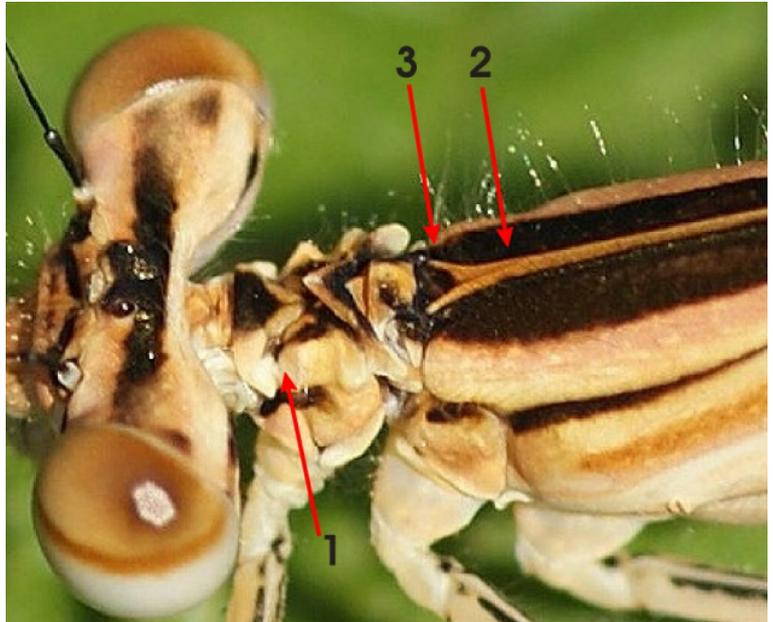
Die Eiablage findet wie bei allen kaudalen Mustern stehend auf dem Weibchen statt, was auf die kaudale Haltungsmethode zurückzuführen sein könnte.



Auf diesen Bildern ist deutlich zu erkennen, dass die unteren Anhänge die Primäranhänge sind, sie klammern sich deutlich seitlich am Vorderlobus in einer vorgesehene Einbuchtung des Pronotum fest.



Bei der Vorpaarung können die *A. superiores* etwas gespreizt werden, sie liegen auf und haben keine feste Verankerung. Es ist deshalb anzunehmen, dass die für die Steuerung (Partnerbestätigung) herangezogen werden. Jedoch ist auch hier anzunehmen, dass der Signalspielraum kleiner ist als bei rostral koppelnden Arten. Hier dürften die Signale nach dem Ein-/Aus-Schaltprinzip wirken. Eine seitliche Steuerung für den Kopulationsschluss scheint aber wahrscheinlich zu sein.



1. Andockstelle der unteren Anhänge. 2. und 3. Kopplungsschiene zum Einpassen der oberen Anhänge. In der Mitte der Kopplungsschiene liegt das Thorakalstigma der Mittelbrust.



Der Kopulationsschluss ist manchmal nicht so einfach. Dass diese Art oft Probleme mit dem Schluss des Paarungsrades hat, könnte auf das kaudale Haltemuster zurück geführt werden. Die hinteren Anhänge lassen sich nur schwer unabhängig voneinander bewegen, was eine seitliche Steuerung des Weibchens schwerer macht. Die Art liegt weit von anderen Kleinlibellen in den Kopplungsmustern weg und kann eventuell auf zusätzliche Signalstrukturen wie bei den Lestesarten verzichten.



Federlibellen laufen bei der Eiablage immer einen Schritt vorwärts. Dabei kommt es vor, dass sie sich im Weg stehen. Die beiden boxen erst eine zeitlang mit den Beinen bis sich ein Männchen entschließt, die Position freizugeben. Es ist ein typisches Muster kaudaler Strukturen.



Links im Bild ist das Dreieck zu sehen, welches das Weibchen der Blauen Federlibelle kennzeichnet. Was auffällig ist, dass es sich scheinbar um ein bewegliches Teil handelt, das in diesem Fall etwas verdreht erscheint. Welche Funktion hat dieses Dreieck? Dient es als zusätzliche Stütze beim Aufstellen des Männchens bei der Eiablage und kann sich das Männchen dort zusätzlich einhaken? Bild rechts oben: Bei diesem Foto ist die Platzierung der Anhänge gut zu erkennen.

Platycnemis pennipes Weibchen

Das Pronotum der Männchen von *Platycnemis pennipes* ist ganz anders ausgeprägt als das der Weibchen.



Bild unten rechts: Hier sieht man die unteren Anhänge, die wesentlich größer sind und als Zangen ausgebildet sind. *A. superiores* dagegen sind wesentlich kürzer.



Speer-Azurjungfer , *Coenagrion hastulatum* (Charpentier, 1825)

Kaudale Haltungsmuster,
primäre Haltezangen: *Appendices inferiores*



A. inferiores sind bei dieser Art ausziehbar

Bei dieser Art sind die unteren Anhänge als Primäranhänge wie zwei Haken an die Vorderbrust geklammert. Die oberen Anhänge dagegen sind klein und können daher als Haltezangen nicht eingesetzt werden.

Am Ende des letzten Abdominalsegmentes befindet sich eine blau bereifte Einkerbung. Sie dient dazu das Thorakalstigma der Mittelbrust nicht zu verschließen. Die Einkerbung liegt bei der Kopplung exakt über der Stigmenöffnung des Weibchens.

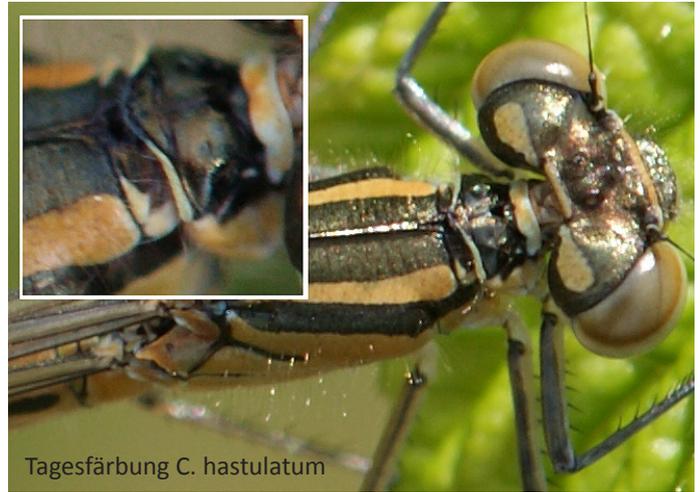
Die Funktion der oberen Anhänge lässt sich derzeit nicht klären. Sie könnten als Stabilisierung des Haltegriffs dienen aber auch Signalwirkungen besitzen.

Die unteren Anhänge der Hufeisen-Azurjungfer und Speer-Azurjungfer sind sehr ähnlich. Da sie aber oft vergesellschaftet auftreten, muss eine deutliche Differenzierung vorhanden sein, damit sich die Arten nicht vermischen. Der Unterschied bei den unteren Anhängen liegt darin, dass die von *C. hastulatum* eine sagittale Druckausrichtung besitzen, ähnlich wie die unteren Anhänge von *Leses dryas*.

C. hastulatum-Paare legen die Eier im Tandem ab, wobei das Männchen zu Beginn meist auf dem Weibchen steht, was auch durch dieses Verhalten eine Einordnung dieser Libelle als kaudale Art bestätigt.



Hier am zehnten Abdominalsegment ist die blau bereifte Einkerbung zu erkennen, ebenso die als Haken geformten unteren Anhänge.



Tagesfärbung *C. hastulatum*

Die Stigmenöffnung dorsal der Vorderbrust gelegen ist geöffnet. Im Bildausschnitt ist das geöffnete Thorakalstigma kranial gut sichtbar.

Hufeisen-Azurjungfer, *Coenagrion puella* (Linnaeus, 1758)

Kaudale Haltungsmuster,
primäre Haltezangen: *Appendices inferiores*

Diese Libelle benutzt die unteren Anhänge ganz anders als die Speer-Azurjungfer. Sie werden in einer Kerbe vor dem Hinterrand des Pronotum seitliche abfallend eingehängt. Das Ende der unteren Anhänge ist eingedreht, so dass diese wie kleine Haken eingehängt werden können.

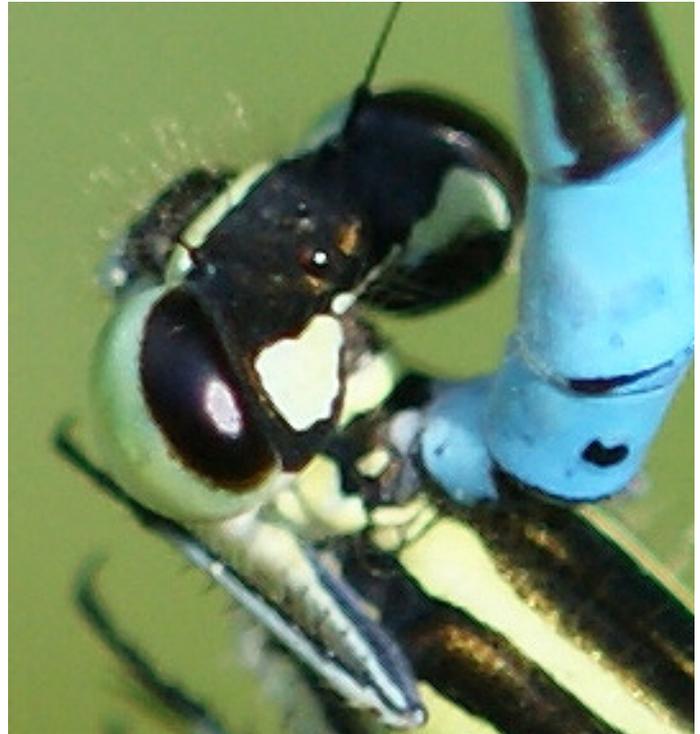
Dadurch wird der Kopplungsgriff etwas nach hinten versetzt, so dass das letzte Segment mehr über dem *Mesothorax* und weniger als die Hälfte über dem *Prothorax* steht. Hier ist es erforderlich, dass das letzte Abdominalsegment diese blau bereifte Einkerbung besitzt, um die Stigmenöffnung des Weibchens nicht zu verschließen.





