

Georg Ruppell · Dagmar Hilfert-Ruppell

Verhalten von Libellen



SACHBUCH

MOREMEDIA



 Springer

Verhalten von Libellen

Georg Rüppell · Dagmar Hilfert-Rüppell

Verhalten von Libellen

 Springer

Georg Rüppell
Zoologisches Institut, retired
TU Braunschweig
Cremlingen, Deutschland

Dagmar Hilfert-Rüppell
Institut für Fachdidaktik der
Naturwissenschaften
TU Braunschweig
Braunschweig, Deutschland

ISBN 978-3-662-69251-6 ISBN 978-3-662-69252-3 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-69252-3>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer-Verlag GmbH, DE, ein Teil von Springer Nature 2024

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jede Person benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des/der jeweiligen Zeicheninhaber*in sind zu beachten.

Der Verlag, die Autor*innen und die Herausgeber*innen gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autor*innen oder die Herausgeber*innen übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Einbandabbildung: © Georg Rüppell

Planung/Lektorat: Stefanie Wolf

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Wenn Sie dieses Produkt entsorgen, geben Sie das Papier bitte zum Recycling.

FÜR JAN, MAREN UND OLAV

VORWORT

Es gibt auf der Erde mehr Libellen- als Säugetierarten und doch kennen viele Menschen meist nur „die Libelle“ – eine Art – und erst auf Nachfrage können sie sich erinnern, dass manche dieser Tiere, die sie gesehen haben, blau und andere rot waren. Dagegen können wir alle ohne lange nachzudenken verschiedenste Säugetiere benennen: Hund, Katze, Maulwurf, Igel, Fledermaus, Hirsch, Elefant, Delfin. Diese Säugetiere unterscheiden sich, je nach ihrem Lebensraum, deutlich in der Form ihrer Gliedmaßen – Beine, Flossen, Flügel – oder sie haben andere auffällige Merkmale wie Geweih, Stacheln oder Rüssel. Libellen sind dagegen auf den ersten Blick recht gleichförmig: vier Flügel, sechs Beine, Kopf mit großen Augen. Die Flügel unterscheiden sich etwas, genau wie die Körperproportionen und nicht zuletzt die Farben. Aber Unterscheidungsmerkmale zwischen Arten und selbst Familien der Libellen sind oft eher etwa für Spezialisten, die Odonatologen (Libellenforscher).

Worin unterscheiden sich also alle die vielen Libellen auf der Erde? Was begründet ihre große Artenvielfalt? Eine Antwort darauf ist vielleicht die Vielfalt von unterschiedlichen Verhaltensweisen dieser Tiere. Die meisten von uns nehmen diese vielen Verhaltensweisen nicht einmal wahr, da sie überwiegend im Flug und oft in einer Geschwindigkeit stattfinden, der unsere Augen nicht folgen können. Georg Rüppell und Dagmar Hilfert-Rüppell sind seit vielen Jahren dafür bekannt, die verborgenen Verhaltensweisen von Libellen für uns andere sichtbar zu machen. Sie tun das vor allem mittels Zeitlupenfilm, sowohl im wissenschaftlichen Bereich als auch im populärwissenschaftlichen, mit Fernsehfilmen bei den öffentlichen TV-Sendern. Für diese Filme haben sie schon diverse nationale wie internationale Preise bekommen. Der Zeitlupenfilm ist besonders geeignet, uns direkt am Libellenverhalten teilnehmen zu lassen. Georg und Dagmar nutzen aber auch Fotografie, die Sequenzen und spezielle Szenen aus dem Verhalten sichtbar macht, und nicht zu vergessen hervorragende Illustrationen, die uns beispielsweise Flugmanöver oder Beutefangereignisse nachvollziehen lassen und diese damit für uns begreifbar machen.

