Manche mögen's heiß – aktuelle Ausbreitung von *Pyrgus armoricanus* (Oberthür, 1910) im Diemeltal (Ostwestfalen/Nordhessen) und in Deutschland als Folge von Hitzesommern

Marcel Kettermann, Thorsten Münsch, Gregor Stuhldreher und Thomas Fartmann

Marcel Kettermann, Thorsten Münsch, Dr. Gregor Stuhldreher: Universität Osnabrück, Fachbereich Biologie, Abteilung für Biodiversität und Landschaftsökologie, Barbarastraße 11, D-49076 Osnabrück, Deutschland; mkettermann@uni-osnabrueck.de, thorsten.muensch@uos.de, gstuhldreher@uos.de

Prof. Dr. Thomas Fartmann, Universität Osnabrück, Fachbereich Biologie, Abteilung für Biodiversität und Landschaftsökologie, Barbarastraße 11, D-49076 Osnabrück, Deutschland; t.fartmann@uos.de. – Institut für Biodiversität und Landschaftsökologie (IBL), An der Kleimannbrücke 98, D-48157 Münster; ibl@fartmann.net

Zusammenfassung: Der Mehrbrütige Würfeldickkopffalter (*Pyrgus armoricanus* (Oberthür, 1910)) zählt zu den unbekannteren Tagfalterarten Deutschlands. Gut belegt ist nur die hohe Wärmebedürftigkeit dieser Art, die insbesondere für Vorkommen an der nördlichen Arealgrenze und für die Reproduktionshabitate der 3. Generation gilt. Nach dem heißen und trockenen Sommer 2018 konnte die Art anhand der 3. Generation im Oktober auf zahlreichen Flächen im Mittleren und Unteren Diemeltal nachgewiesen werden. Diese Funde und die aktuellen Vorkommen weiter nördlich im Kreis Höxter bilden gegenwärtig die nördliche Arealgrenze der Art in Deutschland. Die Eiablage erfolgte vor allem auf den Blattoberseiten und die Eiablagehabitate waren fast ausnahmslos durch intensive Besonnung und lückige Vegetation gekennzeichnet. Da Extremsommer – wie im Jahr 2018 – aufgrund des Klimawandels in Zukunft häufiger zu erwarten sind, ist *P. armoricanus* nach bisherigen Erkenntnissen zu den Gewinnern des Klimawandels in Mittel- und Nordeuropa zu zählen.

Some like it hot – recent range expansion of *Pyrgus armoricanus* (Oberthür, 1910) in the Diemel Valley (eastern Westphalia/northern Hesse) and Germany as a response to hot summers

Abstract: Oberthür's grizzled skipper (*Pyrgus armoricanus* (Oberthür, 1910)) is one of the lesser known butterflies in Germany. However, it is well-established that it is a xerothermophilic butterfly which requires exceptionally warm habitats. This applies in particular to populations at the species' northern range margin and the oviposition habitats of its third generation. After the hot and dry summer of 2018, the species was detected on numerous patches in the Middle and Lower Diemel Valley in October. Hence, the observed individuals and eggs belonged to the species' third generation. These findings and the current occurrences further north in the district of Höxter currently form the species' northern range margin in Germany. The eggs were mainly deposited on the upper side of the host plant leaves and oviposition habitats were almost exclusively characterized by high insolation and sparse vegetation coverage. Due to global warming, extreme hot and dry summers – as in the year 2018 – are likely to occur more often in the future. Therefore, according to present knowledge, *Pyrgus armoricanus* can be considered as a climate change 'winner' in Central and Northern Europe.

Einleitung

Der Mehrbrütige Würfeldickkopffalter (*Pyrgus armoricanus* (Oberthür, 1910)) ist nur schwer von weiteren Arten der Gattung *Pyrgus* zu unterscheiden (Abb. 1) (Ebert & Rennwald 1991, Bolz 2006, Wagner 2006). Besonders die sichere Abgrenzung zum *Pyrgus-alveus*-Komplex und zu *Pyrgus cirsii* ist anhand einer rein morphologischen Bestimmung mitunter schwierig (Ebert & Rennwald 1991, Rennwald 2007, Bolz & Bräu 2013).

Einzigartig für *P. armoricanus* ist jedoch die Ausbildung einer zweiten Generation im Sommer, sowie – in extrem warmen und trockenen Jahren – einer dritten Generation im Herbst. Letztere konnte jedoch erst im „Jahrhundertsommer" 2003 klar bestätigt werden (Bolz 2006), obwohl es bereits in der ersten Hälfte des 20. Jh. mehrfach Hinweise darauf durch Nachweise kaum abgeflogener Falter im Oktober gab (Osthelder 1925, Alberti 1950). Charakteristisch für die Art ist, daß mit jeder Generation die Falterzahl zunimmt und sich die 3. Generation damit als besonders individuenreich erweist. Dies wiederum führte in der Vergangenheit zu vielen Fundmeldungen von *P. armoricanus* in Folge von Hitzesommern (Alberti 1950, Ulrich 2005, 2006, Bolz 2006).

