

## Temperaturrekorde in den 1990er Jahren und früher Beginn von Flugzeit und Fortpflanzung bei häufigen Libellenarten in Nordwestdeutschland (Odonata)

Barbara Thomas

eingegangen: 16. April 2002

### Summary

*Rise of average air temperature in the 1990s and early start of flying season and reproductive period in common dragonfly species in northwestern Germany (Odonata)* – As another fingerprint of climate change, data on the flying season of dragonflies are related to the average air temperatures. In the district of Viersen, Northrhine-Westphalia, the temperature from March to August rose from 13,1 °C in 1951-1980 to 14,4 °C in 1990-1999. The dragonfly data compared here were collected during the 1980s and 1990s. On the average, in the 17 most widespread species the earliest records of flight and reproduction dated nearly two weeks earlier in the 1990s. The shift was stronger and more frequent in species with an early starting flying season: the reproductive periods of *Pyrrhosoma nymphula*, *Coenagrion puella*, *Ischnura elegans*, *Libellula depressa* and *L. quadrimaculata* started 20-28 days earlier than in the 1980s. From September onward there were no obvious trends, regarding neither the average air-temperatures nor shifts of the flying seasons.

### Zusammenfassung

Daten aus dem Lebenszyklus von Libellen-Imagines werden in Beziehung gesetzt zu den in den 1990er Jahren erhöhten Temperaturen. Im Kreis Viersen, Nordrhein-Westfalen, stieg die Durchschnittstemperatur von März bis August von 13,1 °C im Zeitraum 1951-1980 auf 14,4 °C im Zeitraum 1990-1999. Die Libellendaten wurden in den 1980er und 1990er Jahren gesammelt. Durchschnittlich gelangen die frühesten Beobachtungen von Imagines und Fortpflanzung der 17 verbreitetsten Arten fast zwei Wochen früher als in den 1980er Jahren. Je früher die Flugperiode einer Art begann, desto stärker und häufiger wichen die Erstbeobachtungsdaten von denen der 1980er Jahre ab.

So begann die Reproduktionsperiode bei *Pyrrhosoma nymphula*, *Coenagrion puella*, *Ischnura elegans*, *Libellula depressa* und *L. quadrimaculata* in den 1990er Jahren 20-28 Tage früher. Ab September gab es keinen einheitlichen Trend der Abweichungen, weder bei den Temperaturen, noch bei den spätesten Beobachtungsterminen von Reproduktion und Imagines.

### Einleitung

Die Erhöhung der Durchschnittstemperaturen in Deutschland (RAPP & SCHÖNWIESE 1996) beschleunigte sich in den 1990er Jahren, in denen sich die wärmsten Jahre seit Beginn systematischer Wetteraufzeichnungen häuften. Parallel zu diesem globalen Phänomen wurden als „fingerprints of climate change“ bei Organismen mit hinreichend mobilen Entwicklungsstadien Arealgewinne in zuvor kühleren Regionen dokumentiert (WALTHER et al. 2001; zu diversen Arthropoden-Gruppen in Westeuropa KLEUKERS et al. 1996). Bisher gilt diesem Aspekt das odonatologische Hauptinteresse; Zusammenstellungen von Befunden aus Deutschland und Europa bietet OTT (2000, 2001). Phänologische Reaktionen sind dank langjähriger systematischer Aufzeichnungen von vielen Pflanzenarten bekannt (u.a. MENZEL 2000a, b). Die Fauna ist unter diesem Aspekt bisher unterrepräsentiert. Die Wahrscheinlichkeit phänologischer Verschiebungen – früherer Beginn und späteres Ende der Flugzeit – bei Libellen wurde bisher nur vermutet (OTT 1996) oder allenfalls mit wenigen Daten aus Zufallsfunden untermauert (PAULSON 2001). Dies ist Anlaß, hier erstmalig Ergebnisse aus einer Langzeitstudie zum Einfluß erhöhter Jahresmitteltemperaturen auf die Phänologie von Libellen vorzulegen.

