

***Sympecma fusca* (Vander Linden, 1820): Korrelation zwischen Flügelstellung und Lichteinfallswinkel in Abhängigkeit von der Temperatur (Zygoptera: Lestidae)**

Wolfgang Tiefenbrunner

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird die vom Lichteinfallswinkel abhängige Flügelstellung der ruhenden *Sympecma fusca* (Vander Linden) beschrieben. Es wird untersucht, inwieweit dieses Verhalten dazu dient, die Körpertemperatur des Tieres durch Ausnutzung der Sonneneinstrahlung zu regulieren. Weiters wird untersucht, ob die Position des Tieres auf der Warte relativ zum Einfallswinkel des Lichtes temperaturabhängig ist.

Summary

Sympecma fusca (Vander Linden): Correlation of wing position and angle of incidence of light and the orientation of the resting dragonfly to the source of light in dependence of the temperature. The present paper deals with the correlation of wing position and the angle of incidence of light of the resting *Sympecma fusca*. It is investigated whether this behaviour is important to regulate the body temperature using the sunlight or not. Further on it is analysed in what respect the position of the animal on the look-out relative to the angle of incidence depends on the temperature.

Dr. Wolfgang A. Tiefenbrunner, Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Trunnerstr. 5, A-1020 Wien.

Einleitung

Die Gemeine Winterlibelle (*Sympecma fusca* (Vander Linden)) und die Sibirische Winterlibelle (*Sympecma paedisca* (Eversmann)) sind die einzigen einheimischen Libellen, die den Winter als Imago überdauern. Bei entsprechender Witterung (Temperaturen über 12°C) kann man *Sympecma fusca* daher auch im Dezember und Februar fliegen sehen.

Für eine relativ kleines Tier, das bereits bei niedrigen Temperaturen aktiv ist, ist es besonders wichtig, Verhaltensweisen zu entwickeln, die es ermöglichen die Körpertemperatur durch optimale Ausnutzung der Sonneneinstrahlung zu erhöhen. *S. fusca* sitzt oft stundenlang auf einem Grashalm oder einem abgestorbenen Ast. Es war daher zu untersuchen, inwieweit der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen die Auswahl dieses Sitzplatzes (der Warte) beeinflusst. Weiters zeigt *S. fusca* eine Abhängigkeit der Flügelstellung vom Einfallswinkel der Sonnenstrahlung, die zumindest für die Gattung, vielleicht sogar für die Art einzigartig ist. Es wahr daher interessant festzustellen, ob auch diese Besonderheit des Verhaltens mit der Regulierung der Körpertemperatur in Zusammenhang steht.

Material und Methode

Die Freilanduntersuchungen erstreckten sich über einen Zeitraum von fast zehn Jahren, hauptsächlich auf die Monate März, April, August und September. Es wurde vor allem immer wieder kontrolliert, ob die Flügelstellung wirklich vom Lichteinfallswinkel bestimmt wird (nähere Beschreibung dieses Verhaltens im Ergebnisteil). Dies konnte in hunderten Beobachtungen gezeigt werden. Die endgültige Bestätigung erfolgte durch Freiland- und Laborexperimente. Bei den Freilandexperimenten wurde folgendermaßen verfahren: Den ruhenden Tieren wurde mit Hilfe eines Spiegels die Existenz einer zweiten Sonne vorgetäuscht; das Sonnenlicht erreicht die Libelle also einerseits auf dem direkten Weg und andererseits über den Spiegel. Während eine Person den Spiegel hält, tritt eine zweite zwischen Sonne und Libelle, so daß die Libelle beschattet wird, und das Sonnenlicht sie nur mehr über den Spiegel erreicht. Der Libelle wird damit eine Sonne vorgetäuscht, die eine völlig andere Position einnimmt. Die Reaktion des Tieres auf die "positionsgeänderte Sonne" wurde registriert. Beobachtet wurde die Änderung der Flügelstellung, und ob sich das Tier auf der Warte zur Lichtquelle hin bzw. von ihr weg dreht.

