

Artspezifische und aberrante Wachsbereifung bei europäischen *Lestes*-Arten (Odonata: Lestidae)

von Hansruedi Wildermuth

Haltbergstrasse 43, CH-8630 Rüti
hansruedi@wildermuth.ch

Abstract

Species-specific and aberrant pruinosity in European *Lestes* species (Odonata: Lestidae) – Waxy coating is a common feature of dragonflies. It appears as a striking blue or whitish colour on the surface of various body parts, depending on the species, sex, and age. The distribution and intensity of the coating are described for all five *Lestes* species found in Europe using photos from the author's own archive, the literature and the Internet, illustrated with one example of each sex. Another focus is a female *Lestes virens* with conspicuous aberrant wax coating on the abdominal segments S5-S8. On a physiological and genetic basis, an attempt is made to explain the species-specific and aberrant distribution of the coating on the damselflies' thorax and abdomen.

Zusammenfassung

Wachsbereifung ist ein allgemeines Merkmal der Libellen. Als auffällig blaue oder weißliche Farbe tritt sie je nach Art, Geschlecht und Alter an der Oberfläche verschiedener Körperteile auf. Verteilung und Intensität der Bereifung werden bei allen fünf in Europa vorkommenden *Lestes*-Arten (Binsenjungfern) anhand von Fotos aus dem eigenen Archiv sowie aus der Literatur und dem Internet be-

schrieben und mit je einem Beispiel beider Geschlechter dokumentiert. Weiter im Fokus steht ein Weibchen von *Lestes virens* (Kleine Binsenjungfer) mit auffällig aberranter Wachsbereifung auf den Hinterleibssegmenten S5-S8. Auf physiologischer und genetischer Grundlage wird versucht, die artspezifische und aberrante Verteilung der Bereifung an Thorax und Abdomen zu erklären.

Einleitung

Wachsbereifung (Pruineszenz) ist bei den Libellen allgemein verbreitet (CORBET 1999: 281). Augenfällig als blaue oder weißliche Färbung tritt sie bei verschiedenen Libellenfamilien auf, so etwa bei den Segellibellen (Libellulidae), Orientjungfern (Epallagidae) oder Teichjungfern (Lestidae). Unter den Letzteren kommt sie namentlich bei der Gattung *Lestes* vor. Diese ist in Europa mit fünf Arten vertreten: *Lestes barbarus* (Südliche Binsenjungfer), *L. dryas* (Glänzende Binsenjungfer), *L. macrostigma* (Dunkle Binsenjungfer), *L. sponsa* (Gemeine Binsenjungfer) und *L. virens* (Kleine Binsenjungfer) (BOUDOT & KALKMAN 2015: 55, WILDERMUTH & MARTENS 2019: 57ff.). Sie lassen sich alle anhand von Formmerkmalen am Abdomenende (ROBERT 1959: 93) sowie am Färbungsmuster (z. B. DIJKSTRA et al. 2020: 70 ff., FRANK & BRUENS 2023: 130 ff.) erkennen. Ein wichtiges artspezifische

sches Farbmerkmal ist die wachsbedingte Bereifung an Thorax und Abdomen, die jedoch nur bei ausgefärbten Tieren auftritt und bei den Weibchen von vier der fünf Arten fehlt oder höchstens schwach ausgebildet ist (JÖDICKE 1997). Ausdehnung und Stärke der Wachsbereifung können je nach Individuum ebenfalls etwas variieren. Im Folgenden werden die fünf in Mitteleuropa vorkommenden *Lestes*-Arten hinsichtlich ihrer unterschiedlichen Wachsbereifung beschrieben und mit Fotos dokumentiert. Im Fokus steht unter anderem ein Weibchen von *Lestes virens* mit aberranter, wachsbedingter Färbung am Hinterleib. Dafür wird versucht, eine physiologische und genetische Erklärung zu finden. Die Ausführungen schließen sich an den Beitrag über die Wachsbereifung bei Segellibellen-Weibchen in Mercuriale 24 an (WILDERMUTH 2024).

