

Neue Nachweise von *Ecdyonurus (Ecdyonurus) starmachi* Sowa, 1971 (Ephemeroptera: Heptageniidae) aus Bayern

New records of *Ecdyonurus (Ecdyonurus) starmachi* Sowa, 1971 (Ephemeroptera: Heptageniidae) from Bavaria (Southern Germany)

Stefan Koch

Mit 23 Abbildungen und 1 Tabelle

Schlagwörter: Ecdyonurus, Ephemeroptera, Insecta, Bayern, Deutschland, Verbreitung, Faunistik, Zoogeografie, Larve, Subimago, Imago, Morphologie, Differentialdiagnose

Keywords: Ecdyonurus, Ephemeroptera, Insecta, Bavaria, Germany, distribution, faunistics, zoogeography, larva, subimago, imago, morphology, differential diagnosis

Ecdyonurus starmachi wurde von Dorn (1999) das erste Mal aus Bayern und damit für Deutschland gemeldet. Jetzt konnten diese Nachweise genau lokalisiert und durch Probenahmen bestätigt werden. Zusätzlich wurde die Art an weiteren Orten entdeckt. Die an diesen Fundorten gesammelten Larven und Imagines werden anhand von Abbildungen detailliert beschrieben. Dabei wird auf die Variationsbreite einiger Merkmale eingegangen und aufgezeigt, in welchen Fällen es bei aktuellen Bestimmungsschlüsseln zu Problemen kommen kann. *E. starmachi* wurde bisher in Teilen Mittel- und Südosteuropas sowie im Nordosten der Türkei nachgewiesen. Die sich daraus ergebenden zoogeografischen Aspekte werden diskutiert.

Ecdyonurus starmachi was reported by Dorn (1999) from Bavaria and thereby from Germany for the first time. By now these records were localized exactly and confirmed by sampling. Additionally, the species was discovered in other sites. The larvae and imagines collected at these locations are pictured and described in detail. In doing so the variation range of some features is illustrated to indicate, which cases can cause problems in current dichotomous keys. Until now *E. starmachi* was found in parts of Central and Southeastern Europe as well as in the northeast of Turkey. Resulting zoogeographical aspects are discussed.

1 Einleitung

Die neueren Hinweise auf das Vorkommen von *Ecdyonurus starmachi* in Deutschland (Eiseler 2005, Bauernfeind & Soldán 2012, Haybach 2013, Koch 2014, Koch 2016) basieren alle auf Dorn (1999). In dieser Arbeit teilt die Autorin ohne genaue Fundortangaben u.a. mit „die Art wird seit 1994 regelmäßig in mehreren Bächen der voralpinen Schotterplatten östlich von München beobachtet.“ Ende 2016 gelangte die komplette Ephemeroptera-Sammlung aus dem Nachlass von A. Dorn in die Zoologische Staatssammlung München. Dadurch konnten dort die bis dahin unveröffentlichten Fundorte vom Autor nachträglich anhand von Etiketten und Aufzeichnungen lokalisiert werden. In den Folgejahren suchte er diese und weitere Orte in der näheren Umgebung auf, sammelte schlüpfreife Nymphen (Larven im letzten Entwicklungsstadium) und züchtete sie über Subimagines zu Imagines.

2 Material und Methodik

Zusätzlich zu den von A. Dorn in Steinhöring, Abersdorf, Hubgraben am 25.05.1998, nachgewiesenen 36 *Ecdyonurus starmachi*-Larven (in coll. Zoologische Staatssammlung München) wurden vom Autor am selben Fundort am 05.04.2017 20 Larven, am 22.04.2018 7 Larven und am 06.05.2018 23 Larven gesammelt. Aus letzteren wurden 3 männliche und 2 weibliche Nymphen zu Imagines gezüchtet. Ergänzend dazu wurden noch *Ecdyonurus*-Larven von weiteren Fundorten in Oberbayern untersucht:

Steinhöring, Sensau, Kesselbach, 24.04.2019, 3 Larven. Grafing bei München, Wieshamer Bach, 05.04.2017, 5 Larven. Grafing bei München, Gasteig Bach, 05.04.2017, 3 Larven. Grafing bei München, Nettelkofen, Seeoner Bach, 11.05.2019, 12 Larven, von diesen wurden 2 männliche und 3 weibliche Nymphen zu Imagines gezüchtet. Albaching, Berg, Nasenbach, 11.05.2019, 5 Larven, von diesen wurden 1 männliche und 3 weibliche Nymphen zu Imagines gezüchtet. Albaching, Rappold, Stettener Mühlbach, 11.05.2019, 3 Larven. Pfaffing, Oberndorf, Zellbach, 24.04.2019, 2 Larven. Soyen, Edmühle, Altdorfer Mühlbach, 24.04.2019, 2 Larven. Soyen, Edmühle, Nasenbach, 24.04.2019, 4 Larven. Feldkirchen-Westerham, Großhöhenrain, Dambach, 24.04.2019, 7 Larven. Gars am Inn, Urteilgraben, Rainbach, 06.05.2018: 13 Larven, von diesen wurden 3 männliche und 4 weibliche Nymphen zu Imagines gezüchtet.

Die Larven wurden mit einem Handkescher am Kiesboden der Bäche gefangen, und bis zur Entwicklung der Subimagines in der von Koch & Weichselbaumer (2017) beschriebenen Aufzuchtanlage bei etwa 15 °C gehalten. Dabei schlüpfen innerhalb von 2 Wochen aus den Larven Subimagines, die dann in Schraubdeckelgläsern gehalten wurden. Die Subimagines häuteten sich bei Zimmertemperatur nach 2-3 Tagen zu Imagines, die zusammen mit ihren larvalen Exuvien und den subimaginalen Häuten in Röhrchen mit 70 % Alkohol konserviert wurden.

