

# Beispiele starker Thoraxbereifung bei Männchen von *Orthetrum coerulescens* in Niederösterreich (Odonata: Libellulidae)

Andreas Chovanec

Krottenbachgasse 68, A-2345 Brunn am Gebirge, andreas.chovanec@bmlrt.gv.at

## Abstract

**Examples of strong thoracic pruinescence in males of *Orthetrum coerulescens* in Lower Austria (Odonata: Libellulidae)** – The paper deals with different variations of thoracic pruinescence in *Orthetrum coerulescens* found at a small wetland in the Austrian province of Lower Austria in the years 2019 and 2020. Some specimens were intensively pale blue on the thorax, similar to adult males of *Orthetrum brunneum*. This – for this latitude – extraordinary pruinosity is interpreted as species-specific variation and thermoregulatory adaptation to increasing air temperatures in Central Europe due to climate change. Meteorological data for the study region support this hypothesis by showing significantly higher air temperatures in both years compared with long-term monitoring data.

## Zusammenfassung

In den Jahren 2019 und 2020 wurden in einem kleinen Feuchtgebiet in Niederösterreich Männchen von *Orthetrum coerulescens* gesichtet, deren Thorax in unterschiedlichem Ausmaß blau bereift war. Bei manchen Individuen erinnerte die intensive hellblaue Färbung an die Thoraxbereifung, die von *Orthetrum brunneum* bekannt ist. Die für diese geographische Breite außergewöhnlich starke Bereifung bei *O. coerulescens* wird als farbmorphologische Variation der Art durch ihre Reaktion auf erhöhte Lufttemperaturen in Mitteleuropa infolge des Klimawandels interpretiert. Meteorologische Daten für die Region, in der der Untersuchungsort liegt, zeigen in den beiden Jahren – verglichen mit den Werten aus dem Langzeitmonitoring – signifikant höhere Lufttemperaturen und unterstützen damit diese Hypothese.

## Einleitung

*Orthetrum coerulescens* ist ein west-paläarktisches Faunenelement, dessen Verbreitung sich von Marokko und der europäischen Atlantikküste einschließlich der Britischen Inseln über den gesamten Mittelmeerraum und Vorderasien bis nach Pakistan erstreckt. Die nördliche Verbreitungsgrenze in Europa zieht von Schott-

land zum südlichen Fennoskandinavien bis Südostfinnland (KALKMAN & AMBRUS 2015: 280; WILDERMUTH & MARTENS 2019: 704–705). Gesicht und Thorax der ausgefärbten Männchen sind braun, das Abdomen ist vollständig hellblau bereift. Der Thorax insbesondere alter Männchen kann eine leichte Bereifung aufweisen und bläulich schimmernd erscheinen. Wie bei Libelluliden verbreitet, zeigen auch „betagte“ Weibchen von *O. coeruleescens* fallweise den wachsähnlichen Überzug. Im südlichen Verbreitungsareal kommen Männchen der Art vor, deren Thorax stark bereift ist und hellblau erscheint (WILDERMUTH & MARTENS 2019: 703; DIJKSTRA et al. 2020: 265). Nachweise von *O. coeruleescens* sind in Österreich aus allen neun Bundesländern bekannt (HOLZINGER et al. 2015). Funde von Männchen mit außergewöhnlich intensiv blauer Bereifung am gesamten Körper, wie sie in der vorliegenden Arbeit dokumentiert sind, wurden aus Österreich bislang noch nicht veröffentlicht.