Laborexperimente

Für die Laborexperimente wurden jeweils zwei Libellen für zwei Stunden in ein Glasgefäß (Ausmaße: Länge: 40 cm, Breite 22 cm, Höhe 25 cm) mit Styroporboden gebracht. Im Boden steckten 23,5 cm lange und 2,5 mm dicke, gerade Holzstäbe und zwar genau lotrecht. Vier solche Ersatzwarten wurden entlang der Längsachse - in der Mittellinie des Gefäßes - in gleichmäßigen Abständen angebracht und sieben entlang der Wände - ebenfalls entlang der Längsachse bzw. jeweils zwei entlang der kürzeren Seitenwände (Abb. 1). Dieses Glasgefäß wurde nun zwischen zwei Opalglaslampen (75 Watt, matt) gestellt, deren Lichtintensität sich durch Intensitätsregler stufenlos verstellen ließ. Dadurch ließ sich im Labor der gleiche Effekt erzielen, der sich im Freiland durch Benutzung des Spiegels einstellte: nämlich daß die Position der Lichtquelle relativ zur Libelle veränderbar war. Dies wurde dadurch erreicht, daß abwechselnd die eine, bzw. die andere Lampe eingeschaltet wurde. Die Intensitätsregler waren deshalb nötig, weil das Tier durch abruptes Einschalten der sehr hellen Lichtquelle erschreckt wird und auffliegt. Beobachtet wurde die Versuchsanordnung von oben, wodurch genau festgestellt werden konnte, welchen Winkel der Körper des auf der Warte sitzenden Tieres relativ zur Richtung des Lichteinfalls aufwies. Ermittelt wurde, wie das auf der Warte ruhende Tier auf eine Änderung des Lichteinfallswinkels reagierte (der Lichteinfallswinkel konnte durch Abschalten der einen bzw. Anschalten der anderen Lichtquelle um 180° geändert werden). Weiters wurde beim Anflug der Libelle zur Warte untersucht, in welchem Winkel zur Lichtquelle sich diese auf der Warte niederläßt. Die Versuche wurden bei unterschiedlichen Temperaturen, nämlich bei 20°C und bei 39°C durchgeführt. Während der Versuche bei einer Raumtemperatur von 20°C konnte die Temperatur im Glasgefäß auf Grund der zusätzlichen Heizung durch die Lichtquelle auf maximale 25°C steigen. Bei einer Raumtemperatur von 39°C wurde die Lampe nur so kurz angeschaltet, daß sich kein meßbarer Temperaturanstieg ergab.

Die Tiere wurden jeweils 2 Stunden beobachtet. Danach wurden sie freigelassen und zwar dort, wo sie auch gefangen wurden. Jedes Tier befand sich also nur etwa einen Tag in Gefangenschaft. Während des Versuchs wurden außer den zwei Libellen noch eine größere Anzahl von Tauffliegen (*Drosophila melanogaster*) in das Glasgefäß eingebracht, die auch von den Libellen gejagt wurden (wenn man nicht für einen solchen Anreiz sorgt, ist die Aktivität der Libellen bemerkenswert gering). Da die Libellen jeden Tag an einem anderen Platz gefangen wurden, ist die Wahrscheinlichkeit, daß eine Libelle zweimal gefangen wurde, sehr gering.

Die Versuche wurden in den Monaten August und September durchgeführt. Insgesamt kamen 20 Libellen zur Verwendung.

Ergebnisse

Lichteinfallswinkel abhängige Flügelstellung bei *Sympecma fusca*: während die Großlibellen ihre Flügel in Ruhe ausgebreitet lassen, sind die Kleinlibellen allgemein in der Lage, die Flügel an den Körper zu legen. Das Abdomen liegt also zwischen den Flügeln der einen und der anderen Körperseite. Der Vorderflügel liegt innen (zum Körper hin), der Hinterflügel außen (vom Körper weg).

Bei einigen Kleinlibellen (insbesondere bei den Prachtlibellen) wird das Abdomen so gehalten, daß es nicht zwischen, sondern unterhalb der Flügel liegt. In diesem Fall berühren sich die innen liegenden Vorderflügel in der Ruhestellung. Beide Verhaltensweisen kommen auch bei manchen Arten nebeneinander vor.