Material und Methoden

Die Bereifung der verschiedenen *Lestes*-Arten wurde anhand von Fotos aus meinem Archiv geprüft. Die Bilder stammen hauptsächlich aus der Schweiz. Im Rahmen von regelmäßigen Bestandsaufnahmen der Libellenfauna in Naturschutzgebieten sowie auf gelegentlichen Exkursionen kamen im Verlauf von viereinhalb Jahrzehnten zahlreiche Fotodokumente zusammen. Besonderes Augenmerk richtete sich in diesem Zusammenhang auf *Lestes virens*, eine Art, die in der Schweiz aufgrund ihrer Seltenheit als gefährdet (EN) eingestuft wird (MONNERAT et al. 2021) und für die im Kanton Zürich ein amtlicher Aktionsplan ausgearbeitet wurde (ABEGG et al. 2025). Weiterhin sammelte ich Fotos von Lestiden auf Reisen und Exkursionen in Deutschland, Griechenland, Kroatien, Rumänien und

Südfrankreich. Weiter suchte ich entsprechende Fotos im Internet sowie in Bestimmungsbüchern und Atlanten mit Farbfotos (u. a. MARAHALVAS & SOARES 2013, DOLNÝ et al. 2016, MENKE et al. 2016, GALLIANI et al. 2017, BAUMANN et al. 2021). Bei der Beurteilung der Farbmerkmale stand die Monografie von JÖDICKE (1997) an erster Stelle.

Ergebnisse

Allgemein handelt es sich bei den *Lestes*-Arten um zierliche Kleinlibellen mit metallisch grünen bis kupfrigen Zeichnungen über gelblicher Grundfarbe. Bei einigen Arten entwickeln die Männchen und die androchromen (männchenfarbenen) Weibchen auf Thorax und Abdomen eine artspezifische blaue oder weißliche Bereifung. Diese tritt aber erst im Verlauf der Reifungsphase auf.

Lestes barbarus

In Europa kommt die Art vom Mittelmeergebiet bis ins südliche Fennoskandien und von der Atlantikküste bis zum Ural vor (BOUDOT & DYATLOVA 2015). Im Süden Baden-Württembergs und in Bayern ist die Art lückenhaft verbreitet, wobei sie zeitlich und räumlich oft unstet auftritt (BRAUNER 2015: 26 f.). Dasselbe gilt für die Schweiz (MONNERAT 2005a, infofauna 2025a). In Tirol ist *L. barbarus* namentlich im Inntal nachgewiesen, in Vorarlberg nahe der Rheinmündung in den Bodensee (RAAB & PENNERSTORFER 2006). Er ist im Feld an der hellen grünlichgelben Grundfärbung mit metallisch grünen bis kupferfarbenen Zeichnungselementen und an den zweifarbigem Pterostigmata erkennbar (Abb. 1, 2). Der untere, gelbe Teil des Hinterkopfs ist wie bei *L. virens* scharf abgegrenzt gegenüber dessen dunkler Oberseite.



Abb. 1: Männchen von *Lestes barbarus*. Im Flügelzwischenraum und an S10 ist eine schwache weißliche Bereifung erkennbar. Naturpark Učka Istrien (Kroatien), 24.07.2015. Foto: H. Wildermuth / Fig. 2. Male *Lestes barbarus*. A faint whitish coating is visible in the space between the wings and on S10.



Abb. 2: Weibchen von *Lestes barbarus*. Eine Wachsbereifung fehlt vollständig. Am Thorax und am Abdomen haben sich Wassermilbenlarven (*Arrenurus* sp.) festgesetzt. Kalavryta Peloponnes (Griechenland), 07.06.2023. Foto: H. Wildermuth / Fig. 1. Female *Lestes barbarus*. There is no wax coating whatsoever. Water mite larvae (*Arrenurus* sp.) have attached themselves to the thorax and abdomen.

Beide Geschlechter sind sehr ähnlich gefärbt. Blaue Wachsbereifung kommt nur bei ausgefärbten Männchen und lediglich zwischen den Flügelansätzen sowie punktuell auf dem Hinterleibssegment S10 vor. Selten kann auch S9 eine hauchdünne Bereifung aufweisen (A. Chovanec, pers. Mitteilung). *Lestes barbarus* ist die einzige europäische *Lestes*-Art, die im Feld betrachtet in beiden Geschlechtern ohne erkennbare Wachsbereifung zu sein scheint.