## Methode

Die Beobachtungen erfolgten an einem etwa 1.000 m<sup>2</sup> großen, in einem Überlauf- und Versickerungsbecken zufällig entstandenen Feuchtgebiet, das seit 2016 Gegenstand einer mehrjährigen Studie zur Sukzession der Libellenfauna dieses schnell verwachsenden Biotops ist. Das Gewässer lag in der Marktgemeinde Maria Enzersdorf südlich von Wien im Bundesland Niederösterreich (48,09655° N, 16,29846° E; 209 m ü. NHN) und damit im westlichen Bereich der österreichischen aquatischen Bioregion „Östliche Flach- und Hügelländer“, die Teil der Ökoregion „Ungarische Tiefebene“ ist (CHOVANEC 2017a; siehe auch CHOVANEC & WILDERMUTH 2017). Die ständig wasserführenden Areale des Feuchtgebietes hatten Grundwasseranschluss und froren im Winter trotz geringer Tiefe nicht zu. Im Gegensatz zu dem Beginn der Studie zeigte sich das Gewässer in den Jahren 2019 und 2020 sehr stark verwachsen (Abb. 1); offene Wasserflächen waren in diesem Zeitraum nicht mehr ausgeprägt. Als dominierende Pflanzen sind der Breitblättrige Rohrkolben *Typha latifolia* und – in geringerem Ausmaß – Schilfrohr *Phragmites australis*, Flatter-Binse *Juncus effusus*, Zottiges Weidenröschen *Epilobium hirsutum*, Ästiger Igelkolben *Sparganium erectum* und Ampfer *Rumex* sp. zu nennen. In diesen beiden Jahren wurde *O. coeruleescens* an dem Gewässer gesichtet. Unterschiedliche Ausprägungen der Bereifung sowie die damit verbundenen Farbeindrücke wurden photographisch dokumentiert. Im Jahr 2019 erfolgten insgesamt 33 Begehungen des Untersuchungsortes, im Jahr darauf 42.

Die meteorologischen Daten stammen von Stationen des Messnetzes der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) in Wien.

- Messstation Brunn am Gebirge: Niederösterreich; 291 m ü. NHN, die am nächsten zum Untersuchungsort gelegene Messstation (Entfernung 2,4 km), für die allerdings keine Langzeitdatenreihen verfügbar sind. Es wurden Mittelwerte der Lufttemperatur für jene Monate berechnet, in denen *O. coeruleescens* nachgewiesen worden war (Juni bis August 2019 und Juni bis Septem-

ber 2020; Tab. 1). Dafür wurden die Werte der alle 10 min und 2 m über Grund durchgeführten Messungen herangezogen.

- Messstation Gumpoldskirchen: Niederösterreich; 212 m ü. NHN, Entfernung zum Untersuchungsort 6 km; übernommen wurden die mittleren monatlichen Lufttemperaturen für den Zeitraum 1971–2000 (zur Methode der Ermittlung der Monatsmittel siehe: [http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten\\_oesterreich\\_1971\\_frame1.htm](http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm)).
- Hohe Warte: Wien; 198 m ü. NHN, Entfernung zum Untersuchungsort: 17 km; Vergleiche der Mittelwerte der Lufttemperatur für die meteorologischen Jahreszeiten 2019 und 2020 mit jenen der Zeitreihe 1981–2010 (Tab. 2; meteorologischer Winter: 1.12.–28/29.2.; meteorologischer Frühling: 1.3.–31.5.; meteorologischer Sommer: 1.6.–31.8.; meteorologischer Herbst: 1.9.–30.11.).

Die unterschiedlichen Berechnungsmethoden der mittleren Monatstemperaturen für die Untersuchungsperiode bzw. aus den Langzeitdaten mögen geringfügige Unschärfen in sich bergen, die allerdings für den in Tabelle 1 dargestellten Vergleich nicht relevant sind.



**Abbildung 1:** Das Untersuchungsgebiet, ein kleines, stark verwachsenes Feuchtgebiet in einem Überlauf- und Versickerungsbecken in Maria Enzersdorf, Niederösterreich, 27.06. 2019. – **Figure 1.** The study site, a small, densely vegetated wetland in an overflow and seepage reservoir in Maria Enzersdorf, Lower Austria, 27-vi-2019.

**Tabelle 1:** Klimatische Situation am Untersuchungsgewässer von *Orthetrum coerulescens* in Niederösterreich. Daten zur Lufttemperatur  $T_a$  [°C]) und zur Anzahl heißer Tage während der Beobachtungsmonate (links) und aus der Langzeitreihe 1971–2000 (rechts). – **Table 1.** Climatic situation at the study site of *O. coerulescens* in Lower Austria. Data on air temperature  $T_a$  [°C] and hot days regarding the investigation period (left) and the period 1971–2000.