Ihr Buch „Libellenverhalten“ präsentiert einen Überblick von Fotos aus vielen Jahren intensiver Beobachtung von Libellen. Neben genauen Einblicken in

Verhaltensaspekte wie Flug, Beutefang, Balz, Paarung, Eiablage lernen wir dabei viele Verhaltensweisen und Flugmanöver kennen, die in der Fachliteratur bisher noch nicht beschrieben sind. Dies erfordert nicht nur die von mir immer bewunderte Beherrschung der Kameratechnik der beiden, sondern auch ihre unendliche Geduld, die sie stundenlang am Gewässer verbringen lässt, um eben wieder etwas Neues zu beobachten oder eine einmal gesehene Verhaltensweise doch noch fotografieren oder filmen zu können. „Libellenverhalten“ eröffnet damit einen weiten, neuen Einblick in die fantastische Verhaltensökologie von Libellen und die vielen besonderen Fähigkeiten dieser Tiergruppe. Dabei versprüht das Buch auch den Enthusiasmus für das Thema, den ich persönlich immer sehr geschätzt habe und der mich schon als jungen Studenten in die Arbeitsgruppe von Georg Rüppell an der Universität Braunschweig getrieben hat. Dass ich dann später doch nicht geduldig genug war, um das Verhalten von Libellen zu beobachten, und stattdessen lieber Libellenlarven aus den Gewässern fische, bitte ich zu entschuldigen.

Frank Suhling, Professor für Geoökologie, Technische Universität Braunschweig

EINLEITUNG

Libellen entstanden schon vor mehr als 300 Millionen Jahren. Sie begleiteten die Dinosaurier bei deren Kommen vor 245 Millionen Jahren bis zu ihrem Vergehen vor 65 Millionen. Die Abkömmlinge der Dinosaurier, die heute lebenden Vögel, machten und machen den Libellen das Leben schwer. Für sie waren und sind Libellen nur Energielieferanten. Erst jetzt, nach 300 Millionen Jahren, gibt es Wesen, die den unendlich erscheinenden Erfolg der Libellen verstehen und die zierlichen Lebewesen bewundern können – uns Menschen. Schon im alten Ägypten waren Libellen Symbole für Schnelligkeit, aber erst in den letzten Jahrzehnten hat man herausgefunden, wie Libellen so schnell und perfekt fliegen. Erst Zeitlupenkameras erlaubten es, die rasanten Flügelschläge zu beobachten, erst mit hochtechnischen Analysemethoden konnte die Luftströmung um fliegende Libellen herum sichtbar gemacht werden. Nun ist es endlich möglich, das bewegte Leben dieser uralten Insekten zu verstehen. Das ist zum Verständnis ihrer Rolle in Ökosystemen eminent wichtig – aber es bereitet auch Freude, denn Libellen sind sehr attraktive Lebewesen, die die ästhetische Lust in uns anregen. Auch wir sind ihr erlegen und möchten die Freude an Libellen und die Einblicke in ihr Leben mithilfe unseres Buchs mit den Leser:innen teilen. Es gibt viele Bücher über Libellen. Darunter sind umfassende Werke wie der Klassiker „Dragonflies – Behaviour and Ecology of Odonata“ von Philip Corbet oder das schöne, ausführliche Buch „Die Libellen Europas“ von Hansruedi Wildermuth und Andreas Martens. Obschon in beiden Bänden außer unglaublich vielen Details aus dem Leben der Libellen auch zahlreiche Fotos enthalten sind, macht man sich vor allem über die Lektüre ein Bild von dem Verhalten der Tiere. Mit diesem Buch wollen wir wichtige Verhaltensweisen dieser faszinierenden Tiergruppe in Bildern zeigen. Anhand von über 300 Fotos und erläuternden Zeichnungen aus dem Libellenleben möchten wir die Leserschaft nach dem Motto „Ein Bild sagt mehr als tausend Worte“ an die wundervolle und manchmal bizarr wirkende Welt der Libellen heranführen. Dabei können wir keine Gesamtübersicht über alle Libellen dieser Welt bieten, sind es doch rund 6300 bekannte Arten. Auch sind viele noch gar nicht entdeckt. Vielmehr soll exemplarisch über interessante Verhaltensbereiche wie Flug, Kampf, Drohverhalten,