Lestes dryas

Vorkommen dieser Art sind in Europa vom Mittelmeergebiet bis ins südliche Fennoskandien und von Irland bis zum Ural bekannt. Nicht besiedelt sind Korsi-

ka, Sardinien und der Peloponnes (BOUDOT & RAAB 2015a). Im Süden Deutschlands gibt es seit 1995 nur noch wenige aktuelle Vorkommen, viele ältere sind nicht mehr bestätigt (WILLIGALLA 2015). In der Schweiz konzentrieren sich die Funde auf die Gegend von Schaffhausen sowie auf Graubünden und die Westschweiz (MONNERAT 2005b, infofauna 2025b). In Vorarlberg und Tirol fehlt *L. dryas* weitgehend (RAAB & PENNERSTORFER 2006). Als *Lestes*-Art ist sie aufgrund des dicken Hinterleibs eine auffallend kräftige Erscheinung. Reife Männchen sind metallisch grün glänzend und kräftig blau gefärbt (Abb. 3). Der Thorax ist im unteren Bereich stark bereift, ebenso der Flügelzwischenraum sowie die Hinterleibssegmente 1-2 und 8-10.



Abb. 3: Jüngerer, nahezu ausgefärbtes Männchen von *Lestes dryas* mit bläulicher Wachsbereifung an Prothorax, Teilen des Synthorax und der Abdomenbasis. S2 ist typischerweise nur zu zwei Dritteln bereift. Ebenfalls bereift sind S8-S10. Kotronia (Griechenland), 24.05.2022. Foto: H. Wildermuth / Fig. 3. Young but almost fully coloured male *Lestes dryas* with bluish wax coating on prothorax, parts of synthorax, and abdomen base. Typically, S2 is only two-thirds coated. S8-S10 are also coated.



Abb. 4: Weibchen von *Lestes dryas*. Eine Wachsbereifung fehlt vollständig. Die Art ist am langen Ovipositor erkennbar, der über die oberen Appendices hinausragt. Kotronia (Griechenland), 24.05.2022. Foto: S. Wildermuth. / Fig. 4. Female *Lestes dryas*. Completely lacking wax coating. The species can be identified by its long ovipositor, which protrudes beyond the upper appendages.

S2 ist oberseits im hinteren Drittel nicht bereift, dies im Gegensatz zu *L. sponsa*. Die Pterostigmata sind kurz, breit und schwarzbraun. Typisch für die Männchen sind die langen, am Ende löffelartig verbreiterten unteren Hinterleibsanhänge. Bei den Weibchen fehlt eine Bereifung vollständig. Auffällig ist der lange Ovipositor (Abb. 4).

Lestes macrostigma

Das Verbreitungsgebiet dieser Art reicht in Europa vom nördlichen Mittelmeer bis Mitteleuropa und von der portugiesischen und französischen Atlantikküste bis in die Türkei (BOUDOT & RAAB 2015b). Die Vorkommen sind sehr lückenhaft und konzentrieren sich auf Küstengebiete, die von Brackwasser beeinflusst sind. In Deutschland ist die Art lediglich aus Süd-

bayern und als Gast nachgewiesen (BENKEN 2015). Der einzige (unsichere) Nachweis aus der Schweiz beruht auf einem Museumsexemplar, dessen genaue Herkunft nicht genau bekannt ist (MEIER 2005: 94). In Österreich kommt die Art nur im Osten vor (RAAB & PENNERSTORFER 2006, BENKEN & RAAB 2008, SCHWEIGHOFER et al. 2010, BENKEN et al. 2016). Kennzeichnend und namensgebend sind die großen Pterostigmata, die an drei bis vier Zellen grenzen. Auffällig ist auch die kräftige und dunkle Wachsbereifung. Diese überzieht in beiden Geschlechtern praktisch den ganzen Körper mit Ausnahme der düster bronzegrünen Oberseiten von S3-S8 (Abb. 5 und 6). Die Bereifung kann auch hellblau oder weißlich erscheinen.



Abb. 5: Männchen von *Lestes macrostigma*. Die starke, blaue bis weiße Wachsbereifung zieht sich vom Prothorax bis zum Hinterleibssegment S2, dann wieder von S8-S10. Die ventralen Seiten von S3-S7 sind ebenfalls mit Wachs bedeckt. Loutra Potaminas (Griechenland), 23.05.2022. Foto: H. Wildermuth / Fig. 5. Female *Lestes macrostigma*. The strong blue to white wax coating extends from the prothorax to abdominal segment S2, then again from S8 to S10. The ventral sides of S3 to S7 are also covered with wax.



