

ISSN 0073-8417

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

SEKTION

BIOLOGIE

SERIE 16 · NUMMER 37 · 1984

FILM E 2741

Calopteryx splendens (Calopterygidae)
Flugverhalten des Männchens und Balz



INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM · GÖTTINGEN

Angaben zum Film:

Tonfilm (Komm., deutsch), 16 mm, farbig, 93 m, 8½ min (24 B/s). Hergestellt 1982, veröffentlicht 1984.

Das Filmdokument ist für die Verwendung in Forschung und Hochschulunterricht bestimmt. Die Aufnahmen entstanden durch Prof. Dr. G. RÜPPELL. Aus dem Zoologischen Institut der Technischen Universität Braunschweig. Bearbeitet und veröffentlicht durch das Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. D. HAARHAUS; Schnitt: R. DRÖSCHER.

Das Projekt wurde realisiert mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

Zitierform

RÜPPELL, G.: *Calopteryx splendens* (Calopterygidae) – Flugverhalten des Männchens und Balz. Film E 2741 des IWF, Göttingen 1984. Publikation von G. RÜPPELL, E. BARTELS und H. SCHULZE, Publ. Wiss. Film., Sekt. Biol., Ser. 16, Nr. 37/E 2741 (1984), 16 S.

Anschrift der Verfasser der Publikation:

Prof. Dr. G. RÜPPELL, E. BARTELS u. H. SCHULZE, Zoologisches Institut der Technischen Universität Braunschweig, Pockelsstr. 10a, D-3300 Braunschweig.

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

Sektion BIOLOGIE

Sektion ETHNOLOGIE

Sektion MEDIZIN

Sektion GESCHICHTE · PUBLIZISTIK

Sektion PSYCHOLOGIE · PÄDAGOGIK

Sektion TECHNISCHE WISSENSCHAFTEN

NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgeber: H.-K. GALLE · Redaktion: E. BETZ, I. SIMON

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN sind die schriftliche Ergänzung zu den Filmen des Instituts für den Wissenschaftlichen Film und der Encyclopaedia Cinematographica. Sie enthalten jeweils eine Einführung in das im Film behandelte Thema und die Begleitumstände des Films sowie eine genaue Beschreibung des Filminhalts. Film und Publikation zusammen stellen die wissenschaftliche Veröffentlichung dar.

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN werden in deutscher, englischer oder französischer Sprache herausgegeben. Sie erscheinen als Einzelhefte, die in den fachlichen Sektionen zu Serien zusammengefaßt und im Abonnement bezogen werden können. Jede Serie besteht aus mehreren Lieferungen.

Bestellungen und Anfragen an: Institut für den Wissenschaftlichen Film
Nonnenstieg 72 · D-3400 Göttingen
Tel. (05 51) 20 22 02

GEORG RÜPPELL, Braunschweig:

Film E 2741

Calopteryx splendens (Calopterygidae) – Flugverhalten des Männchens und Balz

Verfasser der Publikation: GEORG RÜPPELL, E. BARTELS und H. SCHULZE, Braunschweig

Mit 7 Abbildungen

Inhalt des Films:

Calopteryx splendens (Calopterygidae) – Flugverhalten des Männchens und Balz. Der Film zeigt die wichtigsten Flugarten der Gebänderten Prachtlibelle, wie Beute-, Revier- und Drohflug mit stationärem Drohen, Pendel- und Wellenflug, sowie Werbeflug mit Paarung, Tandemflug, Start und Landung, sowie eine mißglückte Vergewaltigung.

Summary of the Film:

Calopteryx splendens (Calopterygidae) – Flight Behaviour of the Male and Mating. The film shows the major types of flight of the banded dragon fly such as hunting, territory and threatening flight with stationary threatening, hovering and undulating flight, plus courting with mating, dual flight, starting and landing, and an unsuccessful attempt at rape.

Résumé du Film:

Calopteryx splendens (Calopterygidae) – Comportement de vol du mâle et parade amoureuse. Le film montre les principaux modes de vol de la libellule splendide rubanée tels que le vol de capture, de défense du territoire et le vol menaçant avec menace stationnaire, vol en oscillations et en vagues, ainsi que le vol de conquête avec accouplement, vol en tandem, décollage et atterrissage de même qu'une tentative de viol qui échoue.

Allgemeine Vorbemerkungen

Prachtlibellen sind Fließwasserlibellen, die nur an strömendem Wasser vorkommen. Sie sind, ausgenommen bei fehlendem Kontakt zu Artgenossen, sehr standorttreu.

Die Gebänderte Prachtlibelle (*Calopteryx splendens* Harr.) bevorzugt breitere Gewässer mit wenig Schatten. Für die Revierbildung (s.u.) und die Eiablage sind Ufer- und Unterwasservegetation in ausreichender Dichte notwendig. An sonnigen Tagen besetzen die Prachtlibellenmännchen entlang der Fließgewässer Reviere, deren Größe (ca. 1–20 Meter Uferstrecke) von der Populationsdichte abhängt. Diese Reviere werden gegen andere Männchen verteidigt und in ihnen werden durchfliegende Weibchen umworben. Der flatterhafte, schmetterlingsartige Flug, den die gut sichtbaren Reviermännchen zeigen, steht in seinem Erscheinungsbild im krassen Gegensatz zum geradlinigen Flug aller anderen Libellengattungen.

