

Verbreitung, Ökologie und Schutz von *Hadena irregularis* (HUFNAGEL 1766) (Lepidoptera: Noctuidae) in der nördlichen Oberrheinebene

von
DENNIS SANETRA & MATTHIAS SANETRA

Zusammenfassung

Die Gipskraut-Nelkeneule (*Hadena irregularis*) ist in Deutschland vom Aussterben bedroht, mit nur noch wenigen verbleibenden Reliktpopulationen. Die Verbreitungssituation in der nördlichen Oberrheinebene wird anhand von aktuellen Raupen- und Falterfunden aus den Jahren 2016 bis 2022 dargestellt. Die Vorkommen liegen in Bereichen mit Sandrasenvegetation in Rheinland-Pfalz bei Mainz und größtenteils in Südhessen zwischen Darmstadt und Seeheim-Jugenheim. Als Nachweismethode wurde hauptsächlich die Suche nach Raupen angewendet und dabei auch die Larvalökologie sowie das Auftreten von Parasitoiden (*Hyposoter*, *Astiphromma*) dokumentiert. Der Lichtfang als häufig genutzte Nachweismethode für Nachtfalter erwies sich für *H. irregularis* nur wenig geeignet. Das Auftreten einer 2. Generation konnte belegt und die phänologischen Daten dadurch besser interpretiert werden. In Bezug auf die Raupenentwicklung, welche ausschließlich an den Blütenständen erfolgt, wurde eine starke Abhängigkeit vom Reifegrad der Blütenstände erkannt. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse wird eine Bewertung der Gefährdungsursachen vorgenommen und mögliche Schutzkonzepte entwickelt. Als Gefährdungsfaktoren wurden hauptsächlich Habitatverlust, Habitatfragmentierung und Nutzungsänderung identifiziert. Die Schutzbemühungen sollten das Hauptaugenmerk auf die Offenhaltung der Sandrasen durch eine gleichzeitig verträgliche Beweidung legen, denn die Blütenstände der Wirtspflanzen sind durch Beweidung besonders gefährdet. Die Erweiterung und Wiedervernetzung der bestehenden Habitate mit Vorkommen der Wirtspflanzen wird als notwendig erachtet, um eine langfristige Stabilisierung der Populationen von *H. irregularis* zu erreichen.

Abstract

Distribution, ecology and conservation of *Hadena irregularis* (HUFNAGEL, 1766) (Lepidoptera: Noctuidae) in the northern Upper Rhine Valley of Germany

Hadena irregularis is critically endangered in Germany with only some relict populations remaining. The distribution pattern in the northern Upper Rhine Valley is documented by recent findings of adults and larvae in the years 2016 to 2022. The species occurs in areas with sand vegetation in Rhineland-Palatinate near Mainz and for the most part in southern Hesse between Darmstadt and Seeheim-Jugenheim. As the main detection method, searching for larvae was adopted, through which larval ecology as well as the occurrence of parasitoids (*Hyposoter*, *Astiphromma*) could be described. Light trapping, widely used for monitoring moth species, turned out to be less suitable for the detection of *H. irregularis*. The formation of a second generation was observed and thus phenology could be better understood. With regard to larval development, which exclusively takes place on the inflorescences, a strong dependence on the degree of maturity of the inflorescences was recognized. Based on the knowledge gained, the causes of endangerment are evaluated and conservation concepts developed. Habitat loss, habitat fragmentation, and change in land use were identified as the main endangering factors. Conservation efforts should aim to keep the open character of the sand vegetation by using reconcilable grazing, especially since inflorescences of the host plants are particularly vulnerable to intensive

grazing. Expanding and reconnecting existing habitats with sufficient abundance of host plants will be necessary to ensure the long-term stabilization of *H. irregularis* populations.

Einleitung

Die Gipskraut-Nelkeneule, *Hadena irregularis* (HUFNAGEL, 1766), ist in Mitteleuropa aufgrund ihrer speziellen Habitatansprüche nur disjunkt verbreitet. Als xerothermophile Art kommt sie in der Region überwiegend auf Sand- und Steppentrockenrasen vor. Es existieren Vorkommen auf Wärmeinseln der Süd- und Zentralalpen, im Osten Österreichs, in Slowenien, Ungarn, Tschechien, Polen, der Slowakei, sowie auf Küstendünen des Baltikums (KARSHOLT & VAN NIEUKERKEN 2022). In Deutschland liegen historische Nachweise aus zehn Bundesländern vor, jedoch sind die Bestände mittlerweile stark zurückgegangen und vielerorts erloschen. Nur noch in Rheinland-Pfalz, Hessen, Thüringen und Brandenburg konnten sich lokal kleinflächige Vorkommen halten (Tab. 1). Aus diesem Grund wird *H. irregularis* in der Roten Liste Deutschlands als vom Aussterben bedroht (RL 1) geführt und ist nach dem BNatSchG besonders geschützt. Die einzigen in der Natur bekannten Nahrungspflanzen der Raupen sind das Ohrlöffel-Leimkraut (*Silene otites*) und das Büschelige Gipskraut (*Gypsophila fastigiata*), die ebenfalls bestandsgefährdet sind (beide RL DE 2). Wie bei anderen Arten der Gattung *Hadena* üblich (z. B. WAGNER 2008), werden ausschließlich die Blütenstände bzw. später die Samenkapseln befreissen.

Die historische Entwicklung der Bestände von *H. irregularis* ist für Deutschland oft nur lückenhaft dokumentiert worden (Tab. 1). In Brandenburg haben sich die ehemals von der Oder bis Berlin erstreckenden Vorkommen auf ein kleines Gebiet entlang der Oder zusammengezogen. Dort konnte um 1999 eine Anzahl von verbleibenden, besiedelten Gebieten festgestellt werden (GELBRECHT & RICHERT 2000). Die Populationen in Thüringen sind schon lange auf eine kleine Region im Kyffhäuser beschränkt, scheinen dort aber stabil zu sein. Ursprünglich hatte die Art mehrere Vorkommen in Nordthüringen, sowie einzelne am Südrand des Thüringer Waldes und im zwischenliegenden Hügelland (BERGMANN 1954). Aus Nordrhein-Westfalen gibt es nur wenige Meldungen der Art, welche von ROBENZ & SCHAEFER (1987) als seltene Irrgäste interpretiert wurden. Diese Funde sind besonders verwunderlich, da hier keine Vorkommen der bekannten Nahrungspflanzen dokumentiert sind (FLORAWEB 2022a; 2022b). Die letzten Funde aus Bayern stammen laut GAEDICKE & HEINICKE (1999) aus dem Zeitraum von 1980 bis 2000, wengleich diese HASLBERGER & SEGERER (2016) nicht bekannt sind. Es bleibt somit unklar, wann die Art in Bayern genau verschwunden ist. In der Roten Liste wird sie als ausgestorben gelistet (WOLF & HACKER 2003). Für Sachsen wird *H. irregularis* in der Roten Liste ebenfalls als ausgestorben geführt (FISCHER 2018), dasselbe gilt für Mecklenburg-Vorpommern (WACHLIN et al. 1997) und Sachsen-Anhalt (SCHÖNBORN 2020).

Der typische Lebensraum der meisten aktuell in Deutschland noch existierenden Populationen von *H. irregularis* sind Sandrasen auf äolischen Sandsedimenten. Die Vorkommen im Kyffhäuser sind deutschlandweit insofern besonders, als dass sie als einzige auf Hügeln aus Zechstein-Gips beheimatet sind. Als Nahrungspflanze wird hier größtenteils *G. fastigiata* aber auch *S. otites* genutzt (BERGMANN 1954). In Brandenburg dient dagegen ausschließlich *S. otites* als Nahrungspflanze der Raupen, da sich die Vorkommen geographisch kaum noch mit denen von *G. fastigiata* überlappen (GELBRECHT & RICHERT 2000). In der Oberrheinebene sind Raupenfunde vom Mainzer Sand an *G. fastigiata* (BECK 1999; LEPIFORUM 2022) und aus dem NSG ‚Ehemaliger August-Euler-Flugplatz bei Darmstadt‘ an *S. otites* dokumentiert (ERNST 2003).

Im Oberrheinischen Tiefland kam *H. irregularis* schon zu früheren Zeiten nur auf basenreichen pleistozänen Flugsanddünen im Abschnitt zwischen Karlsruhe und Ingelheim am Rhein vor. Aus Baden-Württemberg existieren nur wenige Meldungen mit der letzten aus dem Jahr 1933 (Tab. 1). Für diese Region wurde ebenso wie für Nordrhein-Westfalen ein bodenständiges Vorkommen angezweifelt (EBERT 1998). In Rheinland-Pfalz wird *H. irregularis* in der Roten Liste als ausgestorben geführt, mit dem letzten Nachweis auf dem Mainzer Sand von 1981 (SCHMIDT 2013). Es liegt von dort jedoch eine Fundmeldung von 2007 vor (LEPIFORUM 2022). Neben dem Mainzer Sand gibt es für Rheinland-Pfalz aus dem 20. Jahrhundert nur noch einen Nachweis

Tab. 1: Übersicht der Bundesländer, aus denen historische oder rezente Nachweise von *Hadena irregularis* vorliegen. Aktuelle Meldungen nach 2000 werden mit + gekennzeichnet. Das Jahr des letzten dokumentierten Fundes (nach HEINICKE 1993; SCHMETTERLINGE-BRANDENBURG-BERLIN 2022; SCHÖNBORN 2020; SCHMETTERLINGE-D 2022; FISCHER 2018; eigene Daten) wird in der Zeile Nachweis angegeben. Die Nahrungspflanze der Raupen (*G. fastigiata* oder *S. otites*) wird durch +/- indiziert (nach GELBRECHT & RICHTER 2000; BERGMANN 1954, eigene Daten). Wenn diese nicht dokumentiert ist, wird in Klammern die aufgrund der Verbreitung wahrscheinliche Pflanzenart angegeben.

Bundesland	MV	BB	ST	SN	TH	HE	NW	RP	BW	BY
	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-
Nachweis	~1970	2021	1989	1914	2013	2022	1981	2021	1933	unklar
<i>G. fastigiata</i>	(-)	-	(-)	(+)	+	-	?	+	(-)	?
<i>S. otites</i>	(+)	+	(+)	(+)	+	+	?	-	(+)	?

MV = Mecklenburg-Vorpommern; BB = Brandenburg; ST = Sachsen-Anhalt; SN = Sachsen; TH = Thüringen; HE = Hessen; NW = Nordrhein-Westfalen; RP = Rheinland-Pfalz; BW = Baden-Württemberg; BY = Bayern

der Art bei Ingelheim am Rhein (BODE 1941). In Hessen wurde *H. irregularis* von STEEG (1961) für einige Gebiete im Raum Frankfurt als selten angegeben und findet bei KRISTAL (1980) für die Umgebung von Darmstadt Erwähnung. In jüngerer Zeit ist die Art aus dem NSG ‚Ehemaliger August-Euler-Flugplatz bei Darmstadt‘ gemeldet geworden (ERNST 2003). Zusätzlich wurde viele Jahre später ein nahe benachbartes Vorkommen in der Pfungstädter Hausschneise innerhalb des FFH-Gebiets ‚Weißer Berg bei Darmstadt und Pfungstadt‘ südwestlich von Darmstadt belegt (LEPIFORUM 2022).

Im Folgenden wird die derzeitige Verbreitung von *H. irregularis* in der Oberrheinischen Tiefebene aufgezeigt, wobei das bisher bekannte Verbreitungsbild um einige Vorkommen erweitert werden konnte. Ziel der Arbeit war es auch die Ökologie sowie Gefährdungsfaktoren für die Art zu beurteilen und besser zu verstehen. Durch die neuen Erkenntnisse können Schutzkonzepte in Zukunft verbessert werden. Dabei wurde ein besonderer Schwerpunkt auf die Larvalökologie gelegt. In der vorliegenden Studie wird erstmals die Suche nach Präimaginalstadien als prioritäre Nachweismethode eingesetzt und vorgestellt, welche bislang bei *H. irregularis* offenbar nur wenig angewendet wurde.

Ergebnisse

Verbreitung in der nördlichen Oberrheinebene

Im Rahmen der Studie wurden zehn rezente Vorkommen von *H. irregularis* im Naturraum des Oberrheinischen Tieflandes registriert (Abb. 1). Dabei befindet sich der nördlichste Standort in Rheinland-Pfalz nahe der Stadt Mainz im NSG ‚Mainzer Sand‘. Die übrigen Vorkommen liegen in Hessen im Regierungsbezirk Darmstadt, wobei fünf davon im Stadtgebiet von Darmstadt lokalisiert sind. Vier weitere Vorkommen befinden sich im südlich angrenzenden Landkreis Darmstadt-Dieburg. Die Funde erfolgten in Höhenlagen von 110 bis 140 m ü. NHN.