Abb. 6: Weibchen von *Lestes macrostigma*. Die starke blaue und weiße Bereifung ist praktisch identisch mit der des Männchens. Das arttypische große Pterostigma steht über drei Zellen des Flügelgeäders. Loutra Potaminas (Griechenland), 23.05.2022. Foto: H. Wildermuth / Fig. 6. Female *Lestes macrostigma*. The strong blue and white wax coating is practically identical to that of the male. The species-specific large pterostigma extends over three cells of the wing veins.

Lestes sponsa

Die Art ist in Europa mit Ausnahme des Mittelmeergebietes und des nördlichen Fennoskandiens weit verbreitet, allerdings tendenziell rückläufig. Das Areal zieht sich von Großbritannien nach Osten über Europa hinaus bis nach Japan (BOUDOT & RAAB 2015c). Deutschland ist praktisch durchgehend besiedelt (HAAKS 2015), ebenso die Schweiz mit Ausnahme der höher gelegenen Gebiete in den Alpen (MONNERAT 2005c: 96-99, infofauna 2025c). In Vorarlberg und Tirol liegen die wichtigsten Vorkommen im Inn- und Lechtal sowie im Rheindelta und Rheintal (RAAB & PENNERSTORFER 2006). *L. sponsa* kann im Feld leicht mit *L. dryas* verwechselt werden. Beste Unterscheidungsmerkmale bei den Männchen sind Augenfarbe und Bereifung am Hinterleibssegment S2: *L. sponsa* hat lebhaft blaue Augen und ein meist voll-

ständig blau bereiftes S2 (Abb. 7). Zudem sind die unteren Hinterleibsanhänge stäbchenförmig und ohne endständige Verbreiterung, was aber nur in der Hand oder auf guten Fotos zu sehen ist. Die allgemeine Blaubereifung zieht sich – die Oberseite von S3-S7 ausgenommen – vom Prothorax bis zu S10. Die untere Hälfte der Thoraxseiten, der Flügelzwischenraum sowie die Unterseite der Hinterleibssegmente sind blauweiß bereift. S8 kann teilweise ebenfalls Wachsbereifung aufweisen. Die oberen Bereiche des Thorax sind metallisch grün, manchmal leicht kupfrig, ebenso die dorsalen Teile von S3-S7. Den Weibchen fehlt gewöhnlich jegliche Bereifung (Abb. 8). In seltenen Fällen gibt es androchrome Weibchen (JÖDICKE 1997: 65). Die gewöhnlich heterochromen Weibchen unterscheiden sich von *L. dryas* durch den kürzeren Ovipositor.



Abb. 7: Adultes, stark bereiftes Männchen von *Lestes sponsa*. Die weiße Bereifung zieht sich mit Ausnahme der Dorsalseiten von Synthorax und S3-S8 vom Prothorax bis zum Körperende. S2 ist typischerweise vollständig bereift. Auch Teile des Gesichts, der Beine und des Segments 8 sind mit Wachs bedeckt. Auffällig sind die tiefblauen Augen. Robenhuserriet, Wetzikon (Schweiz), 11.07.2016. Foto: H. Wildermuth / Heavily wax-covered adult male *Lestes sponsa*. Except for the dorsal sides of Synthorax and S3-S8, the white coating extends from the prothorax to the end of the body. S2 is typically completely coated. Parts of the face, legs, and abdominal segment S8 are also covered with wax. The deep blue eyes are striking.