Wenn sich *S. fusca* auf einer Warte niederläßt, senkt sie zunächst das Abdomen, und legt die Flügel - wie oben beschrieben - so aneinander, daß sich die Vorderflügel berühren. Dann hebt sie das Abdomen wieder und legt alle vier Flügel auf eine Seite des Körpers. Es hat sich nun herausgestellt, daß die Libelle ihre Flügel nicht einfach auf irgendeine Körperseite legt, sondern daß sie sich bei diesem Verhalten nach dem Licht orientiert. Das Abdomen kommt stets zwischen der Lichtquelle und den vier Flügeln zu liegen (Abb. 2).

Dies konnte zunächst durch oftmalige Beobachtung bestätigt werden, später auch durch Freilandexperimente. Freilandexperimente: wie im Methodikteil beschrieben, wurde der auf einer Warte ruhenden Libelle mit Hilfe eines Spiegels eine positionsgeänderte Sonne vorgetäuscht. Von der Libelle aus gesehen, schien die Sonne plötzlich von der anderen Seite her zu scheinen. Die relative Position von Abdomen zu Flügel war daher falsch, wenn man annimmt, daß die Libelle tatsächlich bestrebt ist, das Abdomen zwischen Flügel und Lichtquelle zu stellen.

Die Libelle reagierte auf die geänderten Bedingungen, indem sie nach einem Zeitraum von ungefähr zwei Sekunden das Abdomen absenkte. Danach hob sie es wieder und zwar so, daß sich das Abdomen "richtig", d.h. zwischen Flügel und Sonne (der gespiegelten Sonne) befand.

Daß die Libelle ihre Position auf der Warte ändert, daß sie sich etwa am Ast oder Halm in Richtung gespiegelte Sonne dreht oder in ihre Richtung wandert, konnte nicht beobachtet werden.

Laborexperimente: im Laborexperiment wurden nur senkrechte Warten verwendet, um den Einfluß der Schwerkraft auf die Position der Libelle auf der Warte auszuschließen. Aus den Beobachtungen im Freiland war nämlich bekannt, daß die Libellen auf

einem geneigten Halm oder Ast stets in der Neigungsrichtung der Warte sitzen oder hängen, niemals aber schräg dazu.

Zunächst wurde untersucht, wie ein auf der Warte ruhendes Tier auf die Änderung des Lichteinfallswinkels reagiert. Genau wie in den Freilanduntersuchungen konnte festgestellt werden, daß die Libelle bei einer Änderung des Lichteinfallswinkels um 180° die Flügelstellung in der oben beschriebenen Weise korrigiert: unmittelbar nach dem Anflug auf die Warte wippt das Abdomen einige Male in senkrechter Richtung (von oben nach unten) und wird dann leicht in Richtung hin zum Licht gehalten. Dadurch werden die über dem Abdomen zusammengefalteten Flügel an ihrem unteren/hinteren Rand zur lichtabgewandten Seite gebogen. Weiter zeigte sich aber auch, daß sich die Libelle auf der Warte so dreht, daß das Abdomen dem Licht zugewandt ist, d.h. daß der Winkel zwischen Lichteinfallrichtung und Abdomen kleiner als 90° ist. Dies konnte sowohl bei ruhenden, als auch bei die Warte anfliegenden Tieren bei einer Raumtemperatur von 20°C beobachtet werden. Insgesamt wurde die Lichteinfallrichtung 216mal geändert. 184mal konnte beobachtet werden, daß sich die Libelle auf der Warte zum Licht drehte, 32mal blieb dieses Verhalten aus. Insgesamt wurden bei 20°C 18 Tiere beobachtet.