Für die Fotos wurden lebende und in Alkohol konservierte Larven und Imagines direkt mit einer Digitalkamera oder mittels Auflichtmikroskop und aufgesetzter Digitalkamera aufgenommen. Zur Verbesserung der Schärfentiefe wurden Bildserien mit unterschiedlicher Fokussierung mit Hilfe der CombineZP-Software zu einem Bild zusammengesetzt.

Zur Erstellung der Fundort-Karten wurden GIS-Programme verwendet. Die dafür notwendigen Geobasisdaten stellte das Landesamt für Vermessung und Geoinformation Bayern in dankenswerter Weise zur Verfügung (siehe Bildnachweise).

3 Ergebnisse

3.1 Larven

Die Larven zeigen die typischen Merkmale der Gattung *Ecdyonurus* (Abb. 1, 2). Sie lassen sich an der Behaarung des Hypopharynx sowie der Beborstung des Labrums und der Femora von den anderen *Ecdyonurus*-Arten trennen. Dabei ist die Kombination der folgenden Merkmale artspezifisch: Loben des Hypopharynx über den Apex hinaus behaart (Abb. 3), ventraler Rand des Labrums mit einer Borstenreihe (Abb. 5), alle Femora im proximozentralen Bereich mit spatelförmigen oder abgestumpften Borsten (Abb. 7, 8, 9) und Oberkante der Hinterfemora hinter dem Haarsaum mit einer Reihe spitzer Borsten (Abb. 10). Allerdings ist die Behaarung des Hypopharynx bei *E. starmachi* nicht immer so eindeutig, um eine Larve klar dem Subgenus *Ecdyonurus* (*Ecdyonurus venosus* Gruppe) zuzuordnen zu können. Die Behaarung kann am Apex so schwach sein (Abb. 4), dass ein Individuum bei alleiniger Berücksichtigung dieses Merkmals - wie im Schlüssel von Eiseler (2005) - dem Subgenus *Helvetoraeticus* (*Ecdyonurus helveticus* Gruppe) zugeordnet werden könnte. Eine sichere Entscheidung ermöglicht die Beborstung des Labrums, die bei Vertretern der *E. venosus* Gruppe einreihig ist (Abb. 5), während bei der *E. helveticus* Gruppe die Borsten in zwei Reihen angeordnet sind (Abb. 6). Dieses Merkmal sollte bei der Bestimmungsarbeit nicht nur wegen der deutlicheren Unterscheidbarkeit der beiden Gruppen bevorzugt werden, sondern auch weil es ohne Präparation der Mundwerkzeuge gut erkennbar ist.



Abb. 1: *Ecdyonurus starmachi*, Larve, Habitus dorsal



Abb. 2: *Ecdyonurus starmachi*, Larve, Habitus ventral

Als weiteres Merkmal dient die Behaarung auf der Oberkante der Maxillarpalpen, die bei *E. starmachi* variabel ist. Sie kann sich auf wenige Haare im basalen Drittel des Palpus beschränken, kann aber auch stark entwickelt sein und sich über zwei Drittel des Palpus ausdehnen (Haybach 1999). Bei den in Bayern gefundenen Larven sind die Maxillarpalpen schwach behaart (Abb 11). Haybach (1999) bietet in seinem Schlüssel zwei Wege für die Bestimmung von *E. starmachi* an. Bei einem steht wie auch bei Bauernfeind & Humpesch (2001) die Form der Borsten auf den Femora im Vordergrund, beim anderen die Behaarung

der Maxillarpalpen, wobei allerdings nur Tiere mit starker Behaarung berücksichtigt sind. Der Schlüssel von Eiseler (2005) führt nur für Larven mit starker Behaarung der Maxillarpalpen zum richtigen Ergebnis.

Haybach (1999) geht in der Differentialdiagnose der Larven (aus der Kleinen Tulln, Kronstein, Niederösterreich) auf die Pigmentierung der Ganglienkette ein, die seiner Ansicht nach charakteristisch für die Art sein könnte. Diese Annahme wird durch den Befund unterstützt, dass alle der über 70 darauf geprüften bayerischen Larven eine violette Färbung der Ganglien zeigen (Abb. 2). Dagegen fand Weichselbaumer (in litt. 2019) bei der Untersuchung von 27 Larven aus Ostösterreich eine relativ große Variationsbreite: 19 Exemplare hatten leicht violett gefärbte Ganglien meist im Thorax-Bereich, selten nur oder auch am Abdomen. Die Färbungen wurden in vielen Fällen erst nach Freipräparation des Ganglions sichtbar. 8 Individuen zeigten keine solche Färbung. Damit ist die Pigmentierung der Ganglien – falls vorhanden – ein starker Hinweis auf die Artzugehörigkeit, als eindeutiges Unterscheidungsmerkmal ist sie jedoch nicht geeignet.