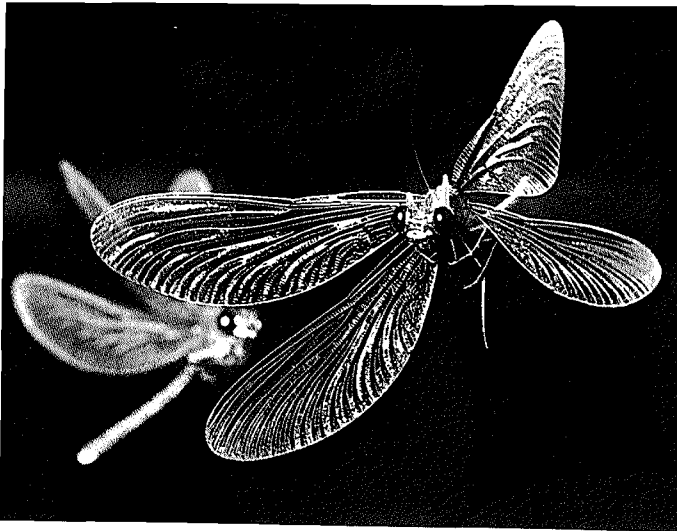


Abb. 1. Ein an einer Angel angebundenes Männchen (im Vordergrund), das in das Revier eines anderen Männchens gehängt wird, löst durch seine Flügelschlagbewegung den Revierverteidigungsflug des Revierinhabers (im Hintergrund) aus

Da ethologisch motivierte Flugtypen im Labor nicht zu provozieren sind, kommen für eine Untersuchung des Prachtlibellenfluges nur Freilandaufnahmen in Frage. PAJUNEN ([5]) untersuchte mit einem im Freiland aufgenommenen Film den Flug der Blauflügel-Prachtlibelle *Calopteryx virgo* L. Er konnte mehrere verschiedenen Verhaltenskomplexen zugeordnete Flugtypen beschreiben. Allerdings reichte seine Aufnahmefrequenz von 80 B/s für eine weitergehende Analyse nicht aus.

Neben einer ausreichend großen Zeitdehnung sollten die Filmaufnahmen für eine solche Analyse einen genügend großen Abbildungsmaßstab aufweisen.

Durch locker an Fäden ins Revier eines Männchens gehängte und dabei flugfähige Artgenossen ließen sich viele Flugverhaltensweisen dicht vor der Kamera auslösen (vgl. Abb. 1).

Zeitlicher Verlauf des Fluges

Bei den Reviermännchen lassen sich gegenüber den in das Revier kommenden Artgenossen zwei grundsätzlich verschiedene Flugtypen unterscheiden (vergl. Abb. 2):

Gegenüber Männchen zeigen die Revierinhaber einen Flug mit annähernd synchronem Flügelschlag, geringer Frequenz und Schlagunterbrechungen mit hinten zusammengelegten Flügeln. Das frontale Erscheinungsbild ist durch die annähernde Synchronität aller Flügel vergrößert: Alle vier Flügelbinden werden gleichzeitig und durch große Schlagamplituden relativ lange gezeigt (vergl. Abb. 3).

Auch das seitliche Erscheinungsbild mit relativ lange in Rückschlagstellung zusammengelegten Flügeln erhöht die Auffälligkeit.

Gegenüber Weibchen zeigen die Revierinhaber einen Flug mit annähernd alternierendem Flügelschlag und deutlich höherer Frequenz.

Synchronflugtyp

1. Neutralflug

Beim sogenannten Neutralflug ist kein äußerer, den Flug beeinflussender Reiz erkennbar. Die Schlagfrequenz und die Geschwindigkeit sind gleichmäßig. Unterbrechungen der Schlagbewegungen kommen nicht vor.

Dieser gleichförmige Flugtyp kann z.B. bei Auftauchen von Beutetieren oder Artgenossen verändert werden.

2. Beuteflug

Kleine Fluginsekten werden aus dem Fluge heraus oder von einer Sitzwarte her verfolgt. Davor kann Stillhalten der Flügel in hinterer Stellung beobachtet werden. Da die Stirnfläche dadurch verringert wird, sinkt der Widerstand und das Tier gleitet schnell vorwärts. Eventuell ist eine solche Schlagunterbrechung auch als Umschalt- oder Orientierungsphase vom Neutral- in den beschleunigten Beuteflug anzusehen.

3. Fluchtflug

So wird das Entfliehen von angebondenen Männchen bezeichnet, wie es einige Male durch Zufall gefilmt werden konnte. Schlagunterbrechungen kommen nicht vor. Der Fluchtflug zeichnet sich durch eine starke Beschleunigung aus, die durch eine relativ hohe Schlagfrequenz und große Schlagamplituden bedingt ist.

4. Revierflug

In regelmäßigen Abständen fliegen die revierbesitzenden Männchen in ihren Revieren umher. Dabei patrouillieren sie entlang der Grenzen ihrer Reviere und kehren in unregelmäßigen Abständen zum Sitzplatz zurück. Die Häufigkeit der Revierflüge und die Größe der dabei überwachten Fläche ist abhängig von der Populationsdichte: je höher diese ist, umso kleiner sind die Reviere und umso öfter sind die Libellen in der Luft. Der Flügelschlag ist dabei nahezu synchron, unregelmäßig lange Schlagunterbrechungen in Rückschlagstellung kommen vor. Die Frequenz liegt über 15–20 Hz.