Ingelheim-Mainzer Rheinebene

Das etwa seit Ende des 19. Jahrhunderts bekannte Vorkommen (vgl. VON REICHENAU 1882) von *H. irregularis* auf dem Mainzer Sand war über zwei Jahrzehnte nach dem letzten Nachweis 1981 (BECK 1999) durch Raupenfunde im August 2007 von Herbert BECK (LEPIFORUM 2022) als noch existent bestätigt worden. Im August 2016 wurde das Vorkommen durch den Fund von drei Raupen als fortbestehend verifiziert (Tab. 2). Die Raupen befanden sich im NSG ‚Mainzer Sand‘ (auch Großer Sand), an den dort noch lokal guten Beständen von *G. fastigiata* (> 200 Pflanzen, Abb. 21). Die Nutzung von *Gypsophila* stellt für *H. irregularis* in der Rheinebene eine Ausnahme dar (siehe Ökologie). Die Raupennahrungspflanze *S. otites* konnte nur in Einzelex-

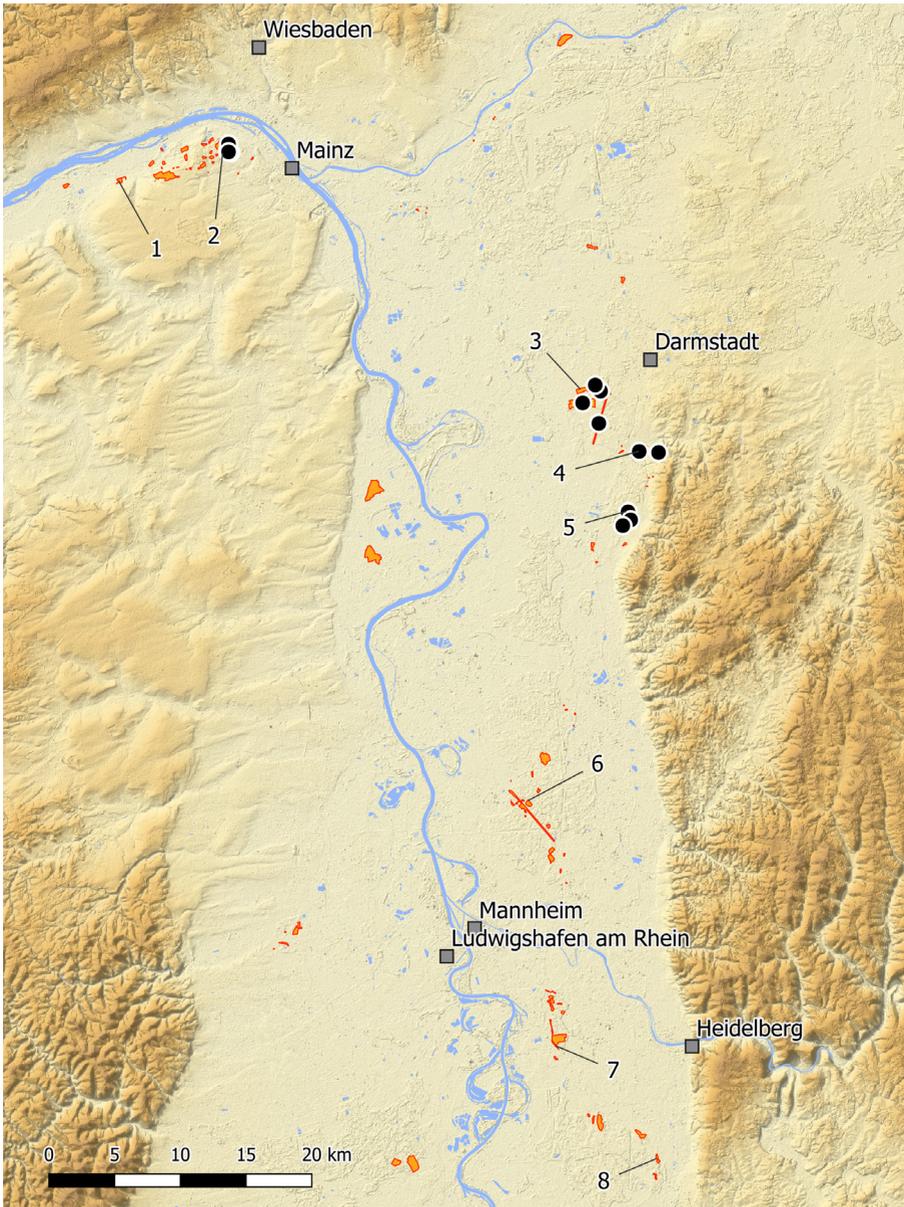


Abb. 1: Aktuelle Fundorte von *Hadena irregularis* im Oberrheinischen Tiefland. Schwarze Kreise: Fundorte von *H. irregularis*, Orange Flächen: offenliegende Flugsanddünen mit Sandrasenvegetation oder relikthischen Restbeständen davon (ohne Anspruch auf Vollständigkeit). Untersuchungsräume mit größeren Vorkommen der Nahrungspflanzen *Silene otites* oder *Gypsophila fastigiata*: (1) Sandgrube am Weilersberg, (2) Mainzer Sand, (3) Westlich Darmstadt, (4) Darmstadt-Eberstadt, (5) Seeheim-Jugenheim, (6) Viernheimer Heide, (7) Schwetzingener Hardt, (8) Sandhäuser Dünen (Teilgebiet ‚Pferdstrieb‘). Kartendaten: OpenStreetMap-Mitwirkende (www.openstreetmap.org/copyright), Japan Aerospace Exploration Agency (2021): ALOS World 3D 30-meter-DEM, V3.2, Jan 2021, Distributed by OpenTopography, <https://doi.org/10.5069/G94M92HB>, Accessed: 2021-12-28. Erstellt mit QGIS

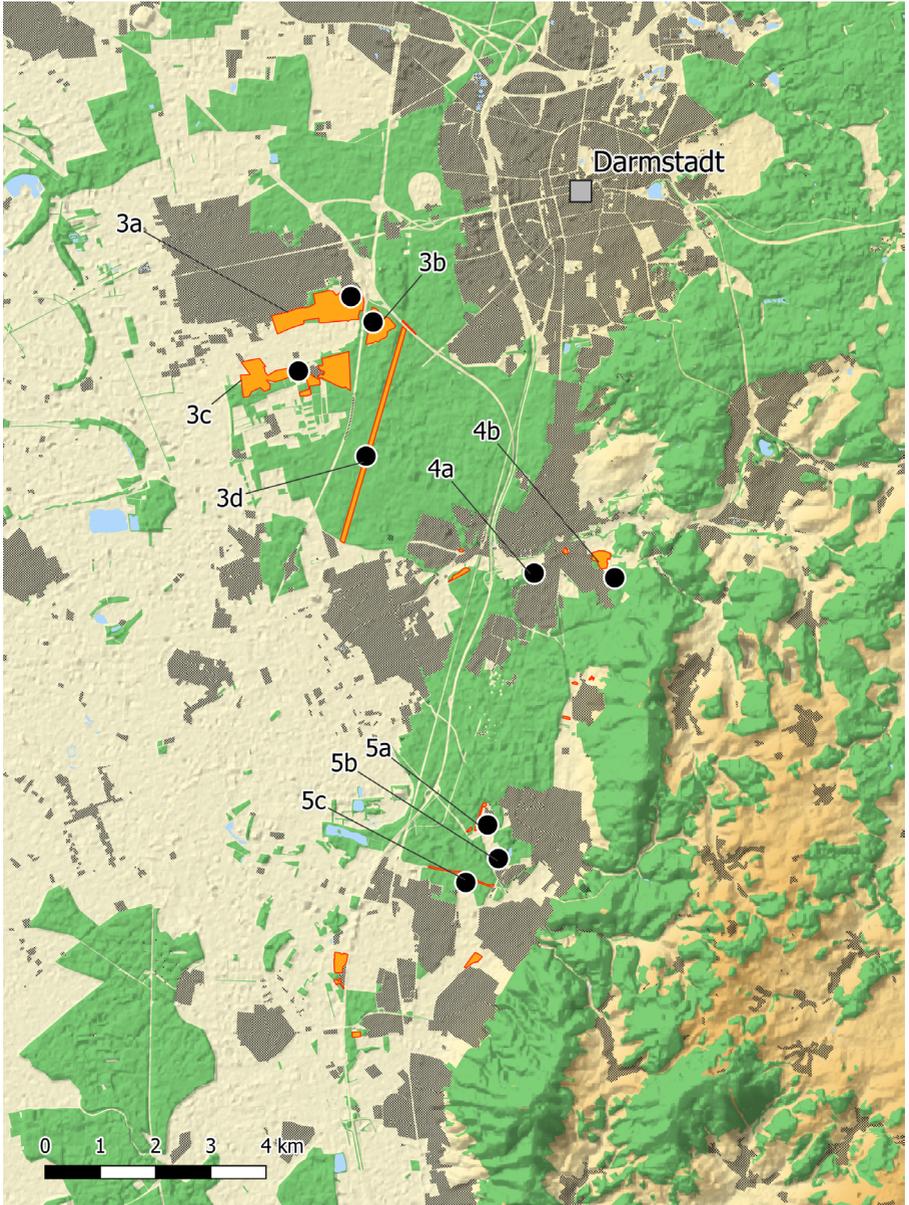


Abb. 2: Detailansicht der Fundorte von *Hadena irregularis* in Hessen. Schwarze Kreise: Fundorte von *H. irregularis*, Orange Flächen: offenliegende Flugsanddünen mit Sandrasenvegetation oder reliktschen Restbeständen davon (ohne Anspruch auf Vollständigkeit). Gebiete mit bestätigten Vorkommen von *H. irregularis*: (3) Westlich Darmstadt, a. August-Euler-Flugplatz, b. Beckertanne, c. Griesheimer Düne, d. Weißer Berg, (4) Darmstadt-Eberstadt, a. Düne am Ulvenberg, b. Lerchenberg und Kernesbellen, (5) Seeheim-Jugenheim, a. Seeheimer Düne, b. Düne Neben Schenckenäcker, c. Kalksandkiefernwald Bickenbach. Kartendaten: OpenStreetMap-Mitwirkende (www.openstreetmap.org/copyright), Japan Aerospace Exploration Agency (2021): ALOS World 3D 30-meter-DEM, V3.2, Jan 2021, Distributed by OpenTopography, <https://doi.org/10.5069/G94M92HB>, Accessed: 2021-12-28. Erstellt mit QGIS

emplaren vorgefunden werden. Eine erneute Kontrolle bestätigte das Vorkommen im September 2021 ein weiteres Mal durch den Fund von drei Raupen (Tab. 2, Abb. 19). In diesem Jahr war ein überdurchschnittlich großer Anteil der Raupen mit Parasitoiden (meist aus der Familie der Ichneumonidae, siehe Ökologie) befallen, sodass die gefundene Anzahl an Raupen vermutlich deutlich geringer ausfiel, als es der durchschnittlichen Populationsgröße entspricht. Etwa 20 Parasitoiden-Kokons waren bei der Suche an den Blütenständen von *G. fastigiata* auszumachen (Abb. 20). Verbliebene Raupenhäute konnten morphologisch untersucht werden. Wahrscheinlich können die Zahlen der Kokons zumindest als grober Anhaltspunkt für die ursprünglich vorhandene Raupenzahl angesehen werden.

Weitere größere Vorkommen von *G. fastigiata* und *S. otites* konnten vor allem im NSG ‚Mainzer Sand Teil II‘ (westlich der BAB 643) und im angrenzenden Teil des Lennebergwaldes nicht ausgemacht werden. Das einzige kleinflächige Vorkommen von *S. otites*, das der Art in der näheren Umgebung einen Lebensraum bieten könnte, wurde im NSG ‚Sandgrube am Weilersberg‘ vorgefunden. Das Gelände wies einen Bestand von etwa 20 bis 30 Pflanzen auf, der jedoch auf ein kleines Areal an einer Sandrutschungskante beschränkt ist. Eine Raupensuche im August 2021 blieb erfolglos. Das Gebiet erschien stark von fortschreitender Sukzession beeinträchtigt. Ein kleines Restvorkommen weniger Pflanzen (je drei von *S. otites* und *G. fastigiata*) auf einer Restdüne bei Uhlerborn wurde in Augenschein genommen, schied aber als Larvalhabitat aufgrund der geringen Pflanzenanzahl und fortgeschrittener Sukzession aus. Bei der Betrachtung weiterer Sandflächen in der Umgebung des Lennebergwaldes, etwa am Geierskoppel, konnten keine weiteren Flächen mit *S. otites* oder *G. fastigiata* entdeckt werden. Es wurde allerdings auch keine erschöpfende Suche durchgeführt und bei der Größe des Gebietes sind kleinflächige Vorkommen nur schwer zu lokalisieren.