Abb. 3: *Ecdyonurus starmachi*, Hypopharynx, linker Laterallobus, Außenrand

Abb. 4: *Ecdyonurus starmachi*, Hypopharynx Variationsbreite, linker Laterallobus, Außenrand

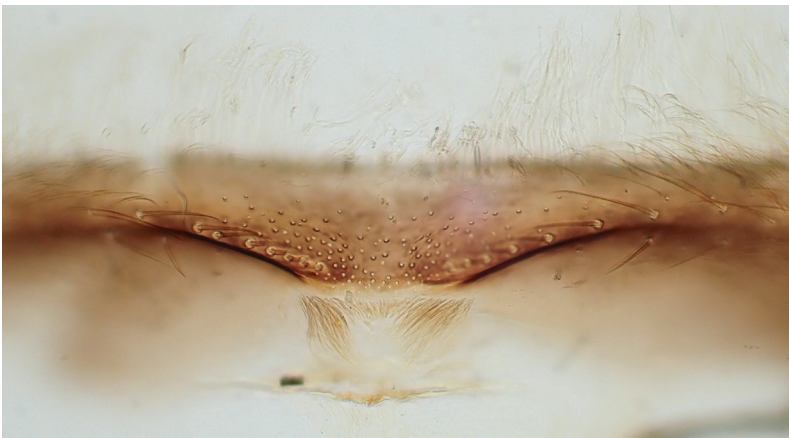


Abb. 5: *Ecdyonurus starmachi*, vorderer Labrumrand ventral, eine Borstenreihe



Abb. 6: *Ecdyonurus (Helvetoraeticus) picteti* (*Ecdyonurus helveticus* Gruppe), vorderer Labrumrand ventral, zwei Borstenreihen

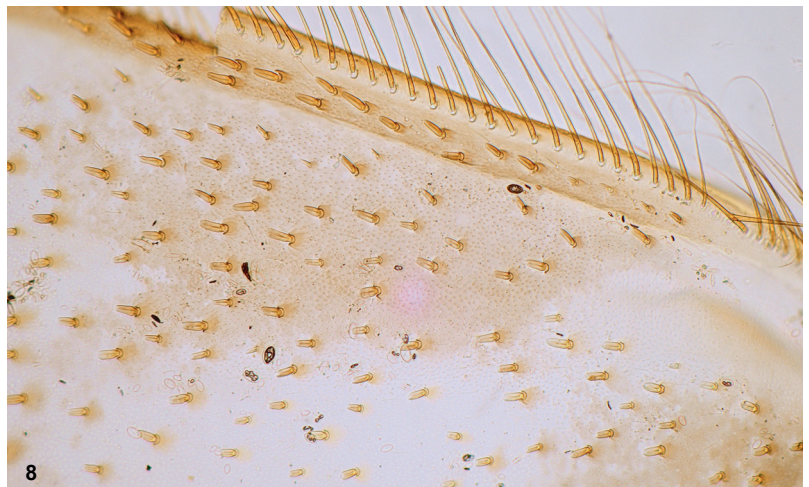
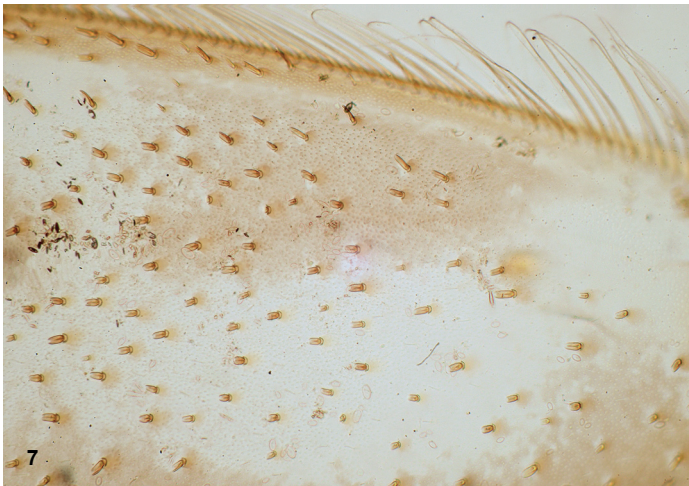