Hier erkennt man das Haltungsmuster der unteren Anhänge, die zwischen Hinterrand Pronotum und dem davor liegenden hellen Punkt angelegt sind. Sie greifen viel weiter hinten als z.B. bei *Coenagrion hastulatum*, denn sie greifen direkt hinter dem Vorderlobus ein.

Dieser Unterschied ist wichtig, da beide Arten oft vergesellschaftet sind. *C. hastulatum* ist scheuer, was sicher mit einem stärkeren kaudalen Haltungsmuster einhergeht. Ein weiterer Unterschied beider Arten in Bezug auf den Kopplungsgriff liegt darin, dass bei *C. puella* unterhalb *A. inferiores* noch weitere hellblaue Erhebungen sind, die bei der Kopplung cranial herausgedrückt werden und scheinbar als Dämpfer dienen und damit die Haltung von *A. inferiores* verbessern helfen.



Was an diesen Bildern noch sichtbar wird:

Deutlich ist oberhalb des Abdomenende die Einbuchtung zu erkennen, die bei der Ankopplung an das Weibchen deren Sigma (Atmungsöffnung) freihält. Innerhalb dieser Einbuchtung ist eine Drüse zu erkennen, sie könnte eine Duftdrüse sein, um dem Weibchen den individuellen Geruch zu vermitteln, um das Männchen eventuell bei einer nächsten Paarung wieder zu erkennen. Darunter liegen die oberen Anhänge, die sicher keine Primäranhänge sind, also nicht als Zangen wirken. Darunter wiederum liegen weitere Auswüchse, die um 90° zu den oberen Anhängen ausgerichtet sind. Welche Funktion sie besitzen ist nicht bekannt.



Die Einkerbung am Ende des letzten Segments ist bei *C. puella* stärker ausgeprägt als bei *C. hastulatum*, was daran liegen kann, dass bei der Ankopplung an das Weibchen dieses weiter nach hinten verschoben ist. Die Form der unteren Anhänge ist ebenfalls anders, sie wirken wie ein Haken.

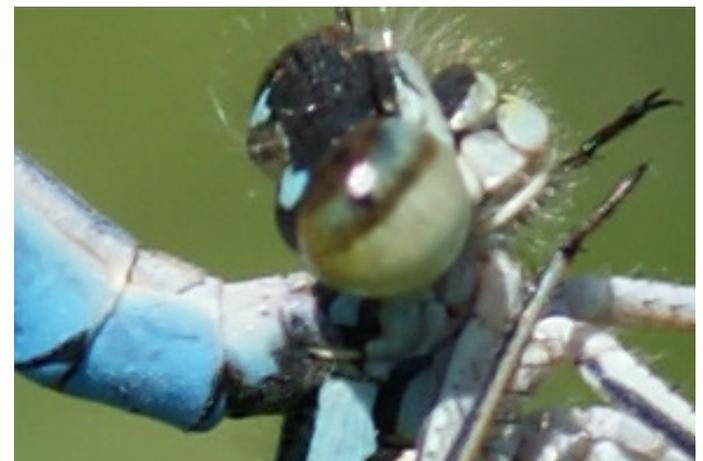
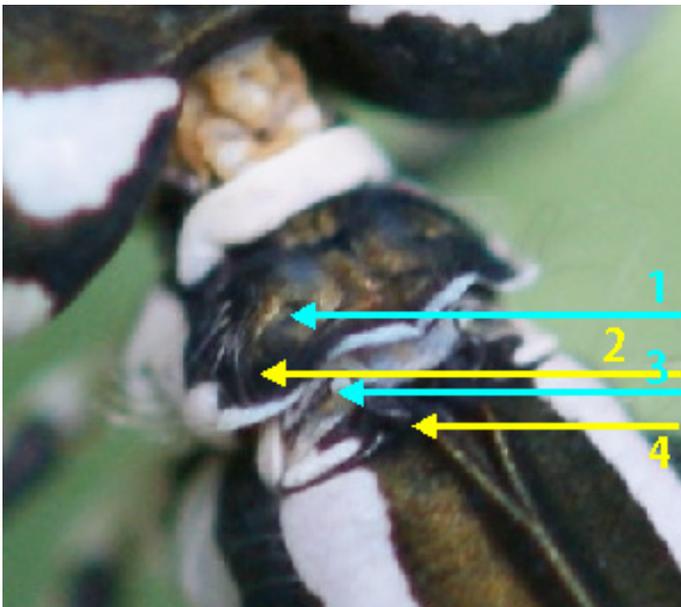
Die oberen Anhänge könnten dazu dienen, den Abstand von der Öffnung des *Mesostigma* zu vergrößern. Zwischen oberen und unteren Anhängen liegen weitere Ausstülpungen, deren Funktion noch nicht geklärt ist.

Unter diesen Auswüchsen (hellblau) liegen die unteren Anhänge (schwarz), deren Krümmung um 180° zu den darüberliegenden stehen. Die unteren Anhänge sind hier die Primäranhänge mit einer starren, festen Haltung wie auf dem oberen Bild zu erkennen ist. Unterhalb der unteren Anhänge dagegen befindet sich noch ein Auswuchs (hellblau), der wie eine Beutel wirkt. Er liegt dort, wo das Weibchen, wenn es angekoppelt ist, eine punktuelle Vertiefung besitzt und eventuell als Saugorgan benutzt wird. Das Pronotum des Weibchens ist an dieser Stelle unbehaart.

Desweiteren finden sich noch hellblaue Ausstülpung medial von *A. inferiores*. Handelt es sich um so etwas wie Stoßdämpfer oder Abstandshalter?

Die Anhänge und Kopplungsmuster der Hufeisen-Azurjungfer sind sehr komplex. Änderungen einzelner Teile dieses Systems könnten schon eine Paarung verhindern oder eine neue Unterart entstehen lassen, die nicht mehr kompatibel mit der Ursprungsart ist.





Hier sind die Griffmuster der unteren Anhänge deutlich zu erkennen, wie sie in einen kleinen Wulst (blau) greifen. Dahinter sind die gespreizten oberen Anhänge die kaudal am Hinterlobus greifen und eine Klammer bilden. Die oberen Anhänge werden stark gespreizt, um das Stigma des Weibchens frei zu halten.



Deutlich sind hier noch weitere Zusatz-Anhänge zu erkennen, die an den Erhöhungen des Mittellobus beim Weibchen angepasst sind.

Dieses Männchen besitzt am Ende des 10. Segments eine blaue Paarungskerbe, die ein Dreieck darstellt.

Die Teile des Männchens, die auf das Weibchen wirken können:

1. Vorgelagerter Auswuchs als Saugnapf
2. Primäranhänge (untere Anhänge, die die Hauptklammer bilden).
3. Mittlere Ausstülpung zwischen *A. superiores* und *A. inferiores*.
4. Obere Anhänge: zusätzliche Haltung und eventuelle Zieleinrichtung.

Die Mittelbrust hat an dieser Stelle eine keilförmige erhöhte Nahtstelle (Kopplungs-Schiene), in der die oberen Anhänge schnell und einfach die richtige Position finden und einfach vorgeschoben werden können, sobald sie auf der Vorderbrust aufliegen. Am Ende innerhalb dieses Keils liegt das Stigma (Atmungsöffnung) der Mittelbrust.

Gemeine Becherjungfer, *Enallagma cyathigerum* (Charpentier, 1840)

Kaudale Haltungsmuster, primäre Haltezangen: *Appendices inferiores*

Bei dieser sehr häufig verbreiteten Art ist ein kaudales Haltemuster anzunehmen, da die unteren Anhänge ebenfalls stark ausgeprägt sind und als dominante Haltezangen wirken können. Die oberen Anhänge dagegen können nur als Puffer dienen und haben daher eventuell eine steuernde Funktion. Da aber fast alle kaudalen Arten Probleme mit der seitlichen Steuerung beim Radschluss haben, sind auch hier häufig Beobachtungen zu machen, in denen es sehr lange dauert und erst nach vielen Versuchen das Paarungsrad gebildet wird.

Die Eiablage findet im Tandem statt, indem das Männchen auf dem Weibchen steht, was wiederum für eine kaudale Art spricht.

Dafür spricht, dass das Männchen bei der Eiablage in Tandemstellung schräg über dem Weibchen steht und das Weibchen abwärts unter die Wasseroberfläche, während der Eiablage taucht.



Auf diesem Bild sieht man deutlich die unteren Anhänge (1), die eine Klammer bilden, die oberen Anhänge (3) dagegen liegen nur an. Position 2 sind zusätzliche Ausformungen, die ebenfalls an das Pronotum angepasst sind und eventuell helfen, eine Stabilisierung beim Aufstellen des Männchens während der Eiablage zu fördern.