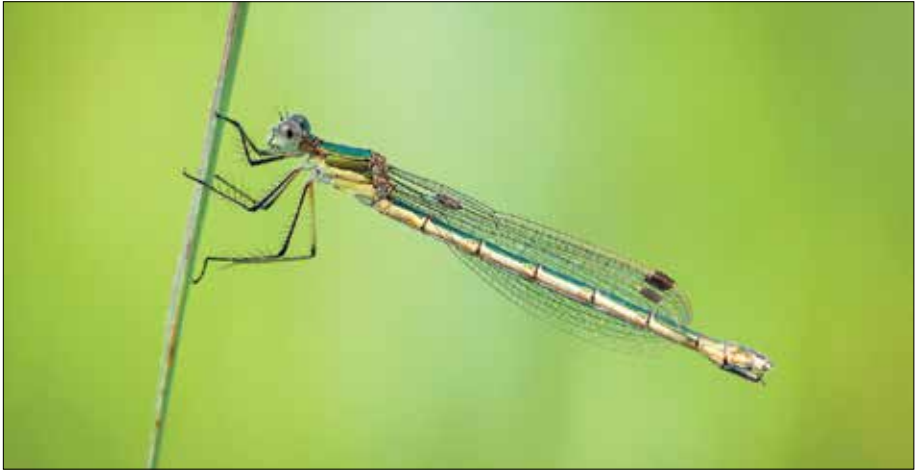


Abb. 8: Weibchen von *Lestes sponsa*. Eine Wachsbereifung fehlt praktisch vollständig. Arttypisch ist der kurze Ovipositor, ungewöhnlich die geschlossene Flügelhaltung. Auf dem linken Vorderflügel hat sich eine Gnitze (*Forcipomyia paludis*) festgesetzt. Robenhuserriet, Wetzikon (Schweiz), 11.07.2016. Foto: H. Wildermuth / Fig. 8. Female *Lestes sponsa*. There is practically no wax coating. The short ovipositor is typical of this species, but the closed wing position is unusual. A biting midge (*Forcipomyia paludis*) has settled on the left forewing.

Lestes virens

Diese südliche Art besiedelt Europa vom Mittelmeergebiet bis zur Ostsee und von der Iberischen Halbinsel bis zum Ural (BOUDOT & WILLIGALLA 2015). Sie kommt in Großbritannien nicht vor. Im Süden von Deutschland konzentrieren sich die Vorkommen auf die Gegend nordöstlich des Bodensees und auf das südliche Bayern (VON BLANCKENHAGEN 2015). In der Schweiz ist *L. virens* vor allem in der Nordostschweiz verbreitet. Seit 2007 sind dort viele neue Fundorte hinzugekommen (WILDERMUTH 2005, infofauna 2025d). In Vorarlberg und Tirol ist die Art nur sporadisch nachgewiesen (RAAB & PENNERSTORFER 2006). *L. virens* ist die kleinste *Lestes*-Art Europas, die durch ihren metallischen Glanz bei smaragdgrüner bis kupferroter Färbung auffällt. Die Pterostigmata sind rotbraun und haben helle Randadern. Ein weiteres Kennzeichen der Art ist die

gelbe, scharf von der dunklen Oberseite des Hinterkopfs abgegrenzte Unterseite, so wie bei *Lestes barbarus*. Blaue Wachsbereifung entwickelt sich nur bei den Männchen, so am Prothorax, im Flügelzwischenraum, auf der Unterseite des Synthorax, an den Basalringen der Hinterleibssegmente sowie vollständig auf den Segmenten S9 und S10 (Abb. 9). Bei einigen Individuen kommt sie teilweise auch auf S1 und S8 vor.

Hellblaue Wachsbereifung fehlt den Weibchen gewöhnlich. Nur ausnahmsweise ist sie bei einigen Individuen schwach entwickelt, so an S9 oder S10 oder auf der Unterseite des Synthorax und an den Coxen. Den Weibchen fehlt blaue Wachsbereifung oder ist zwischen den Flügelansätzen und an den Basalringen der Hinterleibssegmente nur schwach ausgebildet (Abb. 10). Ein auffällig aberrant hellblau

Abb. 9: Adultes Männchen von *Lestes virens* mit kupferfarbener Zeichnung. Die Wachsbereifung beschränkt sich auf kleine Flächen: Prothorax, ventraler Synthorax, Flügelzwischenraum und Basis von S3-S8. S9 und S10 sind vollständig wachsbefestigt. Weierriet, Bubikon (Schweiz), 26.07.2022. Foto: H. Wildermuth / Fig. 9. Adult male *Lestes virens* with copper-colored markings. The wax coating is limited to small areas: prothorax, ventral synthorax, wing space, and base of S3-S8. S9 and S10 are completely covered in wax.