2019/2020	$T_a$ Monats- mittel	Anzahl heißer Tage	1971–2000	$\bar{\phi}$ monatl. $T_a$	$\bar{\phi}$ Anzahl heißer Tage
Juni 2019	23,2	9	Juni	18,1	1,6
Juli 2019	22,2	10	Juli	20,0	4,4
August 2019	22,3	9	August	19,5	4,6
Juni 2020	18,2	1	Juni	18,1	1,6
Juli 2020	20,8	5	Juli	20,0	4,4
August 2020	21,5	8	August	19,5	4,6
Sept. 2020	16,7	0	September	15,3	0,4

**Tabelle 2:** Klimatische Situation am Untersuchungsgewässer von *Orthetrum coerulescens* in Niederösterreich. Mittelwerte der Lufttemperaturen  $T_a$  [°C]) der meteorologischen Jahreszeiten von Winter 2018/19 bis Sommer 2020 und Mittelwerte für den Zeitraum 1981–2010. – **Table 2.** Climatic situation at the study site of *O. coerulescens* in Lower Austria. Mean air temperatures  $T_a$  [°C] for the meteorological seasons from winter 2018/19 to summer 2020 and mean values for the meteorological seasons from the long-term monitoring.

Meteorologische Jahreszeit	$\bar{\phi} T_a$	$\bar{\phi} T_a$ 1981–2010
Winter 2018/2019	3,2	1,5
Frühling 2019	12,0	11,2
Sommer 2019	23,3	20,3
Herbst 2019	12,9	10,9
Winter 2019/2020	4,3	1,5
Frühling 2020	11,9	11,2
Sommer 2020	21,2	20,3

## Ergebnisse

Im Jahr 2019 wurde *Orthetrum coerulescens* bei 13 Begehungen im Zeitraum vom 7. Juni bis 24. August gesichtet, Begehungen vor bzw. danach ohne entsprechende Funde fanden am 31. Mai bzw. 29. August statt. Im Jahr 2020 erfolgten Nachweise der Art bei 17 Begehungen im Zeitraum vom 19. Juni bis 5. September. Begehun-

gen davor bzw. danach ohne Funde wurden am 6. Juni bzw. 8. September durchgeführt. Die maximale, bei einer Kartierung erhobene Individuenzahl betrug in beiden Jahren jeweils etwa zehn, wobei die Anzahl der Männchen deutlich überwog. Diese Zahl wurde im Jahr 2019 am 19. und 20. Juli festgestellt, im Jahr 2020 am 10. Juli. Noch am 1. August 2019 wurde ein frischgeschlüpftes Männchen, am 24. August 2019 ein juveniles, nicht ausgefärbtes Männchen gesichtet. Der späteste Fund eines juvenilen Individuums, eines Männchens, im Jahr 2020 erfolgte am 7. August. Ausgefärbte (bzw. nahezu ausgefärbte) Männchen mit bereiftem Abdomen wurden im Jahr 2019 ab dem 14. Juni, im Jahr 2020 ab dem 2. Juli am Gewässer beobachtet. Sichtungen von Männchen mit braungefärbtem, nicht bereiftem Thorax erfolgten zu Beginn der Flugzeit. Bei diesen noch jungen Exemplaren war auch das Abdomen noch nicht vollständig bereift (Abb. 2).

Übergangsformen der thorakalen Wachsbereifung waren in unterschiedlichen Ausprägungen festzustellen, wobei insbesondere die pleuralen Flügelgelenkköpfe sowie Meso- und Metascutellum früh Bereifung aufwiesen. Abbildung 3 zeigt ein reifes Männchen Anfang August 2019, dessen Mesepisterna nicht bereift sind, das allerdings eine starke Blaufärbung der Adern an der Flügelbasis zeigt. Ein anderes, hier nicht dargestelltes Männchen, am selben Tag aufgenommen, wies



**Abbildung 2:** Junges Männchen von *Orthetrum coerulescens* mit braunem, noch nicht bereiftem Thorax, 02.07.2020. – **Figure 2.** Young male of *O. coerulescens* with a brown, non-pruinose thorax, 02-vii-2020.

Wachsüberzug auf den Mesepisterna bei fehlender Bereifung der Flügeladern auf. Die lateralen Anteile des Thorax waren bei diesem Individuum nahezu unbereift.

Männchen mit vollständig bereiftem und intensiv blau scheinendem Thorax sowie ebensolchen Flügeladern an den Flügelbasen waren im Jahr 2019 ab dem 14. Juni, im Jahr 2020 ab dem 10. Juli zu beobachten. Die Farbeindrücke reichten von gedämpftem Hellblau/Lila (Abb. 4) bis zu intensivem Hellblau (Abb. 5), wobei hierbei Ausmaß und optischer Eindruck der Gesamtbereifung an die Ausprägung bei *O. brunneum* erinnern.