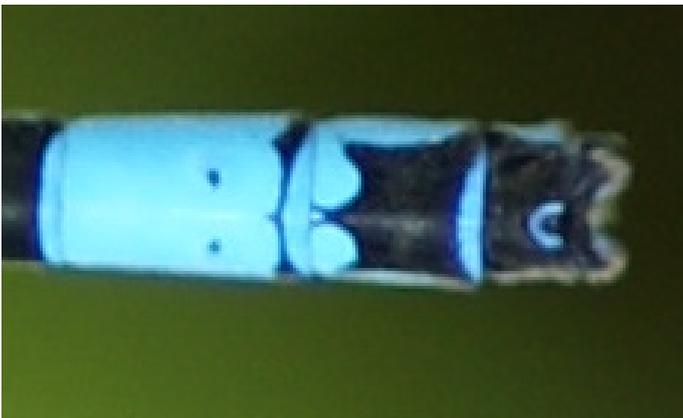
Bei *C. pulchellum* sitzen unterhalb der A. inferiores paarige hellblaue Anhänge, die eventuell die gleiche Funktion besitzen, wie A. inferiores der Kleinen Binsenjungfer. Sie wirken in den beiden Bildern angelegt. Besonders im unteren Bild wird dies deutlich. Das Weibchen hat begonnen das erste Beinpaar an den Körper zu legen, was der Theorie entsprechen würde, dass das Anlegen dieser Zusatzanhänge das Signal zum Abfliegen ist.



Fledermaus-Azurjungfer, *Coenagrion pulchellum* (Vander Linden, 1852)

Kaudale Haltungsmuster, primäre Haltezangen: *Appendices inferiores*

Auch bei dieser Art sind die unteren Anhänge wahrscheinlich die Primäranhänge. Sie sind zwar kürzer als die Oberen, jedoch viel sensibler und feiner. Zusätzlich besitzt sie noch eine weitere Ausstülpung zwischen den beiden Anhängen, deren Funktion noch nicht geklärt ist.



Die Paarungskerbe bei diesem Männchen bildet einen Halbkreis und schließt dort scheinbar eine Drüse ein.



Coenagrion pulchellum, Neusiedler See 2010

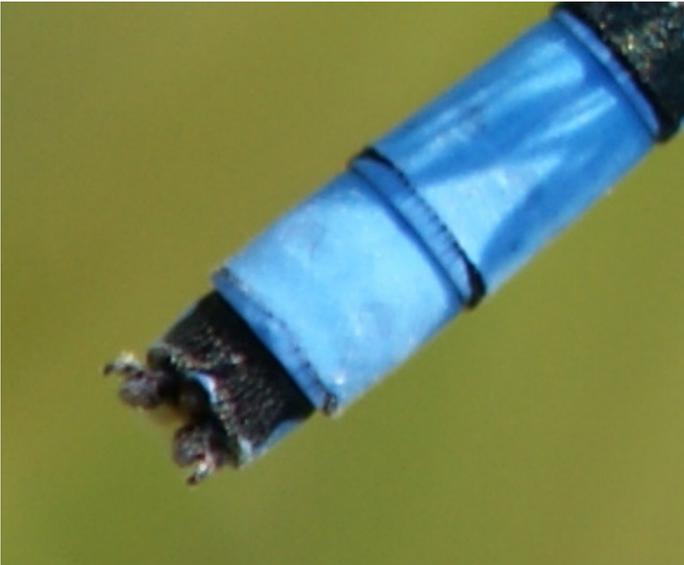
Die unteren Anhänge greifen seitlich vor den hochstehenden Hinterlobusrand und dürften die Primäranhänge sein, da sie größer sind als die oberen Anhänge und als Zange ausgebildet sind. Die oberen Anhänge bestehen aus zwei paarigen Einheiten. Sie sitzen hinter dem Lobusrand etwas weiter zur Mitte hin und klemmen diesen sozusagen ein. Der Rand des Hinterlobus ist von dorsal gesehen gewellt. Der Kopplungsgriff ist deshalb als Hinterlobusgriff einzustufen. Das Zusammenspiel zwischen den beiden Teilen bei *A. superiores* muss aber noch geklärt werden.

Noch nicht eindeutig definierte Arten in Bezug auf den Kopplungsgriff

**Gabel-Azurjungfer,
Coenagrion scitulum (Rambur, 1842)**

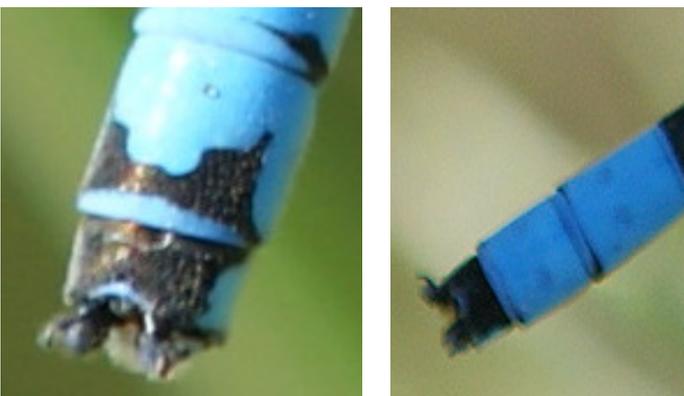
**Kaudale Haltungsmuster,
primäre Haltezangen: *Appendices inferiores***

Leider habe ich bei dieser Art kein Kopplungsfoto zur Analyse. Jedoch kann man anhand der Pronotum des Weibchens und der Anhänge des Männchens einige Aussagen treffen.



Die oberen Anhänge bei dieser Art wirken wie zwei Ballons, die an den Außenseiten jeweils einen auffälligen Haken besitzen, ähnlich wie bei *C. pulchellum*. Jedoch sitzen diese an den *A. superiores*. Die unteren Anhänge sind auf diesen Bildern nicht sichtbar.

Die Anhänge sind in der Kopulationsstarre, man kann hier gut feststellen, wie sie angewendet werden.



Die Haken sind schräg nach außen gerichtet. Es ist davon auszugehen, dass die Anhänge zwischen Hinterlobus und Mesothorax beim Weibchen eingehängt sind und dort eine feste Position finden. Die kleinen Hähchen dagegen wirken auf den vorderen Rand des Mesothorax (1) und dienen eher als Taster für die Steuerung. An dieser Stelle des Mesothorax befinden sich Untergliederungen, die durch zwei helle Stellen markiert sind, die bei dieser Art auch als Bestimmungsmerkmal dienen können.



Weibchen Neusiedler See 2010

Der hintere Rand des Pronotum (2) weist beiderseits zwei Einbuchtungen auf, in welche die *A. superiores* gut eingepasst werden können. Leider konnte ich kein Paarungsrädchen ablichten, deshalb kann ich hier nur Vermutungen anstellen. Eine weitere Untersuchung sollte folgen.

**Vogel-Azurjungfer
Coenagrion ornatum (Selys, 1850)**

**Kaudale Haltungsmuster,
primäre Haltezangen: *Appendices inferiores***

Betrachtet man die *Appendices* nach B Dijkstra, dann kommt man zu dem Schluss, dass *A. inferiores* die Primäranhänge sein müssen. Sie sind auch ähnlich der unteren Anhänge von *C. scitulum*, deshalb könnte man auch annehmen, dass auch sie als Primäranhänge dienen.

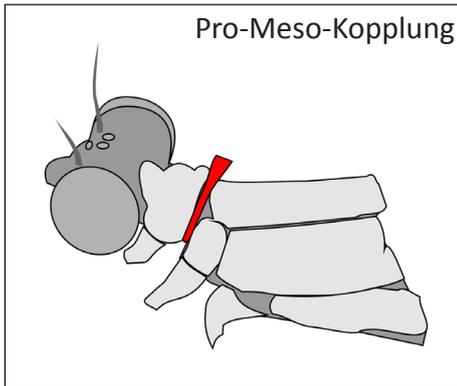


Weibchen Neusiedler See 2010

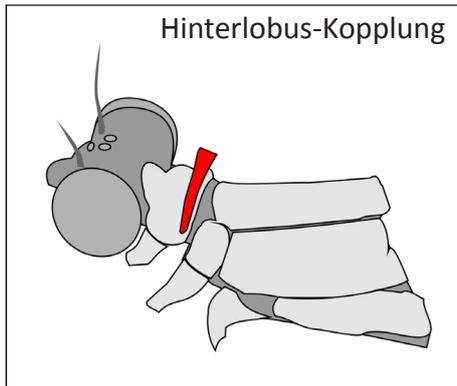
Bei diesem Bild ist das Pronotum des Weibchens beschädigt. Es soll zeigen, wie leicht verletzlich oder veränderbar die Außenhaut der Libellen beim Schlupf ist.