Das Areal des Mehrbrütigen Würfeldickkopffalters erstreckt sich von Nordwestafrika über Südeuropa, Teile Mitteleuropas bis nach Südskandinavien und im Osten bis nach Südrußland, Kleinasien und den Iran (Kudrna et al. 2011, Bolz & Bräu 2013). Die Vorkommen in Deutschland sind verstreut und unterliegen starken Populationsschwankungen (Ebert & Rennwald 1991, Bolz & Bräu 2013). Relativ konstante Vorkommen existieren im Süden und Südwesten Deutschlands (Bayern, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Saarland) (Abb. 2) (Bolz 2006). In Sachsen-Anhalt wurde die Art das letzte Mal 1972 von Marschner in der Umgebung von Halle gefunden (Angabe in Reinhardt & Thust 1993, Schmidt et al. 2004). In Thüringen war die Art lange verschollen, konnte jedoch seit 2007 im Südwesten des Bundeslandes wieder nachgewiesen werden (Reinhardt & Thust 1993, Bolz 2006, Thust et al. 2006, Kuna 2008).

Auch in Hessen galt *P. armoricanus* jahrzehntelang als ausgestorben; seit 2010 kann die Art aber wieder kontinuierlich im Süden des Bundeslandes beobachtet werden (Kristal & Brockmann 1996, Lange & Brockmann 2009, Schmetterlinge Deutschlands 2019). In Nordhessen konnte die Art erstmals im September 2013 im Naturschutzgebiet Dörnberg bei Zierenberg sicher nachgewiesen werden (Schmutzler-Schaub 2013, Brockmann 2013). Für Nordrhein-Westfalen wurden seit 2014 wiederholt Funde aus der Eifel im Kreis Euskirchen gemeldet (Observation.org 2019). In der Zül-

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

Abb. 1: Ein Männchen der dritten Generation des Mehrbrütigen Würfeldickkopffalters (*Pyrgus armoricanus*) sonnt sich auf einer Fiederzwenke (*Brachypodium pinnatum*). — Foto: Thomas Fartmann. — **Abb. 5:** Ei des Mehrbrütigen Würfeldickkopffalters (*Pyrgus armoricanus*) auf der Blattoberseite des Frühlingsfingerkrauts (*Potentilla neumanniana*). — Foto: Marcel Kettermann.

picher Börde südwestlich von Köln ist *P. armoricanus* seit 2016 fest etabliert (Jelinek 2016, Schmetterlinge Deutschlands 2019, Schumacher 2019).

Angeregt durch den ersten sicheren Fund von *P. armoricanus* im Diemeltal im August 2017 (bei Lamerden, Ldkrs. Kassel, Unteres Diemeltal) wurden nach dem Extremsommer 2018 umfangreiche Präsenz-/Absenzerfassungen der Art im Diemeltal durchgeführt. Nachfolgend sollen die Ergebnisse der Untersuchungen detailliert vorgestellt werden und die Bedeutung von heißen Sommern für die Arealdynamik der Art diskutiert werden.

Material und Methoden

Extremsommer 2018

Das Jahr 2018 zeichnete sich durch einen extrem heißen und trockenen Sommer aus (DWD 2018). Auslöser war die permanente Bildung von Hochdruckgebieten über Nordeuropa, die gleichzeitig den Zustrom atlantischer Tiefs mit kühler und feuchter Luft blockierte. Für westeuropäische Länder wie Großbritannien, die Niederlande und Belgien war der Sommer 2018 der bisher heißeste seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Für Deutschland war es mit durchschnittlich 19,3°C nach dem Jahr 2003 der zweitheißeste Sommer seit Beginn der Aufzeichnung 1881. Besonders die Periode April bis August wies die bisher stärkste Anomalie mit 3,6°C über dem Wert des vieljährigen Mittels (1961–1990) auf (Abb. 3). Diese Abweichung übertrifft damit die bis dahin wärmsten Jahre 2003 (2,7°C) und 1947 (2,3°C) bei weitem.

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet (UG), das Mittlere und Untere Diemeltal, befindet sich etwa 20 km nordwestlich von Kassel an der hessisch-nordrhein-westfälischen Landesgrenze (Abb. 2). Es ist Teil der kollinen Höhenstufe und durch ein subatlantisches Klima geprägt (Müller-Wille 1981). Mit einer Jahresmitteltemperatur von 7,5–9°C und Niederschlagsmengen zwischen 600 und 800 mm pro Jahr stellt das UG den klimatisch begünstigten Teil des Diemeltals dar (Fartmann 2004). Das Diemeltal ist das letzte größere, zusammenhängende Kalkmagerrasengebiet im Nordwesten Deutschlands und zeichnet sich durch eine besonders artenreiche Tagschmetterlingsfauna aus (Fartmann 2004).