Hessische Rheinebene westlich Darmstadt

Historisch war *H. irregularis* aus den warmtrockenen Gebieten um Darmstadt schon länger bekannt (z. B. KRISTAL 1980). In jüngerer Zeit war ein großes Vorkommen der Art vom ehemaligen August-Euler-Flugplatz bei Darmstadt detailliert beschrieben worden (ERNST 2003). Ab 2005 sei dort aber durch eine Übervermehrung von Kaninchen die Falterpopulation zusammengebrochen, da keine Pflanzen von *S. otites* mehr zum Blühen kamen (ERNST pers. Mitt.). Nachdem die Zahl der Kaninchen wieder zurückgegangen war, hat sich die Vegetation des Gebietes offenbar später wieder erholt. Im September 2021 konnte der Fortbestand von *H. irregularis* auf dem August-Euler-Flugplatz durch den Fund einer ausgewachsenen Raupe bestätigt werden (Tab. 2, Abb. 16). Bei der Raupensuche am August-Euler-Flugplatz war der starke Befall mit Parasitoiden im Jahr 2021, ähnlich wie am Mainzer Sand, sehr deutlich. Es wurden etwa 10 Kokons von Ichneumoniden an den Pflanzen gefunden, die allerdings ohne verbliebene Raupenhäute nicht sicher *H. irregularis* zuzuordnen waren. Es ist auch anzumerken, dass die Nachsuche hier sehr spät stattfand und der Großteil der Raupen vermutlich schon verpuppt war, was mehrere Pflanzen mit Fraßspuren, aber ohne Raupen, zu bestätigen schienen.

Den ersten Hinweis auf mögliche weitere besiedelte Gebiete in der näheren Umgebung des August-Euler-Flugplatzes lieferte der zufällige Tagfund eines Falters von *H. irregularis* am Weißen Berg bei Darmstadt im Juni 2016 (LEPIFORUM 2022). In den Folgejahren 2017 bis 2021 wurden auf einer eng begrenzten Fläche in diesem Gebiet regelmäßig Falter und Raupen beobachtet (Tab. 2, Abb. 9, Abb. 13), sodass hier ein stabiles Vorkommen mit guter Bestandsdichte vorliegt. Im Juni 2019 wurden beispielsweise sechs bis acht Falter beim Schwärmen um blühende *S. otites* in der Dämmerung beobachtet, wie es auch von ERNST (2003) beschrieben wird. Dabei diente der Blütenbesuch offenbar der Nahrungsaufnahme, aber es waren auch Falter mit Eiablageverhalten zu erkennen. Erwähnenswert sind von dieser Fundstelle noch die jahreszeitlich spätesten Raupennachweise von Anfang Oktober 2017, die an einem sonnigen Tag um die Mittagszeit gemacht wurden. Zuletzt wurde das Vorkommen am Weißen Berg Anfang August 2021 mit dem Fund von 11 Raupen als stabiles Vorkommen belegt.

Im Rahmen einer Schmetterlingskartierung im Stadtgebiet von Darmstadt wurde das FFH-Gebiet ‚Beckertanne von Darmstadt mit angrenzender Fläche‘ (Abb. 3) durch den Zweitautor



Abb. 3: Typische lückige Sandrasenvegetation als Habitat im FFH-Gebiet Beckertanne; 28.08.2017 – Foto: Matthias Sanetra

eingehend untersucht. Am 27.08.2017 konnten hier ein bei Tag aufgescheuchter Falter von *H. irregularis* sowie eine L5-Raupe registriert werden. In den Folgejahren kam es zu weiteren Falterfunden an der Beckertanne durch befreundete Entomologen (Tab. 2). Es handelt sich aufgrund der ausgedehnten Bestände von *S. otites* höchstwahrscheinlich um eine recht individuenstarke Population von *H. irregularis*. Die Beckertanne grenzt sehr dicht an den August-Euler-Flugplatz und ist nur durch die Autobahn A5 von diesem getrennt, sodass von einem regelmäßigen Austausch zwischen beiden Populationen auszugehen ist. Im NSG ‚Griesheimer Düne und Eichwäldchen‘ konnten in früheren Jahren keine Pflanzen von *S. otites* ausfindig gemacht werden. Nach Rücksprache mit dem zuständigen Landschaftspfleger REINER STÜRZ wurde *S. otites* auf östlich an das NSG angrenzenden Flächen (‚Streitgewann‘) in begrenzter Anzahl gefunden (20-30 Pflanzen). Die Flächen erschienen ruderalisiert und viele *S. otites*-Pflanzen wuchsen in hohem Bewuchs verschiedener Gräser. Im August 2021 wurden dort sechs Raupen von *H. irregularis* registriert (Abb. 14). Gemessen an der nur relativ geringen Zahl der Nahrungspflanzen war die Zahl der in nur kurzer Zeit gefundenen Raupen jedoch relativ groß. Dies begründet sich wahrscheinlich durch die räumliche Nähe zum Dagger-Komplex, der wohl auch eine bedeutsame Population von *H. irregularis* beherbergt (siehe Diskussion).

Bergstraße bei Darmstadt-Eberstadt

Im stadtnahen Bereich von Darmstadt-Eberstadt konnten zwei bisher noch unbekannte Vorkommen von *H. irregularis* dokumentiert werden (Tab. 2). Im Rahmen einer Schmetterlingskartierung der Stadt Darmstadt wurde im August 2017 tagsüber ein Falter im NSG ‚Düne am Ulvenberg von Darmstadt-Eberstadt‘ gefunden. Das Tier flog während der Begehung plötzlich auf und setzte sich in einiger Entfernung in einen Blütenstand von *S. otites* (Abb. 7). Vermutlich hatte der Falter zuvor in den Blütenständen geruht. Dieser Fund gab den Anstoß für eine Umfeldsuche auf Flächen mit ausreichenden Beständen der Raupennahrungspflanze, z. B. im nur ca. 1 km entfernten NSG ‚Lerchenberg und Kernesbellen von Darmstadt-Eberstadt‘. Mitte Juli 2019 konnten hier drei *H. irregularis*-Raupen nachgewiesen werden. Die Raupen fanden sich allerdings nur

auf einer kleinen Lichtung im Südteil des Gebietes. Auf der zentralen Fläche mit größeren Beständen von *S. otites* konnten trotz mehrmaliger Kontrolle zunächst weder Falter noch Raupen beobachtet werden. Auf dieser Fläche konnte dann im August 2022 eine ausgewachsene Raupe nachgewiesen werden.

Westlich der Düne am Ulvenberg liegt das FFH-Gebiet ‚Pfungstädter Düne‘ in nur geringer Entfernung von etwas über einen Kilometer, jedoch sind beide Gebiete durch die BAB 5 getrennt. Die Pfungstädter Düne wurde im Herbst 2016 auf das Vorkommen von *S. otites* untersucht, wobei nur eine einzelne Pflanze aufgefunden wurde. Die Fläche hat aber reichlich Potential in Zukunft wieder als Lebensraum für *H. irregularis* zu dienen, wenn eine Wiederverbreitung der Raupennahrungspflanze durch Samen durchgeführt werden würde (siehe Schutzempfehlungen).

Bergstraße bei Seeheim-Jugenheim

Auf zwei Dünen-Restitutionsflächen (entstanden ca. 2005 und 2014) nahe des Naturdenkmals ‚Seeheimer Düne‘ (Abb. 10) wurden Mitte Juli 2019 fünf Raupen von *H. irregularis* gefunden (Tab. 2). Im Rahmen eines lokalen Naturschutzprojekts war hier Jahre zuvor, unter Betreuung der Arbeitsgruppe Vegetations- und Restitutionsökologie der TU Darmstadt, Sand aufgeschüttet und über Mahdgut Diasporen der Sandrasen eingebracht worden (siehe SCHWABE et al. 2015). Die Flächen hatten auf diese Weise in etwa 5 Jahren eine gut ausgeprägte Sandrasenvegetation mit großem Vorkommen von *S. otites* entwickelt (> 50 Pflanzen, Abb. 17). Im August 2021 erfolgten zwei weitere Raupenfunde, die das Vorkommen auf der Restitutionsfläche an der Seeheimer Düne als stabil bestätigten. Ein weiteres Vorkommen konnte durch einen Raupenfund auf einer weiter südlich gelegenen und durch Ackerland deutlich getrennten Restitutionsfläche (entstanden ca. 2014) nahe des FFH-Gebiets ‚Düne Neben Schenkenäcker zwischen Seeheim und Jugenheim‘ belegt werden (Tab. 2).

Vom NSG ‚Kalksandkieferwald bei Bickenbach, Pfungstadt und Seeheim-Jugenheim‘ liegt uns die Meldung eines Falters vom Juli 2017 durch MATHIAS ERNST vor (Tab. 2). Am südlichen Rand des NSG sowie in der angrenzenden Gastrasse nahe der B3 wurden kleinflächige Vorkommen von 20 bis 30 Pflanzen von *S. otites* gefunden. Trotz fünfmaliger Kontrolle auf Raupen im September und Oktober 2021, sowie im August 2022 konnte kein Nachweis erzielt werden. Es wurde nur ein Schlupfwespen-Kokon an einem Fruchtstand von *S. otites* gefunden, der nicht eindeutig *H. irregularis* zuzuordnen war (siehe Ökologie). Trotzdem belegt der Falterfund eine zumindest zeitweilige Besiedlung der Flächen bei Bickenbach. Die Entfernung zu den südlichen Ausläufern der Population bei Seeheim beträgt weniger als 1 km.

Weitere Sandgebiete, die sich in südlicher Richtung an das inzwischen bekannte Verbreitungsareal anschließen, wurden auf das Vorkommen von *S. otites* untersucht, beziehungsweise wegen bereits bekannter Vorkommen dieser Pflanzenart aufgesucht. Dazu zählte das NSG ‚Im Dulbaum bei Alsbach‘, welches nennenswerte Bestände von *S. otites* aufwies (40 bis 50 Pflanzen). Eine Raupensuche Mitte August 2021 brachte jedoch keinen Erfolg. Es ist zu erwähnen, dass das Gebiet direkt an einem Autobahnrastplatz an der BAB 5 liegt, wodurch Beeinträchtigungen sicher gegeben sind. In einem Sandgebiet zwischen Bickenbach und Alsbach nahe der Straßenbahnlinie konnte 2021 nur eine Einzelpflanze von *S. otites* festgestellt werden. Eine weitere Nachsuche von *H. irregularis* erfolgte daher in diesem Gebiet nicht. Dort besteht jedoch großes Potential für eine Wiederausbreitung der Art, wenn Maßnahmen zur Wiederherstellung der Sandrasenvegetation und Vermehrung von *S. otites* durchgeführt würden (siehe Schutzempfehlungen).

Hessische Rheinebene bei Viernheim

Im FFH-Gebiet ‚Viernheimer Waldheide und angrenzende Flächen‘ wurde die Suche nach *H. irregularis* trotz fehlender Altnachweise und der großen Entfernung (> 20 km) zu bekannten Vorkommen durchgeführt, denn das Auftreten von *S. otites* war von einigen Dünenresten aus der FFH-Grunddatenerfassung bekannt (VOGT-ROSENDORFF et al. 2005). Weitere Pflanzen wurden im Bereich der zentral durch das Gebiet ziehenden Stromtrasse lokalisiert. Dabei wurden etwa 10 bis 20 Pflanzen mit Blütenständen an einem lichten Waldsaum im nordwestlichen Teil des

FFH-Gebiets vorgefunden. Die intensive Nachsuche ergab keine Raupenfunde. Die Anzahl der Pflanzen schien ein Vorkommen auch nicht unbedingt zu ermöglichen. Im Bereich der Stromtrasse wurden weitere etwa 20 bis 30 Pflanzen entdeckt, diese waren jedoch stark durch Schafbeweidung beeinträchtigt und bildeten keine Blütenstände aus (siehe Gefährdungsursachen). Im umliegenden Wald, der von einigen weiteren Sandflächen durchsetzt ist, wurden keine weiteren Vorkommen von *S. otites* entdeckt. Insbesondere nicht im Bereich des NSG ‚Glockenbuckel von Viernheim‘. Die Suche wurde aber auch hier nicht erschöpfend durchgeführt.