Balz, Fortpflanzung, Beutefang oder Gefressenwerden berichtet werden, die wir mit Zeitlupenfilmen entdecken konnten. Libellen sind perfekte Jäger und machen auf alles Jagd, was ihnen in der Luft begegnet und was kleiner ist als sie selbst. Ihre im Wasser lebenden Larven stehen ihnen dabei in nichts nach: Unter Wasser erbeuten sie alles, was sich in ihrer Umgebung bewegt. Sie schaffen dadurch die stoffliche Grundlage für die späteren Fluginsekten, die sich in der Larvenhaut umbilden und zu den wundervollen Fliegern werden, die uns so viel zu erzählen haben. Da wird mit atemberaubenden Flugmanövern um die Wette geflogen und in Kämpfen mit den Beinen gefochten, es werden Insekten mit akrobatischen Flugmanövern erbeutet und mit gezähnten Kiefern feste Chitinpanzer geknackt. Und wir sehen Weibchen zu, die sich ihre Paarungspartner aussuchen, und solche, die sich Belästigungen durch Männchen entziehen, indem sie sich in die Vegetation stürzen oder zur Eiablage unter Wasser tauchen. Schließlich ergab das Studium ihres Paarungsverhaltens wichtige Ergebnisse für die Evolutionsforschung.

Vieles davon ist in diesem Buch zu sehen. Da wir aber nicht nur Filme und Bilder herstellen, sondern das Verhalten auch verstehen wollten, haben wir es erforscht. Einem kleinen Stück Natur nahe zu kommen, ist im Gewimmel und Gebimmel unserer technischen Medienwelt wie ein Besuch im Paradies.

Die Fotos stammen aus vielen gemeinsamen Exkursionen mit Foto- und Filmkameras. Kleinlibellen haben im Gegensatz zu den meisten anderen Insekten einen relativ begrenzten Aktionsraum. Oft ist es nur ein einzelner Teich, an dem ihr Lebenszyklus abläuft. Hier lassen sie sich beobachten und erforschen. Wie in diesem Buch gezeigt wird, können Libellen als Modellorganismen für die Einnischung und für Verhaltensanpassungen dienen. Manches allerdings – die großartigen Flugfähigkeiten, der effektive Beutefang der Larven im Wasser mit der Fangmaske oder der Fluginsekten in der Luft mit den bedornten Beinen sowie das berühmte Libellenrad bei der Paarung – hat sich im Verlauf der Evolution ausschließlich bei den Libellen entwickelt. In dem aufregenden Verhalten der Libellen stecken viele allgemeinbiologische Prinzipien, die wir in den kurzen Begleittexten zu den Bildern erläutern. Natürlich gibt es noch viel Neues zu erforschen, doch sollte uns das nicht davon abhalten, bereits jetzt von den Tieren zu berichten, sodass manche junge Menschen – und natürlich auch ältere – diese auch durch unser Buch nicht länger geheimnisvollen Insekten besser verstehen

und die Leser angeregt werden, selbst zu beobachten, zu fotografieren oder zu filmen.

Um die Rolle unserer Akteure, der Libellen, zu durchschauen, mögen die Leser:innen tolerieren, dass die meisten Deutungen zwar auf wissenschaftlichen Ergebnissen (siehe Literaturverzeichnis) beruhen, einige jedoch eigene Interpretationen sind. Zum besseren Verständnis und der Einfachheit der Wiedergabe halber konnten wir außerdem manchmal nicht umhin, in dem in der Verhaltensökologie zeitweise üblichen, etwas vermenschlichenden Stil zu berichten.

Georg Rüppell & Dagmar Hilfert-Rüppell, Braunschweig 2024

Einiges Verhalten der Libellen kann auch direkt in Videos angesehen werden. Im Text werden die Stellen mittels Symbol  und eines blauen Kurzlinks gekennzeichnet. Durch Eintragen des Kurzlinks in einen der üblichen Internet-Browser werden Sie zum Film weitergeleitet. Beim E-Book genügt ein Klick auf den Link.