Erfassungsmethoden

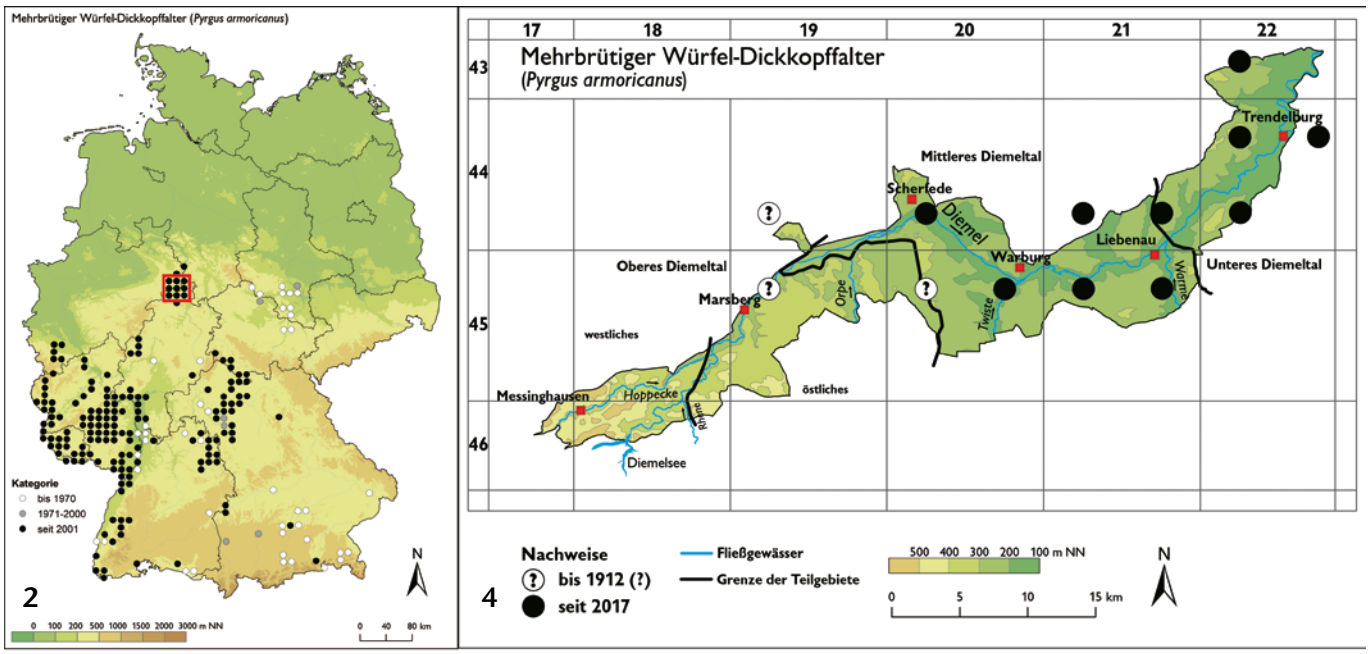
Nach dem extrem heißen und trockenen Sommer 2018 erfolgte im Herbst (Oktober) eine Präsenz-/Absenzerfassung von *P. armoricanus* in den am ehesten geeignet erscheinenden Habitaten (Magerrasen, Steinbrüche) im UG (Hermann 2006). Die Erfassung basierte sowohl auf Faltern als auch Eiern (Fartmann & Hermann 2006). Die Kartierungen fanden von 10.00 bis 17.00 Uhr und nur unter geeigneten Wetterbedingungen statt (Fartmann 2004). Aufgrund des späten Flugzeitraums der 3. Generation im Oktober — einer Jahreszeit, in der keine anderen *Pyrgus*-Arten auftreten — ließ sich die Art auch ohne genitalmorphologische Präparation zweifelsfrei identifizieren. Bei jedem Eifund wurde zusätzlich die Wirtspflanze bestimmt und die Position des Eis (Blattober- oder -unterseite) notiert.

Ergebnisse

Pyrgus armoricanus konnte in 17 von 36 potentiell geeigneten Habitaten im Mittleren und Unteren Diemeltal nachgewiesen werden (Abb. 4). Die 8 kontrollierten Habitate im Oberen Diemeltal waren nicht besiedelt. Kennzeichnend für fast alle besiedelten Habitate war eine starke Besonnung sowie eine niedrigwüchsige und lückige Vegetation.

Typische Eiablagehabitate innerhalb der Magerrasen und Steinbrüche waren Abbruchkanten, Felskuppen und Wegränder. Von insgesamt 20 gefundenen Eiern waren 15 auf der Blattoberseite (Abb. 5) und 5 auf der Blattunterseite abgelegt. Im UG diente hauptsächlich das Frühlingsfingerkraut (*Potentilla neumanniana*) als Eiablagepflanze. Nur am Desenberg, einer Basaltkuppe,