Hardtebenen bei Sandhausen und Schwetzingen

Das NSG ‚Sandhäuser Dünen‘, welches aus zwei weiter entfernt liegenden Teilgebieten besteht, wurde erstmals im September 2018 aufgesucht. Größere Vorkommen von *S. otites* wurden auf einer Sandfläche im südlichen Teilbereich ‚Pferdstrieb‘ festgestellt, die sich als Habitat für *H. irregularis* zu eignen schien. Ein am 19.06.2020 durchgeführter Lichtfang zur Flugzeit der 1. Generation erbrachte keine Falternachweise. Parallel konnten auch durch Kontrolle blühender Pflanzen von *S. otites* in der Dämmerung keine Falter beobachtet werden. Im nördlichen Teil der Sandhäuser Dünen im Bereich der ‚Pflege Schönau-Galgenbuckel‘ waren nur kleine Vorkommen von *S. otites* zu verzeichnen. Hingegen existiert ein großes Vorkommen von *S. otites* mit >100 Pflanzen an der Bahnlinie bei Schwetzingen im nördlichen Ortsteil Hirschacker (NATURGUCKER 2022). Das Gelände liegt im Bereich von Abstellgleisen und wurde Ende August 2019 durch Lichtfang und Absuchen der blühenden Pflanzen auf mögliche Falter der 2. Generation erfolglos untersucht. An derselben Lokalität wurde Anfang September 2021 eine Raupensuche durchgeführt, welche abermals keinen Erfolg zeigte. Das gegenüberliegende Dünengebiet des NSG ‚Hirschacker und Dossenwald‘ wurde in Teilbereichen auf *S. otites* kontrolliert, jedoch keine Pflanzen vorgefunden. Weitere Sandgebiete der Region darunter das NSG ‚Ofersheimer Dünen‘ wiesen ebenfalls keine nennenswerten Bestände von *S. otites* auf.

Tab. 2: Nachweise von *Hadena irregularis* in der nördlichen Oberrheinebene von 2016 bis 2022

Lokalität	Datum	Anzahl/Stadium	Bemerkung	Erfasser
NSG Mainzer Sand	15.08.2016	1 L1, 1 L2, 1 L4	an <i>G. fastigiata</i>	Dennis Sanetra
	22.09.2021	1 L2, 1 L3, 1 L4	an <i>G. fastigiata</i>	Dennis Sanetra, Matthias Sanetra
NSG Ehemaliger August-Euler-Flugplatz	29.09.2021	1 L5	an <i>S. otites</i>	Dennis Sanetra, Matthias Sanetra
FFH-Gebiet Beckertanne	27.08.2017	1 Imago	Tagfund	Dennis Sanetra, Matthias Sanetra
	27.08.2017	1 L5	an <i>S. otites</i>	Dennis Sanetra, Matthias Sanetra
	05.06.2019	1 Imago	am Licht	Erik Opper
	27.07.2020	3 Imagines	am Licht	Michael Petersen
Griesheimer Düne (‚Streitgewann‘)	29.08.2021	1 L1, 5 L2	an <i>S. otites</i>	Dennis Sanetra
FFH-Gebiet ‚Weißer Berg bei Darmstadt und Pfungstadt‘	01.10.2017	2 L3, 1 L4, 1 L5	an <i>S. otites</i>	Dennis Sanetra, Matthias Sanetra
	28.08.2017	1 Imago	Tagfund	Matthias Sanetra
	15.06.2018	10-15 Imagines/ 1 Imago	schwärmend/ am Licht	Michael Petersen
	30.06.2019	6-8 Imagines/ 2 Imagines	schwärmend/ am Licht	Dennis Sanetra, Matthias Sanetra

Lokalität	Datum	Anzahl/Stadium	Bemerkung	Erfasser
FFH-Gebiet ‚Weißer Berg bei Darmstadt und Pfungstadt‘	06.08.2019	2 L5	an <i>S. otites</i>	Michael Petersen
	09.08.2021	11 L3	an <i>S. otites</i>	Dennis Sanetra
NSG Düne am Ulvenberg	16.08.2017	1 Imago	Tagfund	Matthias Sanetra
NSG Lerchenberg und Kernesbellen	14.07.2019	2 L2, 1 L3	an <i>S. otites</i>	Dennis Sanetra, Matthias Sanetra
	01.08.2022	1 L5	an <i>S. otites</i>	Dennis Sanetra, Matthias Sanetra
Angrenzend ND ‚Seeheimer Düne‘	14.07.2019	2 L2, 3 L3	an <i>S. otites</i>	Dennis Sanetra, Matthias Sanetra
	10.08.2021	1 L2, 1 L5	an <i>S. otites</i>	Dennis Sanetra
Angrenzend FFH-Gebiet Düne Neben Schenkenäcker	10.09.2021	1 L2	an <i>S. otites</i>	Dennis Sanetra
NSG Kalksandkiefernwald bei Bickenbach	16.07.2017	1 Imago	am Licht	Mathias Ernst

Phänologie

Durch die Beobachtung von frischen Faltern Mitte bis Ende August sowie durch späte Raupenfunde Anfang Oktober stand die bisherige Annahme, dass *H. irregularis* nur eine Generation im Oberrheingebiet ausbildet erheblich in Zweifel. Für den Raum Darmstadt wurde bislang das Auftreten einer sehr langgestreckten Flugzeit mit möglicher Übersommerung angenommen (ERNST 2003). Um das Auftreten einer 2. Generation in Südhessen zweifelsfrei zu belegen, wurde eine Raupenaufzucht aus Nachkommen von Faltern der 1. Generation durchgeführt. Am Weißen Berg wurde am 30.06.2018 ein Weibchen für die Eiablage entnommen. Die Raupen aus den in der ersten Juliwoche abgelegten Eiern erreichten am 20.07. das letzte und vorletzte Stadium. Die Raupenzeit betrug etwa 5 Wochen. Die Verpuppung erfolgte von Anfang bis Mitte August. Aus den Puppen schlüpfte nach etwa 2 Wochen Puppenruhe am 24.08.2018 ein Falter, während die übrigen Puppen überwinterten und die Falter erst im Juni des folgenden Jahres ergaben. Somit konnte eindeutig demonstriert werden, dass *H. irregularis* in Südhessen eine partielle 2. Generation ausbildet.

Die Falterflugzeit beginnt den Beobachtungsdaten zufolge etwa Anfang Juni und endet im September. Die Falternachweise von *H. irregularis* erfolgten vom 05.06. bis 28.08. in den Jahren 2017 bis 2020 (Tab. 2). Eine mögliche jahreszeitliche Entwicklung der Falter- und Raupenzeiten

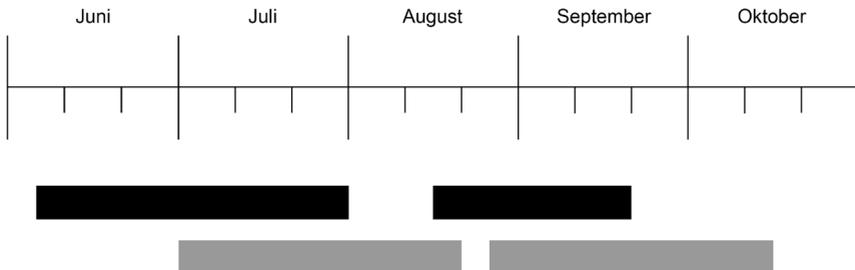


Abb. 4: Schematische Darstellung der jahreszeitlichen Entwicklung (Phänologie) von *Hadena irregularis*. Schwarze Balken: Auftreten von Imagines; Graue Balken: Auftreten von Raupen

wird grob schematisch in Abbildung 4 skizziert. Die Flugzeit scheint fast kontinuierlich zu sein, weist jedoch eine auffällige Lücke in der ersten Augsthälfte auf. Diese Generationenlücke ist nur klein, sodass eine einzige langgestreckte Generation vorgetäuscht wird.

Das Jahr 2021 hatte einen stark schwankenden Witterungsverlauf (warme/kalte Phasen), wodurch die 1. Generation offenbar stark verlängert wurde, ähnlich wie es bei vielen Tagfaltern in jenem Jahr beobachtet wurde. Klar der 2. Generation zuordnen kann man die Raupenfunde vom Mainzer Sand am 22.09. und vom August-Euler-Flugplatz am 29.09. (Tab. 2). Etwas untypisch sind hingegen die Funde noch relativ kleiner Raupen im 3. Stadium am 09.08. am Weißen Berg bei Darmstadt. Wahrscheinlich sind diese eher als Nachkommen von Faltern einer späten 1. Generation anzusehen. Es gibt Hinweise darauf, dass die 2. Generation vor allem in sehr trockenen Sommern (wie etwa 2018 und 2022) nur sehr schwach ausgebildet wird.

Ökologie

Die überwiegende Zahl der Falter- und Raupenfunde von *H. irregularis* erfolgte im Umfeld größerer Bestände von *S. otites*, der Hauptnahrungspflanze für die Raupen im Untersuchungsgebiet. Die Pflanzenart ist auf den Flugsanddünen des Oberrheinischen Tieflandes noch verbreitet, aber trotzdem insgesamt selten. Weiterhin kann den Raupen von *H. irregularis* im Oberrheingebiet auch *G. fastigiata* als Nahrung dienen. Dieses kommt allerdings nur auf dem Mainzer Sand und in geringer Anzahl in der direkten Umgebung vor. Die folgenden Beobachtungen beziehen sich demzufolge im nördlichen Teil des Verbreitungsareals (Mainzer Sand) ausschließlich auf *G. fastigiata* und im südlichen Teil (Stadt Darmstadt und Lkr. Darmstadt-Dieburg) nur auf *S. otites*. Dabei wurde der Großteil der Beobachtungen im südlichen Vorkommensgebiet von *H. irregularis* an *S. otites* gemacht.

Falter von *H. irregularis* konnten in einigen Fällen tagsüber an den Blütenständen von *S. otites* aufgefunden werden (Abb. 7, Abb. 8), meistens aber nur dann, wenn sie vorher beim Durchstreifen der Vegetation aufgescheucht wurden. Offenbar ruhen sie oft tagsüber in den Blütenständen ihrer Wirtspflanzen. In einem Einzelfall saugte nachmittags gegen 17 Uhr an einem bedeckten warmen Hochsommertag Ende August ein aufgeschreckter Falter, der bereits



Abb. 5: Männchen der 2. Generation von *Hadena irregularis* ruhend im Blütenstand von *Silene otites*; Zucht; 31.08.2019 – Foto: Dennis Sanetra

stark abgeflogen war, für kurze Zeit Nektar an den Blüten von *S. otites*. Ansonsten konnte keine Aktivität vor Einsetzen der Dämmerung beobachtet werden. Mitte bis Ende Juni 2019 wurde eine größere Anzahl an Faltern in der Pfungstädter Hausschneise beim Schwärmen beobachtet (Tab. 2). Die Tiere wurden kurz nach Dämmerungsbeginn phasenweise aktiv und umschwärmten die Blütenstände von *S. otites* (vgl. ERNST 2003). An den Blütenständen waren einige Individuen bei der Nahrungsaufnahme anzutreffen. Mehrere Falter konnten dabei auch bei der Eiablage beobachtet werden. Die Weibchen legten ihre Eier in die noch ungeöffneten Blütenstände der Nahrungspflanze. Bei zwei durchgeführten Lichtfängen wurden nur ein bis zwei Individuen vom Licht angezogen, während beim Absuchen der Blütenstände an den jeweils selben Abenden zirka zehn Individuen anzutreffen waren (Tab. 2).