In einem weiteren Versuch wurde beim Anflug der Libelle zur Warte ermittelt, in welchem Winkel zur Lichtquelle sich *S. fusca* auf der Warte niederläßt. Für diesen Versuch wurden nur die vier Warten in der Mittellinie des Glasgefäßes verwendet. Um jede der Warten befand sich am Boden des Gefäßes ein primitiver Winkelmesser, der den Kreis in acht Sektoren teilte. Jeder Sektor umspannte also einen Winkel von 45° . Sektor 1 war der Lichtquelle abgewandt, Sektor 5 war ihr zugewandt. Es wurde die Häufigkeit registriert, mit der sich die Libellen in den einzelnen Sektoren niederließen. Insgesamt wurden 57 Anflüge von 18 Tieren bei einer Raumtemperatur von 20°C registriert. Abb. 3 und 4 zeigen die Häufigkeit der Anflüge in den einzelnen Sektoren.

Es war nun die Frage zu stellen, ob das einfallende Licht das Anflugverhalten der Libelle in irgendeiner Weise beeinflusst hat. Ist das nicht der Fall, wäre zu erwarten, daß die Libellen jeden Sektor mit annähernd gleicher Häufigkeit anfliegen. Es war daher zu

testen, ob die Hypothese der Gleichverteilung angenommen werden kann oder abgelehnt werden muß. Zur Auswertung mit dem Chi-Quadrat-Anpassungstest wurden die Sektoren 2 und 8, die Sektoren 3 und 7, sowie die Sektoren 4 und 6 zu jeweils einer Klasse zusammengefaßt. Dies geschah deshalb, weil die zwei Sektoren, die jeweils zu einer Klasse zusammengefaßt wurden, den gleichen Winkel zur Lichtquelle einnehmen. Tab. 1 zeigt diesen Zusammenhang.

Tab. 1: Häufigkeitsverteilung der Flügelstellungs-Klassen

Klasse	Sektor	Beobachtet Häufigkeit	Erwartet Häufigkeit
1	1	0	7,125
2	2 & 8	5	14,25
3	3 & 7	11	14,25
4	4 & 6	35	14,25
5	5	6	7,125
Gesamt		57	57

Der Anpassungstest ergab, daß die Annahme, die Libellen hätten sich die Sektoren lediglich nach dem Zufallsprinzip ausgesucht, auf dem signifikanten und dem hoch signifikanten Niveau abzulehnen ist. Die Libellen haben sich bei ihrem Anflug an die Warte, bei ihrer Wahl der besten Sitzposition mit hoher Wahrscheinlichkeit nach dem Licht gerichtet. Sie bevorzugen es, bei einer Raumtemperatur von 20°C einen Winkel von etwa 45° zur Lichtquelle einzunehmen.

Die Laborexperimente wurden in der Klimakammer bei einer Raumtemperatur von 39°C wiederholt. Dabei zeigte sich, daß die Flügelstellung relativ zur Lichtquelle nicht geändert wurde, d.h. daß dieses Verhalten genauso durchgeführt wurde, wie bei 20°C (allenfalls wird das Abdomen etwas tiefer gehalten). Die erwartete Temperaturabhängigkeit trat also nicht auf. Hingegen zeigte sich, daß die Libellen, sobald die Lampe aufgedreht wurde, sich auf der

Warte augenblicklich vom Licht soweit als möglich wegrehen, so daß der Schatten der Warte auf den Körper fällt. Auch nach dem Anflug auf die Warte drehen sich die Tiere sofort vom Licht weg. Dieses Verhalten war so eindeutig, daß sich jede statistische Auswertung erübrigte.

Diskussion

S. fusca muß als Imago sowohl sehr hohe, als auch relativ niedrige Temperaturen ertragen. Sie ist insbesondere auch bei niedrigen Temperaturen aktiv. Immerhin fliegt sie regelmäßig im März. *S. fusca* paart sich Ende April. Allerdings sind die Tiere aber auch bei hohen Temperaturen - im August aktiv. Verhaltensweisen, die eine rasche Aufnahme von Sonnenstrahlung ermöglichen, und andererseits solche die eine Überhitzung des Körpers vermeiden, sind bei dieser Art zu erwarten. Es war daher naheliegend, die so auffällig lichtabhängige Flügelstellung der Libelle nach diesem Gesichtspunkt zu untersuchen. Die Laborexperimente zeigen jedoch eindeutig, daß dieses Verhalten unabhängig von der Temperatur ist und starr beibehalten wird. Es ist daher nicht daran zu denken, daß es der Regulation der Absorption von Strahlungswärme durch den Körper oder durch die Flügel selbst dient. Wie aus Freilandbeobachtungen bekannt, wird das Verhalten auch bei niedrigen Temperaturen (12°C) beibehalten. Welchen physiologischen Sinn dieses Verhalten hat und ob es überhaupt eine physiologische Funktion erfüllt, muß erst geklärt werden.