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main



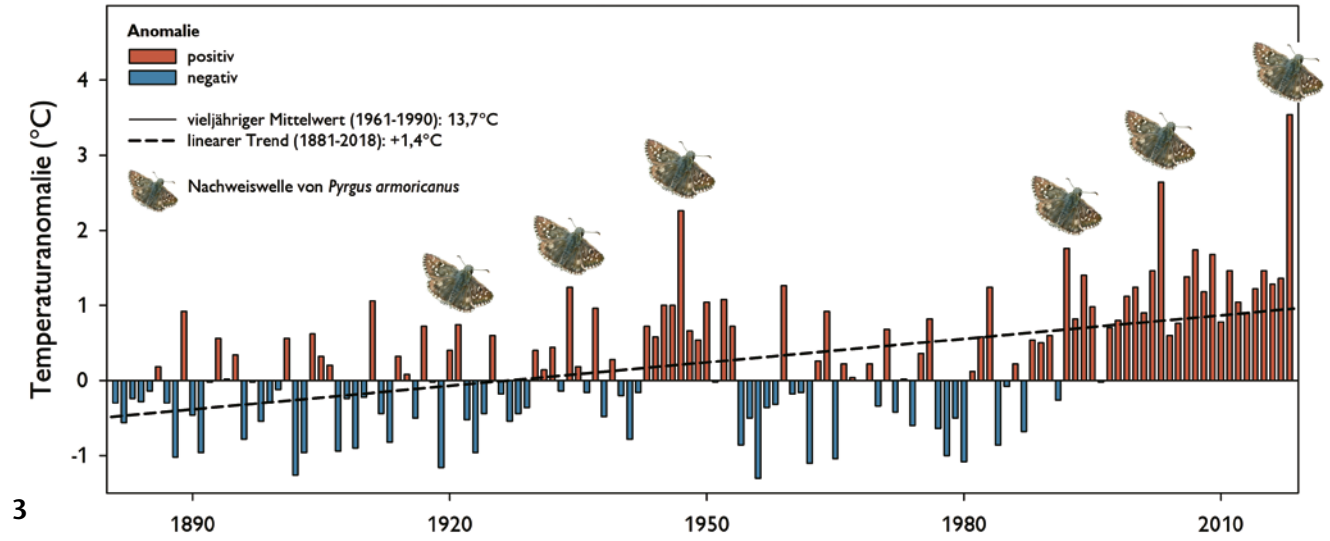


Abb. 2: Verbreitung des Mehrbrütigen Würfeldickkopffalters (*Pyrgus armoricanus*) in Deutschland auf Meßtischblattbasis. Rot umrahmt sind die Nachweise für das Diemeltal (Ostwestfalen/Nordhessen). Stand: 30. x. 2019. — Quellen: Rheinhardt & Thust (1993), Bolz (2006), Ulrich (2006), Bolz & Bräu (2013), Schmutzler-Schaub (2013), Roth (2016), Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen (2019), Delattinia (2019), Schmetterlinge Deutschlands (2019), Schumacher (2019), Observation.org (2019), Tagfaltermonitoring Deutschland (2019), Wiegard (mdl. Mitteilung), diese Studie. — **Abb. 3:** Temperaturabweichungen für Deutschland im Zeitraum April–August vom vieljährigen Mittelwert (1961–1990). Die Jahre mit besonders hohen positiven Anomalien (1921/22, 1934/35, 1946–1952, 1992–1994, 2003 und 2018) decken sich mit den Nachweiswellen des Mehrbrütigen Würfeldickkopffalters (*Pyrgus armoricanus*) in Deutschland. — Quellen: Bolz (2006), DWD (2018), diese Studie. — **Abb. 4:** Aktuelle und mögliche historische Nachweise des Mehrbrütigen Würfeldickkopffalters (*Pyrgus armoricanus*) im Diemeltal auf Basis von Meßtischblattquadranten. Stand: 30. x. 2019. — Quellen: Speyer (1867), Uffeln (1908, 1914), Wiegard (mdl. Mitteilung), diese Studie.

und in einem aufgelassenen Buntsandsteinsteinbruch wurden auch Eier am Silberfingerkraut (*Potentilla argentea*) gefunden.

Diskussion

Nach dem heißen und trockenen Sommer 2018 konnte die Art anhand der 3. Generation im Oktober auf zahlreichen Flächen im Mittleren und Unteren Diemeltal nachgewiesen werden. Diese Funde und die aktuellen Vorkommen weiter nördlich im Kreis Höxter bilden gegenwärtig die nördliche Arealgrenze der Art in Deutschland (Abb. 2).

Das Diemeltal ist durch die Lage im Regenschatten des Eggegebirges klimatisch begünstigt und weist noch großflächige Kalkmagerrasenvorkommen auf (Fartmann 2004). Beide Faktoren zusammen sind verantwortlich für das Vorkommen einer Vielzahl wärmeliebender Insektenarten (Fartmann 2004, Poniatowski & Fartmann 2006, Poniatowski & Hertenstein 2013, Helbing & Poniatowski 2015, Morkel et al. 2018). Dies gilt in besonderer Weise für das stark wärmebegünstigte Mittlere und Untere Diemeltal mit seinen großflächigen und gut vernetzten Magerrasen (Fartmann 2004). Auch das Vorkommen von *P. armoricanus* war in unserer Studie auf das Mittlere und Untere Diemeltal beschränkt.

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

Die hohe Wärmebedürftigkeit von *P. armoricanus* wird auch anhand der für die Eiablage genutzten Mikrohabitate deutlich. Diese waren fast ausnahmslos durch intensive Besonnung und lückige Vegetation gekennzeichnet und wiesen somit ein warmes Mikroklima auf (siehe auch Bolz 2006, Eilers et al. 2013). Auch die bevorzugte Ablage auf die Blattoberseite (siehe auch Ulrich 2006, Eilers et al. 2013) und die Belegung von spärlich bewachsenen Felsstandorten sind ein Ausdruck des hohen Wärmebedürfnisses der Art. Im großklimatisch wärmeren Süddeutschland werden Wirtspflanzen auf Felsen dagegen aufgrund zu großer Trockenheit von *P. armoricanus* zur Eiablage gemieden (Bolz 2006, Rennwald & Schwab 2007, Bolz & Bräu 2013). Bei mehrbrütigen Arten unterscheiden sich die für die Eiablage genutzten Mikrohabitate und ihr Mikroklima mitunter beträchtlich. Roy & Thomas (2003) zeigten am Beispiel des Himmelblauen Bläulings (*Polyommatus bellargus*), daß die Eiablagehabitate der 2. Generation deutlich stärker wärmebegünstigt sind als die der 1. Generation. Dieser Unterschied ist darauf zurückzuführen, daß die Larven der 2. Generation während der kühlen Hälfte des Jahres im Herbst und im darauffolgenden Frühjahr aktiv sind. Sie sind somit zwingend auf besonders warme Mikrohabitate für eine erfolgreiche Entwicklung angewiesen. Dies gilt insbesondere für Populationen an der Arealgrenze. Auch bei *P. armoricanus* dürften die Mikrohabitate der 3. Generation mikroklimatisch deutlich extremer sein als dies für die Eiablageorte der beiden vorherigen Generationen der Fall ist.