### Datenbasis, Auswertung

Grundlage waren einerseits Daten des Deutschen Wetterdienstes Essen (Station Tönisvorst, Kreis Viersen), andererseits intensive Libellen-Untersuchungen im Kreis Viersen/NRW und seiner unmittelbaren Umgebung (ca. 600 km<sup>2</sup>, Gewässer 30-75 m üNN). Hauptziel der Untersuchungen war die Feststellung der Verbreitung, in den 1990er Jahren überwiegend im Rahmen des Biotop-Monitoring. Im Zeitraum 1980-1988 wurden 585 Exkursionsprotokolle angefertigt, die phänologisch hinsichtlich der Extremdaten von Flugzeit und Reproduktionsphase sowie bezüglich der Hauptflugzeit ausgewertet wurden (JÖDICKE et al. 1989). Aus den Jahren 1990-1999 lagen knapp 10 000 Datensätze vor (je Tag, Art und Gewässer höchstens einer); aus diesen wurden zusätzlich zu den vorgenannten Extremdaten frühe und späte Beobachtungen aus anderen Jahren berücksichtigt, um einen Eindruck von der Lückenhaftigkeit bzw. Kontinuität der Daten zu vermitteln. In den Re-

produktionsdaten sind Beobachtungen von Tandems, Paarungen und Eiablagen enthalten.

Die Darstellung beschränkt sich auf jene 17 Arten, deren relative Stetigkeit in beiden Zeitabschnitten wenigstens 25 % erreichte.

### Temperatur, Niederschläge

An der Station Tönisvorst/Kreis Viersen des Deutschen Wetterdienstes Essen lag die Temperatur im langjährigen Mittel der Jahre 1951-1980 bei 9,8 °C, von 1990-1999 im Mittel bei 10,7 °C (Abb. 1). Von März bis August stieg die Temperatur der 90er Jahre sogar von im Mittel 13,1 °C auf 14,4 °C. Durchschnittlich fielen weniger Niederschläge im Sommerhalbjahr; damit erhöhte sich in der Regel die Zahl der Sonnenschein-Stunden, wodurch besonders in unbeschatteten Bereichen die Wassertemperaturen stärker stiegen als die – gemäß Standard – im Schatten gemessenen Lufttemperaturen. Von September bis Dezember gab es im Mittel keine Abweichungen von den langjährigen Durchschnittstemperaturen. Die Niederschläge im Winterhalbjahr nahmen zu. Demnach wurden die Winter – der überlieferten Terminologie zufolge – atlantischer, die Sommer kontinentaler.

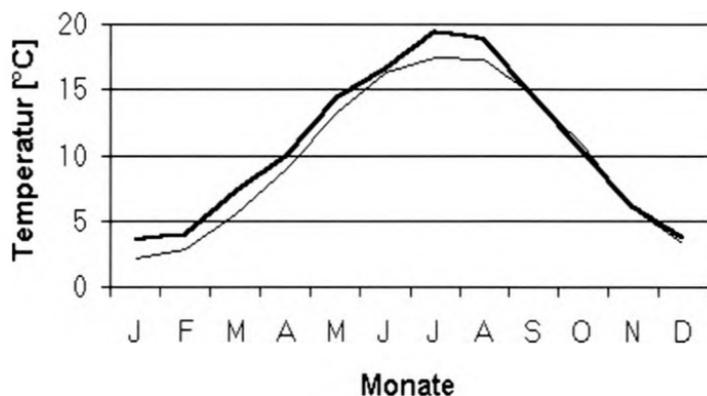


Abb. 1: Monatsmittel der Temperatur an der Station Tönisvorst, Kreis Viersen. Dicke Linie = 1990-1999, Mittel 10,7 °C; dünne Linie = 1951-1980, Mittel 9,8 °C. – Fig. 1: Average monthly temperature at the measuring station in Tönisvorst, district of Viersen. Bold line = 1990-1999, Average: 10,7 °C; thin line = 1951-1980, average 9,8 °C.