Hingegen zeigt sich, daß die Position des Tieres auf der Warte sehr wohl in hohem Maße von der Temperatur abhängt. Daß die Freilandbeobachtungen und -experimente dies nicht mit Klarheit zeigten, liegt wohl daran, daß zumindest bei mittleren Temperaturen der Einfluß der Gravitation auf einer schräg stehenden Warte für die Wahl der Position des Tieres auf der Warte mehr wiegt, als der Lichteinfallswinkel.

Danksagung

Ich möchte Herrn Doz. Dr. WERNER TIMISCHL für seine Hilfe bei der statistischen Auswertung danken. Weiter will ich Fr. Mag. ASTRID TIEFENBRUNNER für die Anfertigung der Zeichnungen Dank sagen.

Literatur

- BIRO, Z., J. KATAI und G. DEVAI (1976): Adatok Albertirsa és Ceglédbercel környékének szitakötő /Odonata/ faunájához. *Acta. Biol. Debrecina* 13: 227-236
- DETZEL, P. (1985): Das Vorkommen von *Sympecma paedisca* Brauer im Kreis Ravensburg (Bad.-Württ.). *Libellula* 4 (1-2): 14
- FRANKE, U. (1979): Libellen im Dürbheimer Moos. Ein Beitrag zur Odonatenfauna der Schwäbischen Alb. *Stuttg. Beitr. Naturkd. Ser. A (Biol.)* 327: 1-9
- MAUERSBERGER, R. (1988): Erstnachweis der sibirischen Winterlibelle, *Sympecma paedisca* Brauer, für die brandenburgischen Bezirke der DDR. *Entomol. Nachr. Ber.* 32 (3): 121
- STARK, W. (1980): Ein Beitrag zur Kenntnis der Libellenfauna des nördlichen Burgenlandes (Insecta: Odonata). *Burgenländische Heimatblätter, Eisenstadt* 42 (2): 49-68