Übersicht und Zuordnung der Kopplungsmuster der Primäranhänge von 20 überprüften Arten

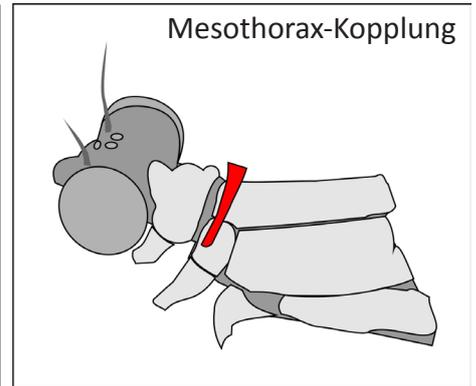
Primäranhänge: *A. superiores*



- Gemeine Binsenjungfer
Lestes sponsa
- Glänzende Binsenjungfer
Lestes dryas
- Kleine Binsenjungfer
Lestes virens
- Gemeine Weidenjungfer
Lestes viridis
- Gemeine Winterlibelle
Sympecma fusca
- Sibirische Winterlibelle
Sympecma paedisca

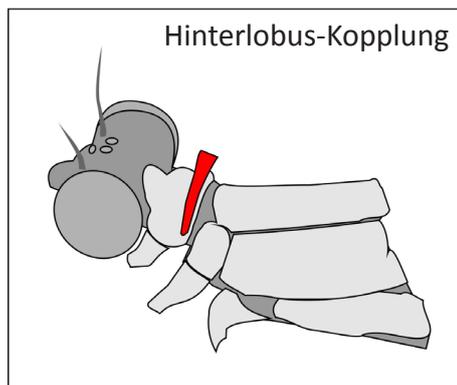


- Gebänderte Prachtlibelle
Calopteryx splendens
- Blauflügel-Prachtlibelle
Calopteryx virgo

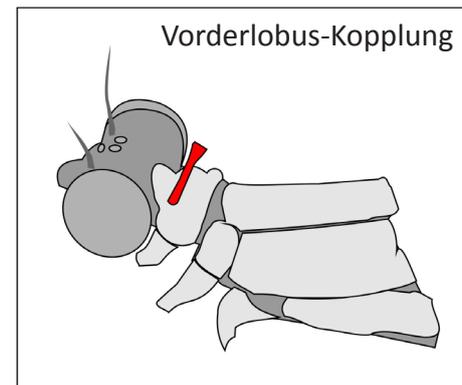


- Kleines Granatauge
Erythromma viridulum
- Frühe Adonislibelle
Pyrhosoma nymphula
- Großes Granatauge ?
Erythromma najas
- Pokaljungfer
Erythromma lindenii

Primäranhänge: *A. inferiores*



- Hufeisen-Azurjungfer
Coenagrion puella
- Gemeine Becherjungfer
Enallagma cyathigerum
- Fledermaus-Azurjungfer
Coenagrion pulchellum



- Grosse Pechlibelle
Ischnura elegans
- Blaue Federlibelle
Platycnemis pennipes
- Speer-Azurjungfer
Coenagrion hastulatum
- Gabel-Azurjungfer
Coenagrion scitulum ?
- Vogel-Azurjungfer
Coenagrion ornatum ?

Diese Aufstellung soll eine vereinfachte Darstellung für die Stellen sein, an denen die Primäranhänge am Pronotum der Weibchen für einen festen Haltegriff angebracht werden.

Wie man erkennen kann sind die Griffvarianten sehr verschieden. Unterschiede können sich jeweils in den einzelnen Aktionen, Ankopplung, Vorpaarung, Paarung und Eibablage ergeben. Es dürfte beispielsweise ein Unterschied bei der Vorpaarung und beim Radschluss sein, wie dabei das Weibchen gehalten wird. Der Schwerpunkt dürfte bei einer Vorderlobus-Kopplung anders verlagert sein, als bei der Mesothorax-Kopplung.

? = Die Kopplungsmuster geben noch Rätsel auf, sie sind bisher nicht eindeutig bestimmbar, da sie sehr komplex sind.

Die dorsalen Thorakalstigmen der Libellen

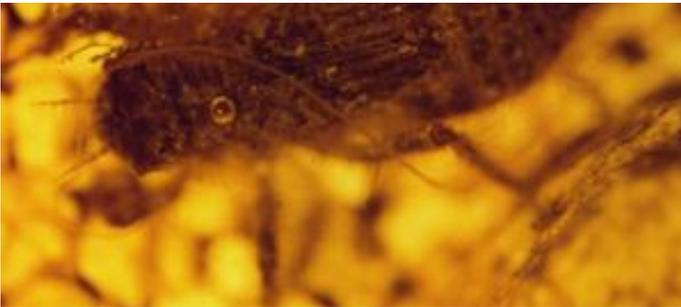
Libellen sind Tracheenatmer. Sie erhalten die Sauerstoffzufuhr über ein Röhrensystem, das sich durch den ganzen Körper zieht. Dieses Tracheensystem hat verschiedene Öffnungen u.a. die Thorakalstigmen, die durch Klappen verschlossen werden können.

Bei Larven kann man die Gase, die durch diese Stigmen abgegeben werden, sehr gut erkennen.

Larven geben in ungleichmäßigen Abständen diese Blasen ab. Wobei mir keine Beobachtungen bekannt sind, bei denen über die seitlichen Thorakalstigmen eine Abgabe erfolgte. Grundsätzlich sind es die dorsalen Stigmen, bei denen diese Blasen hervortreten.

Oft entwickeln sich Luftperlen-Ketten, sie können bis zu 20 bis 25 Luftblasen in kurzer Folge haben. Es ist anzunehmen, dass die komplette Abluft aus den Tracheen, die im Körperinneren liegen, ausgepresst wird.

Das Stigma zwischen *Prothorax* und *Synthorax* ist hier zu erkennen.



Vierflecklarve: Ausstoß von Blasen am Rückenstigma durch die Wasseroberfläche fotografiert, 10.10.1992

Bei der Beobachtung von Vierflecklarven wie auch allen anderen kommt es oft vor, dass sie an den oberen Thoraxstigmen eine Luftblase bilden, die sich nach geraumer Zeit löst und nach oben an die Wasseroberfläche steigt. Bei starker Wärmeentwicklung werden die Larven aktiv, wie alle anderen Libellenlarven auch. Durch starke Aktivitäten bilden sich Abfallstoffe, die über Austrittsstigmen zwischen Vorder- und Mittelbrust abgegeben werden. Das am Thorax dorsal liegende Stigma kann verschlossen werden und öffnet sich bei Bedarf. Dieses Stigma ist auch bei völlig verschmutzten Larven durch die regelmäßige Benutzung sichtbar. Die beobachtete Vierflecklarve gab über dieses Stigma alle 60 Sekunden eine Luftblase mit einem Durchmesser von ca. 1 mm ab. Bewegungen oder die Aktivität des Fressens verursachte eine stärkere Darmaktivität, was wahrscheinlich zu einer Erhöhung der Sauerstoffaufnahme führt und damit zu einem verstärkten Austausch der Atmenluft. Die im Bild abgelichtete Larve gab einige male Luft ab und zwar über die linke Rückenöffnung. Als die Abdomenatmung schwächer wurde, folgte nach ca. 3 Minuten eine Luftperlenabgabe (Luftperlenketten können bis zu 20 bis 25 Luftblasen in kurzer Folge haben) durch die rechte Stigmenöffnung, danach war eine längere Pause. Nach einigen Bewegungsaktivitäten wurde genau derselbe Vorgang in seiner Gesamtheit wiederholt.

Diese Libelle hatte ihr größeres Aktivitätsniveau auf der linken Seite, was bei ihr eine grundsätzliche Tendenz zu sein schien.

Ob es sich um ein für alle Larven dieser Art grundsätzliches System handelt oder nur bei der besagten Art vorkommt, ließ sich nicht klären.

Wobei hier die Frage im Raum steht, ob man durch solche Beobachtungen Körperseitendominanzen in den Verhaltensmustern ableiten kann?

Die beobachtete Larve des Vierflecks war besonders schmutzig und stand kurz vor einer Häutung.



Verschmutzte Larve einer Segellibelle kurz unter der Wasseroberfläche

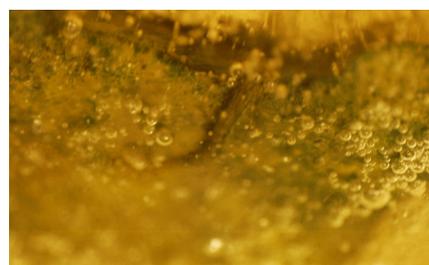
Deutlich sind die Rückenstigmen in der Mitte des Bildes zu erkennen



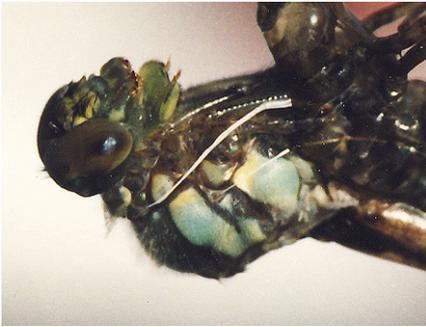
Heidelibelle kurz nach der Häutung mit Luftblase



Kleinlibelle bei der Luftabgabe



Eingefrorene Kleinlibellen-Larve. Hier sind links und rechts deutlich die unregelmäßigen Abluftblasen der Nacht, die hier eingefroren sind, zu erkennen. Eine typische Verteilung der Blasen wie sie bei Libellen unter dem Eis vorkommen.



Beim Schlüpfen einer Libelle (Blau-grüne Mosaikjungfer) werden auch die großen Trachenstränge herausgezogen. Deutlich ist die Stelle zu erkennen, an der das Stigma sitzt.