## Ergebnisse

Alle häufigen Arten wurden in den 1990er Jahren früher beobachtet als in den 1980er Jahren, meist 10-19 Tage, im Mittel 13,8 Tage (Tab. 1). Mit 38 bzw. 33 Tagen war die Differenz bei *Sympetrum sanguineum* und *S. striolatum* am größten. Die ersten Imagines von neun der 17 Arten wurden in wenigstens sechs Jahren vor dem frühesten Beobachtungsdatum der 1980er Jahre registriert.

Auch die Reproduktion wurde in fast allen Fällen früher beobachtet (Ausnahme: *Aeshna mixta*). Bei den fünf Arten mit dem frühesten Reproduktionsbeginn datierte dieser 20-28 Tage früher als in den 1980er Jahren, und die Reproduktionsphase begann in wenigstens acht Jahren vor dem Extremdatum der 1980er Jahre (Tab. 2). Bei den Mitte Mai bis Anfang Juni mit der Eiablage beginnenden Arten lag die Abweichung bei 9-19 Tagen und betraf jeweils mehrere Jahre, bei den ab Juli reproduzierenden Arten wichen die frühesten Daten nicht nennenswert und nur in einzelnen Jahren ab.

Die spätesten Daten von Flugzeit und Reproduktion lagen teils vor, teils nach denen der 1980er Jahre und differierten im Mittel kaum (Tab. 3 und 4).

## Bewertung der Befunde, Methodenkritisches

Besonders stark auf die erhöhten Temperaturen – evtl. auch auf die vermehrte Lichtexposition infolge durchschnittlich geringerer Bewölkung – reagierten die früh fliegenden Arten. Möglicherweise war das tatsächliche Ausmaß der Vorverlagerung des Flugbeginns dieser Arten etwas geringer als die Extremdaten dies suggerieren, denn das persönliche Interesse einzelner Kartierer betraf in den 1990er Jahren den Beginn, in den 1980er Jahren das Ende der Flugzeit. Von Mitte Mai bis September ist jedoch von gleicher Beobachtungsintensität auszugehen. Trotzdem wurden in den 1980er Jahren Fortpflanzungsaktivitäten vor Ende Mai nur bei *Pyrrhosoma nymphula* registriert (Tab. 2).

Am Ende der Flugzeit wurde – entsprechend den im Mittel unveränderten Temperaturen – kein Trend deutlich. Über 16 Tage später als in den 1980er Jahren wurden vier Arten beobachtet; bei ihnen hatte die relative Stetigkeit jeweils um wenigstens 30 % zugenommen und damit die Streuung der Daten. Während in den 1980er Jahren von Mitte Oktober bis Mitte November noch über 50 Exkursionen mit Libellen-Nachweisen durchgeführt wurden (JÖDICKE et al. 1989), beruhten Funde ab Oktober in den 1990er Jahren größtenteils auf Zufall. Entsprechend selten und in der Regel nur in einzelnen Jahren gelangen spätere Beobachtungen als in den 1980er Jahren.

Tab. 1: Früheste Beobachtungen von Libellenimagines im Kreis Viersen, in phänologischer Reihenfolge während der 1990er Jahre. n = Anzahl der Jahre mit früheren Nachweisen als in den 1980er Jahren. – Tab. 1: Earliest records of adult dragonflies in the district of Viersen, western Germany; in phenological order during the 1990s. n = number of years with earlier records than in the 1980s.