Abb. 7: *Ecdyonurus starmachi*. Profemur, proximoventraler Bereich

Abb. 8: *Ecdyonurus starmachi*. Mesofemur, proximoventraler Bereich

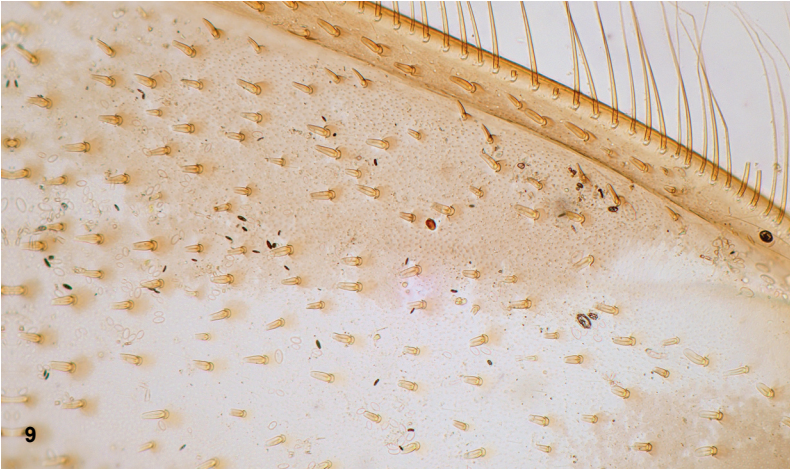


Abb. 9: *Ecdyonurus starmachi*, Metafemur, proximozentraler Bereich

Abb. 10: *Ecdyonurus starmachi*, Metafemur, Hinterrand

Abb. 11: *Ecdyonurus starmachi*, linker Maxillarpalpus, ventral

3.2 Imagines

Die männlichen Imagines (Abb. 12, 13) sind aufgrund der Penisform, insbesondere an den nicht lateral verlängerten Apicalscleriten, eindeutig als Vertreter der *Ecdyonurus venosus* Gruppe zu erkennen (Abb. 14). Die Tiere zeigen die für *E. starmachi* im Schlüssel von Bauernfeind & Humpesch (2001) genannten typischen Eigenschaften, wie die breit gerundeten Penisloben, den geschwungenen Hinterrand des Lateralsclerits, die Höcker an den Styli- gernen (Abb. 15), sowie die hell- bis mittelbraunen Vorderbeine und die ebenso gefärbte Dorsalseite des Thorax (Abb. 12, 13). Sowa (1971) nennt als weitere Details das Vorhandensein jeweils eines deutlichen violetten Flecks an den Coxae der Vorder- und Mittelbeine sowie die deutlich gelbe Färbung des Costalfelds und des basalen Drittels des Vorderflügels. Die Coxae der bayerischen Tiere tragen Flecken, die sich jedoch nicht von denen bei den nahe verwandten Arten *E. macani*, *E. torrentis* und *E. venosus* unterscheiden. Die Färbung der Vorderflügel ist variabel: neben der immer vorhandenen gelben Färbung des Costalfelds ist bei einigen Tiere an der Flügelbasis nur ein kleiner Bereich gelb gefärbt (Abb. 12), bei anderen ist der gesamte Vorderflügel gelb (Abb. 13). Besonders auffällig ist die starke gelbe Färbung der Hinterflügel, die Sowa (1971) überhaupt nicht erwähnt. Dieses Merkmal ist auch bei den weiblichen Tieren sowie den Subimagines (Abb. 16, 17, 18) deutlich zu sehen. Bei *E. macani*, *E. torrentis* und *E. venosus* sind die Hinterflügel dagegen farblos (Abb. 19, 20, 21).

Die Larven häuteten sich in Gefangenschaft von Mitte bis Ende Mai zur Subimago bzw. Imago. Das deckt sich mit den Angaben von Bauernfeind & Soldán (2012) sowie Sowa (1971), die als Hauptflugzeit Mai bis Juni angeben. In höheren Lagen (700 m) wurden erwachsene Larven bis Mitte August nachgewiesen.



Abb. 12: *Ecdyonurus starmachi*, Imago ♂, Habitus



Abb. 13: *Ecdyonurus starmachi*, Imago ♂, Habitus, Variationsbreite



Abb. 14: *Ecdyonurus starmachi*, Penis dorsal. Abb. 15: *Ecdyonurus starmachi*, Penis ventral



Abb. 16: *Ecdyonurus starmachi*, Subimago ♂, Habitus



Abb. 17: *Ecdyonurus starmachi*, Imago ♀, Habitus



Abb. 18: *Ecdyonurus starmachi*, Subimago ♀, Habitus



Abb. 19: *Ecdyonurus macani*, Imago ♂, Habitus



Abb. 20: *Ecdyonurus torrentis*, Imago ♂, Habitus



Abb. 21: *Ecdyonurus venosus*, Imago ♂, Habitus

3.3 Vorkommen in Bayern

Alle Fundgewässer befinden sich in hypokrenalen und epirhithralen Bereichen im Einzugsgebiet des Inn (Abb. 22) auf einer Höhe von 440 bis 540 m über Meereshöhe, also in dem Bereich, den Sowa (1971) bei der Beschreibung der Art mit 210-700 m angibt. Im Folgenden sind die besammelten Fundorte kurz charakterisiert, wobei auch die vom Autor neben *E. starmachi* gefundenen Arten angegeben sind.