Speyer (1867) nennt „*P. alveus* var. *fritillum*“ vom Quast und Eichholz (Mittleres Diemeltal) als in manchen Jahren häufig. Als Flugzeit gibt er „den ganzen Juni hindurch, Mitte und Ende Juli und Ende August bis Ende September“ an. Uffeln (1908) erwähnt mehrfache Funde von *P. alveus* für Liebenau und Listingen (Mittleres Diemeltal) sowie Westheim (Oberes Diemeltal) im Juni und wieder im August und September. In beiden Quellen können Verwechslungen mit *P. armoricanus* stattgefunden haben. Naheliegend ist dies vor allem aufgrund der Tatsache, daß der Artstatus von *P. armoricanus* erst im Jahr 1910 erkannt wurde (Oberthür 1910).

Wie im Falle von *P. alveus* könnte es sich auch bei einigen historischen Meldungen von *P. serratulae* (die früher teilweise nur als Varietät von *P. alveus* angesehen wurde) aus dem Diemeltal in Wahrheit um *P. armoricanus* handeln. So nennt Speyer (1867) „*P. alveus* var. *serratulae*“ mit einem Exemplar vom Quast für Mitte Juni. Für den Juni 1911 nennt Uffeln (1914) Funde von *P. serratulae* aus Niedermarsberg (Oberes Diemeltal) und gibt die Art für den August 1912 auch für Warburg an. *Pyrgus serratulae* fliegt in Nordhessen im Juni, die 1. Generation von *P. armoricanus* ebenso (Fartmann 2004). Auch bei diesen Fundangaben kann also eine Verwechslung mit *P. armoricanus* vorliegen. Eine eindeutige Artzuordnung ist jedoch bei keiner der Angaben möglich, da es keine Belegtiere zu den Funden gibt (Fartmann 2004).

Weitere historische Hinweise oder Belege liegen für das Diemeltal nicht vor. Somit bleibt unklar, ob es sich um eine rezente Wiederbesiedlung des Diemeltales handelt oder ob *P. armoricanus* tatsächlich neu für das Gebiet ist.

Die Neubesiedlung von Lebensräumen durch *P. armoricanus* ist von überdurchschnittlich warmen und trockenen Sommern abhängig, in denen sich eine individuenstarke 3. Generation entwickeln kann (Bolz 2006). Da solche Extremsommer – wie im Jahr 2018 – aufgrund des Klimawandels in Zukunft häufiger zu erwarten sind (Fartmann et al. 2012, Streitberger et al. 2016), ist *P. armoricanus* nach bisherigen Erkenntnissen zu den Gewinnern des Klimawandels in Mittel- und Nordeuropa zu zählen (Settele et al. 2008, Fartmann et al. 2009a, 2009b).

Innerhalb der Magerrasen im Diemeltal konnte *P. armoricanus* nur auf denen nachgewiesen werden, die regelmäßig beweidet werden. Die langfristige extensive Schafbeweidung fördert die Ausbildung einer lückigen Vegetation. Durch den Tritt der Weidetiere entstehen zudem mikroklimatisch begünstigte Störstellen, auf denen die *Potentilla*-Arten hohe Dichten erreichen können. Ausreichend Wirtspflanzen und ein warmes Mikroklima bestimmen die Habitatqualität für *P. armoricanus*.

Tagfalter bilden in aller Regel Metapopulationen aus (Fartmann 2017). Neben der Habitatqualität sind daher die Flächengröße und Konnektivität der Habitate entscheidende Parameter für das Vorkommen von Tagfalterarten in fragmentierten Landschaften (Anthes et al. 2003, Eichel & Fartmann 2008, Stuhldreher & Fartmann 2014, Fartmann 2017). Auch für *P. armoricanus* wurde bereits nachgewiesen, daß die Art Metapopulationsstrukturen ausbildet (Öckinger 2006, Fourcade & Öckinger 2017, Fourcade et al. 2017). Die dauerhafte Etablierung der Art und ihr Überleben im Diemeltal ist somit auch von einer hohen Konnektivität geeigneter Habitate abhängig. Im Mittleren und vor allem Unteren Diemeltal sind diese Bedingungen mit den großflächigen, gut vernetzten Kalkmagerrasen aktuell noch gegeben (Fartmann 2004). Um eine günstige Habitatqualität in den Magerrasen zu erhalten, hat die Aufrechterhaltung der regelmäßigen Schafbeweidung oberste Priorität (Wagner 2005, Bolz 2006, Bolz & Bräu 2013).