Ergänzend sind hier Werte zur Lufttemperatur angegeben, die sich auf den Untersuchungsort und den Zeitraum der Beobachtungen beziehen und mit entsprechenden Daten aus Langzeitreihen in Beziehung gesetzt werden. In Tabelle 1 sind die mittleren Lufttemperaturen für jene Monate der Untersuchungsperiode 2019/2020 angeführt, in denen *O. coerulescens* nachgewiesen wurde, sowie die mittleren monatlichen Lufttemperaturen der Monate Juni bis September des Zeitraumes 1971–2000. Außerdem wird die monatspezifische Anzahl der „heißen



**Abbildung 3:** Matures Männchen von *Orthetrum coerulescens* ohne Thoraxbereifung, 01.08.2019. – **Figure 3.** Mature male of *O. coerulescens* without pruinosity on thorax, 01-viii-2019.

Tage“, an denen Maximaltemperaturen  $\geq 30^{\circ}\text{C}$  erreicht werden, verglichen. In Tabelle 2 sind die Mittelwerte der Lufttemperaturen der meteorologischen Jahreszeiten von Winter 2018/19 bis Sommer 2020 den entsprechenden Mittelwerten für den Zeitraum 1981–2010 gegenübergestellt.

## Diskussion

Mangels geeigneter Primärhabitats ist *Orthetrum coerulescens* in weiten Bereichen Europas auf stark überformte oder sekundäre Lebensräume „ausgewichen“ (WILDERMUTH & KREBS 1983; WILDERMUTH 2008; HERZOG & HADRY 2017; CHOVANEC 2018a). Der im Rahmen der vorliegenden Arbeit behandelte zufällig entstandene Untersuchungsort wurde erst in einem fortgeschrittenen Sukzessionsstadium von dieser Spezies besiedelt. *Orthetrum coerulescens* löste dabei *O. brunneum* ab, das insbesondere in den Jahren 2016 und 2017 in höheren Abundanzen an dem



**Abbildung 4:** Männchen von *Orthetrum coerulescens* mit vollständig bereiftem Thorax mit hellblau/lila Farbeindruck, 22.08.2020. – **Figure 4.** Male of *O. coerulescens* with totally pruinose lilac thorax, 22-viii-2020.



**Abbildung 5:** Männchen von *Orthetrum coerulescens* mit vollständig bereiftem Thorax mit intensiv hellblauem Farbeindruck, (a) 07.07.2019; (b) 16.08.2020. – **Figure 5.** Males of *O. coerulescens* with totally pruinose thorax with bright blue colouring, (a) 07-vii-2019; (b) 16-viii-2020.

kleinen Feuchtgebiet nachzuweisen war (CHOVANEC 2017b, 2018b; siehe dazu auch STERNBERG & BUCHWALD 2000: 510). BUCHWALD & SCHMIDT (1990) heben die Präferenz von *O. coerulescens* für Gewässer mit Beständen von *Sparganium erectum* hervor, da diese Pflanze u.a. an grundwasserbeeinflussten Gewässern vorkommt und daher Zeigerfunktion hinsichtlich eisfreier Habitats hat. Die Besiedlung des Standortes durch *O. coerulescens* erfolgte möglicherweise von einem knapp 900 m entfernten Hochwasserrückhaltebecken aus, an dem die Art seit 2012 bei unregelmäßigen Begehungen gesichtet wurden (CHOVANEC 2020). Da an dem in dieser Arbeit behandelten Untersuchungsort im Jahr 2019 auch frischgeschlüpfte Individuen nachgewiesen werden konnten, muss hier im Jahr 2018 zumindest eine Eiablage stattgefunden haben. Trotz hoher Begehungshäufigkeit ist *O. coerulescens* allerdings nicht beobachtet worden (siehe dazu z.B. HUNGER & STERNBERG 2002).

Die in den beiden Beobachtungsjahren festgestellten Flugzeiten decken sich mit jenen, die für die Art in der Literatur für Österreich bzw. Mitteleuropa angegeben sind (RAAB & PENNERSTORFER 2006: 210; KALKMAN & AMBRUS 2015: 281; WILDERMUTH & MARTENS 2019: 707, 710). Die früheren Flugzeiten im Jahr 2019 im Vergleich zu 2020 sind durch die höheren Frühlings- und die sehr hohen Frühsommertemperaturen in diesem Jahr zu erklären, die auch erhöhte Wassertemperaturen zur Folge hatten. Paarungsräder von *O. coerulescens* konnten am 1. August 2019 und 10. Juli 2020 beobachtet werden. Auffällig sind die späten Fundtermine eines frischgeschlüpfen Männchens am 1. August 2019 und juveniler Männchen am 7. August 2020 und am 24. August 2019.