INHALT

Habitus	1
Augen.....	6
Flügel.....	9
Thermoregulation.....	17
Flugartisten.....	20
Kurvenflug	28
Start.....	32
Beschleunigung	33
Rückwärtsflug.....	34
Rückenflug	35
Farben	37
Farbige Flügel schlagen anders	42
Landung	47
Gefährliche farbige Flügel.....	48
Beutefang	50
Trinken	57
Putzen	58
Zwischenartliche Begegnungen	62
Kämpfen	66
Drohen.....	77

Ein Weibchen ergattern	82
Abwehr von Männchen	84
Balz	99
Paarung	103
Alternative Fortpflanzung	116
Eiablage	126
Larven	138
Prädation	149
Verhaltensvielfalt der Prachtlibellen	171
Schlüpfen und Jungfernflug	173
Libellenschwärme	182
Ökologische Aspekte	186
Dank	191
Autoren	193
Literatur	196
Weblinks	209
Bildnachweise	210
Anekdoten	211



▲
Diese Blaugrüne Mosaikjungfer (*Aeshna cyanea*, oben) ist eine der häufigsten Großlibellen in Mitteleuropa. Sie kommt an fast jedem Gartenteich vor und wird rund 7 cm lang. Kein anderes Insekt vermittelt schon auf den ersten Blick so sehr den Eindruck eines perfekten Fliegers wie eine Libelle: riesige Augen vor einem aufgewölbten Vorderkörper, dem Thorax. Dieser mächtige Brustabschnitt ist Programm: Darin arbeiten die kraftvollen Flugmuskeln. Bei Großlibellen können sie bis 60% des Körpergewichts ausmachen und treiben kraftvoll die riesigen Flügel an. Die Vorder- und Hinterflügel sind bei Großlibellen unterschiedlich geformt, was ihnen den Namen *Anisoptera* (Ungleichflügler) eingetragen hat. Die schmaleren Vorderflügel sind beweglicher als die breiteren Hinterflügel, die besonders für mehr Auftrieb, aber auch für effektives Bremsen verantwortlich sind. Der röhrenförmige Hinterleib ist Lagerraum für Verdauungsorgane, die Fortpflanzungsorgane und gewichtsreduzierende Luftsäcke. Außerdem dient er, wie die lange Ausgleichsstange eines Seiltänzers, der Stabilisierung. Das alles ist bei den großen Großlibellen in 600–1000 mg (also bis 1 g)

Körpermasse untergebracht. Die schönen Prachtlibellen wiegen dagegen nur 100–150 mg und die kleinen Schlanklibellen (*Coenagrionidae*) nur 20–30 mg. Und auch bei diesen Winzlingen läuft ein ungeheuer komplexes Verhalten in Sekundenschnelle ab. Wie verhalten sich Groß- und Kleinlibellen? Was passiert, wenn sie sich treffen? Sind sie an verschiedene Lebensräume angepasst?

Die relativ große Masse ist bei Großlibellen widerstandsarm angeordnet ist, wie hier von einer Blaugrünen Mosaikjungfer demonstriert. Schon die Kopf- und die Augenform stellen der Luftströmung kaum Kanten oder Vorsprünge entgegen, genau wie die mittleren und hinteren Beine, die eng an den Körper angelegt sind. Die Vorderbeine lehnen sich von hinten an den Kopf – sie haben Sonderaufgaben.