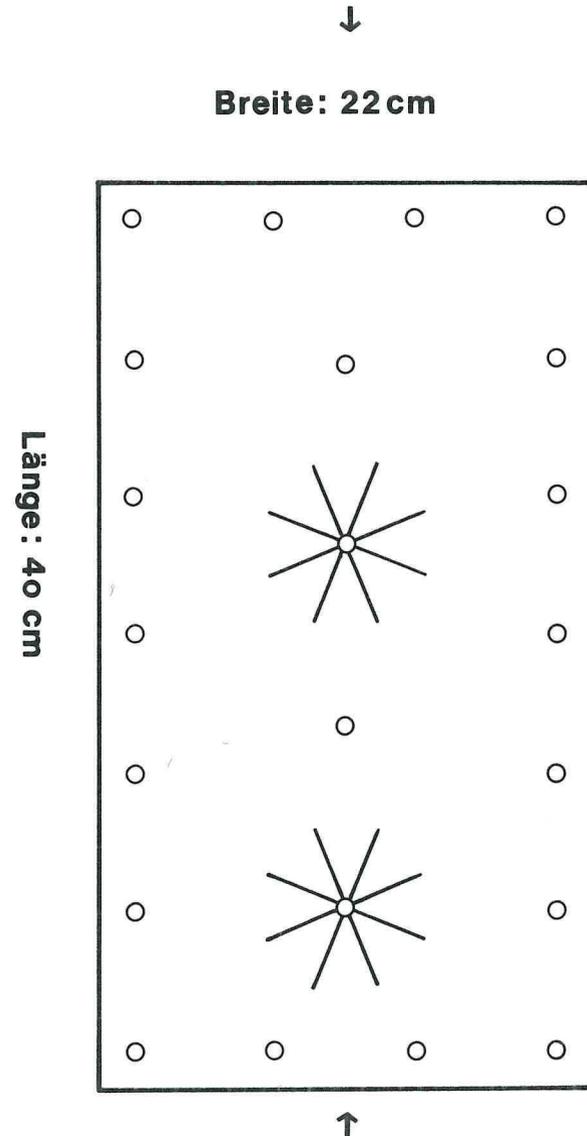


Abb. 1: Versuchsanordnung für die Laborversuche. Der Betrachter sieht die Versuchsanordnung von oben. Die Lage der Ersatzwarten ist durch Kreise gekennzeichnet. Die Pfeile geben die Richtung des Lichteinfalls an

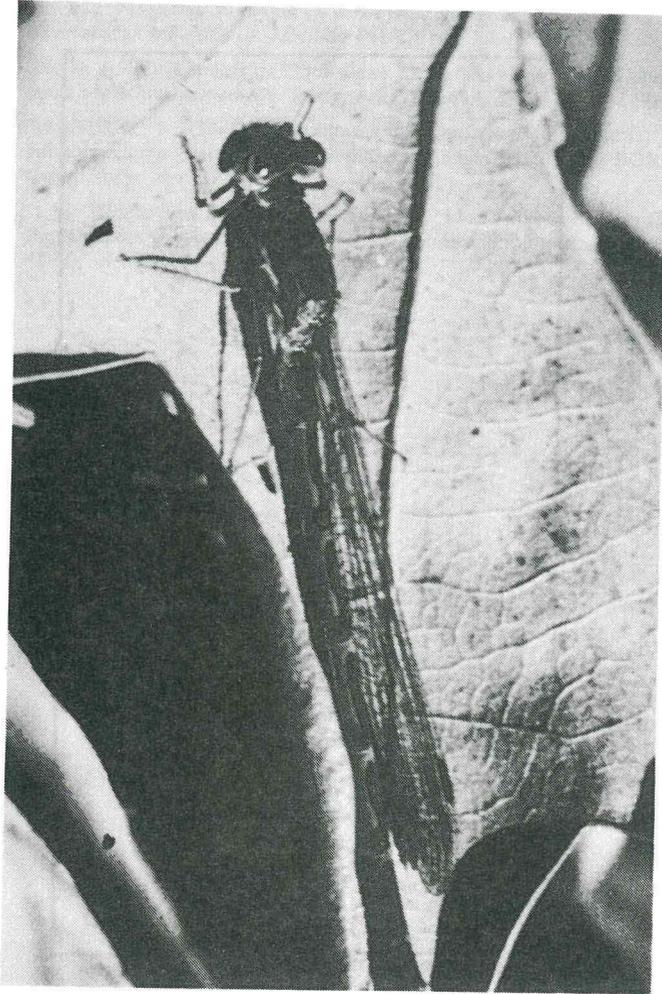


Abb. 2: *Sympecma fusca* in Ruhestellung. Alle vier Flügel liegen auf der sonnenabgewandten Körperseite