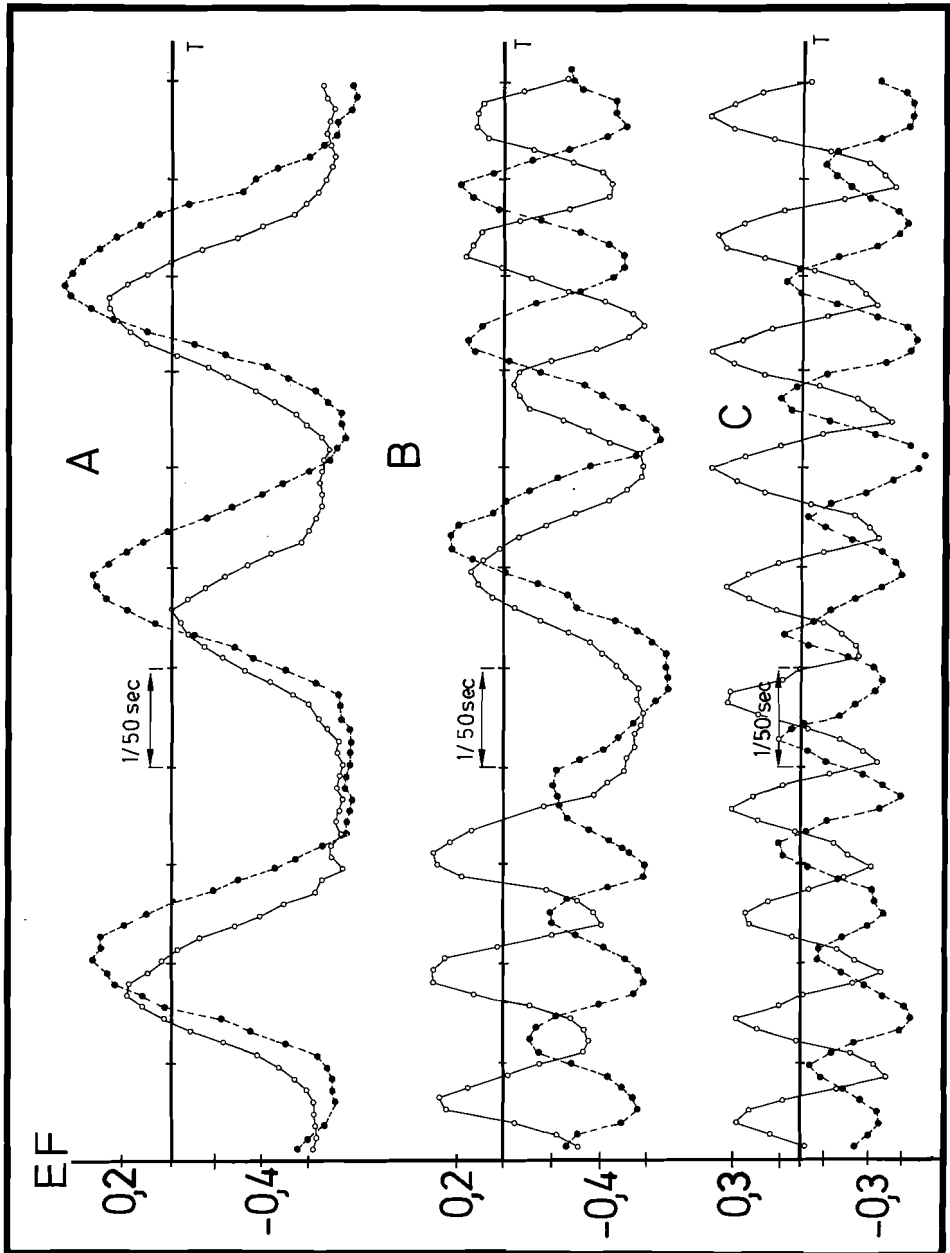


Abb. 2. Zeitlicher Verlauf des Synchronfluges (oben), des alternierenden Flugtyps (unten) und beim Umschalten (Mitte). Kurve nach oben = Flügel nach vorn, Kurve nach unten = Flügel nach hinten. EF = Bezugsmaß: Abdomenspitze bis Flügelansatzpunkt = 1. Waagerechter Kurvenlauf = Stillhalten der Flügel in Rückschlagstellung; Kurven mit Kreisen: Vorderflügel; Kurven mit Punkten: Hinterflügel; Flügelansatzpunkt

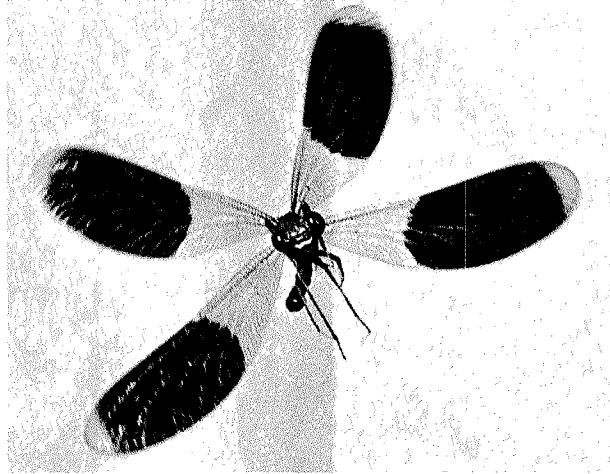


Abb. 3. Frontales Erscheinungsbild eines Prachtlibellenmännchens im Synchronflugtyp (Laboraufnahme). Die Flügel befinden sich im unteren Wendepunkt des Flügelschla- ges

5. Drohflug

Auch der Drohflug zeichnet sich durch einen synchronen Schlagmodus aus. Die Männchen fliegen aufeinander zu, voneinander weg, neben- und voreinander und umeinander herum. Das ergibt eine Fülle von häufig wiederkehrenden Verhaltensweisen, die jedoch alle auf zwei Grundformen zurückgeführt werden können: auf das frontale und das seitliche Drohen.

5 a. Seitliches Drohen

Beim seitlichen Drohen geht wie beim Revierflug durch das Stillhalten der Flügel in hinterer Stellung eine Signalwirkung der blaugebänderten Flügel zu den Seiten aus. Je länger die Flügel dabei stillgehalten werden, umso intensiver ist die Signalwirkung (blaue Fläche pro Zeiteinheit). Die Männchen zeigen ein deutliches Bestreben, die Stillhaltephase zu verlängern: Beim sog. Drohsegeln erreichen diese die höchsten Werte: bis zu 80 ms. Die Flügel sind dabei allerdings etwas V-förmig gehalten, um das Segeln zu ermöglichen. Das Stillhalten erfolgt mit wechselnder Dauer und in unregelmäßiger Periode. Sicherlich hängt die Länge der Stillhaltephasen von der Drohmotivation der Männchen ab. Diese wird durch das Vorhandensein und die Drohung anderer Männchen gesteigert. Dafür ein deutliches Beispiel (Abb. 4):