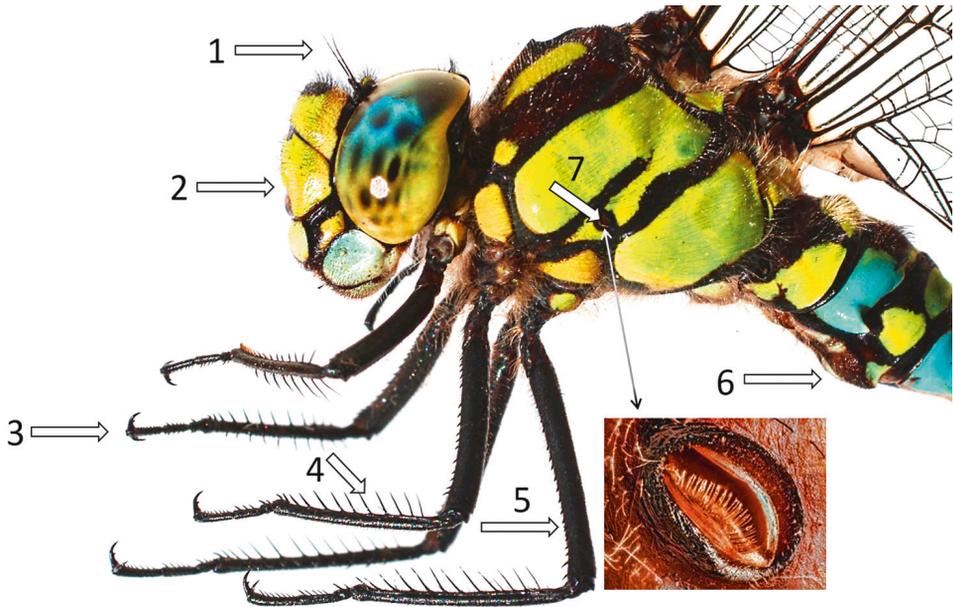
Die meisten Kleinlibellen sind deutlich kleiner und fragiler als Großlibellen. So ist diese frisch geschlüpfte Hufeisenazurjungfer (*Coenagrion puella*) nur etwa 3,5 cm lang und wiegt rund 40-mal weniger als die Mosaikjungfer. Sie haben viel weniger Flugmuskeln als Großlibellen. Ihre vier Flügel sind gleichförmig und sehr beweglich, denn sie sind stielförmig – gute Voraussetzungen für einen wendigen Flug. [▶ sn.pub/8131gf](https://sn.pub/8131gf)



▲ So sieht ein vielfältiger Libellenlebensraum in der Ebene aus: ein Fluss mit kleinen Teichen oder Altarmen. Hier leben sowohl Fließgewässerarten als auch solche, die Stillgewässer bevorzugen.



▲ Besonders Kleinlibellen fühlen sich hier in diesem pflanzenreichen Stillgewässer zuhause. Aber auch manche Großlibellen kommen hierher, um ihre Eier abzulegen.



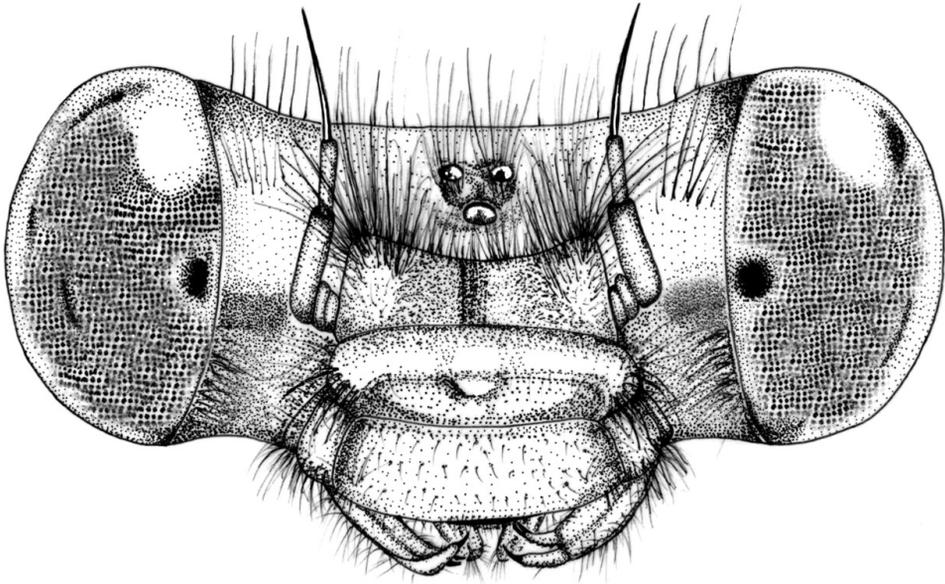
▲
 Portrait einer Blaugrünen Mosaikjungfer. Die kurzen Antennen (1) messen die Luftströmung. Die Chitinwülste am Vorderkopf (2) wirken wie widerstandsarme aber aufpralldämpfende Spoiler. Die spitzen Krallen (3) sind die Enterhaken bei Landung und Kampf. Lange Beinborsten (4) fangen kleine Beutetiere, kurze (5) halten große fest. Der sekundäre Kopulationsapparat (6) dieses Männchen ist zusammengeklappt. Mitten im Vorderkörper (Thorax) liegt eine Öffnung (7 und Vergrößerung unten) des Atemkanalsystems (Tracheensystem).