Innerhalb der Anisoptera ist Wachsbereifung insbesondere bei den Libellulidae verbreitet. Sie tritt vorwiegend bei geschlechtsreifen Männchen und fallweise bei alten Weibchen auf (z.B. GORB 1995; CORBET 1999: 281; HORNE 2012; LOHR 2019) und spielt – durch Reflexion von UV-Strahlung – eine Rolle bei der intra- und interspezifischen Kommunikation sowie – durch die Reflexion solarer Strahlung – bei der Thermoregulation (z.B. ROBERTSON 1984; CORBET 1999: 281–282; FUTAHASHI et al. 2019; FUTAHASHI 2020; TAGUCHI 2020). CORBET (1999: 282) hebt hervor, dass insbesondere die Bereifung des Thorax thermoregulatorische Funktion hat, da beispielsweise das Abdomen besser durch verhaltensgesteuerte Thermoregulation vor Überhitzung geschützt werden kann (WILDERMUTH et al. 2018). Libellulidae sind ‚Percher‘, die ihre Körpertemperatur – im Gegensatz zu den endothermen ‚Flier‘ – während ihrer Aktivitätszeiten an besonnten Plätzen vorwiegend durch Farbregulation, Sitzplatzwahl und Körperhaltung steuern (MAY 1978; CORBET & MAY 2008; WILDERMUTH et al. 2018).

Das Ausmaß von wachsartigem Überzug kann dabei stark variieren und von der Verbreitung der Art abhängen, wobei heiße Areale bewohnende Populationen tendenziell stärkere Bereifungen ausprägen (GARRISON 1976; PAULSON 1983; TAGUCHI 2020). Auch bei *O. coerulescens* sind diese Variationen bekannt, Männchen mit stärker bereiftem Thorax sind aus dem südlichen Verbreitungsgebiet bekannt. Der bereifte Thorax erlaubt möglicherweise den Männchen von *Mnais andersoni*, auch bei großer Hitze und Sonneneinstrahlung länger die besonnten

Territorien zu besetzen (SANMARTÍN-VILLAR et al. 2017). *Orthetrum coerulescens* hat sein Verbreitungsareal in den vergangenen Jahrzehnten nach Norden ausgedehnt, was aus dem Vergleich der Verbreitungskarte beispielsweise von ASKEW (2004: 168) mit jener von DIJKSTRA et al. (2020: 264) hervorgeht und ist eine der Arten, die vom klimawandelbedingten Temperaturanstieg profitieren (OTT 2010). Es liegt die Vermutung nahe, dass Populationen der Art in Mitteleuropa mit stärkerer Wachsbereifung des Thorax auf die klimawandelbedingt erhöhten Temperaturen reagieren. Bei manchen im Zuge der vorliegenden Untersuchung dokumentierten Individuen war auch die Stirn bläulich gefärbt (Abb. 6).

Die in der Tabelle 1 zusammengefassten Daten machen sowohl bei den Mittelwerten der Lufttemperatur für die Beobachtungsmonate als auch bei der Anzahl der heißen Tage den z.T. deutlichen Temperaturanstieg im Vergleich zu der Periode 1971–2000 ersichtlich. Dies geht auch ausnahmslos und z.T. sehr deutlich aus dem Vergleich der Mittelwerte für die meteorologischen Jahreszeiten der Jahre 2019 und 2020 mit den Daten aus dem Monitoring für den Zeitraum 1981–2010 hervor. Der meteorologische Sommer 2019 gilt in Österreich als der zweitheißeste in der 253-jährigen Messgeschichte mit einem Flächenmittel, das 2,7°C höher als der langjährige Durchschnitt war; die fünf heißesten Sommer der Messgeschichte lagen alle in den 2000er Jahren (<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/zweitwaermster-sommer-der-messgeschichte>).