Die Raupen von *H. irregularis* konnten tagsüber etwa bis zum 3. oder 4. Larvenstadium dauerhaft in den Blüten- und Fruchtständen von *S. otites* gefunden werden. Die L1-Raupen sind dabei allerdings sehr schwer und nur mit sehr detaillierter Untersuchung der Pflanzen zu finden. Auch die jungen L2-Raupen können nur unter eingehender Betrachtung entdeckt werden (Abb. 11). Gegen Ende des 2. Stadiums, spätestens ab dem 3. Stadium, sind die Raupen aber für das geübte Auge relativ leicht zu erkennen. Ab L4 verstecken sich die Raupen scheinbar häufiger an der Basis der Pflanze und befinden sich möglicherweise nur noch zum Fressen in den Fruchtständen. Der Aufenthalt an der Pflanzenbasis konnte im Freiland in einem Fall direkt beobachtet werden (Abb. 6). In drei Fällen wurden ausgewachsene L5-Raupen bei Tag im Fruchtstand angetroffen, die beim Fressen zu beobachten waren (Abb. 16, Abb. 18). In der Zucht war ebenfalls eine ab L4 einsetzende gesteigerte Tendenz der Raupen erkennbar, sich nicht mehr auf den Fruchtständen aufzuhalten und sich in der Streu zu verkriechen. Dieses Verhalten führte wahrscheinlich zu der Annahme, dass die Raupe von *H. irregularis* hauptsächlich nachtaktiv sei (ERNST 2003; GELBRECHT & RICHERT 2000). Insgesamt wurden im Laufe der Studie weniger ausgewachsene als junge Raupen gefunden (Tab. 2), was ebenfalls auf eine verstecktere Lebensweise der erwachsenen Raupen hindeutet.

Das Aufwachsen der Raupen erfolgt in enger Abstimmung mit dem Aufblühen und Heranreifen der Blütenstände ihrer Nahrungspflanze. Die meisten Beobachtungen liegen für die Raupen-



Abb. 6: Ausgewachsene Raupe von *Hadena irregularis* an der Pflanzenbasis von *S. otites* versteckt aufgefunden; Restitutionsfläche am ND Seeheimer Düne; 10.08.2021 – Foto: Dennis Sanetra

entwicklung auf *S. otites* vor. Obwohl sich keine strenge Regel ableiten ließ, auf welchem Reifegrad der Blütenstände sich gewöhnlich welches Raupenstadium aufhält, zeigte sich doch eine deutliche Tendenz. Die L1- und L2-Raupen fanden sich ausschließlich an blühenden, seltener an noch nicht aufgeblühten Blütenständen. Die L3-Raupen sowohl an blühenden als auch auf unreifen Samenkapseln, während L4- oder L5-Raupen nur noch auf unreifen und stärker gereiften Kapseln aufzufinden waren. Gelegentlich konnten auch auf ausgereiften und vertrockneten Kapseln Raupen in L2 oder L3 gefunden werden. Es konnte aber in keinem Fall beobachtet werden, dass diese auch gefressen wurden, sodass anzunehmen ist, dass die kleinen Raupen die Kapseln nur als Ruheplatz nutzten. L5-Raupen konnten dagegen sowohl im Freiland als auch in der Zucht dabei beobachtet werden, wie sie selbst aus völlig trockenen Kapseln die Samen herausfraßen (Abb. 15, Abb. 16). Das Heranwachsen der Raupen an *G. fastigiata* verläuft vermutlich sehr ähnlich wie an *S. otites* in Abstimmung mit der zeitlichen Entwicklung der Blütenstände, jedoch liegen hier wesentlich weniger Beobachtungen vor.

Das Fraßbild der Raupe von *H. irregularis* ist etwa ab dem 2. bis 3. Stadium auffällig. Die Raupen nagen ein Loch in die Samenkapseln und fressen die heranreifenden Samen heraus, lassen dabei aber die Kapsel intakt (Abb. 12). Dies ist vor allem für die Stadien L3 und L4 typisch. Es sollte allerdings nicht zum alleinigen Nachweis verwendet werden, da die oft syntop vorkommenden Raupen von *Heliothis virescens* ein identisches Fraßbild erzeugen. Überhaupt ist Vorsicht bei der Bestimmung sehr junger Noctuiden-Raupen an *S. otites* angebracht. Obwohl keine häufig vorkommende Pflanze, sind durchaus mehrere polyphage Arten von Noctuiden an *S. otites* zu finden. Damit stellt die Nahrungspflanze allein keinen aussagekräftigen Hinweis für die Raupe von *H. irregularis* dar. Während der Studie erwies sich vor allem die bereits erwähnte Raupe von *H. virescens* als besonders häufige Verwechslungsmöglichkeit. Zusätzlich wurden Raupen von *Aporophyla lueneburgensis* und *Mythimna pallens* an *S. otites* beobachtet. An *G. fastigiata* wurden ebenso Raupen von *M. pallens* sowie von *Mamestra brassicae* vorgefunden. Alle Arten sind aber für den erfahrenen Beobachter, vor allem in späteren Larvenstadien, gut von *H. irregularis*-Raupen zu unterscheiden, da zum Beispiel allen die typische Pfeilspitzen-Schenkelzeichnung von *H. irregularis* fehlt.

Die jüngeren Raupenstadien werden in manchen Jahren stark von Parasitoiden befallen. Sowohl auf dem Mainzer Sand als auch auf dem August-Euler-Flugplatz wurden im September 2021 bei der Raupensuche viele Parasitoiden-Kokons an den Blütenständen von *G. fastigiata* respektive *S. otites* gefunden (Abb. 20). Auch am Weißen Berg bei Darmstadt wurden dieselben Kokons an *S. otites* im Herbst 2021 registriert. Aus den Kokons wurden verschiedene Hymenopteren erhalten, die an der Universität Wien anhand von DNA-Sequenzen des COI-Gens mittels Barcoding analysiert wurden. Die Untersuchungen ergaben, dass es sich beim primären Parasitoid, dessen Larve auch die Kokons anlegt, sehr wahrscheinlich um eine Art aus der Gattung *Hyposoter* handelt. Ein morphologischer Vergleich durch MARTIN GÖTZ bestätigte die Art mit einiger Sicherheit als *Hyposoter didymator* (THUNBERG, 1824) (Hymenoptera: Ichneumonidae: Campopleginae). Die Vertreter dieser Artengruppe sind solitäre Endoparasitoide, die hauptsächlich Eulenfalter parasitieren (FRAYSSINET et al. 2019) aber auch vereinzelt bei Tagfaltern gemeldet wurden (SANETRA 1998). Die Schlupfwespenlarven von *Hyposoter* werden gelegentlich selbst Opfer anderer Parasitoide, die dann als Hyperparasitoide bezeichnet werden. Im vorliegenden Fall wurde durch die Sequenzdaten mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit *Astiphromma splenium* (CURTIS, 1833) (Hymenoptera: Ichneumonidae: Mesochorinae) als Hyperparasitoid ermittelt. Zu den Wirten von *A. splenium* zählen verschiedene Arten der Ichneumonidae und Braconidae (RIEDEL 2015). Nur ein Teil der typischen Kokons von *Hyposoter* konnte durch die morphologische Untersuchung der verbliebenen Reste von Raupenhaut und Kopfkapsel mit einiger Wahrscheinlichkeit *H. irregularis* als Wirt zugeordnet werden. Bei einer Raupe auf dem Mainzer Sand konnte das Schlüpfen der Parasitoiden-Larve jedoch direkt beobachtet werden. Es ist nicht ganz auszuschließen, dass ein Teil der Parasitoide aus Raupen anderer Noctuiden-Arten geschlüpft waren, da auch die Raupen anderer Arten an *G. fastigiata* und *S. otites* leben. Jedoch wurden Raupen anderer Noctuiden in der Regel nur in wenigen Einzelexemplaren gefunden und im Fall einer Raupe von *M. pallens* war diese Wirt einer anderen Parasitoiden-Art aus der Gattung



Abb. 7: Frischer Falter im Blütenstand von *S. otites* ruhend; NSG Düne am Ulvenberg; 16.08.2017 – Foto: Matthias Sanetra



Abb. 8: Abgeflogener Falter im Blütenstand von *S. otites* ruhend; FFH-Gebiet Weißer Berg bei Darmstadt; 28.08.2017 – Foto: Matthias Sanetra



Abb. 9: Larvalhabitat, im Vordergrund ist eine blühende und mit Raupen besetzte Pflanze von *S. otites* zu sehen; FFH-Gebiet Weißer Berg bei Darmstadt; 09.08.2021 – Foto: Dennis Sanetra



Abb. 10: Habitat auf einer künstlich angelegten Dünen-Restitutionsfläche; Restitutionsfläche am ND Seeheimer Düne; 10.08.2021 – Foto: Dennis Sanetra



Abb. 11: Raupe im 2. Larvenstadium an *S. otites*; Restitutionsfläche am ND Seeheimer Düne; 10.08.2021 – Foto: Dennis Sanetra



Abb. 12: Raupe im frühen 3. Larvenstadium mit typischem Fraßbild an den unreifen Samenkapseln von *S. otites*; Zucht; 02.09.2021 – Foto: Dennis Sanetra



Abb. 13: Raupe im 3. Larvenstadium im Blütenstand von *S. otites*; FFH-Gebiet Weißer Berg bei Darmstadt; 09.08.2021 – Foto: Dennis Sanetra



Abb. 14: Raupe im 3. Larvenstadium im Fruchtstand von *S. otites* im Hintergrund ist dichter Grasbewuchs und einige Pflanzen des Ruderalzeigers *Conyza canadensis* erkennbar; Griesheimer Düne, Streitgewann; 26.08.2021 – Foto: Dennis Sanetra



Abb. 15: Ausgewachsene Raupe beim Fressen an ausgereiften Samenkapseln von *S. otites*; Zucht; 21.09.2021 – Foto: Dennis Sanetra



Abb. 16: Ausgewachsene Raupe tagsüber beim Fressen an ausgereiften Samenkapseln von *S. otites*; NSG ehemaliger August-Euler-Flugplatz; 29.09. 2021 – Foto: Dennis Sanetra



Abb. 17: *S. otites* Pflanzen in verschiedenen Stadien der Blütenentwicklung, am Boden sind die vielen Blattrosetten gut zu erkennen; Restitutionsfläche am ND Seeheimer Düne; 10.08.2021 – Foto: Dennis Sanetra



Abb. 18: Raupe beim Fressen im Fruchtstand von *S. otites* im letzten Larvenstadium mit typischer Pfeilspitzen-Schenkelzeichnung; FFH-Gebiet Beckertanne; 27.08.2017 – Foto: Matthias Sanetra



Abb. 19: Raupe im 4. Larvenstadium im Blütenstand von *G. fastigiata*; NSG Mainzer Sand; 22.09.2021 – Foto: Dennis Sanetra

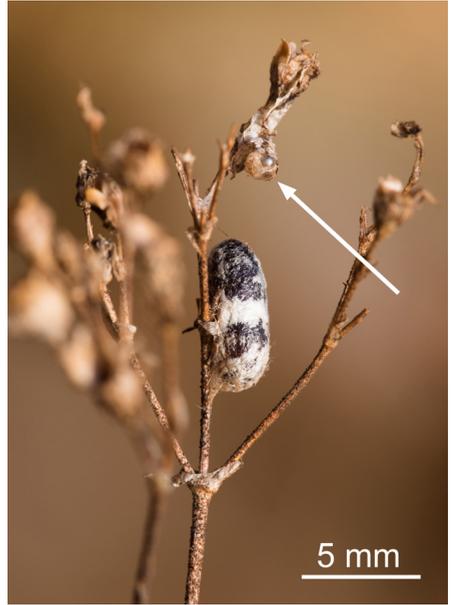


Abb. 20: Parasitoiden-Kokon von *Hyposoter didymator* im Fruchtstand von *G. fastigiata*. Die verbliebene Raupe mit Kopfkapsel ist oberhalb zu erkennen; NSG Mainzer Sand; 22.09.2021 – Foto: Dennis Sanetra



Abb. 21: Pflanze von *G. fastigiata* mit Blüten- und Fruchtständen im Habitat; NSG Mainzer Sand; 22.09.2021 – Foto: Matthias Sanetra



Abb. 22: Überwinternde Puppe; Zucht; 21.09.2021 – Foto: Dennis Sanetra

Cotesia (Hymenoptera: Braconidae: Microgastrinae). Diese Gruppe zeichnet sich auch durch einen stark unterschiedlichen Kokon im Gegensatz zu *Hyposoter* aus und befällt Raupen oft mit mehreren Individuen (gregäre Lebensweise).