AUGEN



Libellen schauen durch mehrere Zehntausend kleinster, röhrenförmiger Einzel-
augen, die ein gemeinsames Bild erzeugen: Bei der Blaugrünen Mosaikjungfer
(*Aeshna cyanea*) sind es fast 30.000 Einzelaugen, hier sichtbar als kleine Sechse-
cke. Die Augen stoßen vorne zusammen. Das verleiht ihnen die beste Rund-
umsicht und ein hohes zeitliches Auflösungsvermögen (es ist etwa sieben- bis
zehnmal besser als das des Menschen). Libellen schauen also in Zeitlupe - wie
wir mit unserer Kamera. ▼





▲ Libellen sind Augentiere. Neben den riesigen, seitlich stehenden Komplexaugen besitzen sie wie dieses Prachtlibellenweibchen (*Calopteryx*) drei Punktaugen in der Kopfmitte. Diese sind wichtig für Hell-Dunkel-Sehen und für die Fluglageorientierung mithilfe der Horizonterkennung. Libellen besitzen aber noch viele andere Sinnesorgane wie die zwei Antennen und die vielen Haare und Borsten als mechanische und chemische Sensoren. Außerdem spielen die Haare bei vielen Arten eine wichtige Rolle für das Warmhalten des Körpers.

Augen

Auch bei Zangenlibellen (*Onychogomphus*) stoßen wie bei den Prachtlibellen die Komplexaugen nicht zusammen. Sie sorgen zusammen mit den drei Punktaugen und den Antennen für einen kontrollierten Flug. Bei fast allen Manövern bleibt der Kopf immer horizontal ausgerichtet. Nur so können die Libellen ihre artistischen Bahnen sicher im Luftraum steuern.





▲ Libellenflügel sind ein Wunderwerk des Ultraleichtbaus: großflächig, leicht und doch steif. Wie Wellblech sind sie in einer Knickfaltenstruktur angeordnet. Das erhöht die Steifigkeit und verbessert den Kontakt zur umströmenden Luft. In den feinen Flügeladern, die dünne Luftkanäle enthalten, pulsiert Körperflüssigkeit. Das alles sorgt für Stabilität und Langlebigkeit. So können Großlibellen während angenommenen 20 Flugtagen bis zu 130 Millionen Flügelschläge ausführen. Tropische Arten bringen es auf ein Vielfaches davon. Bei den Moosjungfern (*Leucorrhinia*, oben) und beim Männchen der Blauflügel-Prachtlibelle

(*Calopteryx virgo*, unten) ist die unebene Flügelstruktur gut zu sehen. Bei Letzterem fallen die vielen Längsadern und die sehr kleinen und zahlreichen Flügelzellen auf. Haben Prachtlibellen besonders anspruchsvolle Flugaufgaben?