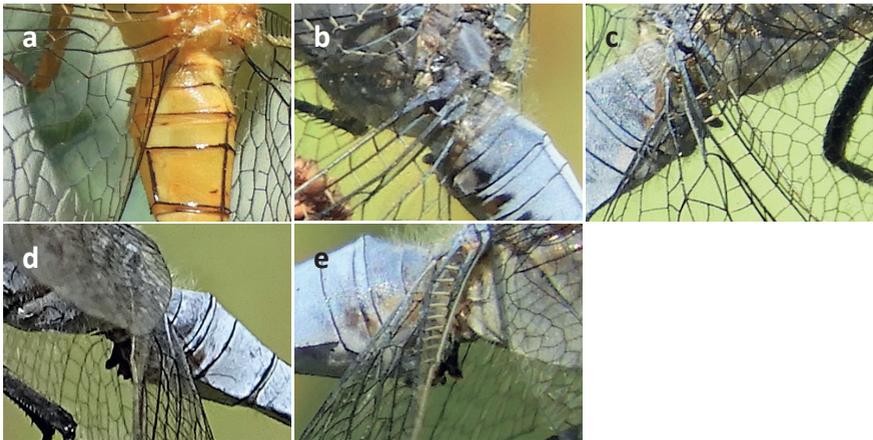
Farb-Polymorphismus ist ein bei Odonata verbreitetes Phänomen und spielt in der Regel keine Rolle in Rahmen der taxonomischen Differenzierung (z.B.



**Abbildung 6:** Männchen von *Orthetrum coerulescens*, das seine hellblaue Stirn „zeigt“, 01.08.2019. – **Figure 6.** Male of *O. coerulescens* “presenting” the pale blue frons, 01-viii-2019.

DIJKSTRA & KALKMAN 2012; SANMARTÍN-VILLAR et al. 2017). An dieser Stelle wird nicht näher auf das ungeklärte taxonomische Problem des *O. coerulescens*-Komplexes eingegangen. Es sei allerdings kurz auf morphologische Merkmale verwiesen, die in diese Diskussion eingebracht werden (siehe dazu u.a. MAURERSBERGER 1994; KLINGENBERG & MARTENS 1996; HOLUŠA 1998; STERNBERG & BUCHWALD 2000: 506; MARINOV 2001; DYATLOVA 2006; AL-HASHMI et al. 2018) und die selbst innerhalb der kleinen, in dieser Arbeit beschriebenen Population Variabilität aufweisen. Die Anzahl der Zellen zwischen den Ästen der Mediana M3 und M4 im Vorderflügel der Männchen betrug 18 bis 22, wobei auch Zellverdopplungen in diesem Bereich festzustellen waren. Ein Männchen wies zusätzlich zu diesen Verdoppelungen auch eine Verdopplung in der an die Radial-supplementader (Rspl) grenzenden Zellreihe auf. Bei einem anderen Männchen mit einer Verdopplung zwischen M3 und M4 war die für *O. coerulescens* charakteristische Reihe von an Rspl grenzenden Einzelzellen ausgeprägt. Die Formen der Lamina anterior des sekundären Geschlechtsapparates waren vorwiegend abgerundet (Abb. 7a–d), aber auch vereinzelt tendenziell zugespitzt dreieckig (Abb. 7e), die Ausrichtung war rechtwinkelig zur Körperachse bis eher nach vorne kopfwärts gerichtet.

Generell ist bei der kleinen gegenständlichen Population auffällig, dass die für *O. coerulescens* in der Literatur als deutlich sichtbar beschriebenen Antehumeralstreifen (z.B. WILDERMUTH & MARTENS 2019: 703; DIJKSTRA et al. 2020: 265) nur schwach oder nicht erkennbar sind (Abb. 3). Bei dem auf Abbildung 6 dargestellten Männchen mit überwiegend unbereiftem Thorax sind die Antehumeralstreifen kaum ausgeprägt.



**Abbildung 7:** Formen der Lamina anterior: (a) 01.08.2019; (b) 01.08.2020; (c) 14.06.2019; (d) 22.08.2020; (e) 26.07.2019. – **Figure 7.** Shapes of the Lamina anterior – (a) 01-viii-2019; (b) 01-viii-2020; (c) 14-vi-2019; (d) 22-viii-2020; (e) 26-vii-2019.

## Danksagung

Der Autor dankt herzlich Hildegard Kaufmann von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien für die Aufbereitung und Zurverfügungstellung der meteorologischen Daten sowie Bernd Kunz, Martin Schorr und Klaas-Douwe Dijkstra für den inhaltlichen Austausch zum „*Orthetrum coerulescens*-Komplex“ und die Übermittlung von Literatur. Angelika Borckenstein und Reinhard Jödicke sei für die redaktionelle Betreuung und die konstruktiven Anmerkungen vielmals gedankt.