Danksagung

Den Herren Hanno Ehring und Hubertus Schlamann gilt unser Dank für die Hilfe bei den Geländearbeiten. Heinrich Biermann, Ralf Liebelt und Dennis Wiegard danken wir für Fundmeldungen des Mehrbrütigen Würfeldickkopffalters im Kreis Höxter. Die Akademie für ökologische Landesforschung (AföL) hat die Studien finanziell unterstützt.

Literatur

Alberti, B. (1950): Notiz über *Hesperia armoricanus* Obthr. in Oberbayern. – Zeitschrift für Lepidopterologie, Krefeld, **1** (2): 126.

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

Anthes, N., Fartmann, T., Hermann, G., & Kaule, G. (2003): Combining larval habitat quality and metapopulation structure – the key for successful management of prealpine *Euphydryas aurinia* colonies. – Journal of Insect Conservation, Basel, **7** (3): 175–185.

Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen (2019): Datenbank Schmetterlinge AG Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen. – *URL: nrw.schmetterlinge-bw.de/MapServerClient/Map.aspx* (zuletzt aufgesucht: 30. x. 2019).

Bolz, R. (2006): *Pyrgus armoricanus* (Oberthür, 1910) in Deutschland. – Beiträge zur bayerischen Entomofaunistik, Bad Staffelstein, **8:** 113–128.

——, & Bräu, M. (2013): Mehrbrütiger Würfeldickkopffalter – *Pyrgus armoricanus* (Oberthür, 1910). – S. 96–98 *in:* Bräu, M., Bolz, R., Kolbeck, H., Nunner, A., Voith, J., & Wolf, W. (2013). Tagfalter in Bayern. – Stuttgart (Eugen Ulmer), 784 S.

Brockmann, E. (2013): Re: *Pyrgus armoricanus*! – Lepiforum 1. Archiv 5 zu Forum 1. – *URL: www. lepiforum.de/1_forum.pl?md=read;id=66241* (zuletzt aufgesucht: 11. iv. 2020).

Delattinia (Naturforschende Gesellschaft des Saarlandes e.V.) (2019): Verbreitungskarten Schmetterlinge. – *URL: www.delattinia.de/Verbreitungskarten/Schmetterlinge* (zuletzt aufgesucht: 30. x. 2019).

DWD (Deutscher Wetterdienst) (2018): Vorläufiger Rückblick auf den Sommer 2018 – eine Bilanz extremer Wetterereignisse. – *URL: www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20180803_bericht_sommer2018.pdf* (zuletzt aufgesucht: 11. xi. 2019).

Ebert, G., & Rennwald, E. (1991). Die Tagfalter Baden-Württembergs, Band **2:** Tagfalter II. – Stuttgart (Eugen Ulmer), 535 S.

Eichel, S., & Fartmann, T. (2008): Management of calcareous grasslands for Nickerl's fritillary (*Melitaea aurelia*) has to consider habitat requirements of the immature stages, isolation, and patch area. – Journal of Insect Conservation, Basel, **12** (6): 677–688.

Eilers, S., Pettersson, L. B., & Öckinger, E. (2013): Micro climate determines oviposition site selection and abundance in the butterfly *Pyrgus armoricanus* at its northern range margin. – Ecological Entomology, London, **38** (2): 183–192.

Fartmann, T. (2004): Die Schmetterlingsgemeinschaften der Halbtrockenrasen-Komplexe des Diemeltales. Biozönologie von Tagfaltern und Widderchen in einer alten Hudelandschaft. – Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde, Münster, **66** (1): 1–256.

—— (2017): Überleben in fragmentierten Landschaften – Grundlagen für den Schutz der Biodiversität Mitteleuropas in Zeiten des globalen Wandels. – Naturschutz und Landschaftsplanung, Stuttgart, **49** (9): 277–282.

——, Behrens, M., Möllenbeck, V., & Hölzel, N. (2012): Potential effects of climate change on the biodiversity in North Rhine-Westphalia. – *In:* Ellwanger, G., Ssymank, A., & Paulsch, C. (Hrsg.): Natura 2000 and Climate Change – a Challenge. – Naturschutz und Biologische Vielfalt, Bonn–Bad Godesberg, **118:** 63–72.

——, & Hermann, G. (2006): Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa – von den Anfängen bis heute. – *In:* Fartmann, T., & G. Hermann (Hrsg.), Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa. – Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde, Münster, **68** (3/4): 11–57.

——, Leopold, P., & Hermann, G. (2009a): Empfindlichkeitsanalyse Tagfalter und Widderchen. – *In:* Behrens, M., Fartmann, T., & Hölzel, N. (Hrsg.) (2009): Auswirkungen von Klimaänderungen auf die biologische Vielfalt: Pilotstudie zu den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen. Teil 1: Fragestellung, Klimaszenario, erster Schritt der Empfindlichkeitsanalyse – Kurzprognose. – Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 288 S.

——, ——, & —— (2009b): Wirkprognose Tagfalter und Widderchen. – *In:* Behrens, M., Fartmann, T., & Hölzel, N. (Hrsg.), Auswirkungen von Klimaänderungen auf die biologische Vielfalt: Pilotstudie zu den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen. Teil 2: zweiter Schritt der Empfindlichkeitsanalyse – Wirkprognose. – Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 364 S.

Fourcade, Y., & Öckinger, E. (2017): Host plant density and patch isolation drive occupancy and abundance at a butterfly's northern range margin. – Ecology and Evolution, Hoboken, **7** (1): 331–345.