Ein revierbesitzendes Männchen flog einem Eindringlich entgegen. Ca. 20 cm vor diesem drohte es frontal: dazu wurden die Flügel synchron vorwärts geschlagen, nur wenig beim Rückschlag zurückgenommen und gedehnt langsam um den vorderen Umkehrpunkt geführt. Während dreier solcher Drohschläge richtete sich der Revierbesitzer so zum vorbeifliegenden Männchen, daß er immer frontal zu ihm stand. Auf dieses intensive Frontal-drohen antwortete der Eindringling mit einer außergewöhnlichen Verlängerung der Stillhaltephasen in hinterster Flügelstellung. Zunächst legte er eine lange Stillhaltephase aller vier Flügel ein. Anschließend schlug er dreimal nur mit den Hinterflügeln vor und zurück, wobei die Vorderflügel in hinterster Stellung stillgehalten wurden.

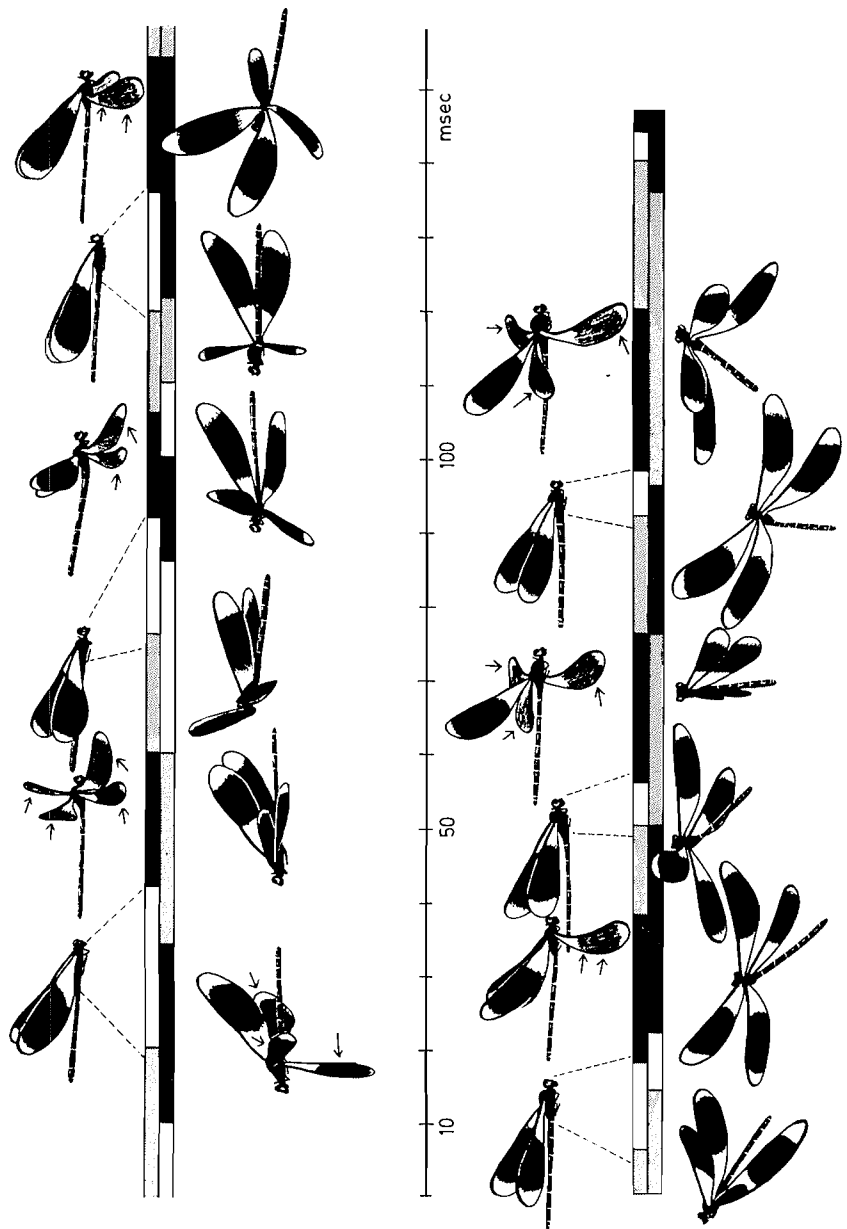


Abb. 4. Seitliches (oben) und frontales Drohen (unten) zweier interagierender Männchen. Die Tiere und Skalen sind zeitlich (nicht räumlich) einander zugeordnet. (schwarz = Vorschlag, grau = Rückschlag, weiß = Stillhaltephase). Die Tiere sind in repräsentativen Phasen dargestellt. Kleine Pfeile = Bewegte Flügel. Beim 2., 3. und 4. Schlag bewegt das obere Tier nur die Hinterflügel, und beim 5. und 6. Schlag zusätzlich den der anderen Libelle abgewandten Vorderflügel

Dieses ließ eine andauernde seitliche Drohwirkung zu und war die Reaktion auf die 3 intensiven frontalen Drohschläge des Revierinhabers (Abb. 4). Anschließend, als bereits wieder etwa 40 cm Distanz zwischen den beiden Tieren lag, ließ der Eindringling den dem Revierinhaber zugewandten Flügel stehen und schlug mit 3 Flügeln zweimal vor und zurück!

5b. P e n d e l f l u g

Ähnliche Flugvarianten treten beim sog. Pendelflug auf (Abb. 7). Dabei entfernt sich ein Männchen auf einer horizontalen Zickzackbahn von einem stationär frontal drohenden anderen Männchen. An den Umkehrpunkten der Zickzackbahn schlägt das pendelnde Männchen schnell, ohne Stillhaltephasen (Frequenz 25 Hz) und in Kurvenschräglage. In den seitlich zum stationär drohenden Männchen verlaufenden Flugphasen kann das oben beschriebene Verhalten mit Stillhalten nur der Vorderflügel während des Schlagens der Hinterflügel (Frequenz ca. 10 Hz) zur Anwendung kommen. Meistens jedoch beschränkt das davonfliegende Männchen seine Drohung auf die Stillhaltephasen beider Flügel in hinterer Rückschlagstellung.