Abb. 10: Adultes Weibchen von *Lestes virens*. Die Wachsbereifung beschränkt sich auf den Flügelzwischenraum und die Basalringe von S1-S10. Arttypisch ist der gelbe, scharf abgesetzte Unterteil des Hinterkopfs in Kombination mit den hellbraunen, gelb eingegrenzten Pterostigmata. Weierriet Bubikon, (Schweiz), 19.08.2024. Foto: H. Wildermuth / Fig. 10. Adult female *Lestes virens*. The wax coating is confined to the space between the wings and the basal rings of S1-S10. Typical of this species is the yellow, sharply demarcated lower part of the occiput in combination with the light brown pterostigmata bordered by yellow.

bereiftes Weibchen traf ich am 20.08.2023 in einem Niedermoor ca. 20 m neben einem Weiher, der 2010 angelegt und ab 2012 häufig auf Libellen abgesucht wurde (WILDERMUTH 2017). Die Hinterleibsseg-

mente S5 und S6 waren oberseits stark, S7 und S8 etwas schwächer blauweiß bereift (Abb. 11). Ein Weibchen mit andeutungsweiser aberranter Bereifung wurde sechs Jahre zuvor am selben Ort fotografiert. Es



Abb. 11: Weibchen von *Lestes virens* mit aberranter, auffällig weißer Wachsbereifung an S5-S8. Weierriet, Bubikon (Schweiz), 20.08.2023. Foto: H. Wildermuth / Fig. 11. Female *Lestes virens* with aberrant, conspicuous white wax coating on S5-S8.



Abb. 12: Weibchen von *Lestes virens* mit andeutungsweiser, punktueller Wachsbereifung an S6, S8 und S9. Weierriet Bubikon (Schweiz) 28.08.2017. Foto: H. Wildermuth / Fig. 12. Female *Lestes virens* with slight wax coating on S6, S8, and S9.

wies an den Segmenten S6, S8 und S9 kleinen wachsbereifte Flecken auf. Zudem wa-

ren S8-S10 nicht glänzend grün, sondern leicht trüb (Abb. 12).

Diskussion

WachsberEIFung kommt bei allen europäischen *Lestes*-Arten vor, kann aber je nach Art, Geschlecht, Alter und Individuum unterschiedlich ausgeprägt sein. Grundlage der bläulichen oder weißlichen BerEIFung sind Wachskristalle, die sich hauptsächlich aus langkettigen Methylketonen und Aldehyden zusammensetzen (FUTAHASHI et al. 2019). Gebildet werden diese Komponenten in der Epidermis, von wo sie wahrscheinlich durch feine, porige Kanäle in der darüberliegenden Kutikula an die Oberfläche gelangen und dort kristallisieren (GORB 1997, GORB et al. 2009). Bei *Lestes sponsa* bilden sich dabei lamellenartig strukturierte Plättchen, die dicht gepackt und ohne erkennbares Muster von der Kutikula abstehen (GORB 1995). Diese Wachsgelbilde reflektieren alle Spektralfarben, am meisten aber UV, Blau und Grün (FUTAHASHI 2020). Die Fähigkeit, Wachs zu bilden und auszuschcheiden beruht auf genetischen Anlagen. Hauptbeteiligt ist das Gen ELOVL17, dessen Expression die Ausschüttung großer Mengen langkettiger Methylketone bewirkt. Angenommen, das Gen sei bei allen Lestiden und vielen weiteren Libellen vertreten, wird es je nach Art, Geschlecht, Alter und Körperregion unterschiedlich exprimiert. So ist es bei reifen Individuen von *L. macrostigma* in beiden Geschlechtern zwischen Prothorax und Hinterleibsende fast überall aktiv, während dies bei *L. barbarus* nur ganz punktuell der Fall ist. In diesem Rahmen ließe sich auch die völlig aberrante Wachsbereifung des Weibchens von *Lestes virens* in Abb. 11 erklären. Da die genetische Grundlage zur Wachsproduktion in allen Zellen vorhanden ist, handelt es sich hier vermutlich um eine fehlerhafte Gen-Expression in der dorsalen Region der Abdominalsegmente S5-S8.

Der Wachsbereifung werden bei den Libellen mehrere funktionelle Bedeutungen zugeschrieben: Schutz vor Austrocknung, Nässe, Überhitzung und UV-Strahlung. Zudem dienen die artspezifischen Wachsmuster auf Thorax und Abdomen vermutlich auch der intra- und interspezifischen Arterkennung. Was davon alles bei den verschiedenen *Lestes*-Arten zutrifft, ist Gegenstand weiterer Untersuchungen.