——, Ranius, T., & Öckinger, E. (2017): Temperature drives abundance fluctuations, but spatial dynamics is constrained by landscape configuration: Implications for climate-driven range shift in a butterfly. – Journal of Animal Ecology, Hoboken, **86** (6): 1339–1351.

Helbing, F., & Poniatowski, D. (2015): Neue Funde seltener Zikadenarten auf den Kalkmagerrasen des Diemeltals (Ostwestfalen/Nordhessen) (Hemiptera, Auchenorrhyncha). – Cicadina, Halle-Wittenberg (Martin-Luther-Universität), **15:** 43–57.

Hermann, G. (2006): Präimaginalstadien-Suche als Nachweismethode für Tagfalter – Rahmenbedingungen, Chancen, Grenzen. – *In:* Fartmann, T., & Hermann, G. (Hrsg.), Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa. – Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde, Münster, **68** (3/4): 223–231.

Jelinek, K. H. (2016): *Pyrgus armoricanus* (Oberthür, 1910): Erstnachweis für Nordrhein-Westfalen (Lep., Hesperiidae). – Melanargia, Leverkusen, **28** (4): 135–139.

Kristal, P. M., & Brockmann, E. (1996): Rote Liste der Tagfalter (Lepidoptera: Rhopalocera) Hessens. Zweite Fassung, Stand 31.10.1995. – Natur in Hessen, Wiesbaden, 56 S.

Kudrna, O., Harpke, A., Lux, K., Pennerstorfer, J., Schweiger, O., Settele, J., & Wiemers, M. (2011): Distribution atlas of butterflies in Europe. – Halle (Gesellschaft für Schmetterlingsschutz), 576 S.

Kuna, G. (2008): *Pyrgus armoricanus* (Oberthür, 1910) jetzt auch in Thüringen (Lepidoptera, Hesperiidae). – Mitteilungen des Thüringer Entomologenverbandes, Erfurt, **15** (1): 44-47.

Lange, A. C., & Brockmann, E. (2009): Rote Liste (Gefährdungsabschätzung) der Tagfalter (Lepidoptera: Rhopalocera) Hessens. Dritte Fassung, Stand 06.04.2008, Ergänzungen 18.01.2009. – Wiesbaden (Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz), 32 S.

Morkel, C., Aukema, B., Dorow, W. H. O., Faraci, F., Göricke, P., Gossner, M. M., Hartung, V., Hoffmann, H.-J., Kallenborn, H., Kleinsteuber, W., Küchler, S., Rabitsch, W., Rieger, C., Rieger, U., Roth, S., Schäfer, P., Schneider, A., Simon, H., Simon, L., Stemmer, M., Tymann, G., Voigt, K., Wachmann, E., Winkelmann, H., & Zimmermann, G. (2018): Wanzenfunde (Insecta: Heteroptera) aus Nordhessen anlässlich des 43. Treffens der „Arbeitsgruppe Mitteleuropäischer Heteropterologen" im August 2017. – Philippia, Kassel, **17** (3): 219–264.

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main

Müller-Wille, W. (1981): Westfalen. Landschaftliche Ordnung und Bindung eines Landes. 2. Aufl. — Münster (Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung), 411 S.

Oberthür, C. (1910): Notes pour servir à établir la Faune Française et Algérienne des Lépidoptères. Rhopalocera. — Études de Lépidoptérologie Comparée, Rennes, **4:** 1–638.

Observation.org (2019): Observation.org. — *URL: www.observation.org* (zuletzt aufgesucht: 30.10.2019).

Öckinger, E. (2006): Possible metapopulation structure of the threatened butterfly *Pyrgus armoricanus* in Sweden. — Journal of Insect Conservation, Basel, **10** (1): 43–51.

Osthelder, L. (1925): Die Schmetterlinge Südbayerns und der angrenzenden nördlichen Kalkalpen. I. Teil. Die Großschmetterlinge, 1. Heft. Allgemeiner Teil. Tagfalter. — Beilage zum Jahrg. **15** der Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft, München, 166 S.

Poniatowski, D., & Fartmann, T. (2006). Die Heuschreckenfauna der Magerrasen-Komplexe des Diemeltals (Ostwestfalen/Nordhessen). — Articulata, Erlangen, **21** (1): 1–23.

——, & Hertenstein, F. (2013): Die Zikadenfauna der Kalkmagerrasen des Mittleren und Unteren Diemeltals (Ostwestfalen/Nordhessen) (Hemiptera, Auchenorrhyncha). — Cicadina, Halle-Wittenberg (Martin-Luther-Universität), **13:** 43–58.

Reinhardt, R., & Thust, R. (1993): Zur Entwicklung der Tagfalterfauna 1981–1990 in den ostdeutschen Bundesländern mit einer Bibliographie der Tagfalterfauna 1949–1990 (Lepidoptera, Diurna). — Neue Entomologische Nachrichten, Marktleuthen, **30:** 1–281.

Rennwald, E. (2007): Die Gattungen *Pyrgus* und *Spialia* (Würfeldickkopffalter) in der Pfalz. - *In:* Schulte, T., Eller, O, Niehuis, M., & Rennwald, E. (Hrsg.), Die Tagfalter der Pfalz, Band **2.** — Flora und Fauna in Rheinland-Pfalz (Gnor-Eigenverlag), Landau, **Beiheft 37:** 705–709.