Rechts eine Falkenlibelle (*Cordulia aenea*) in der erste Phase des Schlüpfens, hier sieht man deutlich die Ansätze an der Exuvie und die Stigmen, aus denen sie am Brustkorb austreten.



Falkenlibelle (*Cordulia aenea*)

Auch bei den Larven der Kleinlibellen (Zygoptera) sitzen die dorsalen Thorakalstigmen an gleicher Stelle wie bei den Großlibellen links und rechts am Hinterrand des Prothorax.



Falkenlibelle (*Cordulia aenea*)



Kleine Binsenjungfer

Dorsale Thorax-Stigmen offen



Atmungsöffnungen geschlossen





Speer-Azurjungfer



Grosses Granatauge

Das Atmungssystem der Libellen besteht aus einem Röhrensystem. Diese Röhren bezeichnet man als Tracheen. Sie verzweigen sich mehrfach und führen die Luft direkt zu den Körperzellen. Die Atemluft tritt durch Öffnungen an der Körperoberfläche ein und verteilt sich über diese in dünne Röhren, die man *Tracheolen* nennt. Diese *Tracheolen* enden an der Plasmamembran der einzelnen Zellen. Sie enden an kleinsten Spitzen, die mit Flüssigkeit gefüllt sind und bestimmen durch den Flüssigkeitsanteil, wieviel Luft an die Zelle abgegeben wird. Bei steigendem Sauerstoffbedarf wird Flüssigkeit entzogen, damit vergrößert sich die Kontaktstelle und damit steigt die Luftaufnahme der Zelle. Der Gasaustausch erfolgt über Diffusion.

Bei der *Diffusion* (lat. *diffundere*, verstreuen, ausgießen) handelt es sich um einen physikalischen Prozess, der zu einer gleichmäßigen Verteilung und somit zur vollständigen Durchmischung mehrerer Stoffe führt. Diese Diffusion beruht auf der Eigenbewegung der Luftmoleküle. Bei einer ungleichen Verteilung bewegen sich statistisch mehr Teilchen in den Bereich niedriger Konzentration.

Der Vorteil der Tracheenatmung liegt darin, dass durch die Diffusion schneller Sauerstoff an die Zellen gegeben wird, denn die Flugmuskulatur der Libellen benötigt viel Sauerstoff.

O₂ und CO₂ diffundiert viel rascher in Luft als in Wasser. Die Ventilation kostet einem Insekt weniger Energie, denn Luft ist mit seiner geringen Masse wesentlich leichter als Wasser bzw. als Blut, was für ein Fluginsekt wie bei den Libellen besonders zum Tragen kommt.

Jedoch muss die respiratorische Oberfläche groß und feucht sein, was den Nachteil hat, dass sie ständig an die Luft Wasser verliert.

Um den Luftaustausch zu regulieren besitzen Libellen deshalb Stigmen, die sie verschließen können, ebenso die dorsal des Brustkorbs sitzenden Öffnungen des *Prothorax* und *Mesothorax* bei den Kleinlibellen.



Grosses Granatauge

Die Bilder zeigen verschiedene Arten von Kleinlibellen mit freien Atmungsöffnungen.

Androchrome Weibchen bei *Lestes dryas* oder Altersfärbung

Am 31.07.2009 versuchte ich für die Erforschung der Kopplungsmuster der Kleinlibellen einige Aufnahmen zu machen, sie sollten die unteren Anhänge bei *Lestes sponsa* deutlicher zeigen, als die bereits vorhandenen Bilder. Ich hatte mir hierzu ein Biotop ausgesucht von dem ich wusste, dass es besonders schöne Exemplare mit himmelblauen Augen beherbergte.

Mir war damals aufgefallen, dass ich mehrere *Lestes*-Weibchen sah, ging aber davon aus, dass dies normal sei, dass es von *Lestes*-Arten auch androchrome Weibchen gibt.

Reinhard Jödige (1997 Westarb Wissenschaften) schreibt dazu, dass die einzige europäische Lestide *L. sponsa* ist, welche in zwei Farbmorphen vorkommt.

Das hat mich bewogen, diese Bilder zur Diskussion zu stellen. Androchrome Weibchen bezeichnet man im Gegensatz zu heterochromen Weibchen als solche, die in derselben Färbung vorkommen, wie Männchen.



Androchrome Weibchen finden wir häufig bei *Ischnura elegans*, bei den Lestiden sind sie selten.

Das Bild oben zeigt ein Weibchen von *Lestes dryas* mit leicht blau gefärbten Augen, sie trägt am Körper keine Bereifung.

Die Ränder der Carina und der Humeralnaht werden durch schwarze Pigmenteinlagerungen gesäumt.

31.07.2009 Lauf-Speikern

Männchen von *Lestes dryas* mit leuchtend blauen Augen. Erwachsenes Tier mit grünmetallischem Thorax.

Weibchen mit leuchtend blauen Augen, unterhalb des Thorax mit Bereifung, ebenso das erste Abdominalsegment.

Die Flügelbasis ist bereift, der Thorax und das Pronotum sind dem der Männchen ähnlich gefärbt.

Auch das Labrum hat eine weißblaue Färbung.

Kann das durch eine Altersfärbung erklärt werden?





Wunderschöne blaue Augen von *Lestes dryas*. Rechts ein anderes Paar mit dieser schönen Zeichnungsvariante.

Das Pronotum ist kaum von dem des Männchens zu unterscheiden, eine Zeichnung ist nicht zu erkennen. Im Bild auf der nächsten Seite wird dies noch deutlicher. Dies stärkt die Annahme, dass das Pronotum nicht entscheidend für die Wahl des Weibchens als Erkennungsmerkmal dient.



Heterochromes Weibchen von *Lestes dryas*. Normale Färbung mit deutlicher Zeichnung des Pronotum.





Lestes dryas Weibchen in metallischer Färbungsvariante von grün bis bronze/rot. Das Flügelmal ist dunkel und somit könnte angenommen werden, dass es sich um eine Altersfärbung handelt.

Lestes dryas Weibchen in normaler Färbungsvariante in bronze/rot und schwarz.

Im Bild unten ist deutlich auch die Bereifung zu erkennen, sowie der Kopulationsgriff der Anhänge.

Im Bild unten ist ein weiteres Weibchen mit blauen Augen zu sehen.



Lestes dryas Weibchen, Lauf/Speikern 2009



Lestes dryas Weibchen, Lauf 06.07.2009



Lestes dryas Tandem, Reichenschwand FFH-Gebiet



Das FFH Gebiet bei Reichenschwand schien ein idealer Lebensraum für die glänzende Binsenjungfer gewesen zu sein. Hier hatte sich der Brennende Hahnenfuß (*Ranunculus flammula*) optimal entwickeln können, in einem Bereich, der die meiste Zeit des Jahres einen Wasserstand von ca. 10 bis 15 cm hatte.

Umgeben war dieses sumpfige Gebiet mit Binsen und Seggen. In diesem Gebiet befanden sich viele Weibchen von *Lestes dryas* mit blauen Augen. Besteht hier eine Zusammenhang mit *Ranunculus flammula*, der ja giftig ist. Wirkt sich das Gift auf die Entwicklung der Prolarven aus.

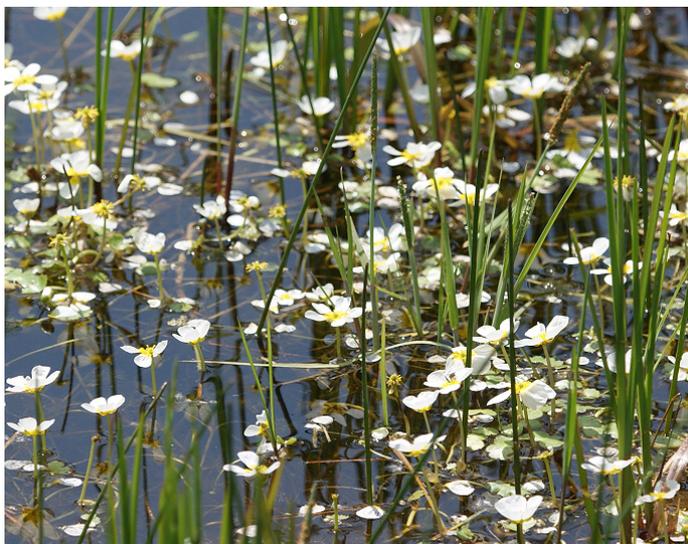
Im Bild unten sticht ein Weibchen der Glänzenden Binsenjungfer im Tandem Eier in Stängel des Flammenden Hahnenfuß ein.

In dem Gebiet befanden sich in der angrenzenden Sumpfigen Wiese ca. durchschnittlich 5 Imagines pro Quadratmeter, in einer Teilfläche von 10 x 15 m.



Ein Tandem von *Lestes dryas* mit fast gleicher Färbung, blauen Augen und Bereifung. Das erste Segment ist bereift, ebenso hat S9 und S10 eine leichte Bereifung.

Lestes dryas Tandem, Eiablage Reichenschwand FFH-Gebiet, 17.06.2009



In einem anderen Biotop an dem *L. dryas* Weibchen mit blauen Augen vorkommen wächst der Gewöhnliche Wasserhahnenfuß (*Ranunculus aquatilis*). Eine Wasserpflanze mit weißen Blüten und Schwimmblättern, auch untergetauchten Blättern. Auch sie ist giftig und es entwickeln sich dort 4 *Lestes* Arten. Besteht auch hier ein Zusammenhang. Eiablagen am Hahnenfuß konnte ich nicht feststellen, da ich nie darauf achtete.