	1990er Jahre	1980er Jahre	Differenz in Tagen	n
<i>Pyrhosoma nymphula</i>	12. April	24. April	12	7
<i>Ischnura elegans</i>	13. April	01. Mai	18	6
<i>Libellula quadrimaculata</i>	23. April	25. April	2	1
<i>Coenagrion puella</i>	26. April	01. Mai	5	3
<i>Libellula depressa</i>	26. April	15. Mai	19	7
<i>Cordulia aenea</i>	27. April	16. Mai	19	7
<i>Enallagma cyathigerum</i>	29. April	16. Mai	17	7
<i>Anax imperator</i>	04. Mai	23. Mai	19	8
<i>Orthetrum cancellatum</i>	05. Mai	17. Mai	12	3
<i>Gomphus pulchellus</i>	07. Mai	17. Mai	10	6
<i>Aeshna cyanea</i>	15. Mai	02. Juni	18	2
<i>Sympetrum striolatum</i>	31. Mai	03. Juli	33	7
<i>Lestes sponsa</i>	02. Juni	08. Juni	6	1
<i>Sympetrum sanguineum</i>	04. Juni	12. Juli	38	8
<i>Sympetrum danae</i>	18. Juni	21. Juni	3	1
<i>Lestes viridis</i>	23. Juni	25. Juni	2	1
<i>Aeshna mixta</i>	17. Juli	19. Juli	2	1
im Durchschnitt			13,8 Tage	

Bei einigen Arten hat eine Verbreitungszunahme und damit eine breitere Streuung der Daten zu den Abweichungen beigetragen: So stieg im letzten Jahrzehnt die relative Stetigkeit von *Sympetrum sanguineum* von 25 auf 57 % und die von *S. striolatum* von 45 auf 74 %.

Aus methodischen Gründen beschränken sich die vorstehenden Ausführungen auf verbreitete Arten. Die Daten über seltenere Arten zeigen, daß sie ähnlich auf die erhöhten Temperaturen reagierten. So dauerte die Hauptflugzeit von *Coenagrion lunulatum* in den 1980er Jahren von Mitte bis Ende Juni (Extreme: 25. Mai, 19. Juli; JÖDICKE et al. 1989); in den 1990er Jahren lag sie im Mai, und nur selten gelangen im Juni noch Beobachtungen (A.

Tab. 2: Früheste Beobachtungen von Fortpflanzungsverhalten im Kreis Viersen, in phänologischer Reihenfolge während der 1990er Jahre. n = Anzahl der Jahre mit früheren Nachweisen als in den 1980er Jahren. – Tab. 2: Earliest records of reproductive behaviour in the district of Viersen, western Germany; in phenological order during the 1990s. n = number of years with earlier records than in the 1980s.

	1990er Jahre	1980er Jahre	Differenz in Tagen	n
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	26. April	16. Mai	20	8
<i>Ischnura elegans</i>	30. April	25. Mai	25	8
<i>Coenagrion puella</i>	30. April	26. Mai	26	8
<i>Libellula quadrimaculata</i>	30. April	28. Mai	28	8
<i>Libellula depressa</i>	06. Mai	30. Mai	24	8
<i>Cordulia aenea</i>	14. Mai	23. Mai	9	4
<i>Enallagma cyathigerum</i>	17. Mai	26. Mai	9	3
<i>Orthetrum cancellatum</i>	19. Mai	07. Juni	19	6
<i>Anax imperator</i>	20. Mai	06. Juni	17	5
<i>Gomphus pulchellus</i>	23. Mai	02. Juni	10	3
<i>Lestes sponsa</i>	03. Juli	08. Juli	5	1
<i>Aeshna cyanea</i>	03. Juli	?	-	-
<i>Sympetrum danae</i>	07. Juli	11. Juli	4	1
<i>Sympetrum sanguineum</i>	18. Juli	?	-	-
<i>Sympetrum striolatum</i>	23. Juli	03. Aug.	11	3
<i>Lestes viridis</i>	29. Juli	12. Aug.	1	1
<i>Aeshna mixta</i>	17. Aug.	11. Aug.	-6	0
im Durchschnitt			14,3 Tage	

TETZLAFF, J.T. HERMANS pers. Mitt.). *Libellula fulva* flog im Kreis Viersen im letzten Jahrzehnt in mindestens fünf Jahren länger als 59 Tage, maximal 76 Tage 1996; bisher war zumindest von den Vorkommen am westlichen Arealrand eine in der Regel kürzere Flugzeit bekannt (SCHOLTEN 1979, GEIJSKES & VAN TOL 1983, JÖDICKE & SANTENS 1992). Die verlängerte Flugzeit ging einher mit regelmäßigem Schlupfbeginn Anfang bis Mitte Mai (frühestens am 28. April; in den 1980ern: 12. Mai). Weitere Details zu allen im Kreis Viersen nachgewiesenen Arten werden einer geplanten Auswertung zu entnehmen sein.