5c. F r o n t a l e s D r o h e n

Beim frontalen Drohen wird die blaue Flügelfläche so präsentiert, daß sie eine möglichst große Drohwirkung nach vorne hat (Abb. 4). Die größte Ansicht der Flügelfläche von vorn ergibt sich bei steiler Flügelstellung. Je nachdem, ob die Prachtlibelle beim Frontaldrohen vorwärts, auf der Stelle oder rückwärts fliegen möchte, verändert sie den Zeitpunkt der größten Drohwirkung, d.h. den Moment in dem die größten Anstellwinkel auftreten. Beim Drohvorwärtsflug werden beide Flügelpaare mit kleinen Anstellwinkeln vorwärts geschlagen, wobei die Hinterflügel dabei auffällig schräg abwärts bewegt werden. In dieser Phase wird — legt man die allgemeinen aerodynamischen Erkenntnisse zugrunde — vor allem Auftrieb (Hub) erzeugt. Der Rückschlag erfolgt mit sehr steil stehenden Flügeln, die zum einen dadurch flächig sichtbar sind und zum anderen nach dem Widerstandsprinzip (Ruder) sehr viel Vortrieb erzeugen. Das Libellenmännchen „schaufelt“ sich quasi vorwärts (Abb. 5).

Beim Rückwärtsdrohflug sind die Verhältnisse genau umgekehrt: nun schlägt das Männchen seine Flügel mit großen Anstellwinkeln vorwärts und mit kleinen rückwärts. Daß die Kraftwirkungen tatsächlich so sind wie angenommen, zeigen Messungen der horizontalen und vertikalen Geschwindigkeiten bei einem Drohflug, der nach schräg hinten oben ging:

Bei jedem Vorschlag sank die vertikale Geschwindigkeit und die horizontale stieg. Bei jedem Rückschlag war es umgekehrt. Frontales Drohen kann auch beim Flug auf der Stelle gezeigt werden. Die Maßnahmen liegen nun zwischen denen des Rückwärts- und denen des Vorwärtsdrohfluges.

5d. W e l l e n f l u g

Verfolgt ein Revierbesitzer ein anderes Männchen, dann kann er die Drohwirkung in der Vertikalen durch den sog. Wellenflug steigern:

Die Schlagfolge wechselt entsprechend der Flugbahn: In Steigphasen sind keine Stillhaltephasen zu beobachten, die Frequenz liegt bei 20 Hz. In den Bahngipfeln und den abfallenden Teilen sinkt die Frequenz durch längere Stillhaltephasen auf 10 Hz.

Beim Wellenflug können die Flügel auch in der vorderen Umkehrstellung eine Schlagpause einlegen. Dieses ist typisch für das frontale Drohen: bei intensivem, frontalem Drohen ist immer die Tendenz zu erkennen, die Flügel langsam um den vorderen Umkehrpunkt zu bewegen, bzw. sie dort mit großen Anstellwinkeln eine Weile verharren zu lassen.

Alternierender Flugtyp

6. Werbeflug

Der Werbeflug erweckt den Eindruck eines Schwirfluges. Ohne Stillhaltephasen werden die Flügelpaare, praktisch alternierend, auf- und abgeschlagen. Die Frequenz ist gegenüber dem Drohflug bis zum Vierfachen erhöht (40–70 Hz), die Amplitude dagegen erniedrigt. Die Fluggeschwindigkeit ist gering. Bei Annäherung an das Weibchen kann die Frequenz deutlich erhöht werden.

Es kommt vor, daß kurz vor dem Synchron- in den alternierenden Flugtyp umgeschaltet wird (Abb. 3).

Will ein Männchen im Werbeflug vorwärts, rückwärts oder auf der Stelle fliegen, wendet es, genau wie beim Drohflug, die Methode der Schlagbahn- und Anstellwinkelveränderung an (Abb. 6).

Beim Vorwärtsflug sind die Anstellwinkel beim Vorschlag klein und beim Rückschlag groß, beim Rückwärtsflug ist es gerade umgekehrt.

Die Schlagbahn ist beim Vorwärtsflug mehr nach unten geneigt als beim Rückwärtsflug.

7. Wachtflug

Legt ein Weibchen Eier ab, dann wird es vom Männchen bewacht, indem dieses um den Eiablageplatz herumfliegt (Abb. 7).

Dabei wechselt es zwischen Synchronflugtyp mit unregelmäßigen Stillhaltephasen in hinterer Stellung und dem alternierenden Flug des Werbeflugtyps.

Eine Deutung dieses ambivalenten Verhaltens ist wegen der wenigen Beobachtungsdaten vorerst noch nicht möglich.