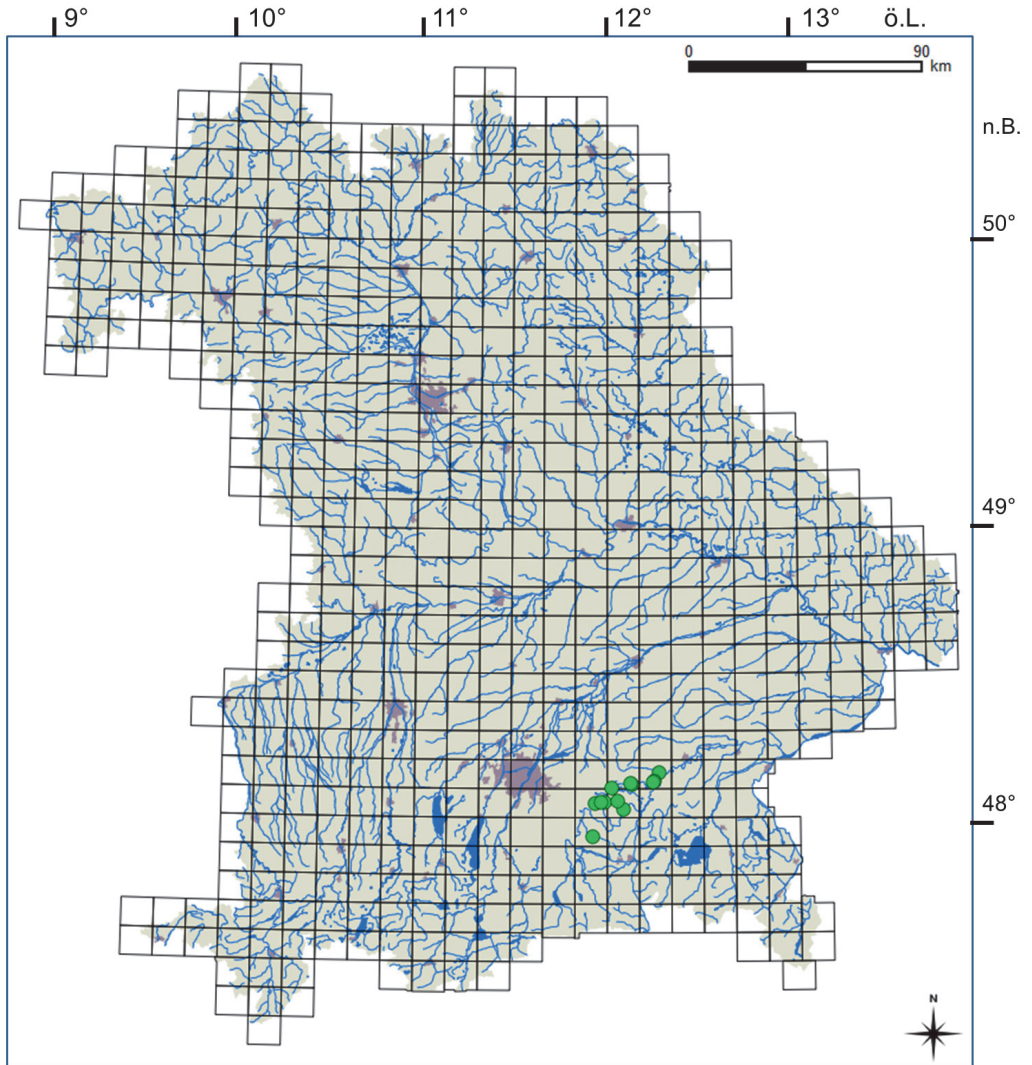


Abb. 22: Verbreitung von *Ecdyonurus starmachi* in Bayern. Bayernkarte inklusive größerer Gewässer und Städte. Rasterung 1:25000. Grüne Punkte: Aktuelle Nachweise von *E. starmachi*.

- Steinhöring, Abersdorf, Hubgraben (48,105° n.B. 12,020° ö.L.): Hypokrenal, sehr kleines Rinnsal, ca 50 cm breit. Hier wurden relativ viele *E. starmachi* Larven gefunden. Auch Dorn hatte hier einen großen Teil ihrer Larven gesammelt. Weitere Arten: *Baetis muticus*, *Baetis rhodani*, *Electrogena ujhelyii*, *Rhithrogena picteti*, *Habroleptoides confusa*, *Habrophlebia fusca*.
- Steinhöring, Sensau, Kesselbach (48,061° n.B. 12,051° ö.L.): Hypokrenal, kleines Bächlein, etwa 50 cm breit. Weitere Arten: *Baetis muticus*, *Baetis rhodani*, *Rhithrogena semicolorata*.
- Grafring bei München, Gasteig Bach (48,055° n.B. 11,986° ö.L.): Hypokrenal, kleines Bächlein, etwa 50 cm breit. Weitere Arten: *Baetis rhodani*, *Paraleptophlebia submarginata*, *Ephemera danica*, *Ephemerella ignita*.
- Grafring bei München, Wieshamer Bach (48,057° n.B. 11,967° ö.L.): Epirhithral, Bach ca 2 m breit, nur wenige Stellen mit Kiesboden, zum großen Teil verschlammt, wohl durch Eintrag von den bis an das Bachufer angrenzenden Äckern. Weitere Arten: *Baetis rhodani*, *Baetis vernus*, *Rhithrogena picteti*, *Paraleptophlebia submarginata*, *Ephemerella ignita*.

- Grafring bei München, Nettelkofen, Seeoner Bach (48,052° n.B. 11,935° ö.L.): Epirhithral, Bach etwa 2 m breit, Ufer mit Beton-Lochsteinen verbaut, große Kieselsteine. Weitere Arten: *Baetis rhodani*, *Ecdyonurus torrentis*, *Electrogena ujbelyii*, *Rhithrogena puytoraci*, *Ephemerella ignita*, *Ephemerella mucronata*.
- Albaching, Berg, Nasenbach (48,119° n.B. 12,127° ö.L.): Epirhithral, Bach 2 – 4 m breit, Kiesboden. Weitere Arten: *Baetis liebenauae*, *Baetis rhodani*, *Baetis scambus*, *Baetis vernus*, *Ephemerella ignita*, *Torleya major*.
- Albaching, Rappold, Stettener Mühlbach (48,121° n.B. 12,118° ö.L.): Epirhithral, Bach 1 – 2 m breit, Kiesboden. Weitere Arten: *Baetis rhodani*, *Ephemerella mucronata*.
- Pfaffing, Oberndorf, Zellbach (48,032° n.B. 12,082° ö.L.): Epirhithral, Bach 4 – 5 m breit, teilweise stark verschlammte. Weitere Arten: *Baetis rhodani*, *Ecdyonurus torrentis*, *Ephemera danica*.
- Soyen, Edmühle, Altdorfer Mühlbach (48,128° n.B. 12,241° ö.L.): Epirhithral, Bach ca 2 m breit, Kiesboden. Weitere Arten: *Baetis rhodani*, *Rhithrogena picteti*.
- Soyen, Edmühle, Nasenbach (48,127° n.B. 12,233° ö.L.): Epirhithral, Bach 3 – 5 m breit, Kiesboden. Weitere Arten: *Baetis muticus*, *Baetis rhodani*, *Ecdyonurus torrentis*, *Rhithrogena picteti*, *Rhithrogena semicolorata*, *Haemaphysalis confusa*, *Paraleptophlebia submarginata*.
- Feldkirchen-Westerham, Großhöhenrain, Dambach (47,935° n.B. 11,920° ö.L.): Hypokrenal, kleines Bächlein 0,5 – 1 m breit. Weitere Arten: *Baetis muticus*, *Baetis rhodani*, *Rhithrogena picteti*.
- Gars am Inn, Urteigraben, Rainbach (48,156° n.B. 12,264° ö.L.): Epirhithral, Bach 2 – 3 m breit, Kiesboden. Weitere Arten: *Baetis alpinus*, *Baetis rhodani*, *Rhithrogena picteti*, *Rhithrogena semicolorata*.

An allen bis auf drei der oben genannten Orte konnte bereits *A. Dorn Ecdyonurus starmachi* nachweisen. Die neuen Fundstellen Steinhöring, Sensau, Kesselbach und Soyen, Edmühle, Altdorfer Mühlbach liegen an Zuflüssen der von ihr besammelten Bäche unweit der damaligen Probenahmestellen. Nur der Fundort Gars am Inn, Urteigraben, Rainbach gehört nicht zu den von ihr untersuchten Gewässersystemen und ist vom nächst gelegenen Nachweis etwa 4 km entfernt.