Tab. 3: Späteste Beobachtungen von Libellenimagines im Kreis Viersen, in phänologischer Reihenfolge während der 1990er Jahre. n = Anzahl der Jahre mit späteren Nachweisen als in den 1980er Jahren. – Tab. 3: Latest records of adult dragonflies in the district of Viersen, western Germany; in phenological order during the 1990s. n = number of years with later records than in the 1980s.

	1990er Jahre	1980er Jahre	Differenz in Tagen	n
<i>Cordulia aenea</i>	03. Aug.	21. Juli	13	2
<i>Gomphus pulchellus</i>	03. Aug.	31. Juli	3	1
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	11. Aug.	11. Aug.	0	0
<i>Libellula quadrimaculata</i>	23. Aug.	02. Sept.	-10	0
<i>Libellula depressa</i>	31. Aug.	21. Aug.	10	1
<i>Coenagrion puella</i>	20. Sept.	23. Sept.	-3	0
<i>Orthetrum cancellatum</i>	25. Sept.	07. Sept.	18	6
<i>Anax imperator</i>	25. Sept.	08. Sept.	17	2
<i>Lestes sponsa</i>	06. Okt.	14. Okt.	-8	0
<i>Enallagma cyathigerum</i>	14. Okt.	13. Okt.	1	1
<i>Ischnura elegans</i>	14. Okt.	18. Okt.	-4	0
<i>Sympetrum sanguineum</i>	24. Okt.	02. Okt.	22	1
<i>Sympetrum danae</i>	27. Okt.	07. Nov.	-11	0
<i>Aeshna mixta</i>	29. Okt.	01. Nov.	-3	0
<i>Lestes viridis</i>	11. Nov.	28. Nov.	-17	0
<i>Aeshna cyanea</i>	23. Nov.	07. Nov.	16	1
<i>Sympetrum striolatum</i>	03. Dez.	13. Nov.	20	1
im Durchschnitt			3,8 Tage	

### Fazit, Ausblick

Wenigstens so erstaunlich wie die Geschwindigkeit, mit der südliche Libellenarten nach Norden vordringen (OTT 1996, 2000, 2001), ist die Plastizität, mit der die „Alteingesessenen“ auf die erhöhten Temperaturen reagieren. Sie offenbart sich nicht nur im hier dokumentierten, teils erheblich früheren Flug- und Reproduktionsbeginn, sondern möglicherweise auch in einer rascheren Generationenfolge. Die Häufung entsprechender Publikationen in den letzten Jahren (z.B. INDEN-LOHMAR 1997, HOESS 1999, JÖDICKE 1999, BURBACH 2000) legt dies nahe. Allerdings wurden diese Befunde in den 1990er Jahren begünstigt durch hohe Untersuchungsintensität in Kombi-

Tab. 4: Späteste Beobachtungen von Reproduktionsverhalten, in phänologischer Reihenfolge während der 1990er Jahre. n = Anzahl der Jahre mit späteren Nachweisen als in den 1980er Jahren. – Tab. 4: Latest records of reproductive behaviour of dragonflies in the district of Viersen, western Germany; in phenological order during the 1990s. n = number of years with later records than in the 1980s.