Im Bereich der glänzenden Binsenjungfer befand sich eine Weide, die man im Winter durch Pflegemaßnahmen beseitigt hatte, auch Bäume am Rand des Bereiches. Die Zahl der *L. dryas* sank im folgenden Jahr dramatisch. Inzwischen sieht das FFH-Gebiet wie unten aus, da man im letzten Winter weitere Maßnahmen durchführte und dort wo sich die Binsenjungfern entwickelten nun eine offene Wasserfläche besteht. Haben sie noch eine Chance?



FFH Gebiet Reichenschwand 25.06.2010



FFH Gebiet Reichenschwand 21.06.2009

Oben weitere Weibchen von *Lestes Dryas* in verschiedenen Färbungsstadien.



FFH Gebiet Reichenschwand 25.06.2010

Junge Männchen haben in diesem Stadium braune Augen. Bei geschlechtsreifen Männchen sind sie dagegen blau. Geschlechtsreife Weibchen gibt es aber mit braunen und mit blauen Augen.



Interessante Themen

Kopfstehend geschlüpft, eine Kuriosität?

Am 13.07.1992 konnte ich eine frisch geschlüpfte Kleinlibelle beobachten, wie sie gerade den Abdomen ausprägte. Was erstaunlich war, die Exuvie stand verkehrt herum wenige Zentimeter über der Wasseroberfläche.

Anfang Juli 1992 wurden in einem Weihergebiet Säuberungsarbeiten durchgeführt. Täglich hatt man einige Zentner Seegrass an Land geworfen. Dieses Seegrass wurde gemäht und Mitglieder eines Fischereivereins in der Nähe von Lauf (Scherau) führten diese Arbeit fast täglich durch. Das Weihergebiet war von dem Fischereiverein gepachtet und umfasste 4 große, sowie einige kleinere Weiher. Das Weihergebiet schien mir ein idealer Platz um Verhaltensstrukturen verschiedener Kleinlibellen zu studieren. Da ein gemischter Fischbesatz gewählt wurde, waren auch ideale Bedingungen für Libellenlarven geschaffen, vor allem da diese großen, von Wiesen umgebenen Weihern im Herbst nicht abgelassen wurden. Ich machte mir Gedanken, ob sich in diesem Seegrass, das an Land geworfen wurde auch Libellenlarven befinden. Wenn ja, wie viele befanden sich darin? Hatten sie eine Möglichkeit wieder ins Wasser zu gelangen, vor allem, ob sich durch das Gewicht des darüber liegenden Grases die dünnen Beine von Kleinlibellenlarven überhaupt noch bewegt werden konnten.

So suchte ich diese Seegrashaufen nach Libellenlarven ab und wurde auch. Pro qm befanden sich eine große Anzahl von Kleinlibellenlarven darin.

Ich hatte zu diesem Zeitpunkt zuhause ein Aquarium, um Goldfische und Moderlieschen zu beobachten. Es sollten möglichst normale Bedingungen bestehen, deshalb nahm ich etwas von dem Seegrass mit nach Hause.

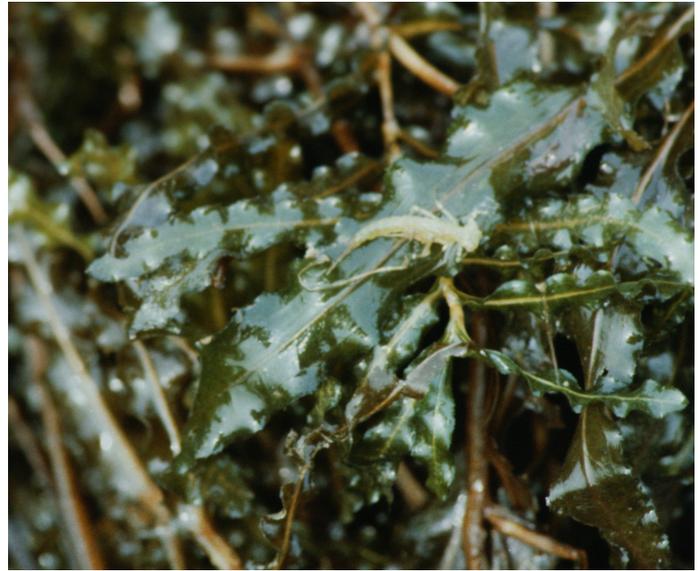
Anscheinend befand sich in diesem Seegrass noch eine Kleinlibellenlarve. So war ich erstaunt, als einige Tage später eine Große Pechlibelle schlüpfte. Den Schlupf selbst konnte ich nicht beobachten.

Das Merkwürdige war, dass die Exuvie dieser Libelle kopfstehend am Schlupfhalm verankert war. Die Frage, ob wohl ein Windhauch die Exuvie verdreht hatte, konnte ich ausschließen, da die Larvenhaut fest am Stiel saß und die Glasscheibe die Schlupfhöhe der Exuvie um 25 cm überragte.

Da ich aber keine Hinweise in der Literatur fand, fuhr ich am Tag darauf zu diesen Weihern. Nachdem ich ca. 50 Exuvien fand, zählte ich auch vier kopfüber stehende leere Larvenhüllen.

Allesamt waren sie fest an den Halmen verankert. Das Bild mit den beiden fotografierten Exuvien zeigt jeweils ein abgebrochenes Bein, das diesem Fall auch folgerichtig nach unten gefallen war, was zeigt, dass die Exuvien mit dem Kopf nach unten hängen. Auch das Bild mit der Wasseroberfläche, die mit Wasserlinsen übersät ist, zeigt deutlich die Lage der geschlüpften Libellen.

Was auch hier wieder auffällig war, alle kopfunter stehenden Exuvien waren fest mit dem Schlupfsubstrat verankert.



Auf dem ausgeworfenen Substrat kann man eine Kleinlibellenlarve erkennen, die ins Wasser zurückklettert.



Diese Libelle war eindeutig kopfüber geschlüpft.



Eine weitere Kleinlibellen-Exuvie am Weiherrand, die Libelle ist kopfüber geschlüpft, zwei Beine sind abgebrochen.



Bei diesem Foto sind abgebrochene Beine zu erkennen, sie sind nach unten gefallen. Liegt dies an der ungewöhnlichen Schlupfstellung?

Die wichtigste Frage für mich ist: Worin liegt die Ursache dieser kopfüber schlüpfenden Libellen? Auffällig ist, dass alle drei an sehr breitem Röhrchen geschlüpft sind.

Ist es normal, dass bei einer gewissen Anzahl immer wieder Libellen nach unten gerichtet schlüpfen?

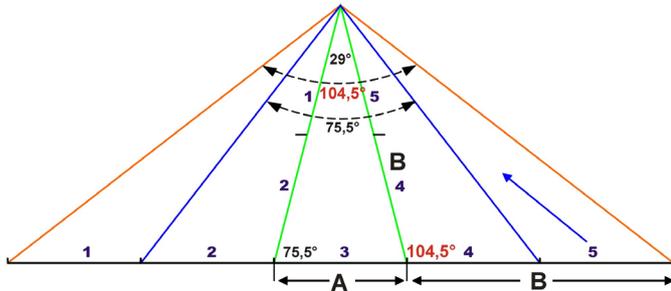
Sehr wahrscheinlich scheint es zu sein, dass durch dieses Herausnehmen mit dem Substrat und das zurückklettern der Rhythmus durcheinander gebracht wurde und es so zu diesem Schlupfverhalten einzelner Larven kam.



Hier noch einmal ein Vergleich, zwischen der im Aquarium gefundenen Exuvie und einer normal geschlüpften Libelle (rechts), auf den Kopf gestellt zum Vergleich. Ein deutlicher Unterschied ist in der Beinhaltung zu erkennen. Die Beine der kopfüber geschlüpften Libelle (links) haben für Libellen eine sehr ungewöhnliche Haltung.

Libellen im Hydrowinkel - Winkelstrukturen auf der Grundlage des Wassermoleküls

Aufbau der Hydrowinkelkonstruktion nach Karlheinz Schroth



Die Hydrowinkelkonstruktion entwickelt sich aus fünf gleichen Größen A.

Durch Verdoppeln der Größe A erhalten wir die Größe B. Klappen wir die beiden daraus entstehenden Schenkel (B) erhalten wir den Schnittpunkt aller Winkelgrößen.