Alle Flugverhaltensweisen, die ein Prachtlibellenmännchen im Revier zeigt, lassen sich von zwei Grundtypen ableiten: (vergl. Abb. 7)

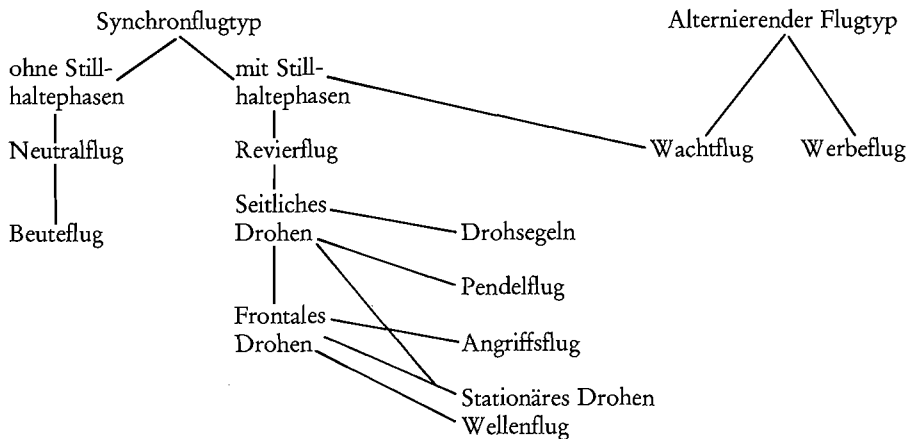




Abb. 5. Vorwärts- (oben), Auf der Stelle- (mitte) und Rückwärtsfliegen (unten) beim frontalen Drohflug. Es sind Vorder- und Hinterflügel einer Seite dargestellt. Die Schlagrichtungen sind gestrichelt mit Pfeil gekennzeichnet. Zeit zwischen den einzelnen Flugstellungen: $2 \cdot 10^{-3}$ s

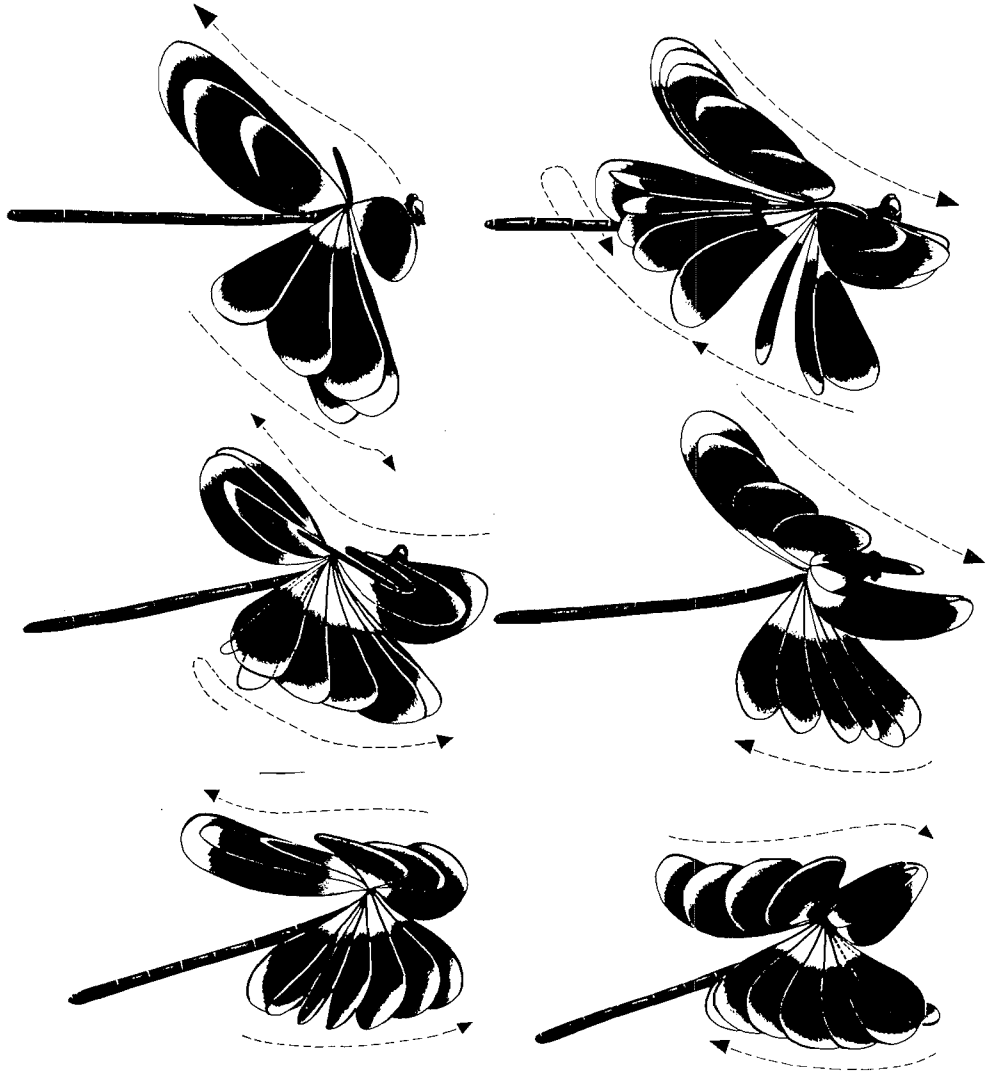


Abb. 6. Vorwärts- (oben), Auf der Stelle- (mitte) und Rückwärtsfliegen (unten) im Werbeflug. (s. Abb. 5 u. Text)