Diskussion

Artnachweis

Die Mehrzahl der Nachweise in dieser Studie wurde durch Raupenfunde erzielt (Tab. 2), weshalb die Methodik als prioritär anzusehen ist. Die Suche nach den in der Dämmerung um die Blüten der Wirtspflanzen schwärmenden Faltern eignet sich ebenfalls als gute Nachweismethode. Nur bei sehr geringen Bestandsdichten ist dies nicht anzuraten und die Raupensuche in jedem Fall vorzuziehen. Der Vorteil der Raupensuche oder des Falternachweises an den Blüten ist zudem die Möglichkeit das Reproduktionshabitat (im Hinblick auf die Biotoppflege) exakt zu bestimmen. Weiterhin lassen sich bei der Raupensuche mehr Fundstellen in kürzerer Zeit kontrollieren als bei nächtlicher Faltersuche. Vorzugsweise sind die dritten und vierten Larvenstadien für die Raupensuche geeignet, denn diese sind mit vertretbarem Aufwand für geübte Personen relativ leicht auffindbar. Dabei sind jahreszeitlich am besten die Raupen der 1. Generation von Mitte Juli bis Mitte August zu finden. Auch bei anderen Arten der Gattung *Hadena* ist bekannt, dass sich die Raupensuche teilweise besser für den Artnachweis eignet als die Beobachtung der Falter (z. B. WAGNER 2008). Jedoch wurde diese Methode bei *H. irregularis* offenbar bislang nur wenig angewendet, obwohl die Art zum Beispiel auf dem Mainzer Sand allein durch Raupenfunde wiederentdeckt wurde (LEPIFORUM 2022).

Die gezielte Suche nach erwachsenen Raupen ist aus den nachfolgenden Gründen zum Artnachweis ungeeignet. Die L5-Raupen befinden sich offenbar nur zum Fressen an den Fruchtständen der Pflanzen und wurden bei den Kontrollen deutlich seltener gefunden. Einer der Gründe dafür ist wahrscheinlich, dass weniger Raupen bis in späte Stadien überleben (vgl. Ergebnisse zum Parasitoiden-Befall). GELBRECHT & RICHERT (2000) berichten, dass die Raupe sich oft auch in der Erde verbirgt und besser nachts gesucht werden sollte. Ebenso schreibt ERNST (2003), dass die Raupen hauptsächlich nachtaktiv wären. Über das Stadium wird dabei keine Angabe gemacht, wahrscheinlich aber waren erwachsene Raupen gemeint. Raupen, die sich tatsächlich in der Erde vergraben, wurden während der Studie nicht beobachtet, aber dass sich die erwachsenen Raupen tagsüber oft in der Streuschicht verbergen scheint vorstellbar und wurde so auch in einem Fall beobachtet. Die Raupensuche bei Nacht wurde nicht durchgeführt, Raupen der letzten Stadien waren jedoch auch bei Tag und sogar bei sonnigem Wetter anzutreffen. Diese Befunde sprechen gegen eine ausgeprägte Nachtaktivität der Raupen.

Der Lichtfang muss für den Nachweis von *H. irregularis* als wenig geeignet angesehen werden, da auch bei hohen Falterdichten oft nur wenige Falter vom Licht angezogen werden (vgl. GELBRECHT & RICHERT 2000; ERNST 2003; eigene Daten). Selbst wenn zuvor ein guter Schwärmflug beobachtet werden konnte, war die Anzahl der durch Lichtfang nachgewiesenen Falter gering, in manchen Fällen wurden sogar gar keine Falter vom Licht angezogen (ERNST 2003). Alle verfügbaren Beobachtungen weisen somit darauf hin, dass die Affinität zu Lichtquellen bei *H. irregularis* nicht stark ausgeprägt ist.

Phänologie

Durch die Zucht und den Schlupf eines Falters aus einer Puppe der 1. Generation konnte die Ausbildung einer partiellen 2. Generation von *H. irregularis* in Südhessen belegt werden. Ein sehr ähnliches Bild zeigt sich für das Kyffhäuser-Gebiet in Thüringen, wobei aus Raupen, die vom 13.07. bis 04.08.2013 gesammelt wurden, ein Falter am 23.08. schlüpfte (LEPIFORUM 2022). Weitere Hinweise auf eine 2. Generation finden sich in Brandenburg, denn einzelne Nachweise aus dem August werden als Falter einer partiellen 2. Generation angesehen, die auch bei der Zucht gelegentlich auftritt (GELBRECHT & RICHERT 2000). Es ist somit davon auszugehen, dass die partielle 2. Generation im gesamten mitteleuropäischen Verbreitungsgebiet, bestimmt jedoch

bei den deutschen Populationen ausgebildet wird. ERNST (2003) gibt für die Jahre 1999 bis 2000 für Südhessen eine Flugzeit vom 07.06 bis zum 04.09. an. In Brandenburg erfolgt der Falterflug von Anfang Juni bis in den Juli (05.06. bis 14.07.) mit einzelnen Nachweisen im August (GELBRECHT & RICHERT 2000). Diese Angaben lassen sich mit der in Abbildung 4 vorgeschlagenen Phänologie in Einklang bringen.

Die Lücke zwischen den beiden Generationen ist bei *H. irregularis* offenbar sehr kurz, sodass beide Generationen teilweise ineinander übergehen. In manchen Jahren kann der Verlauf der Witterung diesen Effekt noch verstärken. Eine sehr ähnliche Phänologie kann bei anderen xerothermophilen Arten wie dem Wolfsmilchschwärmer (*Hyles euphorbiae*) beobachtet werden. Auch hier laufen die Generationen durch individuell stark unterschiedliche Entwicklungszeiten der Raupen oftmals ineinander, aber typischerweise liegt das Maximum der Raupenfunde im Juli/August und dann wieder im September/Oktober. Insgesamt scheint die Raupenzeit bei *H. irregularis* um ca. 1 Woche länger zu sein als bei *H. euphorbiae*, sodass die Trennlinie zwischen den Generationen zusätzlich verschwimmt.

Bestandssituation in Rheinland-Pfalz

Die Rote Liste Rheinland-Pfalz führt *H. irregularis* als ausgestorben an (SCHMIDT 2013). Als Konsequenz dieser offenbar schon vor deren Erscheinen verbreiteten Annahme, ist dies in der Literatur mehrfach zitiert und in Umlauf gebracht worden (z. B. ERNST 2003; STEINER et al. 2014). Die damaligen Neufunde durch HERBERT BECK 2007 (RLP-SCHMETTERLINGE-BW 2022; LEPIFORUM 2022) wurden wohl übersehen. Im Gegensatz dazu belegen die hier dargestellten wiederholten Funde von *H. irregularis* ein kontinuierliches und weitgehend stabiles Vorkommen auf dem Mainzer Sand. Daher ist die Rote Liste in diesem Punkt zu revidieren. Es ist davon auszugehen, dass sich die Art am Mainzer Sand trotz Isolation vor allem aufgrund der Gebietsgröße und der mittlerweile adäquaten Biotoppflege halten konnte. Ein Aussterben in der nahen Zukunft muss nicht befürchtet werden.

Trotz intensiver Suche auf dem Westteil des Mainzer Sandes und der Umgebung des angrenzenden Lennebergwaldes, konnten in der Umgebung des Hauptvorkommens keine weiteren Nachweise von *H. irregularis* erbracht werden. Somit handelt es sich hierbei nach derzeitigem Stand um eine stark verinselte Reliktpopulation. Dennoch ist nicht auszuschließen, dass im Umfeld noch kleinere Restvorkommen existieren, da die Nachsuche nicht erschöpfend durchgeführt werden konnte. Der Lennebergwald bietet im Anschluss an den Mainzer Sand ein vergleichsweise gut zusammenhängendes Gebiet mit möglichen kleinflächigen Habitaten für *H. irregularis*. Auch weiter westlich im Gebiet der Sandgrube Weilersberg ist ein Vorkommen nicht auszuschließen, aber wegen der geographischen Isolation und den geringen Wirtspflanzen-Beständen nicht besonders wahrscheinlich. Eine weitere Nachsuche ist in diesen Bereichen anzustreben.

Bestandssituation in Hessen

Die Population im Raum Darmstadt-Bergstraße in Südhessen stellt die größte zusammenhängende Population von *H. irregularis* (mit neun Einzelstandorten) in der Oberrheinebene dar. Wahrscheinlich übersteigt die Bestandsgröße insgesamt die des Mainzer Sandes in Rheinland-Pfalz. In Hessen ergibt sich aus der Summe aller Einzelvorkommen eine deutlich größere Gebietsfläche (Tab. 3), auch wenn nur wenige Standorte ausgedehnte Habitatflächen aufweisen, wie z. B. der nordöstliche Teilbereich des FFH-Gebiets Beckertanne (8 ha). Zwar ist das Gelände des ehemaligen August-Euler-Flugplatzes relativ groß (70 ha), aber die Flächenanteile mit Vorkommen der Wirtspflanze betragen nur einen Bruchteil von der Gesamtfläche (etwa 12 ha).

Die Vernetzung der Gebiete ist im nördlichen Teil des Biotopkomplexes (Hessische Rheinebene westlich von Darmstadt) trotz einiger Ausbreitungsbarrieren, wie der Autobahn A5 und landwirtschaftlichen Ackerflächen, aufgrund der meist geringen Entfernungen (< 1 km) als gut einzuschätzen. Der August-Euler-Flugplatz und die Beckertanne sind nahe benachbart und zum Vorkommen am Weißen Berg bei Darmstadt besteht ein Ausbreitungskorridor durch die Pfungstädter Hausschneise mit dazwischen liegenden Trittstein-Elementen. Zu diesem Biotopverbund gehört sehr wahrscheinlich auch der Dagger-Komplex (militärischer Stützpunkt; Teil des FFH-

Gebiets ‚Beckertanne von Darmstadt mit angrenzender Fläche‘, 40 ha), wo ein Vorkommen von *H. irregularis* sehr wahrscheinlich ist. Das Gelände konnte jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht werden, da eine Betretungsgenehmigung erforderlich ist. Der Dagger-Komplex würde eine direkte Verbindung zum kleinen Vorkommen an der Griesheimer Düne ‚Streitgewann‘ herstellen.

In den südlichen Teilen des Biotopkomplexes überwiegen kleine bis sehr kleine Flächen deren Vernetzung als schlechter einzustufen ist. Die zwei Lokalitäten an der Bergstraße bei Darmstadt-Eberstadt (NSG Düne am Ulvenberg und NSG Lerchenberg und Kernesbellen) liegen etwa 2-3 km entfernt von den Hauptvorkommen im Norden (Abb. 2). Die Pfungstädter Hausschneise könnte eine Korridorfunktion zu diesen weiter südlich gelegenen Teilen des Arealen einnehmen. Nochmals etwa 4 km weiter südlich, an der Bergstraße bei Seeheim-Jugenheim, liegen zwei weitere Vorkommen. Die heute dort vorhandene Sandrasenvegetation ist vorwiegend auf die künstliche Anlage von Sandflächen zurückzuführen (siehe Ergebnisse). Der größere Teil der Habitatflächen liegt angrenzend an das Naturdenkmal ‚Seeheimer Düne‘ entlang der B3. Durch Ackerflächen getrennt findet sich dann etwa 600 m weiter südlich eine weitere Restitutionsfläche nahe des FFH-Gebietes ‚Düne Neben Schenkenäckern zwischen Seeheim und Jugenheim‘, die von *H. irregularis* besiedelt wurde. Die Funde auf den künstlich aufgeschütteten Sandflächen belegen eine gewisse Ausbreitungsfähigkeit der Art, sobald geeignete Habitate zur Verfügung stehen. Ein früheres Vorkommen wurde für das etwas weiter südlich an der Bergstraße gelegene Bickenbach angegeben (KRISTAL 1980). Dies könnte sich auf das heutige NSG Kalksandkiefernwald bei Bickenbach beziehen, von dem es trotz geringer Wirtspflanzen-Bestände auch einen aktuellen Falternachweis gibt. Das Gebiet markiert nach derzeitiger Kenntnis den Südrand des Verbreitungsareals von *H. irregularis*. Im Raum Darmstadt-Bergstraße scheint eine gewisse Vernetzung aller Einzelflächen im Biotopverbund den Austausch zwischen den Flächen und eine begrenzte Neubesiedelung von Flächen zu ermöglichen. Es ist anzunehmen, dass Entfernungen von 1-2 km für eine Neubesiedelung von der Art problemlos zu überwinden sind.