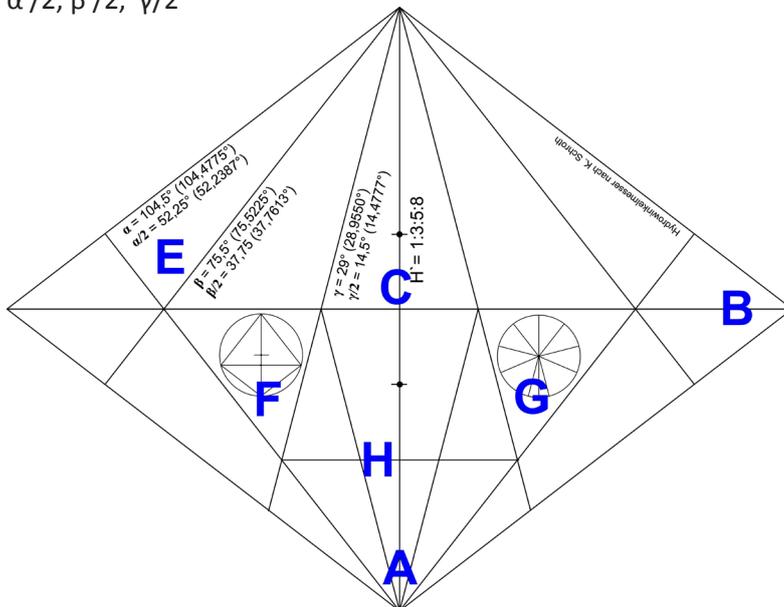
Wobei hier kurz anzumerken wäre, dass das grün markierte Dreieck fünf gleiche Größen aufweist und in Wirklichkeit ein Fünfeck mit 540° darstellt. Ich empfehle diese daraus entstehenden Winkel gerundet wie folgt zu bezeichnen:

Alphawinkel = $104,5^\circ$ - Betawinkel = $75,5^\circ$

- Gammawinkel = 29°

Die Halbierung der Winkel bezeichne ich als:

$\alpha/2, \beta/2, \gamma/2$



Auf dem Bild rechts fliegt eine Große Königslibelle (*Anax imperator*) eine Kurve. Die Flügel sind vertikal zur Erdoberfläche ausgerichtet. Der Kopf bleibt aber immer in der horizontalen Ausrichtung erhalten. Drei der Flügel stehen exakt im Hydrowinkel zum Abdomen, ein Flügel weicht ab. Es ist zu vermuten, dass er zum Bremsen verwendet wird, um eine Richtungsänderung zu steuern.

Aufbau des Hydrowinkelmessers

Warum basiert dieses System auf der Grundlage des Winkels des Wassermoleküls? Die Winkelstruktur des Wassers wird allgemein zwischen $104,45$ bis 105° angegeben, es gibt bis heute scheinbar keine exakte Berechnung des Winkels.

Durch meine Messungen und Beobachtungen in der Natur ist klar geworden, dass diese geschlossene Konstruktion den Winkel des Wassers bestimmen muss.

A und B: Hier misst man die wichtigen Winkelgrößen aus. C: stellt die Hydrowinkelkonstante (H') dar. Sie beträgt in der Regel 1:3:5:8 und bestimmt nicht einen ungefähren Wert, sondern die Größenverhältnisse sind absolut exakt. Im Gegensatz dazu stellt der goldene Schnitt immer nur eine ungefähre Konstante dar und fällt als Formgeber und Konstantengeber damit aus.

$H'1$ ist der exakte Abstand zwischen geometrischen Mittelpunkt und Hydromittelpunkt

$H'3$ ist der exakte Abstand zwischen Hydromittelpunkt und Grenzpunkt (Außenhülle)

$H'5$ ist der exakte Abstand zwischen Hydromittelpunkt und Grenzpunkt (Außenhülle) der gegenüber liegenden Seite

$H'8$ beträgt die Größe des Durchmessers

E: Der Bereich bezeichnet die Winkelgrößen (Arbeitsgröße und exakte Größe)

F: Beschreibt die Hydrowinkelkonstante innerhalb eines Kreises, also die Differenz zwischen geometrischen und Hydromittelpunkt.

G: Stellt die Auflösung eines 360° Kreises mit exakten Hydrowinkeln dar, wie er auch bei vielen runden Formen z. B. fünfblättrigen Blüten vorkommt. Die Formel: $3\beta + \alpha + \gamma = 360^\circ$

Alphawinkel

α	=	104,4775°
$\alpha/2$	=	52,2387°

Betawinkel

β	=	75,5225°
$\beta/2$	=	37,7612°

Gammawinkel

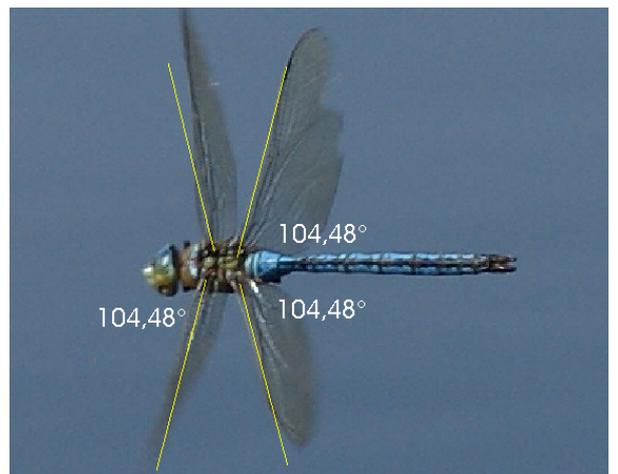
γ	=	28,9550°
$\gamma/2$	=	14,4777°

Hydrowinkelkonstante

H'	=	1 : 3 : 5 : 8
------	---	----------------------

Differenzwinkel zu 360°

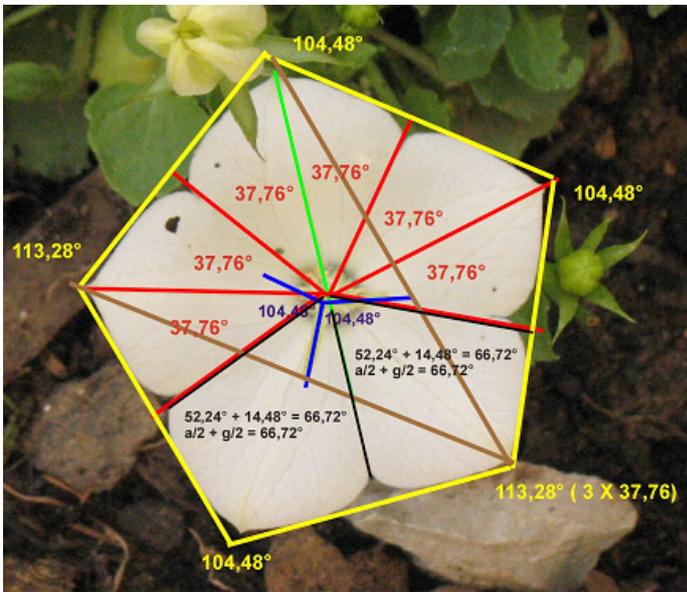
5β	- 17,6°	= 360°
----------	----------------	---------------



Was ist das Besondere an der Hydrowinkel-Konstruktion?

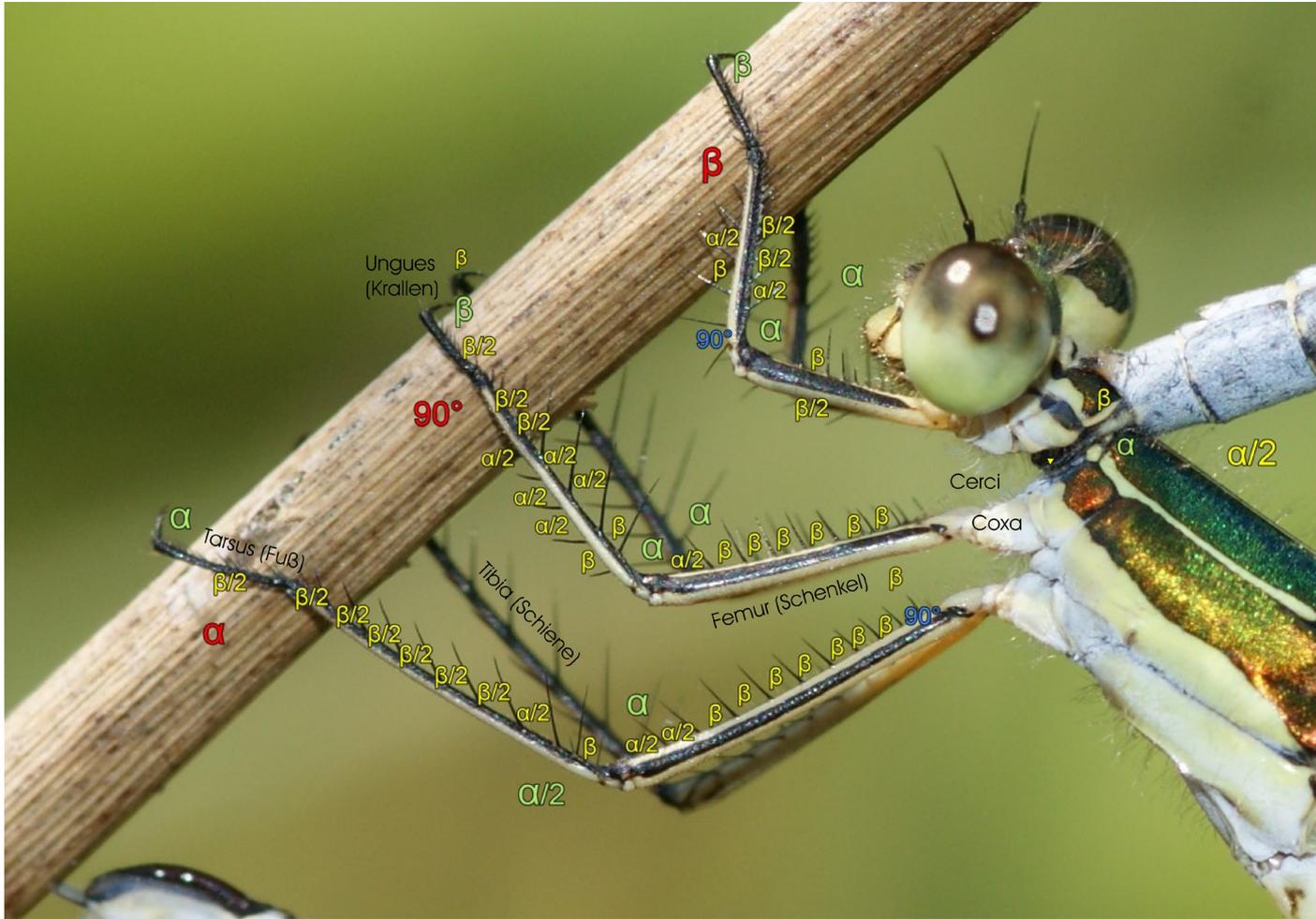
Das ganz Besondere an diesem Winkel liegt in der Tatsache, dass er eine Konstruktion besitzt, die immer wiederkehrende Winkelschnittpunkte entwickeln kann. Verbindet man die einzelnen Schnittpunkte des Hydrowinkelsystems und verdoppelt sie, dann ergibt sich eine Vielzahl von Schnittpunkten, die ein stabiles Gerüst ergeben mit immer nur den exakten Hydrowinkelgrößen. Im ersten Moment scheint dies eine Gewirr von Linien zu sein. Jedoch ist es ein Prinzip größter Ordnung. Erst in Verbindung mit dem Kreis, bildet die Hydrowinkelkonstruktion eine extrem hohe Verknüpfungsstruktur, die immer nur auf den drei Winkeln aufbaut. Auch ist bei komplexen Molekülgruppen dabei auszugehen, dass sie über viele Moleküle hinweg magnetische Struktureinheiten innerhalb solch eines Gefüges entwickeln.