4 Verbreitung

Für die Verbreitung der Art wurden die in der Literatur verfügbaren Angaben (Tab. 1) gesucht und in einer Karte (Abb. 23) zusammengestellt. Dabei fällt auf, dass *E. starmachi* entlang von Gebirgszügen nachgewiesen wurde: am Nordrand sowie im Osten der Alpen (Deutschland und Österreich) und von dort aus nach Südosten im Dinarischen Gebirge (Kroatien, Serbien, Montenegro, Bosnien und Herzegowina). Von den Alpen nach Osten ist sie aus den Karpaten (Tschechien, Slowakei, Polen, Ungarn und Rumänien) gemeldet. Außerdem liegen Funde aus dem Pontischen Gebirge (Türkei) vor. Die Nachweise aus Bayern stellen die westlichsten Fundorte innerhalb des bekannten Verbreitungsgebiets dar.

Tab. 1: Europäische und kleinasiatische Verbreitung von *Ecdyonurus starmachi*

Land	Zitat
Bosnien-Herzegowina	Puthz 1980
Kroatien	Vilenica et al. 2015
Montenegro	Puthz 1974
Österreich	Bauernfeind 1990 a, Bauernfeind 1990 b, Bauernfeind & Weichselbaumer 1991, Bauernfeind & Weichselbaumer 1994, Eisendle & Waringer 1999
Polen	Sowa 1971
Rumänien	Hordós & Murányi 2008
Serbien	Puthz 1974
Slowakei	Derka 1998, Derka 2003, Krno 1997, Novikmec et al. 2013, Soldán 1978
Tschechien	Mergl 2001, Řezníčková et al. 2010, Soldán 1978
Türkei	Türkmen & Kazanci 2015
Ungarn	Andrikovics 1988, Bauernfeind et al. 2005, Ficsór & Nagy 2009



Abb. 23: Europäische und kleinasiatische Verbreitung von *Ecdyonurus starmachi*. Europakarte mit Ländergrenzen und Nachweisen von *E. starmachi* aus der Literatur (rote Punkte) sowie aus Bayern (grüne Punkte). ALB = Albanien, AUT = Österreich, BGR = Bulgarien, BIH = Bosnien und Herzegowina, CZE = Tschechien, DEU = Deutschland, GRC = Griechenland, HRV = Kroatien, HUN = Ungarn, KOS = Kosovo, MKD = Nordmazedonien, MNE = Montenegro, POL = Polen, ROU = Rumänien, SRB = Serbien, SVK = Slowakei, SVN = Slovenien, TUR = Türkei, UKR = Ukraine. Die kleine Karte zeigt die im Text genannten Gebirgszüge: Alpen, Karpaten, Balkan, Rhodopen, Pindus, Dinarisches und Pontisches Gebirge

Da insbesondere aus Südosteuropa nur sehr wenige oder gar keine Nachweise vorliegen, können nur Vermutungen über die weitere Verbreitung von *E. starmachi* angestellt werden. Dabei liegt es nahe, dass die Art im Dinarischen Gebirge neben den bereits genannten Ländern auch in Slowenien, Kosovo, Albanien und Nordmazedonien vorkommt. Möglicherweise findet sie sich auch im südlich davon liegendem Pindos-Gebirge (Griechenland). Sehr wahrscheinlich gibt es weitere Fundorte entlang der gesamten Karpaten, womit die Art in großen Teilen Rumäniens und im Südwesten der Ukraine vorkommen würde. Die Karpaten gehen nach Süden in die Gebirgszüge des Balkan und der Rhodopen (Bulgarien) über, die ebenfalls von *E. starmachi* besiedelt sein könnten und damit die Verbindung zu den Vorkommen im Pontischen Gebirge (Türkei) herstellen würden, in dem die Art neben den drei bekannten Fundorten auch in anderen Teilen dieser Region erwartet werden darf.

5 Diskussion

Im Vergleich zur Erstbeschreibung von *E. starmachi* fällt auf, dass sich die bayerischen Imagines in zwei Eigenschaften von den Tieren aus den Karpaten unterscheiden, und zwar in Zeichnungselementen auf den Coxae der Vorder- und Mittelbeine und in der Färbung der Flügel. Sowa (1971) beschreibt die deutlich violetten Flecken auf den Coxae, die auch schon bei den reifen Nymphen sichtbar sein sollen, sehr ausführlich, leider ohne sie in einer Zeichnung darzustellen. Es liegt nahe, dass es sich hier aus seiner Sicht um ein arttypisches

Merkmal handelt, das bei den verwandten Arten nicht auftritt. Bei den bayerischen Tieren sind diese besonderen Flecken nicht vorhanden. Die Färbung der Coxae ist ähnlich wie bei *E. macani*, *E. torrentis* und *E. venosus*. Anhand von lebendem Material beschreibt Sowa (1971) die Vorderflügel, bei denen das basale Drittel und das Costalfeld deutlich gelb gefärbt sind. Da er die Hinterflügel nicht erwähnt, muss angenommen werden, dass die ihm vorliegenden Tiere farblose Hinterflügel hatten. Die bayerischen Tiere zeichnen sich dagegen durch leuchtend gelbe Hinterflügel aus. Die Färbung der Vorderflügel kann bei ihnen unterschiedlich ausfallen, wobei das Costalfeld jedoch immer deutlich gelb ist. So kann entweder der gesamte Vorderflügel gelb sein, oder nur ein kleiner Bereich an der Flügelbasis. Da auch die Beborstung der larvalen Mundwerkzeuge sowie die Pigmentierung der Ganglien sehr unterschiedlich stark ausgeprägt sein kann, ist die Art offenbar sowohl bei larvalen als auch imaginalen Merkmalen sehr variabel.