Einschätzung für Baden-Württemberg

Hadena irregularis ist nach EBERT (1998) in Baden-Württemberg ausgestorben oder verschollen. Die Autoren sind jedoch trotz historischer Meldungen nicht überzeugt, dass die Art im Gebiet früher bodenständig war. Die einzigen zweifelsfreien Nachweise stammen von Graben-Neudorf (11.06.1917) und von Schwetzingen (31.05.1933). Die Annahme es könnte sich dabei um umherstreifende oder verschleppte Exemplare gehandelt haben, erscheint jedoch bei dieser nur wenig wanderfreudigen Art noch weniger plausibel. Aufgrund der disjunkten Verbreitung von *H. irregularis* hätte eine Zuwanderung damals schon aus sehr großer Entfernung erfolgen müssen (grob geschätzt ca. 50 km). Ausgehend von den eigenen Daten scheint die Art keinen besonders ausgedehnten Aktionsradius zu besitzen. So wurden die Falter in der Mehrzahl nahe oder direkt im Reproduktionshabitat gefunden und die Besiedelung weit entfernt liegender Habitate konnte nicht belegt werden.

Zur Frage der früheren Bodenständigkeit von *H. irregularis* in Baden-Württemberg sind die erbrachten Resultate durchaus aufschlussreich. Zwar konnten trotz mehrmaliger intensiver Suche weder Raupen noch Falter nachgewiesen werden, jedoch wurden im Bereich der Sandhäuser Dünen und bei Schwetzingen für *H. irregularis* prinzipiell sehr gut geeignete Habitate ausfindig gemacht. EBERT (1998) berichtet hingegen über ein Fehlen von ausreichend großen Beständen von *S. otites*. Die vorgefundenen Biotope in der Hardtebene unterschieden sich in ihrer Ausdehnung, dem Bestand an *S. otites* und der Zusammensetzung augenscheinlich nicht von einigen der Fundorte im Raum Darmstadt. Allein die großräumige Vernetzung erscheint hier nicht mehr gegeben. Zum Beispiel sind die Sandhäuser Dünen schon lange von den Flächen bei Schwetzingen unüberwindbar isoliert (ca. 10 km über städtisches Gebiet und Agrarland). Hinzu kommt, dass die beiden Teilgebiete der Sandhäuser Dünen ihrerseits fast 2 km voneinander entfernt liegen und durch die Stadt Sandhausen getrennt sind. Dabei ist die Düne am ‚Pferdstrieb‘ mit den größten Vorkommen von *S. otites* ganz am Rand des Habitatverbunds gelegen und mit einer potenziellen Habitatfläche von 3 ha relativ klein.

Ein historisch bodenständiges Vorkommen, als südlicher Ausläufer der Populationen in der nördlichen Oberrheinebene, ist damit aus unserer Sicht eine durchaus wahrscheinliche Annahme. Vermutlich erlosch dieses jedoch durch die starke Habitatfragmentierung im Zusammenspiel mit den nicht ausreichend großen Rückzugsräumen. Die Neufunde bei Darmstadt und die vorübergehend als ausgestorben geltende Population des Mainzer Sandes zeigen aber, dass *H. irregularis* trotz naturschutzfachlicher Aktivität auf den Flächen auch übersehen werden kann. Es kann daher nicht absolut ausgeschlossen werden, dass sich Restbestände von *H. irregularis* in einem kleinen Areal in Baden-Württemberg noch unentdeckt erhalten haben.

Gefährdungsursachen

Hadena irregularis ist an das Vorkommen ihrer Wirtspflanzen gebunden und damit in der Oberrheinebene strikt an den Lebensraum der Sandrasenvegetation. Die Gefährdungsursachen sind dadurch eng mit denen der Sandrasen selbst verknüpft. Der fortschreitende Flächenverlust durch Bebauung und Änderung der Flächennutzung ist als größter Gefährdungsfaktor anzusehen. Ein Großteil der Restbestände von *H. irregularis* befindet sich innerhalb von Schutzgebieten (sieben von zehn Lokalitäten), sodass diese Form von gravierenden Beeinträchtigungen wohl auch langfristig auszuschließen ist. Die drei Vorkommen, welche nicht unmittelbar in Schutzgebieten liegen (‚Streitgewann‘ an der Griesheimer Düne, zwei Restitutionsflächen bei Seeheim-Jugenheim) werden naturschutzfachlich betreut oder sind zumindest im Fokus von Landschaftspflegemaßnahmen.

Ein bedeutsamer Gefährdungsfaktor ist die zunehmende Verinselung der Lebensräume. Weitere Gebiete, die sich als Habitate noch eignen würden, sind vielfach zu weit von den bestehenden Populationen entfernt, sodass eine Wiederbesiedelung nicht möglich erscheint. Zudem sind viele dieser potentiellen Habitatflächen in einem schlechten Pflegezustand und weisen entweder nur noch geringe oder keine Vorkommen der Raupennahrungspflanzen mehr auf. Es zeigt sich, dass besonders diese Flächen stark durch Zuwachsen mit invasiven Pflanzen wie dem Hundszahngras (*Cynodon dactylon*) und teilweise auch dem Land-Reitgras (*Calamagrostis epigejos*) beeinträchtigt sind. Auch die bei fehlender oder unzureichender Pflege fortschreitende Sukzession verdrängt die Dünen- und Sandrasenvegetation. Ersichtlich wurde das auf einigen Flächen (z. B. Sandgrube am Weilersberg, Sandgebiete bei Alsbach) durch die starke Präsenz von Ruderalzeigern, wie dem Kanadischen Berufkraut (*Conyza canadensis*) und teilweise sogar durch das Vorhandensein von jungen Weiden, Pappeln und Robinien.

Die intensive Landwirtschaft trägt ebenfalls zur Gefährdung von *H. irregularis* bei. Einerseits durch den zuvor erwähnten Flächenverbrauch, zusätzlich aber auch durch Nährstoffeintrag und Pestizidbelastung (z. B. BRÜHL et al. 2021). Ein großer Teil der Flächen liegt in direkter Nachbarschaft zu intensiv genutztem Ackerland. Die Eutrophierung der Flächen trägt, ohne adäquate Pflege, einen großen Teil zum langfristigen Verschwinden der Sandrasenvegetation bei. Ein Anzeichen für diese Eutrophierung ist das Vorkommen von Stickstoffzeigern wie etwa der Grünen Borstenhirse (*Setaria viridis*) beispielsweise in den Flächen am ‚Streitgewann‘ an der Griesheimer Düne. Es ist dringend geboten, solche gefährdeten Flächen durch consequentere Pflegemaßnahmen zu sichern, da in späten Sukzessionsstadien eine Wiederherstellung der Flächen aufwändiger und schwieriger wird.

Eine Beweidung zu ungünstigen Zeitpunkten und/oder mit zu hoher Intensität kann den Bestand von *H. irregularis* massiv schädigen. Die Raupen entwickeln sich in zeitlicher Abfolge mit dem Heranreifen der Blütenstände, sodass für die Eiablage ein bestimmter Entwicklungszustand in der Blütenbildung ausgewählt wird. Die Blütenstände der Wirtspflanzen stellen zudem eine sehr karge Nahrungsquelle dar. Daher ist es entscheidend, dass den ausgewachsenen Raupen mit dem größten Nahrungsbedarf die unreifen Samen zur Verfügung stehen, denn diese sind vermutlich besonders nährstoffreich. Es ist deshalb von großer Bedeutung, dass während der Fortpflanzungsperiode von *H. irregularis* ständig Blütenstände von *S. oites* (oder *G. fastigiata*) im entsprechenden Reifezustand vorhanden sind. Beweidung oder Mahd zu Zeitpunkten, welche die Pflanzen nicht zur richtigen Zeit zur Blüte kommen lassen oder gar die Blüte der Pflanzen komplett verhindern, stellt in intakten Habitaten mit Biotoppflegemaßnahmen den wichtigsten

Gefährdungsfaktor dar. In Gebieten mit starker Schafbeweidung (z. B. Viernheimer Heide) wurden teilweise Pflanzen von *S. otites* vorgefunden, die durch den Beweidungsdruck einen an den Boden angedrückten Habitus entwickelt hatten. Weiterhin bildeten diese durch die ungünstigen Beweidungszeitpunkte auch keine Blütenstände mehr aus, da diese schon in frühen Entwicklungsstadien abgeweidet worden waren. Auch GELBRECHT & RICHERT (2000) weisen darauf hin, dass *S. otites* stark von Schafen verbissen wird, wodurch den Raupen die Nahrungsgrundlage entzogen wird. Zudem kann die periodisch auftretende Vermehrung lokaler Kaninchenpopulationen offenbar einen negativen Effekt ähnlich einer intensiven Beweidung ausüben. Der Rückgang des Blütenangebots durch starke Kaninchenbeweidung konnte in diesem Zusammenhang gezeigt werden (FAUST et al. 2007). Bei der Wahl der Beweidungsintensität und des Beweidungszeitraums ist ein möglicher Zielkonflikt mit anderen Arten der Sandrasen zu sehen.

Schutzempfehlungen

Da außer den Populationen bei Mainz und Darmstadt nur noch vier bis fünf weitere Verbreitungsiseln von *H. irregularis* in ganz Deutschland existieren (SCHMETTERLINGE-D 2022), kommt den Bundesländern Rheinland-Pfalz und Hessen eine bedeutende Rolle beim Schutz dieser Art zu. Die beiden Länder tragen nicht nur eine besondere Verantwortung für den Erhalt in Deutschland, sondern in ganz Mitteleuropa, da die Art wie einleitend erwähnt nur sehr lückenhaft verbreitet ist. *Hadena irregularis* wird in Hessen im Rahmen der Hessischen Biodiversitätsstrategie aufgeführt (als sogenannte Hessen-Art). Das bedeutet, dass Hessen diesen Arten einen besonderen Status zuweist und für deren Erhaltung eigene Fördermöglichkeiten für Schutzmaßnahmen bereitgestellt werden. In Rheinland-Pfalz hingegen wurde die Bedeutung von *H. irregularis* auf landesweiter Ebene bislang nicht erkannt, da sie auf der aktuellen Roten Liste irrtümlich als ausgestorben aufgeführt wird (SCHMIDT 2013).

Der geeignete Habitatschutz von *H. irregularis* stellt eine gewisse Schwierigkeit dar, denn eine Beweidung der Sandrasen ist einerseits notwendig für deren Erhalt, andererseits kann sie auch die Lebensgrundlage der Art vernichten (die Blütenstände der Wirtspflanzen). In einem großen, intakten Biotopverbund steht Arten, die auf ständige Offenhaltung ihrer Habitate angewiesen sind, genügend Raum zum Ausweichen zur Verfügung. Hingegen ist dies auf den nur noch eng begrenzten Restflächen der bestehenden Habitate zunehmend schwierig bis unmöglich. Für die Offenhaltung des Bodens (Störstellen), ein Zurückdrängen von invasiven Pflanzen, die Ausmagerung oder für Tierarten mit einer Präferenz für vegetationsarme Bereiche (z. B. einige Wildbienen) ist eine höhere Beweidungsintensität oft erforderlich. Es ist aber darauf zu achten eine intensivere Beweidung nur auf Teilflächen durchzuführen, auf denen dies zum Erhalt der Sandrasenvegetation und lückigen Bodenstellen oder zum Erhalt anderer Zielarten unbedingt erforderlich ist.

Damit blühende Wirtspflanzen in ausreichender Menge zur Verfügung stehen, sollte während der Falterflugzeit und Raupenentwicklung von *H. irregularis* keine Beweidung auf den Reproduktionsflächen stattfinden. GELBRECHT & RICHERT (2000) schlagen als Zeitraum für diese Beweidungspause Juni bis Mitte August vor. Die vorliegende Arbeit hat jedoch gezeigt, dass *H. irregularis* in der Oberrheinebene regelmäßig eine 2. Generation ausbildet und Raupen bis in den Oktober hinein gefunden werden können. Der Zeitraum sollte daher erweitert und eine Beweidung oder Mahd keinesfalls später als Mitte Mai und nicht vor Oktober erfolgen. Das Beispiel zeigt, wie wichtig das Verständnis der regionalen Phänologie von Insektenarten ist, um die Pflegemaßnahmen sorgfältig abzustimmen. Ein zusätzlicher früher Weidegang im April/Mai könnte Abhilfe schaffen, um eine stärkere Reduktion des Aufwuchses zu erreichen als nur unter einer herbstlichen Beweidung.