Auch dieses fünfblättrige Blütenblatt besitzen in einer Hälfte nahezu ganz exakte 37,76° Winkel. Umgrenzt wird es mit 104,45° Winkeln. Ebenso besitzen die 3 Ausläufer des Stempels jeweils eine 104,45° Ausrichtung zueinander. Dies ist eine sehr häufige Variante bei fünfblättrigen Blüten. Die Ausrichtung der 5 Blütenblätter ist meist so wie auf dem Bild der Malvenblüte oben deutlich zu erkennen.



Alle Winkel dieser Blüten lassen sich auf die Hydrowinkel zurückführen.

Ein absolut perfektes Blütenblatt. Im alten Ägypten hatte man Sterne mit 5 Strahlen gemalt, die nie in 5 gleichen Winkeln angeordnet waren, sondern so wie 5-strahlige Blüten oder andere Organismen wie Seesterne ausgerichtet sind. Auch versteinerte Seesterne aus dem Jura weisen diese Muster auf.



Libellen sind geradezu in den Hydrowinkel hineingebaut.

Libellen-Foto-Ausstellung im Rathaus der Stadt Lauf

Aktion der Kreisgruppe Nürnberg Land 2010
Libellenposter, Ausstellung und Exkursion

Unsere heimischen Libellen - Libellen im Nürnberger Land

Im Jahr 2010 entstand im Rahmen des Bund Naturschutz der Ortsgruppe Hersbruck, in Verbindung mit einer Ausstellung über die heimischen Arten, mit 15 Tafeln DIN A1 und einer Exkursion, ein Poster DIN A1 über die heimischen Libellenarten. Das Poster enthielt eine Aufstellung aller in Bayern vorkommenden Arten. Die Bildautoren, Karlheinz Schroth und Günter Loos, zeigten in eindrucksvollen Bildern Darstellungen der im Landkreis vorkommenden Arten. Anregungen fand das Projekt durch Dr. Kai Frobel.

Die im Landkreis Nürnberger Land vorkommenden Arten wurden dabei gesondert aufgelistet.

Die Abbildungen wurden so gewählt, dass eine möglichst hohe Übersicht über die vorkommenden Arten auch für Laien bestimmbar ist. Lebensräume und einzelne Stadien der Entwicklung der Libellen wurden mit einbezogen. Die Aktion fand bei Behörden und Institutionen, sowie der Bevölkerung sehr großen Anklang. Die örtliche Tageszeitung brachte eine ganze Seite mit Abbildungen der heimischen Libellen. Auch die Exkursion wurde gut besucht. Erfahrungen werden gerne weitergegeben.



Aufgrund des großen Interesses der im August stattgefundenen Ausstellung 2010 im Rathaus der Stadt Lauf, war die Libellenausstellung im Oktober ein zweites mal zu sehen. Im Bild sind einige der 15 Tafeln zu sehen. Viele Detailfotos und Texte zeugen von diesen einzigartigen, wunderschönen Insekten.

Besonderer Dank gilt Manfred März vom Zentralvertrieb Lauf, der die Ausstellung organisierte.

Lehrer und Institute, können diese Ausstellung oder Teile davon auch leihweise erhalten.

Nehmen Sie in diesem Falle einfach mit uns oder dem Bund Naturschutz in Bayern e.V. Ortsgruppe Hersbruck (Nordbayern) Kontakt auf.

Auch 2011 ist wieder eine Exkursion geplant. Voraussichtlich soll diese am 3. Juli stattfinden. Ebenso steht wieder ein DIN A 1 Poster über das Leben der Libellen an, das zur Exkursion zur Verfügung stehen soll.

Kontakt:

Karlheinz Schroth Tel. 09123/96060

E-Mail: schroth.karlheinz@t-online.de

Unsere heimischen Libellen im Nürnberger Land

**Kreisgruppe
Nürnberger Land**
www.bund-naturschutz.de

Dargestellt sind immer jeweils die Männchen

 <small>Prachtlibellen: 2 Arten</small>	 <small>Birnsejungfern: 3 Arten</small>	 <small>Wieslerjungfer</small>	 <small>Gemeine Winterlibelle</small>
 <small>Große Fuchlibelle</small>	 <small>Azzurjungfern: 3 Arten</small>	 <small>Granatjungfern: 2 Arten</small>	 <small>Fishe Adonalslibelle</small>
 <small>Blauer Federlibelle</small>	 <small>Herbst Mosaikjungfer</small>	 <small>Blaugrüne Mosaikjungfer</small>	 <small>Große Königlibelle</small>
 <small>Kieljungfern: 3 Arten</small>	 <small>Grüne Flußjungfer</small>	 <small>Kleine Zangenlibelle</small>	 <small>Quelljungfern: 2 Arten</small>
 <small>Smaragdlibellen: 4 Arten</small>	 <small>Vierfleck</small>	 <small>Plattbauch</small>	 <small>Blauflügel: 3 Arten</small>
 <small>Kleine Mosaikjungfer</small>	 <small>Schwarze Heidebelle</small>	 <small>Heidebellen: 5 Arten</small>	 <small>Feuerlibelle</small>

Wichtige Lebensräume

NSG bei Speikam

FFH-Gebiet Auzinger Röhrenschwand

Waldquelle in der Herzsbrucker Ab.

Wehr bei Oberberg, geföhrt von der EU

Paarung, Eiablage, Larven

Gefährdung und Schutz

Alle Arten stehen unter Schutz und dürfen weder gefangen noch getötet werden. Einige Arten sind gefährdet oder vom Aussterben bedroht. Jeder kann etwas dazu beitragen: An Weihergebieten, in denen sich Libellen befinden, sollte eine Mindestabstand von 2 bis 3 Metern gehalten werden, da sich viele Kleinlibellen während ihrer Entwicklungszeit dort aufhalten. Weiherbesitzer, Landwirtschaftsbetriebe und Angelvereine sollten immer auch diesen Abstand beim Mähen einhalten. Teichbesitzer sollten möglichst viele Verlandungs- und Schwimmblattzonen belassen und den Fischbesatz niedrig halten (keine Goldfische!). Die Libellen und viele andere Tiere werden es ihnen danken.

Alle Bilder von Günter Loos und Karlheinz Schroth

Wer mehr wissen oder sich aktiv für den Libellenschutz einsetzen will, wendet sich bitte an: Günter Loos Tel 09153/8140 oder Karlheinz Schroth Tel. 09123/96060

Danksagung

Insbesondere gilt der Dank meiner Frau Klara, die mich bei sehr vielen Untersuchungen begleitet hatte. Mein besonderer Dank gilt Günter Los, der mir interessante Biotope zeigte. Ihm ist auch die abschließende Korrektur des Textes zu verdanken.

Bei Dr. Kai Frobels bedanke ich mich für die fachliche Erst-Durchsicht des Manuskriptes.

Literatur

Bellmann Heiko

Der Kosmos Libellenführer, 2007

Dijkstra Klaas-Douwe B, 2006

Dragonflies of Britain and Europe

Jödicke Reinhard, 1997

Die Binsenjungfern und Winterlibellen Europas Band 3

Die neue Brehm-Bücherei Bd. 631

Schroth Karlheinz, Areaktionslehre 2010 – Band 7

Die Allgemeine Seh- und Wahrnehmungslehre

Schroth Karlheinz, Der kinetische Effekt betrifft uns alle

Areaktionslehre Band 6

Sternberg Klaus /Buchwald Rainer (Hrsg.), 1999

Die Libellen Baden-Württembergs Band 1, Ulmer

Campbell Neil A. /Reece Jane B. Markl Jürgen (Hg.)

Biologie - Deutsche Ausgabe - 6. Auflage