	1990er Jahre	1980er Jahre	Differenz in Tagen	n
<i>Cordulia aenea</i>	05. Juli	?	-	-
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	15. Juli	19. Juli	-4	0
<i>Gomphus pulchellus</i>	20. Juli	10. Juli	10	1
<i>Coenagrion puella</i>	19. Aug.	30. Aug.	-11	0
<i>Anax imperator</i>	19. Aug.	30. Aug.	-11	0
<i>Libellula quadrimaculata</i>	21. Aug.	10. Aug.	11	2
<i>Libellula depressa</i>	31. Aug.	21. Aug.	10	1
<i>Enallagma cyathigerum</i>	06. Sept.	02. Okt.	-26	0
<i>Orthetrum cancellatum</i>	10. Sept.	30. Aug.	11	3
<i>Sympetrum sanguineum</i>	25. Sept.	?	-	-
<i>Lestes sponsa</i>	26. Sept.	13. Okt.	-17	0
<i>Ischnura elegans</i>	12. Okt.	12. Sept.	30	3
<i>Sympetrum danae</i>	14. Okt.	21. Okt.	-7	0
<i>Aeshna mixta</i>	14. Okt.	13. Okt.	1	1
<i>Aeshna cyanea</i>	24. Okt.	02. Nov.	-9	0
<i>Lestes viridis</i>	26. Okt.	01. Nov.	-6	0
<i>Sympetrum striolatum</i>	16. Nov.	13. Nov.	3	1
im Durchschnitt			-1,0 Tage	

nation mit einer Welle von Gewässer-Neuanlagen, so daß sich die Entwicklungsdauer von Libellen oft zuverlässig ermittelt ließ. Der Anteil der Temperaturerhöhung an den festgestellten rascheren Generationenfolgen ist daher unklar.

*Sympetrum striolatum* ist eine Art, die offenbar besonders plastische Reaktionen auf die erhöhten Sommertemperaturen demonstriert. Im Kreis Viersen zeigen sich nämlich Indizien für eine verlängerte Reifungszeit, wie sie für den Mittelmeerraum typisch ist und dort der Überbrückung des trocken-heißen Sommers dient (SAMRAOUI et al. 1998, JÖDICKE & LOPAU 2000): Die Zeitabstände zwischen den frühesten Beobachtungen von Imagines und Reproduktion waren in den 1990er Jahren deutlich länger als in der Dekade zuvor (Tab. 1 und 2). Dies entspricht Beobachtungen in Baden-Württemberg

(STERNBERG 2000) und England (MOORE 1992, PARR 1992), wonach in kühlen Sommern mit spätem Schlupfbeginn die Geschlechtsreife mehrere Wochen früher erreicht wurde als in heißen Sommern mit frühem Schlupfbeginn. Dem entgegen steht das Phänomen einer gelegentlich auftretenden zweiten Jahresgeneration, das von SCHMIDT (1990) im Bodenseeraum nachgewiesen und von JÖDICKE & THOMAS (1993) – basierend auf neuen Indizien – als jahrweise nicht außergewöhnliches Phänomen in Nordwestdeutschland gedeutet wurde. Da die verlängerte Reifungszeit im heißen Süden offenbar obligatorisch mit einem univoltinen Lebenszyklus einhergeht, wird das Potential für einen bivoltinen Zyklus ausschließlich mit dem kühleren Klima nördlich der Alpen verknüpft (JÖDICKE 1998, JÖDICKE & LOPAU 2000). Trotzdem scheint im Untersuchungsgebiet die sommerliche Erwärmung während der letzten Dekade nicht nur die Maturationsdauer bei univoltiner Entwicklung verlängert, sondern auch die Tendenz zu einer zweiten Jahresgeneration gesteigert zu haben.

Beispiele aus den Jahren nach dem Untersuchungszeitraum deuten auf ein Anhalten des Trends zu früherem Beginn von Flugzeit und Fortpflanzung: *Ischnura pumilio* war bereits am 09. Mai 2000 bei der Eiablage, *Pyrrhosoma nymphula* war am 04. April 2002 frisch geschlüpft (P. KOLSHORN pers. Mitt.).