——, & Schwab, G. (2007): Mehrbrütiger Würfeldickkopffalter — *Pyrgus armoricanus* (Oberthür, 1910). — *In:* Schulte, T., Eller, O, Niehuis, M., & Rennwald, E. (Hrsg.), Die Tagfalter der Pfalz, Band **2.** — Flora und Fauna in Rheinland-Pfalz (Gnor-Eigenverlag), Landau, **Beiheft 37:** 719–729.

Roth, R. (2016): Schmetterlinge Westerwald. — *URL: www.schmetterlinge-westerwald.de* (zuletzt aufgerufen: 30. x. 2019).

Roy, D. B., & Thomas, J. A. (2003): Seasonal variation in the niche, habitat availability and population fluctuations of a bivoltine thermophilous insect near its range margin. — Oecologia, Berlin/Heidelberg, **134** (3): 439–444.

Schmetterlinge Deutschlands (Onlineportal) (2020): Verbreitungskarte [dort die Art abrufen]. — URL: *www.schmetterlinge-d.de* (zuletzt aufgesucht 30. x. 2019).

Schmidt, P., Schönborn, C., Händel, J., Karisch, T., Kellner, J., & Stadie, D. (2004): Rote Liste der Schmetterlinge (Lepidoptera) des Landes Sachsen-Anhalt. 2. Fassung, Stand Februar 2004. — Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Halle (Saale), **39:** 388–402.

Schumacher, H. (2019): Bemerkenswerte Falterfunde und Beobachtungen aus dem Arbeitsgebiet der Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen e.V. 31. Zusammenstellung. — Melanargia, Leverkusen, **31** (1): 10–35.

Schmutzler-Schaub, C. (2013): *Pyrgus armoricanus?* *Foto*. — Lepiforum 1. Archiv 5 zu Forum 1. — *URL: www.lepiforum.de/1_forum.pl?md=read;id=65997* (zuletzt aufgesucht: 11. iv. 2020).

Settele, J., Kudrna, O., Harpke, A., Kühn, I., van Swaay, C., Verovnik, R., Warren, M., Wiemers, M., Hanspach, J., Hickler, T., Kühn, E., van Halder, I., Veling, K., Vliegenthart, Wynhoff, I., & Schweiger, O. (2008): Climatic risk atlas of European butterflies. — BioRisk, Sofia, **1:** 1–712.

Speyer, A. (1867): Die Lepidopterenfauna des Fürstenthums Waldeck. — Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens, Bonn, **24:** 147–298.

Streitberger, M., Jedicke, E., & Fartmann, T. (2016): Auswirkungen des rezenten Klimawandels auf die Biodiversität in Mittelgebirgen — eine Literaturstudie zu Arten und Lebensräumen. — Naturschutz und Landschaftsplanung, Stuttgart, **48** (2): 37–45.

Stuhldreher, G., & Fartmann, T. (2014): When habitat management can be a bad thing – effects of habitat quality, isolation and climate on a declining grassland butterfly. — Journal of Insect Conservation, Basel, **18** (5): 965-979.

Tagfaltermonitoring Deutschland (2019): Artenkarten, Pyrgus armoricanus. — *URL: ufz.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=47baf78a45d54e37948ea3e3fe9f0640* (zuletzt abgerufen: 30. x. 2019).

Thust, R., Kuna, G., & Rommel, R. P. (2006): Die Tagfalterfauna Thüringens. Zustand in den Jahren 1991 bis 2002. Entwicklungstendenzen und Schutz der Lebensräume. — Naturschutzreport, Jena, **23,** 199 S.

Ulrich, R. (2005): Der heiße Sommer 2003 und der Puzzlefalter aus Armorica. — Entomologische Zeitschrift, Stuttgart, **115** (4): 181–185.

—— (2006): Der Mehrbrütige Puzzlefalter *Pyrgus armoricanus* (Oberthür, 1910), die Sensation des heißen Jahres 2003. — Abhandlungen der Delattinia, Saarbrücken, **31:** 119–125.

Uffeln, K. (1908): Die Großschmetterlinge Westfalens mit besonderer Berücksichtigung der Gegenden von Warburg, Rietberg und Hagen. — Jahresbericht der Zoologischen Sektion des Westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst, Münster, **Beiheft:** 1–158.

—— (1914): Die Großschmetterlinge Westfalens. Nachträge und Berichtigungen. — Jahresbericht der Zoologischen Sektion des Westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst für das Rechnungsjahr 1913/14, Münster, **42:** 41–95.

Wagner, W. (2005): Neue Erkenntnisse zur Ökologie der Dickkopffalter der Gattung *Pyrgus* in Baden-Württemberg. — S. 48–66 *in:* Ebert, G., (2005): Die Tagfalter Baden-Württembergs, Band **10:** Ergänzungsband. — Stuttgart (Eugen Ulmer), 426 S.

—— (2006): Die Gattung *Pyrgus* in Mitteleuropa und ihre Ökologie — Larvalhabitate, Nährpflanzen und Entwicklungszyklen. — *In:* Fartmann, T., & Hermann, G. (Hrsg.), Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa. — Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde, Münster, **68** (3/4): 83–122.

Eingang: 13. xi. 2019

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main, Juni 2020 ISSN 0723-9912

© Entomologischer Verein Apollo e. V., Frankfurt am Main