Danksagung

Andreas Chovanec, Manuel Fiebrich und Holger Hunger danke ich herzlich für die sorgfältige Durchsicht des Manuskripts sowie für die hilfreichen Kommentare und Korrekturen, Sebastian Schröder-Esch für das sorgfältige Layout.

Literatur

- ABEGG, D., D. KELLER & H. WILDERMUTH (2025): Aktionsplan Kleine Binsenjungfer (*Lestes virens vestalis*). – Baudirektion des Kantons Zürich, Amt für Landschaft und Natur, Fachstelle Naturschutz.
- BAUMANN, K., R. JÖDICKE, F. KASTNER, A. BORKENSTEIN, W. BURKART, U. QUANTE & T. SPENGLER (Hrsg.) (2021): Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen. – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Libellen in Niedersachsen und Bremen, Sonderband.
- BENKEN, T. (2015): *Lestes macrostigma*. – In: T. BROCKHAUS et al. (Hrsg.) Atlas der Libellen Deutschlands (Odonata), *Libellula Supplement* 14: 34-35.
- BENKEN, T., H. EHMANN, E. KAPPES & W. KAPPES (2016): Die Bestandsentwicklung der Libellenfauna des Seewinkels am Neusiedler See (Odonata). – *Libellula* 35: 111-136.
- BENKEN, T. & R. RAAB (2008): Die Libellen-

- fauna des Seewinkels am Neusiedler See: Häufigkeit, Bestandsentwicklung und Gefährdung (Odonata). – *Libellula* 27: 191-220.
- BOUDOT, J.-P. & V.J. KALKMAN (eds.) (2015): Atlas of the European dragonflies and damselflies. – KNNV publishing, The Netherlands.
- BOUDOT, J.-P. & C. WILLIGALLA (2015): *Lestes virens*. – In: BOUDOT, J.-P. & V. J. KALKMAN (eds.): Atlas of the European dragonflies and damselflies. – KNNV publishing, The Netherlands: 62-63.
- BOUDOT, J.-P. & E. DYATLOVA (2015): *Lestes barbarus*. – In: BOUDOT, J.-P. & V. J. KALKMAN (eds.): Atlas of the European dragonflies and damselflies. – KNNV publishing, The Netherlands: 55-56.
- BOUDOT, J.-P. & R. RAAB (2015a): *Lestes dryas*. – In: BOUDOT, J.-P. & V. J. KALKMAN (eds.): Atlas of the European dragonflies and damselflies. – KNNV publishing, The Netherlands: 56-58.
- BOUDOT J.-P. & R. RAAB (2015b): *Lestes macrostigma*. – In: BOUDOT, J.-P. & V. J. KALKMAN (eds.): Atlas of the European dragonflies and damselflies. – KNNV publishing, The Netherlands: 58-60.
- BOUDOT J.-P. & R. RAAB (2015c): *Lestes sponsa*. – In: BOUDOT J.-P. & V.J. KALKMAN (eds.): Atlas of the European dragonflies and damselflies. – KNNV publishing, The Netherlands: 60-61.
- BRAUNER, O. (2015) *Lestes barbarus*. – In: BROCKHAUS et al. (Hrsg.): Atlas der Libellen Deutschlands (Odonata). – *Libellula Supplement* 14: 26-27.
- CORBET, P. S. (1999): Dragonflies – Behaviour and ecology of Odonata. – Harley Books, Colchester.
- DIJKSTRA, K.-D., A. SCHRÖTER & R. LEWINGTON (2020): Field guide to the dragonflies of Britain and Europe. – Bloomsbury Publishing, London.
- DOLNÝ, A., F. HARABIŠ & D. BÁRTA (2016): Vážky (Insecta: Odonata) České republiky. Academia, Praha, 342 S.
- FRANK, M. & A. BRUENS (2023): Die Libellen Deutschlands. – Quelle & Meyer, Wiebelsheim.
- 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.
- FUTAHASHI, R. (2020): Diversity of UV reflection pattern in Odonata. – *Frontiers in Ecology and Evolution* 8: 1-8.
- GALLIANI, C., R. SCHERINI & A. PIGLIA (2017): Dragonflies and Damselflies of Europe. – WBA Handbooks 7, Verona, 352 S.
- GORB, S. N. (1995): Scanning electron microscopy of pruinosity in Odonata. – *Odonatologica* 24: 225-228.
- GORB, S. N. (1997): Porous channels in the cuticle of the head-arrester system in dragon/damselflies (Insecta: Odonata). – *Microscopy Research and Technique* 37: 583-591.
- GORB, S. N., K. TYNKKYNNEN & J.S. KOTIAHO (2009): Crystalline wax coverage of the imaginal cuticle in Calopteryx splendens (Odonata: Calopterygidae). – *International Journal of Odonatology* 12: 205-221.
- HAAKS, M. (2015): *Lestes sponsa*. – In: BROCKHAUS, T. et al. (Hrsg.): Atlas der Libellen Deutschlands (Odonata) – *Libellula Supplement* 14: 38-41.
- Infofauna (2025a, b, c, d): <https://lepus.infofauna.ch/carto/>.
- JÖDICKE, R. (1997): Die Binsenjungfern und Winterlibellen Europas. – Die Neue Brehmbücherei, Bd. 631, Westarp Wissenschaften, Magdeburg.
- MARAVALHAS, E. & A. SOARES (2013): As Libé-lulas de Portugal. – Booky Publisher.
- MEIER, C. (2005): *Lestes macrostigma*. – In: WILDERMUTH H., Y. GONSETH & A. MAIBACH (Hrsg.) Odonata – Die Libellen der