Die aktuelle Verbreitung von *E. starmachi* reicht vom nordöstlichen Rand der Alpen nach Osten bis in die Karpaten und nach Südosten in das Dinarische Gebirge und weiter bis in das Pontische Gebirge. Weite Bereiche des heutigen nördlichen Verbreitungsgebiets konnte die Art allerdings nach der letzten Kaltzeit von südlicher gelegenen Rückzugsgebieten aus besiedeln. Entsprechend dieser Refugien wurden von Haybach & Jacob (2010) die einzelnen Eintagsfliegenarten definierten Faunenelementen zugeordnet. *E. starmachi* wird dabei als extramediterran montanes Element karpatischen Typs angesehen. Da die Art jedoch auch im östlichen mediterranen Bereich zu finden ist, lässt sich nicht ausschließen, dass sie der pontomediterranen Fauna zugeordnet werden kann. Haybach (2003) weist darauf hin, dass die zoogeografische Analyse dieser Fauna schwierig ist, da es entlang des Karpatenbogens eine gut gangbare Zugstraße für diese Arten gegeben hat. Viele pontomediterrane Arten sind daher auch aus den Karpaten bekannt.

Dank

Besonders herzlich danke ich Herrn Mag. Dr. Peter Weichselbaumer (Tulfes) für wertvolle Hinweise zum Manuskript. Herrn Dr. Lars Hendrich (Zoologische Staatssammlung München) danke ich sehr für die Erlaubnis, die Sammlung von Frau Antonie Dorn untersuchen zu dürfen.

Bildnachweise

Bildnachweise: Fotos in Abb.1-21 von S. Koch. Die Aufnahmen wurden mit der CombineZP-Software (<http://alan-hadley.software.informer.com/>) bearbeitet. Die Karten in Abb. 22 und Abb. 23 wurden mit den Programmen der Geographischen Informationssysteme (GIS) DIVA-GIS (<http://www.diva-gis.org/>) und Quantum GIS (QGIS „Lisboa“ 1.8.0; <http://www.qgis.org/>) erstellt; Geobasisdaten für Abb. 22 © Landesamt für Vermessung und Geoinformation Bayern 2013 (<http://vermessung.bayern.de/>); Aufteilung der TK25 Kartenblätter der Topographischen Karten 1:25.000: Bayerische Vermessungsverwaltung (<http://vermessung.bayern.de/service/download/infos/blatdecken.html>), Geobasisdaten für Abb. 23 von Natural Earth (<https://www.naturalearthdata.com/>)

Literatur

- Andrikovics, S. (1988): Faunistical investigations on Ephemeroptera and Plecoptera along the Apákút stream, Visegrád mountains, Hungary.- *Folia Entomologica Hungarica* 49: 5-11, Budapest
- Bauernfeind, E. (1990a): Der derzeitige Stand der Eintagsfliegen-Faunistik in Österreich (Insecta: Ephemeroptera).- *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich* 127: 61-82, Wien
- Bauernfeind, E. (1990b): Eintagsfliegen-Nachweise aus Oberösterreich (Insecta: Ephemeroptera); die Sammlung Adlmannseder am O.Ö. Landesmuseum Linz.- *Linzer Biologische Beiträge* 22(2): 349-356, Linz
- Bauernfeind, E. & U. H. Humpesch (2001): Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie.- 239 pp., (Verlag des Naturhistorischen Museums Wien) Wien
- Bauernfeind, E., T. Kovács & A. Ambrus (2005): Collection of adult mayflies (Ephemeroptera) of the Mátra Museum, Hungary.- *Folia Historico Naturalia Musei Matrensis* 29: 91-94, Gyöngyös
- Bauernfeind, E. & T. Soldán (2012): *The Mayflies of Europe (Ephemeroptera)*.- 781 pp., (Apollo Books) Vester Skerninge