Einige Arten wurden in den letzten Jahren vereinzelt noch ungewöhnlich spät registriert: *Sympetrum striolatum* am 03. Dezember 1994 war – zusammen mit einem schweizer Fund im selben Jahr – der späteste Imaginalnachweis in Mitteleuropa im 20. Jahrhundert (JÖDICKE 1998, 2000). Die Beobachtung eines klammen, unversehrten *Ischnura elegans*-Weibchens am 05. November 2001 (G. SENNERT pers. Mitt) ist der bisher späteste Imaginalnachweis der Art aus Mitteleuropa (vgl. JÖDICKE 1998). Beiden Arten ist gemeinsam, daß sie in Nordwestdeutschland gelegentlich eine zweite Jahresgeneration produzieren können (s. oben). Besonders späte Nachweise dieser Arten werden sich daher wohl immer auf Vertreter der zweiten Generation beziehen, die noch kein hohes Individualalter haben. In Jahren mit günstiger Herbstwitterung sollte es bei gezielter Nachsuche durchaus möglich sein, bei gelegentlich bivoltinen Arten ein noch späteres Ende der Flugzeit nachzuweisen.

#### Danksagung

Dem Deutschen Wetterdienst gebührt Dank für die der Biologischen Station Krickenbecker Seen e.V. überlassenen Meßdaten der Station Tönisvorst. Der Auswertung liegen fast 3 000 Datensätze von Axel Tetzlaff zugrunde; weitere Angaben

stammen von Jan T. Hermans, Peter Kolshorn, Ulrike Krüner, Heinz Maibaum, Jan Möbius, Wendt Müller, Stefani Pleines und Georg Sennert. Ihnen danke ich herzlich, denn ohne ihre Daten wäre das Fundament dieser Arbeit weitaus weniger stabil geraten. Reinhard Jödicke danke ich für Literaturhinweise und wertvolle Verbesserungsvorschläge zum Manuskript.

#### Literatur

- BURBACH, K. (2000): Nachweis einer zweiten Jahresgeneration von *Enallagma cyathigerum* und *Ischnura pumilio* in Mitteleuropa (Odonata: Coenagrionidae). *Libellula* 19: 217-227
- INDEN-LOHMAR, C. (1997): Nachweis einer zweiten Jahresgeneration von *Ischnura elegans* (Vander Linden) und *I. pumilio* (Charpentier) in Mitteleuropa (Zygoptera: Coenagrionidae). *Libellula* 16: 1-15
- GEUSKES, D.C. & J. VAN TOL (1983): *De Libellen van Nederland (Odonata)*. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging. Hoogwoud. 368 S.
- HOESS, R. (1999): Erstnachweis einer zweiten Jahresgeneration von *Ischnura elegans* (Vander Linden) in der Schweiz (Zygoptera: Coenagrionidae). *Libellula* 18: 63-68
- JÖDICKE, R. (1998): Herbstphänologie mitteleuropäischer Odonaten. 2. Beobachtungen am Niederrhein, Deutschland. *Opuscula zoologica fluminensia* 159: 1-20
- JÖDICKE, R. (1999): Nachweis einjähriger Entwicklung bei *Aeshna cyanea* (Müller) (Anisoptera: Aeshnidae). *Libellula* 18: 169-174
- JÖDICKE, R. (2000): Späte Herbstnachweise von *Lestes sponsa* und *Sympetrum striolatum* (Odonata: Lestidae, Libellulidae). *Libellula* 19: 113-115
- JÖDICKE, R., U. KRÜNER, G. SENNERT & J.T. HERMANS (1989): Die Libellenfauna im südwestlichen Niederrheinischen Tiefland. *Libellula* 8: 1-108
- JÖDICKE, R. & W. LOPAU (2000): Overlapping adult generations of the univoltine dragonfly, *Sympetrum striolatum* in southern Greece (Odonata: Libellulidae). *Libellula*, Supplement 3: 41-47
- JÖDICKE, R. & M. SANTENS (1992): Die Libellen der Fleuthkuhlen bei Geldern/ Niederrhein, Deutschland (Odonata). *Opuscula zoologica fluminensia* 97: 1-14
- JÖDICKE, R. & B. THOMAS (1993): Bivoltine Entwicklungszyklen bei *Sympetrum striolatum* (Charpentier) in Mitteleuropa (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica* 22: 357-364
- KLEUKERS, R.M.J.C., K. DECLER, E.C.M. HAES, P. KOLSHORN & B. THOMAS (1996): The recent expansion of *Conocephalus discolor* (Thunberg) (Orthoptera: Tettigoniidae) in western Europe. *Entomologist's Gazette* 47: 37-49
- MENZEL, A. (2000a): Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996. *International Journal of Biometeorology* 44: 76-81
- MENZEL, A. (2000b): Veränderungen der phänologischen Jahreszeiten. *Klimastatusbericht 1999 des Deutschen Wetterdienstes*: 99-106
- MOORE, N.W. (1992): [Duration of maturation in *Sympetrum striolatum* during a cold summer.] In: PRITCHARD G. (Hrsg.): "Current topics in dragonfly biology", S. 17. *SIO rapid Communications (Supplements)* 15: i-vii, 1-29