## Literatur

- AL-HASHMI A.H., H.H. AL-SAFFAR & R.S. AUGUL (2018) Key to the species of the *Orthetrum* Newman, 1833 (Odonata, Libellulidae) with a new record species in Iraq. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum* 15: 15–29
- ASKEW R.R. (2004) *The dragonflies of Europe* (revised edition). Harley Books, Colchester
- BUCHWALD R. & B. SCHMIDT (1990) Der Kleine Blaupfeil (*Orthetrum coerulescens*, Odonata) in Südbaden – Spezielle Untersuchungen zu ökologischen Ansprüchen, Populationsdynamik und Gefährdung. *Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz* 15: 109–144
- CHOVANEC A. (2017a) Die Libellenfauna (Odonata) eines Überlauf- und Versickerungsbeckens: Artenspektrum und phänologische Aspekte. *Libellula* 36: 23–44
- CHOVANEC A. (2017b) Beobachtungen zur Unterbrechung der Eiablage bei *Orthetrum brunneum* (Odonata: Libellulidae). *Libellula* 36: 139–144
- CHOVANEC A. (2018a) Nachweise gefährdeter Libellenarten (Odonata) an einem kleinen Fließgewässer-System im Bezirk Mödling (Niederösterreich). *Beiträge zur Entomofaunistik* 19: 57–70
- CHOVANEC A. (2018b) Beobachtungen zur Wahl des Schlupfsubstrates beim Südlichen Blaupfeil, *Orthetrum brunneum* (Odonata: Libellulidae). *Zeitschrift der Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Entomologen* 70: 19–23
- CHOVANEC A. (2020) Zur Aussagekraft unsystematisch erhobener Libellendaten (Insecta: Odonata) aus einem gewässerlosen Garten. *Beiträge zur Entomofaunistik* 21: 181–210
- CHOVANEC A. & H. WILDERMUTH (2017) Ein seltener Fall unbewachter Eiablage bei *Coenagrion scitulum* (Odonata: Coenagrionidae). *Libellula* 36: 135–138
- CORBET P.S. (1999) *Dragonflies. Behaviour and ecology of Odonata*. Harley Books, Colchester
- CORBET P.S. & M.L. MAY (2008) Fliers and perchers among Odonata: dichotomy or multidimensional continuum? A reappraisal. *International Journal of Odonatology* 11: 151–171
- DIJKSTRA K.-D.B. & V.J. KALKMAN (2012) Phylogeny, classification and taxonomy of European dragonflies and damselflies (Odonata): a review. *Organisms Diversity & Evolution* 12: 209–227
- DIJKSTRA K.-D.B., A. SCHRÖTER & R. LEWINGTON (2020) *Field guide to the dragonflies of Britain and Europe*. Second edition. Bloomsbury Publishing, London
- DYATLOVA E.S. (2006) *Orthetrum coerulescens anceps* (Odonata, Libellulidae) in

Odessa and its Vicinities (Ukraine). *Vestnik Zoologii* 40: 275–278

FUTAHASHI R. (2020) Diversity of UV reflection patterns in Odonata. *Frontiers in Ecology and Evolution* 8: 201

FUTAHASHI R., Y. YAMAHAMA, M. KAWAGUCHI, N. MORI, D. ISHII, G. OKUDE, Y. HIRAI, R. KAWAHARA-MIKI, K. YOSHITAKE, S. YAJIMA, T. HARIYAMA & T. FUKATSU (2019) Molecular basis of wax-based color change and UV reflection in dragonflies. *eLife* 2019;8:e43045.

GARRISON R.W. (1976) Multivariate analysis of geographic variation in *Libellula luctuosa* Burmeister. *The Pan-Pacific Entomologist* 52: 181–203.

GORB S.N. (1995) Scanning electron microscopy of pruinosity in Odonata. *Odonatologica* 24: 225–228

HERZOG R. & H. HADRY (2017) Long-term genetic monitoring of a riverine dragonfly, *Orthetrum coerulescens* (Odonata: Libellulidae): Direct anthropogenic impact versus climate change effects. *PLOS ONE* 12 (5): e0178014.