- Bauernfeind, E. & P. Weichselbaumer (1991): Eintagsfliegen-Nachweise aus Österreich (Insecta: Ephemeroptera).- Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich 128: 47-66, Wien
- Bauernfeind, E. & P. Weichselbaumer (1994): Neue Eintagsfliegen - Nachweise aus Österreich (Insecta: Ephemeroptera).- Linzer Biologische Beiträge 26(1): 365-380, Linz
- Derka, T. (1998): Effect of regulation of a submontane river on mayfly communities (Insecta, Ephemeroptera).- Biologia 53/2: 189-194, Bratislava
- Derka, T. (2003): Mayflies (Ephemeroptera) of the Gidra river basin.- Acta Zoologica Universitatis Comenianae 45: 41-51, Bratislava
- Dorn, A. (1999): Einige bemerkenswerte Heptageniidae aus Bayern (Insecta: Ephemeroptera).- Lauterbornia 37: 11-18, Dinkelscherben
- Einsendle, U. & J. A. Waringer (1999): Faunistik und Phänologie der Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera eines Fylsch-Wienerwaldbaches (Weidlingbach, Niederösterreich).- Lauterbornia 35: 21-31, Dinkelscherben
- Eiseler, B. (2005): Bildbestimmungsschlüssel für die Eintagsfliegenlarven der deutschen Mittelgebirge und des Tieflandes. Identification key to the mayfly larvae of the German Highlands and Lowlands.- Lauterbornia 53: 1-112, Dinkelscherben
- Ficsór, M. & K. Nagy (2009): Investigations on the benthic macroinvertebrate fauna of the reference and quasi-reference sites in the competency area of the north Hungarian regional environmental, nature conservation and water management inspectorate - Acta Biologica Debrecina. Supplementum Oecologica Hungarica 20: 87-98, Debrecen
- Haybach, A. (1999): Beitrag zur Larvaltaxonomie der Ecdyonurus venosus-Gruppe in Deutschland.- Lauterbornia 37: 113-150, Dinkelscherben
- Haybach, A. (2003): Zoogeographische Aspekte der Eintagsfliegenbesiedlung Deutschlands (Insecta, Ephemeroptera).- Verhandlungen der westdeutschen Entomologentagung 2002: 187-209, Düsseldorf
- Haybach, A. (2013): Regionalisierte Checkliste der Eintagsfliegen (Insecta: Ephemeroptera) von Deutschland (3. Auflage) mit Angaben zur Faunistik. Checklist of German mayflies (Insecta: Ephemeroptera) with notes on faunistics (3rd edition) - Lauterbornia 76: 53-162, Dinkelscherben
- Haybach, A. & Jacob, U. (2010): Zoogeographische Analyse der deutschen Eintagsfliegenfauna (Insecta: Ephemeroptera).- Lauterbornia 71: 79-91, Dinkelscherben
- Hordós, N. & D. Murányi (2008): Contribution to the Ephemeroptera fauna of Maramureş, Romania. Studia Universitatis "Vasile Goldis", Seria Stiintele Vietii (Life Sciences Series) 18, suppl.: 221-228, (Vasile Goldis University Press) Arad, <http://www.studiauniversitatis.ro>
- Koch, S. (2014): Die Eintagsfliegenfauna des südlichen Bayern (Insecta, Ephemeroptera) - The mayfly fauna of Southern Bavaria/Germany (Insecta, Ephemeroptera).- Lauterbornia 77: 77-175, Dinkelscherben
- Koch, S. (2016): Die Eintagsfliegen Bayerns: Aktueller Verbreitungsatlas, Bestandssituation und Bestandstrend (Insecta, Ephemeroptera). The Mayflies of Bavaria: Current Distribution Atlas, Population Status and Population Trend (Southern Germany; Insecta, Ephemeroptera).- Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft 106: 65-127, München
- Koch, S. & P. Weichselbaumer (2017): Baetis (Labiobaetis) calcaratus Keffermüller, 1972 neu für Bayern sowie morphologische Untersuchungen zur Unterscheidung von Baetis (Labiobaetis) tricolor Tshernova, 1928 (Ephemeroptera: Baetidae). Baetis (Labiobaetis) calcaratus Keffermüller, 1972 new to Bavaria (Southern Germany) and morphological investigations marking difference to Baetis (Labiobaetis) tricolor Tshernova, 1928 (Ephemeroptera: Baetidae) - Lauterbornia 84: 53-68, Dinkelscherben
- Krno, I. (1997): Mayflies (Ephemeroptera) of the National Nature Reserve Rozsutec (National Park Malá Fatra Mountains) - Folia Faunistica Slovaca 2: 41-46, Bratislava
- Mergl, A. (2001): Epirhithral communities of mayflies (Ephemeroptera) of the Odra river basin (Czech Republic).- In: Dominguez, E. (ed.): Trends in Research in Ephemeroptera and Placoptera, (E. , Kluwer Academic/Plenum Publishers) New York
- Novikmec, M., P. Bitušik, L. Hamerlík, J. Oboňa, M. Očadlík, M. Svitok & A. Zapriháčová (2013): First record of two Diptera species, Limnophora pulchriceps (Muscidae) and Micropsectra appendica (Chironomidae), from Slovakia with comments on the benthic community of a locality threatened by an intended small hydropower station construction.- Lauterbornia 76: 37-42, Dinkelscherben
- Puthz, V. (1974): Einige Ephemeropteren aus Jugoslawien, vorwiegend aus Montenegro und Serbien (Insecta, Ephemeroptera) - Acta Rerum Naturalium Musei Nationalis Slovaci 19/2: 147-156, Bratislava
- Puthz, V. (1980): Ergebnisse der Albanien-Expedition 1961 des Deutschen Entomologischen Instituts.- 94. Beitrag: Ephemeroptera.- Beiträge zur Entomologie 30: 343-355, Berlin
- Řezníčková, P., T. Soldán, P. Pařil & S. Zahrádková (2010): Comparison of mayfly (Ephemeroptera) taxocenes of permanent and intermittent Central European small streams via species traits.- Biologia 65/4: 720-729, Bratislava, doi: 10.2478/s11756-010-0067-x
- Soldán, T. (1978): Mayflies (Ephemeroptera) new to the fauna of Czechoslovakia found in 1972 -1977.- Acta Entomologica Bohemoslovaca 75: 319-329, České Budějovice

- Sowa, R. (1971): *Ecdyonurus starmachi* sp. n. et *E. submontanus* Landa des Carpates polonaises (Ephemeroptera, Heptageniidae).- Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences, Serie des Sciences Biologiques, Cl. V. Vol. 19, 6: 407-412, Warszawa
- Türkmen, G. & N. Kazanci (2015): Additional records of Ephemeroptera (Insecta) species from the Eastern Part of Black Sea Region (Turkey) - Review of Hydrobiology 8,1: 33-50, Ankara
- Vilenica, M., J-L. Gattolliat, Z. Mihaljević & M. Sartori (2015): Croatian mayflies (Insecta, Ephemeroptera): species diversity and distribution patterns.- ZooKeys 523: 99–127, Sofia, doi: 10.3897/zookeys.523.6100

Anschrift des Autors: Dr. Stefan Koch, Katzenhirn 1, D-87719 Mindelheim, Deutschland,
E-Mail: edith-stefan.koch@gmx.de

Manuskripteingang/Angenommen: 2019-08-22