- OTT, J. (1996): Zeigt die Ausbreitung der Feuerlibelle in Deutschland eine Klima-  
veränderung an? *Naturschutz und Landschaftsplanung* 28: 53-61
- OTT, J. (2000): Die Ausbreitung mediterraner Libellenarten in Deutschland und Euro-  
pa - die Folge einer Klimaveränderung? *NNA-Berichte* 2: 13-35
- OTT, J. (2001): Expansion of Mediterranean Odonata in Germany and Europe -  
consequences of climatic changes. In: WALTHER, G.-R., C.A. BURGA & P.J. ED-  
WARDS (Hrsg.) (2001): „Fingerprints“ of climate change“. *Adapted behaviour  
and shifting species ranges*: 89-111. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New  
York
- PARR, M.J. (1992): [Duration of maturation in *Sympetrum striolatum* during a hot  
summer.] In: PRITCHARD G. (Hrsg.): “Current topics in dragonfly biology”, S. 16.  
*SIO rapid Communications* (Supplements) 15: i-vii, 1-29
- PAULSON, D.R. (2001): Recent Odonata records from southern Florida - effects of  
global warming? *International Journal of Odonatology* 4: 57-69
- RAPP, J. & C.-D. SCHÖNWIESE (1996): Atlas der Niederschlags- und Temperaturtrends  
in Deutschland 1891-1990. *Frankfurter geowissenschaftliche Arbeiten. Serie B.*  
Band 5. 2., korrigierte Auflage
- SAMRAOUI, B., S. BOUZID, R. BOULAHBAL & P.S. CORBET (1998): Postponed re-  
productive maturation in upland refuges maintains life-cycle continuity during the  
hot, dry season in Algerian dragonflies (Anisoptera). *International Journal of  
Odonatology* 1: 119-135
- SCHMIDT, B. (1990): Faunistisch-ökologische Untersuchungen zur Libellenfauna  
(Odonata) der Streuwiesen im NSG Wollmatinger Ried bei Konstanz. Auswir-  
kungen und Bedeutung der Streuwiesenmahd und Überschwemmungen auf die  
Libellenbesiedlung. *Naturschutzforum* 3/4: 39-80
- SCHOLTEN, W.J. (1979): Observations on *Libellula fulva* Müll. in the central Nether-  
lands. *Notulae odonatologicae* 1: 81
- STERNBERG, K. (2000): *Sympetrum striolatum* (Charpentier, 1840) - Große Heide-  
libelle. In: STERNBERG, K. & R. BUCHWALD (Hrsg.): *Die Libellen Baden-Würt-  
tembergs*. Band 2. Großlibellen (Anisoptera), Literatur. Ulmer, Stuttgart, S. 602-  
616
- WALTHER, G.-R., C.A. BURGA & P.J. EDWARDS (Hrsg.) (2001): „Fingerprints“ of  
climate change. *Adapted behaviour and shifting species ranges*. Kluwer Acade-  
mic/Plenum Publishers, New York