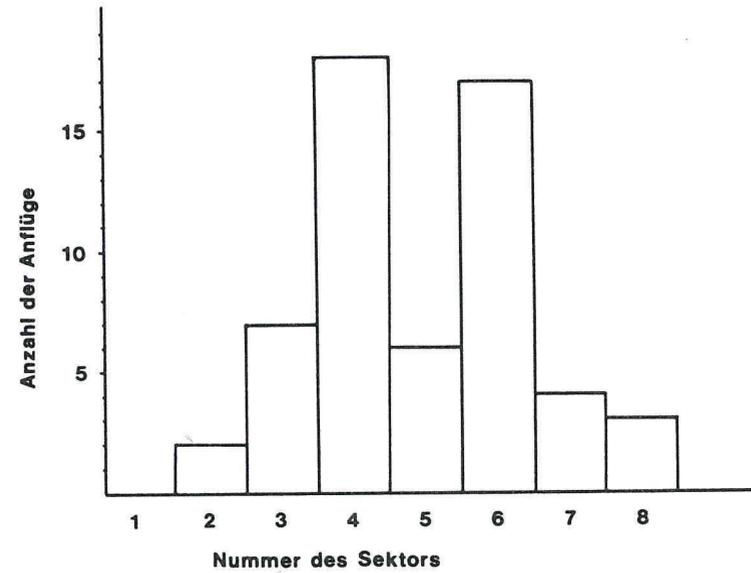


Abb. 3: Anflugverhalten von *Sympecma fusca* in Abhängigkeit von der Richtung des einfallenden Lichtes (siehe auch Abb.4)

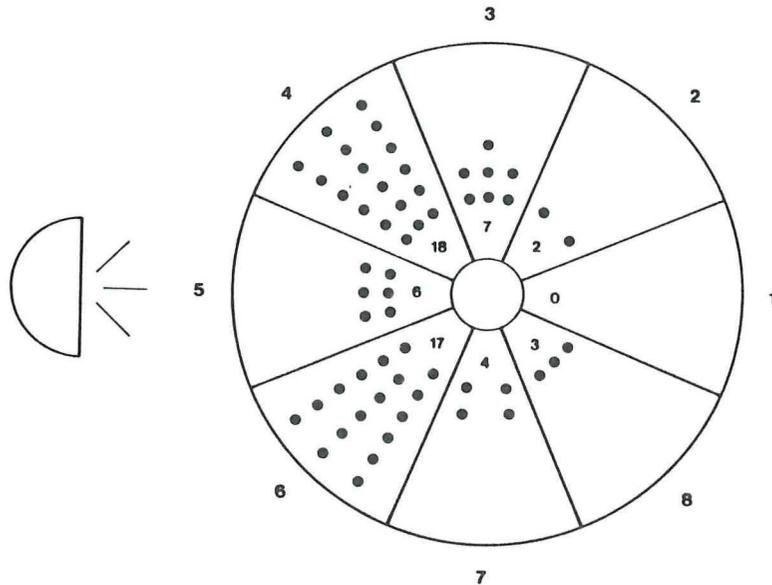


Abb. 4: Anflugverhalten von *Sympetma fusca* in Abhängigkeit von der Lichtrichtung. - Die Zahlen außerhalb des Kreises geben die Nummer des Sektors an, die Zahlen innerhalb des Kreises die Anzahl der Anflüge

Die Bestandsentwicklung von *Sympetrum pedemontanum* (Allioni, 1766) in Nordrhein-Westfalen während der 80er Jahre (Anisoptera: Libellulidae)

Reinhard Jödicke

Summary

From 1982, when *S. pedemontanum* was first recorded in the area of Northrhine-Westphalia, all dates until 1989 are summarized. In the Rhineland and also in some Westphalian localities the species was unsuccessful in establishing new populations. The only proven colonisation took place in the northern most part of eastern Westphalia. This seems to be the result of a continuous expansion via Lower Saxony in western direction.

Einleitung

Der Erstnachweis von *Sympetrum pedemontanum* (Allioni, 1766) in Nordrhein-Westfalen gelang 1982. JÖDICKE und WOIKE (1985) führten aus diesem und dem Folgejahr insgesamt 13 Fundorte auf, die alle aus dem Landesteil Nordrhein stammen und mangels nachgewiesener Bodenständigkeit als Ergebnis eines Einfluges, möglicherweise ausgehend von der Population im Nordosten Belgiens, gedeutet wurden. Mittlerweile wurden auch aus dem westfälischen Landesteil Nachweise gemeldet, die jedoch überwiegend versteckt publiziert sind. Die bisherigen nordrhein-westfälischen Funde von *S. pedemontanum* sollen daher hier zusammenfassend

Dr. Reinhard Jödicke, Happelter 15, D-(W)-4054 Nettetal 1