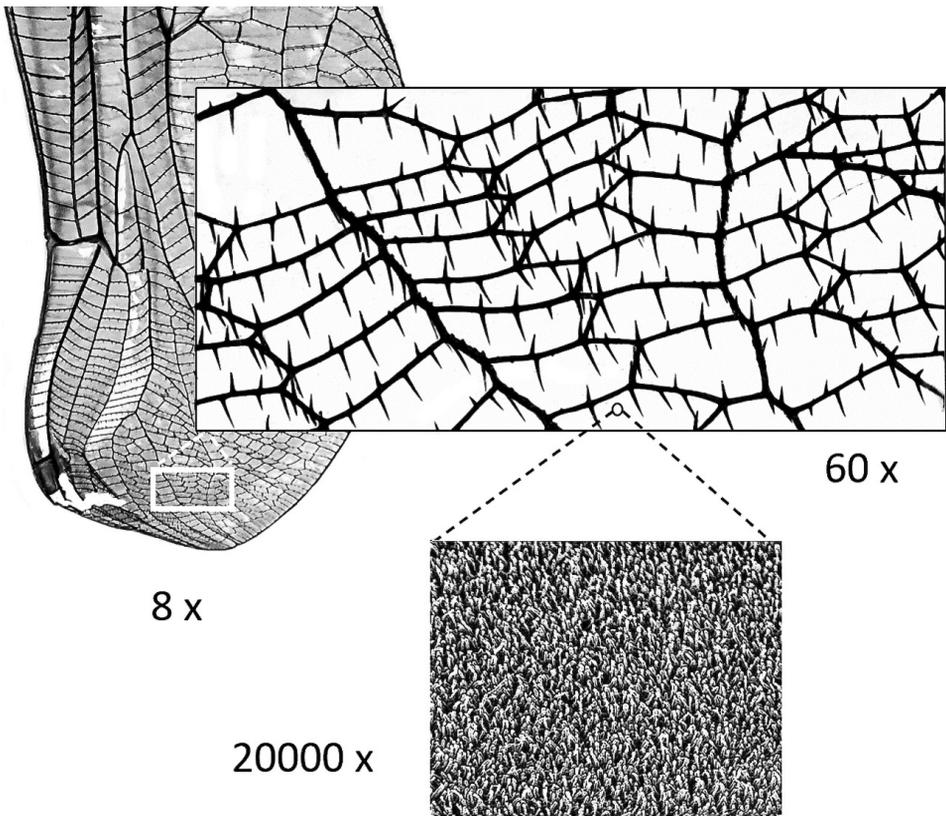




▲ Libellenflügel in verschiedenen Maßstäben

Makro: Libellenflügel sind lebendige Netzwerke. Sie bestehen aus zwei ultradünnen Membranen, die übereinanderliegen und zwischen denen sich stabile Längsadern und feine Queradern spannen. Durch diese Längsadern strömt Hämolymphe (die blutähnliche Körperflüssigkeit) und wird über Queradern am Hinterrand des Flügels wieder abgeführt. In den „Tälern“ der Knickfalten rotieren beim Fliegen kleine Luftwirbel, die mit dafür sorgen, dass die Flügelumströmung nicht abreißt. Die Flügeladern sind nahe am Körper besonders mächtig, da dort die große Kraft der Flugmuskeln übertragen wird. So finden sich hier auch besondere Versteifungen aus dem Eiweiß Resilin. Dieser gummiartige Stoff ist an vielen Kreuzungspunkten der Flügeladern eingebaut, wird bei Belastung verformt und schnell danach wieder in die Ursprungsform zurück, so dass die Flügelform erhalten bleibt.

Rechts oben ist eine Versteifung im Flügel abgebildet. (Stackingfoto; diese Aufnahme einer toten Blaugrünen Mosaikjungfer [*Aeshna cyanea*] wurde aus vielen Einzelaufnahmen zusammengesetzt.)



▲
Mikro (oben rechts): Etwa 60-mal vergrößert sieht ein Ausschnitt der Flügeloberfläche der Blaugrünen Mosaikjungfer wie ein Stoppelfeld aus. Dornen ragen auf den Flügeladern nach oben und unten. Sie helfen, die Grenzschicht zwischen Flügel und Luftumströmung turbulent zu halten und sorgen so ebenfalls für eine anhaftende Strömung. Eine unserer Hypothesen lautet, dass die Dornen außerdem, ähnlich wie ein Kettenhemd bei einem Ritter, bei Kämpfen eine Rolle spielen könnten, denn bei den äußerst aggressiven Blaugrünen Mosaikjungfern sind sie besonders lang und zahlreich. Die Dornen sollen auch als Abstandhalter zwischen den beim Schlupf der Libelle noch feuchten Flügelflächen eine Aufgabe haben. Interessant ist die Verteilung der Dornen. Ihre Anzahl nimmt zu den Flügelspitzen und zum Hinterrand hin zu. Dort befinden sich bei der Blaugrünen Mosaikjungfer teilweise dreimal so viele Dornen pro Flächen-