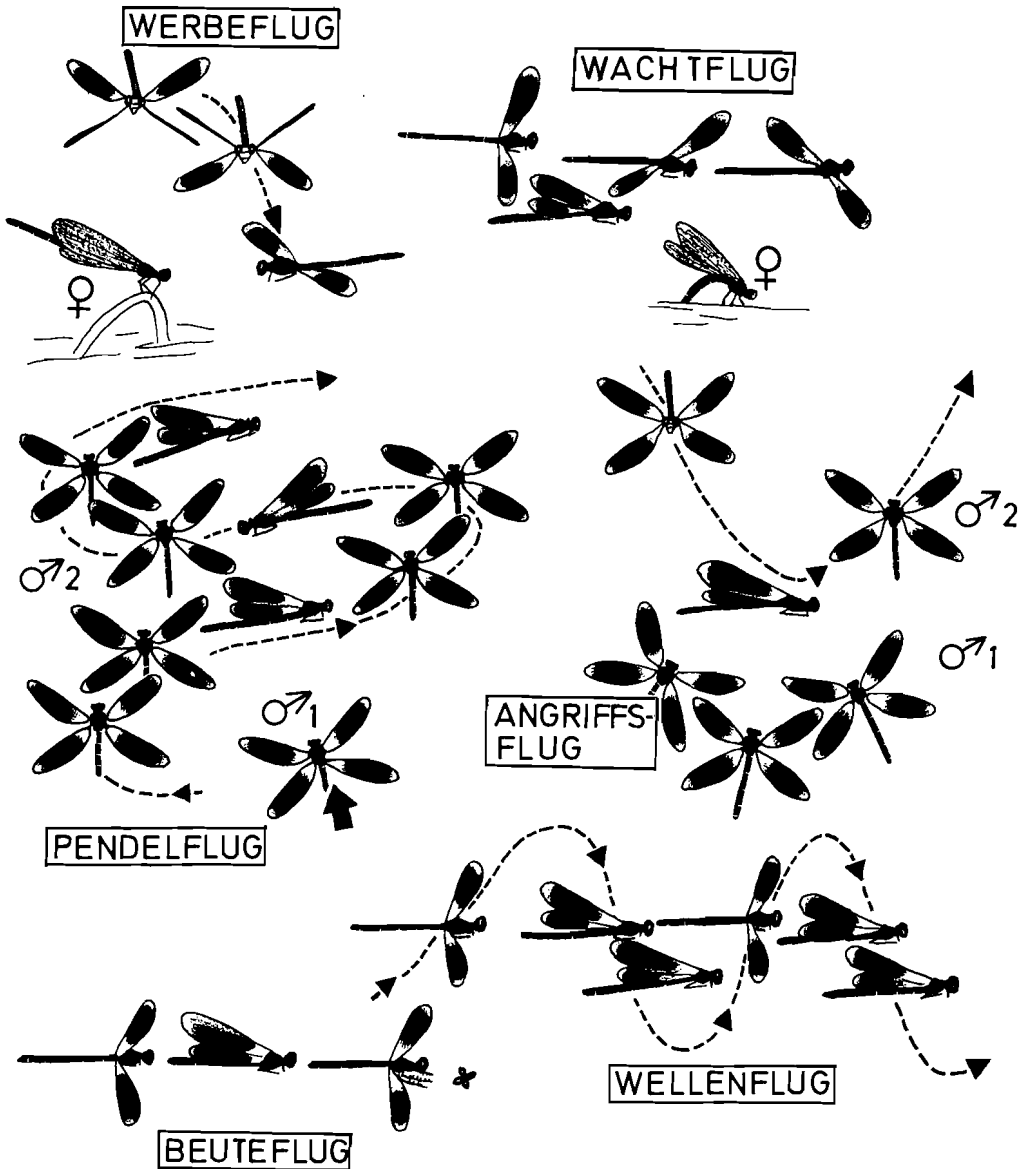


Abb. 7. Der Beute-, der Wellen-, der Pendel- und der Angriffsflug laufen mit synchronen Flügelschlägen ab, der Werbeflug dagegen mit alternierenden. Beim Wachtflug kommt beides vor. Wacht-, Pendel-, Werbe- und Angriffsflug von schräg oben, Beute- und Wellenflug von der Seite gesehen. Die schwarz dargestellten seitlichen Ansichten mit Flügeln in Rückschlagstellung symbolisieren Schlagpausen. Gestrichelte Linien = Flugbahnen. Beim Angriffsflug droht ♂₁ frontal und ♂₂ seitlich

Über die Dynamik des Prachtlibellenfluges soll hier über die qualitativen Angaben hinaus nicht weiter spekuliert werden, da nach NACHTIGALL ([4]) gerade bei schnell beschleunigten Insektenflügeln geringer Streckung instationäre Effekte eine große Rolle spielen. Diese können die Anströmungskomposition verändern und zu unkonventioneller Luftkrafterzeugung führen.

Zur Entstehung des Films

Die Filmaufnahmen wurden im Sommer 1982 am Allerkanal und einem kleinen Zufluß westlich von Gifhorn bei Braunschweig hergestellt.

Kamera: LOCAM, Modell 51 mit Kern-Switar 16–100 mm.

Film: Fujicolor-Negativfilm mit 25 DIN. Freilandaufnahmen.

Filmbeschreibung

	Aufnahmefrequenz in B/s
1. Biotopübersicht	24
2. Schwenk über ein Revier	24
3. Männchen auf Sitzwarte, total	24
4. Männchen auf Sitzwarte, groß	24
5. Männchen Start und Landung	50
6. Männchen Start	500
7. Männchen Beuteflug	250
8. Männchen Start	500
9. Männchen Revierflug	250
10. 3 Männchen beim Drohsegeln	250
11. Angreifendes Männchen	500
12. Drohen auf der Stelle	500
13. Drohen auf der Stelle, groß	500
14. Angriff, groß	500
15. Droh-Rückwärtsflug, groß	500
16. Drohen auf der Stelle	500
17. Wellenflug	250
18. Pendelflug	50
19. Pendelflug	500
20. Sitzendes Weibchen, nah	50
21. Werbeflug des Männchens	500
22. Werbeflug	250
23. Werbeflug, groß	500
24. Werbeflug mit Weibchenflucht	100
25. Werben und Tandembildung	50
26. Tandemflug	500
27. Tandemflug	500
28. Tandemflug	500
29. Radbildung	50
30. Flug in Radstellung	100
31. Wachtflug	500

32. Eiablage	50
33. Vergewaltigungsversuch	50
34. Landung Männchen	500

Wortlaut des gesprochenen Kommentars¹

50–500 B/s

An langsam fließenden Bächen und Flüssen lebt die Prachtlibelle *Calopteryx splendens*. Zur Fortpflanzung sind Plätze mit flutenden Wasserpflanzen erforderlich.

Hier besetzen die Männchen einige Stunden nach Sonnenaufgang ihre Reviere.