HOLUŠA O. (1998) The first record of *Orthetrum coerulescens anceps* (Schneider, 1845) in Slovenia (Anisoptera: Libellulidae). *Exuviae* 5: 13–16

HOLZINGER W.E., A. CHOVANEC & J. WARINGER (2015) Odonata (Insecta). *Biosystematics and Ecology Series* 31 / *Checklisten der Fauna Österreichs* 8: 27–54

HORNE J. (2012) The occurrence of the Broad-bodied Chaser *Libellula depressa* L. at a nature reserve in Hampshire over a period of 25 years and a description of pruinosity in females. *Journal of the British Dragonfly Society* 28: 37–43

HUNGER H. & K. STERNBERG (2002) "Ja, wo fliegen die denn!?" – Welche Rolle spielen Zygopteren-Weibchen bei der Ausbreitung? *Mercuriale* 2: 30–31

KALKMAN V.J. & A. AMBRUS (2015) *Orthetrum coerulescens* (Fabricius, 1798). In: BOUDOT J.-P. & V.J. KALKMAN (eds) Atlas of the European dragonflies and damselflies. KNNV Publishing, Zeist

KLINGENBERG K. & A. MARTENS (1996) Record of an intermediate form between *Orthetrum coerulescens* (Fabricius) and *O. anceps* (Schneider) in southern Spain (Anisoptera: Libellulidae). *Advances in Odonatology*, Supplement 1: 117–121

LOHR M. (2019) Blaubereiftes Weibchen von *Crocothemis erythraea* (Odonata: Libellulidae). *Libellula Supplement* 15: 103–107

MARINOV M. (2001) The *Orthetrum coerulescens* complex in Bulgaria (Odonata: Libellulidae). *International Journal of Odonatology* 4: 35–40

MAUERSBERGER R. (1994) Zur wirklichen Verbreitung von *Orthetrum coerulescens* (Fabricius) und *O. ramburi* (Selys) = *O. anceps* (Schneider) in Europa und die Konsequenzen für deren taxonomischen Rang (Odonata, Libellulidae). *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, N.F. 41: 235–256

MAY M.L. (1978) Thermal adaptations of dragonflies. *Odonatologica* 7: 24–47

OTT J. (2010) Dragonflies and climatic change – recent trends in Germany and Europe. *BioRisk* 5: 253–286

PAULSON D.R. (1983) A new species of dragonfly, *Gomphus* (*Gomphurus*) *lynnae* spec. nov., from the Yakima River, Washington, with notes on pruinosity in Gomphidae (Anisoptera). *Odonatologica* 12: 59–70

RAAB R. & J. PENNERSTORFER (2006) Die Libellenarten Österreichs. In: RAAB R., A. CHOVANEC & J. PENNERSTORFER (Ed.) *Libellen Österreichs*: 71–278. Umweltbundesamt, Wien; Springer, Wien, New York

ROBERTSON H.M. (1984) Pruinosity in Odonates reflects UV. *Notulae Odonatologicae* 2: 68–69

- SANMARTÍN-VILLAR I., H. ZHANG & A. CORDERO-RIVERA (2017) Ontogenetic colour changes and male polymorphism in *Mnais andersoni* (Odonata: Calopterygidae). *International Journal of Odonatology* 20: 53–61
- STERNBERG K. & R. BUCHWALD (2000) *Orthetrum coerulescens*. In: STERNBERG K. & R. BUCHWALD (Ed.) *Die Libellen Baden-Württembergs*. Band 2: 506–523. Ulmer, Stuttgart
- TAGUCHI M. (2020) Variation and blackening or the white pruinose portion on the dorsal abdomen in a mature male of the white-tailed skimmer *Orthetrum albistylum* Selys, 1848 (Anisoptera: Libellulidae) in coastal Keihin, Yokohama. *Tombo* 62: 91–103
- WILDERMUTH H. (2008) Habitat requirements of *Orthetrum coerulescens* and management of a secondary habitat in a highly man-modified landscape (Odonata: Libellulidae). *International Journal of Odonatology* 11: 261–276
- WILDERMUTH H. & A. KREBS (1983) Sekundäre Kleingewässer als Libellenbiotope. *Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich* 128: 21–42
- WILDERMUTH H. & A. MARTENS (2019) Die Libellen Europas. Quelle & Meyer, Wiesbaden
- WILDERMUTH H., A. BORKENSTEIN & R. JÖDICE (2018) Verhaltensgesteuerte Thermoregulation bei *Leucorrhinia pectoralis* und *L. rubicunda* (Odonata: Libellulidae). *Libellula* 37: 97–134