- Schweiz. – *Fauna Helvetica* 12, CSCF/SEG, Neuchâtel: 94-95.
- MENKE, N., C. GÖCKING, N. GRÖNHAGEN, R. JOEST, M. LOHR, M. OLTHOFF & K.-J. CONZE (2016): Die Libellen Nordrhein-Westfalens. – LWL-Museum für Naturkunde, Münster.
- MONNERAT, C. (2005a): *Lestes barbarus*. – In: Odonata – Libellen der Schweiz. *Fauna Helvetica* 12, CSCF/SEG, Neuchâtel: 86-89.
- MONNERAT, C. (2005b): *Lestes dryas*. – In: Odonata – Libellen der Schweiz. *Fauna Helvetica* 12, CSCF/SEG, Neuchâtel: 90-93.
- MONNERAT, C. (2005c): *Lestes sponsa*. – In: Odonata – Libellen der Schweiz. *Fauna Helvetica* 12, CSCF/SEG, Neuchâtel: 96-99.
- MONNERAT, C., H. WILDERMUTH & Y. GONSETH (2021): Rote Liste der Libellen. Gefährdete Arten der Schweiz. Umwelt-Vollzug Nr. 2120. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- RAAB, R. & J. PENNERSTORFER (2006): Die Libellenarten Österreichs. – In: RAAB, R., A. CHOVANEC & J. PENNERSTORFER: *Libellen Österreichs*. – Springer, Wien, New York: 71-278.
- ROBERT, P.-A. (1959): *Libellen*. – Kümmerly & Fey, Bern.
- SCHWEIGHOFER, W., T. HOCHBENER & G. ROTHENEDER (2010): *Lestes macrostigma* im westlichen Niederösterreich (Odonata: Lestidae). – *Libellula* 29: 175-182.
- VON BLANCKENHAGEN, B. (2015): *Lestes virens*. – In: BROCKHAUS, T. et al. (Hrsg.): *Atlas der Libellen Deutschlands (Odonata)*. – *Libellula Supplement* 14: 42-45.
- WILDERMUTH, H. & A. MARTENS (2019): *Die Libellen Europas*. – Quelle & Meyer, Wiebelsheim.
- WILDERMUTH, H. (2005): *Lestes virens vestalis*. – In: Odonata – Libellen der Schweiz. *Fauna Helvetica* 12, CSCF/SEG, Neuchâtel: 100-103.
- WILDERMUTH, H. (2017): Die Libellenfauna (Odonata) zweier neu angelegter Wiesenweiher – Sukzession, Prädation, Manipulation. – *Libellula* 36: 109-134.
- WILDERMUTH, H. (2024): Ungewöhnliche Wachsbereifung bei Segellibellenweibchen. – *Mercuriale* 24: 39-55.
- WILLIGALLA, C. (2015): *Lestes dryas*. – In: BROCKHAUS, T. et al. (Hrsg.): *Atlas der Libellen Deutschlands (Odonata)*. – *Libellula Supplement* 14: 30-31.