Die folgenden Einstellungen sind zeitgedehnt mit 50 bis 500 Bildern pro Sekunde aufgenommen.

Innerhalb eines Revieres werden bestimmte markante Plätze regelmäßig angefliegen. Von hier aus starten die Tiere zu Beuteflügen.

Beide Flügelpaare werden synchron und ohne deutliche Pausen bewegt.

Beim Revierflug werden die Flügel dagegen in hinterer Stellung oft kurz angehalten.

Treffen sich Männchen, dann kommt es zum Drohflug. Jetzt werden die Flügel in der hinteren Stellung eine zeitlang angehalten und anschließend mit großen Anstellwinkeln nach vorne geschlagen.

Hier vertreibt der Revierbesitzer einen Eindringling durch Entgegenfliegen und schnell aufeinanderfolgende Drohflügelschläge.

Beim Drohflug auf der Stelle legen die Männchen besonders dann Schlagpausen ein, wenn sie rechtwinklig zueinander stehen.

Nähert sich ein Männchen dem Rivalen, streckt es die Beine vor. Beim Rückwärtsflug ist die Schlagbahn der Flügel nach hinten geneigt.

Das verfolgende Männchen verändert seine Flugbahn wellenförmig. Dadurch wird die Drohwirkung in der Vertikalen vergrößert. Durch seitliches Hin- und Herfliegen wird die Drohwirkung in der Horizontalen vergrößert.

In der Kurve wird die Schlagfrequenz aus flugtechnischen Gründen erhöht.

Das grün gefärbte Weibchen fällt in der Vegetation kaum auf.

Das werbende Männchen fliegt mit alternierendem Flügelschlag und erhöht die Schlagfrequenz – bis zu 60 Hz –, wenn es sich dem Weibchen nähert.

Beim Werbeflug ist die Schlagfrequenz höher und der Schlagwinkel geringer als beim Drohflug.

Hier wirbt das Männchen erfolglos.

Durch Zeigen des Eiablageplatzes stimuliert das Männchen das Weibchen zur Kopulation.

Beim Tandemflug leistet das Männchen die Hauptarbeit. Das Weibchen bringt seine Geschlechtsöffnung an die Samentasche des Männchens.

Während der Kopula – im Paarungsrund – fliegen die Paare nur selten auf.

Das Eierlegende Weibchen wird vom Männchen bewacht.

¹ Die *Kursiv*-Überschrift entspricht dem Zwischentitel im Film.

Dieses begattete Weibchen legt Eier ab – das Männchen ist noch in Balzstimmung. Durch Flügelschwirren versucht das Weibchen das Männchen abzuwehren, das daraufhin von vorne einen Kopulationsversuch unternimmt. Auch der wiederholte Kopulationsversuch beim nicht paarungsbereiten Weibchen bleibt erfolglos.

Literatur

- [1] BUCHHOLTZ, C.: Untersuchungen an der Libellengattung *Calopteryx*-Leach unter besonderer Berücksichtigung ethologischer Fragen. *Z. f. Tierpsych.* 8 (1951), 273–283.
- [2] HEYMER, A.: Verhaltensstudien an Prachtlibellen, *Fortschr. d. Verhaltensforschung*. Berlin, Hamburg 1973.
- [3] NACHTIGALL, W.: Gläserne Schwingen. München 1968.
- [4] NACHTIGALL, W.: Flugmaschine Fliege, *Mannheimer Forum* 1981/82, 83–145.
- [5] PAJUNEN, J.: Aggressive behaviour and territoriality in a population of *Calopteryx virgo* L., *Ann. Zool. Fenn.* 3 (1966), 201–214.
- [6] RÜPPELL, G.: Kinematic and behavioural aspects of the flight of the Banded Agrion. *Insect Locomotion*, Parey Verlag 1985.

Filmveröffentlichungen

- [7] BUCHHOLTZ, C.: *Calopteryx splendens* (Odonata) – Eiablage. Film E 1907 des IWF, Göttingen 1975. Publikation von C. BUCHHOLTZ, Göttingen 1975, 6 S.
- [8] BUCHHOLTZ, C.: *Calopteryx splendens* (Odonata) – Paarungsverhalten. Film E 1906 des IWF, Göttingen 1975. Publikation von C. BUCHHOLTZ, Göttingen 1975, 8 S.
- [9] BUCHHOLTZ, C.: *Calopteryx splendens* (Odonata) – Revierverhalten. Film E 1905 des IWF, Göttingen 1975. Publikation von C. BUCHHOLTZ, Göttingen 1975, 9 S.
- [10] HOLST, E. v.: Flugbewegungen bei Insekten. Film C 575 des Instituts für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht, Göttingen 1950. Publikation von E. v. HOLST, Göttingen 1950, 7 S.
- [11] NACHTIGALL, W.: *Phormia regina* (Larvaevoridae) – Flügelbewegung beim Flug. Film E 1710 des IWF, Göttingen 1974. Publikation von W. NACHTIGALL, *Publ. Wiss. Film., Sekt. Biol.*, Bd. 8, H. 2 (1974), 148–160.
- [12] RÜPPELL, G.: *Aeschna cyanea* (Aeschnidae) – Flugverhalten. Film E 2712 des IWF, Göttingen 1982, Publikation von G. RÜPPELL, *Publ. Wiss. Film., Sekt. Biol.*, Ser. 15, Nr. 47/E 2712 (1982), 10 S.
- [13] RÜPPELL, G.: *Sympetrum spec.* (Libellulidae) – Eiablageverhalten. Film E 2740 des IWF, Göttingen 1984. Publikation von G. RÜPPELL, *Publ. Wiss. Film., Sekt. Biol.*, Ser. 16, Nr. 30/E 2740 (1984), 8 S.

Abbildungsnachweis

Abb. 1, 2 u. 3: E. BARTELS u. H. SCHULZE; 4, 5, 6 u. 7: G. RÜPPELL.