Eine zu hohe Beweidungsintensität auf der kompletten Gebietsfläche wirkt sich in der Regel negativ auf die Vorkommen von *H. irregularis* aus. Für großflächige Bestände von *S. otites* und *G. fastigata*, die meistens räumlich eng begrenzt sind, sollte eine angepasste Beweidung nur auf Teilflächen möglich sein. Ein gutes Beispiel hierfür findet sich aktuell auf dem Mainzer Sand. Dort findet eine Beweidung mit Eseln statt, die in Bezug auf die Besatzdichte mit häufig wechselnden Flächen verträglich ist und sporadisch Offenbodenstellen schafft. Durch diese kleinpar-

zellierte Pflege erscheint für *H. irregularis* die kontinuierliche Möglichkeit zur Reproduktion nicht gefährdet. Im FFH-Gebiet Beckertanne bei Darmstadt werden die Schafe zur Beweidung der ebenfalls großen Fläche nur sehr extensiv für überschaubare Zeiträume eingesetzt. Die stabile Population von *H. irregularis* (siehe Tab. 2) ist dafür ein guter Indikator. Stattdessen werden an der Griesheimer Düne ‚Streitgewann‘, dem NSG Lerchenberg und Kernesbellen sowie auf dem August-Euler-Flugplatz die Probleme der Beweidung deutlich, denn die Wirtspflanzen-Bestände sind hier nur eng begrenzt, sodass sich ein flächiges Abfressen zur Blütezeit negativ auswirkt (Tab. 3). Ein Auszäunen der für *H. irregularis* sensiblen Bereiche ist eine denkbare Gegenmaßnahme, die z. B. auf dem August-Euler-Flugplatz gut durchführbar wäre.

Weil die Habitate von *H. irregularis* teilweise sehr kleinflächig sind und oft in großer Entfernung voneinander liegen, sind Maßnahmen zur Wiedervernetzung von großer Bedeutung. Nur durch das Anlegen sogenannter Trittstein-Biotope kann ein dauerhafter Austausch zwischen den Vorkommen ermöglicht werden. Durch einen möglichst großen, gut vernetzten Habitatverbund kann sichergestellt werden, dass die Populationen stabil bleiben und widerstandsfähig gegenüber Störfaktoren bleiben, etwa außergewöhnlichen Wetterereignissen. Insofern sollte die Einbindung momentan nicht besiedelter Flächen in den Verbund erreicht werden, wie zum Beispiel der Pfungstädter Düne oder der Trockenbiotope bei Bickenbach und Alsbach. Die Ausbildung eines größeren Biotopnetzwerkes lässt sich zudem mit den botanischen Schutzziele für die Erhaltung der Sandrasenvegetation in Einklang bringen. Durch gezielte Pflegemaßnahmen wie Entbuschen und angepasste Beweidung sind Flächen auf denen die Wirtspflanze noch vorkommt möglicherweise schnell wieder in einen guten Zustand zu bringen. Mischbeweidung mit Schafen und Eseln ist dabei besonders gut für Flächen mit fortgeschrittener Sukzession geeignet (SCHWABE et al. 2015). Flächen mit bereits verlorener Sandrasenvegetation können durch gezielte Ausbringung von Saatgut oder Mahdgut (Diasporen) und Offenlegung des Sandbodens wiederhergestellt werden. Dabei sollte der Vermehrung von *S. otites* bei den Pflegemaßnahmen in Südhessen besonderes Augenmerk gewidmet werden.

Falls keine geeigneten Flächen zur Verfügung stehen oder der Sandboden bereits zu stark mit Nährstoffen angereichert ist, kann als weitere Maßnahme die Aufschüttung von Sand oder Bodenprofilinversion erfolgen. Die bisherigen Projekte der TU Darmstadt zeigten mit diesen Methoden sehr gute Erfolge bei der Wiederherstellung und Neuschaffung von Sandrasen (SCHWABE et al. 2015). Stabile Vorkommen von *H. irregularis*, die auf den beiden Restitutionsflächen bei Seeheim-Jugenheim vorgefunden wurden, bestätigen sowohl die Durchführbarkeit als auch den Erfolg solcher Maßnahmen. Die Umsetzung vergleichbarer Projekte wäre zum Schutz von *H. irregularis* in räumlicher Nähe zu bestehenden Vorkommen in jedem Fall zu begrüßen.

Tab. 3: Gefährdungseinschätzung von *Hadena irregularis* in der nördlichen Oberrheinebene (Umgebung Mainz, Raum Darmstadt-Bergstraße). Die Habitatgröße wurde zu Vergleichszwecken anhand von Luftbildern grob ermittelt. Der Pflegezustand wird in drei Kategorien von gut bis schlecht (++/+/–) abgeschätzt, ebenso die Gefährdung von gering bis stark (–/+/++).

Fläche	Habitatgröße (ha)	Pflegezustand	Gefährdung	Gefährdungsfaktoren
Mainzer Sand	14	++	–	Nicht erkennbar
August-Euler-Flugplatz	12	+	+	Beweidung
Beckertanne	8	++	–	Nicht erkennbar
Griesheimer Düne ,Streitgewann‘	4	–	++	Eutrophierung, Ruderalisierung, Beweidung
Weißer Berg	0,7	++	+	Ruderalisierung, Verbuschung
Düne am Ulvenberg	0,8	++	–	Nicht erkennbar

Fläche	Habitatgröße (ha)	Pflegezustand	Gefährdung	Gefährdungsfaktoren
Lerchenberg & Kernesbellen	0,1	+	++	Ruderalisierung, Beweidung, geringe Flächengröße
Seeheimer Düne	0,8	++	–	Nicht erkennbar
Düne Neben Schenckenäcker	0,4	++	–	Nicht erkennbar

Fazit

Es wird dringend empfohlen die bekannten Vorkommen von *H. irregularis* in Rheinland-Pfalz und Hessen in regelmäßigen Abständen einem Monitoring zu unterziehen und die Art in die Pflegepläne der Schutzgebiete einzubeziehen. Als Methode für das Monitoring wird die Suche von L3- bis L4-Raupen oder alternativ die Suche nach schwärmenden Faltern in der Dämmerung vorgeschlagen. Eine Erweiterung und Wiederherstellung der bestehenden Sandgebiete zu einem vernetzten Biotopverbund ist essenziell für den langfristigen Erhalt von *H. irregularis* und auch der Sandrasengemeinschaften. Aus diesem Grund sollte ein Artenhilfsprojekt im Rahmen der Hessischen Biodiversitätsstrategie in Betracht gezogen werden. Pilotprojekte wie die Restitutionsflächen bei Seeheim-Jugenheim zeigen den Erfolg von neu konzipierten, innovativen Maßnahmen. Die Pflege der Gebiete ist mit den Schutzzielen anderer Tier- und Pflanzenarten abzustimmen. Dabei ist besonders auf die Beweidungsintensität und Mosaikpflege mit Aussetzung der Beweidung zwischen Mai und Oktober zu achten. Ein besonderes Augenmerk ist auf die Förderung und Ausbreitung der Raupennahrungspflanzen *S. oites* und *G. fastigiata* zu legen.

Dank

Wir danken unserem Freund DR. HERBERT BECK, der mit seiner Arbeit zu den Eulenfaltern Europas diese Arbeit inspirierte und einige wertvolle Hinweise zum Vorkommen von *H. irregularis* am Mainzer Sand lieferte. MICHAEL PETERSEN und ERIK OPPER stellten uns freundlicherweise ihre Beobachtungsdaten von *H. irregularis* zur Verfügung. MATHIAS ERNST danken wir für die Bereitstellung der genauen Fundorte aus seinen früheren Untersuchungen zu dieser Art. Für die Informationen zum Vorkommen von *S. oites* an der Griesheimer Düne bedanken wir uns bei REINER STÜRZ. Der Naturschutzwart PETER WEISER (NABU Walldorf-Sandhausen) ermöglichte uns den Lichtfang auf der Sandhäuser Düne. Herr MARTIN STENGER (TU Darmstadt) gewährte uns Zugang zum NSG August-Euler-Flugplatz. Wir danken Herrn Prof. DR. KONRAD FIEDLER und Frau DR. BRIGITTE GOTTSBERGER (Universität Wien) für die DNA-Analysen und Bestimmungshilfe der gezüchteten Raupen-Parasitoide. MARTIN GÖTZ danken wir für die zusätzliche morphologische Untersuchung und Bestimmung der Raupen-Parasitoide.

Literatur

- BECK, H. (1999): Die Larven der europäischen Noctuidae – Revision der Systematik der Noctuidae (Lepidoptera: Noctuidae). Band 1. – Herbeopoliana, Marktleuthen, 5 (1): 1-859.
- BERGMANN, A.: (1954): Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands. Bd. 4/2, Eulen: Verbreitung, Formen u. Lebensgemeinschaften. – Urania, Jena, 581 S.
- BODE, A. (1941): Neue Beobachtungen über die Großschmetterlinge des Mittelrheingebiets, besonders der Umgebung Ingelheims. – Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde, Wiesbaden, 87: 95-96.
- BRÜHL, C. A., BAKANOV, N., KÖTHE, S., EICHLER, L., SORG, M., HÖRREN, T., MÜHLETALER, R., MEINEL, G. & LEHMANN, G. U. C. (2021): Direct pesticide exposure of insects in nature conservation areas in Germany. – Scientific Reports, Berlin, 11: 24144.
- EBERT, G. (HRSG.) (1998): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band 7. Nachtfalter V. – Ulmer, Stuttgart: 582 S.

- ERNST, M. (2003): Das Naturschutzgebiet „Ehemaliger August-Euler-Flugplatz von Darmstadt“ als Lebensraum sandrasentypischer Lepidopteren. – Hessische Faunistische Briefe, Darmstadt, 22 (1/2): 1-27.
- FAUST, C., STORM, C. & SCHWABE, A. (2007): Kaninchen-Beweidung im Armerio-Festucetum trachyphyllae: Blühphänologie, Phytomasse-Entzug und Fraßpräferenzen. – Hercynia N. F., Halle, 40: 177–192.
- FISCHER, U. (2018): Rote Liste und Artenliste Sachsens. Eulenfalter. – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Hrsg.), Dresden, 8: 1-70.
- FLORAWEB (2022a): *Daten und Informationen zu Wildpflanzen Deutschlands*. Artinformationen zu *Gypsophila fastigiata*. – URL: floraweb.de [Suche nach *Gypsophila fastigiata*] (zuletzt aufgesucht am 02.03.2022)
- FLORAWEB (2022b): *Daten und Informationen zu Wildpflanzen Deutschlands*. Artinformationen zu *Silene otites*. – URL: floraweb.de [Suche nach *Silene otites*] (zuletzt aufgesucht am 02.03.2022)
- FRAYSSINET, M., AUDIOT, P., CUSUMANO, A., PICHON, A. MALM, L. E., et al. (2019): Western European populations of the ichneumonid wasp *Hyposoter didymator* belong to a single taxon. – *Frontiers in Ecology and Evolution*, Lausanne, 7 (20): 1-12.
- HEINICKE, W. (1993): Vorläufige Synopsis der in Deutschland beobachteten Eulenfalterarten mit Vorschlag für eine aktualisierte Eingruppierung in die Kategorien der „Roten Liste“ (Lepidoptera, Noctuidae). – *Entomologische Nachrichten und Berichte*, Dresden, 37: 73-121.
- GAEDICKE, R. & HEINICKE, W. (Hrsg.) (1999): Verzeichnis der Schmetterlinge Deutschlands (Entomofauna Germanica 3). – *Entomologische Nachrichten und Berichte*, Dresden, Beiheft 5: 1-216.
- GELBRECHT, J. & RICHERT, A.: (2000): Aktuelle Verbreitung und ökologische Ansprüche von *Hadena irregularis* (Hufnagel 1766) in Brandenburg (Lepidoptera, Noctuidae). – *Märkische Entomologische Nachrichten*, Berlin, 2 (2): 17-22.
- HASLBERGER, A. & SEGERER, A. H. (2016): Systematische, revidierte und kommentierte Checkliste der Schmetterlinge Bayerns (Insecta: Lepidoptera). – *Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft*, München, 106 (Suppl.): 1-356.
- KARSHOLT, O. & VAN NIEUKERKEN, E. J. (2022): Fauna Europaea: Lepidoptera, Moths, Noctuidae, *Hadena irregularis*. Fauna Europaea version 2022.02. – URL: https://fauna-eu.org/cdm_dataportal/taxon/a466830f-0771-4cce-9dea-0192d5480fa9 (zuletzt aufgesucht am 01.03.2022)
- KRISTAL, P. M. (1980): Die Großschmetterlinge aus dem Südhessischen Ried und dem Vorderen Odenwald. – *Schriftenreihe Institut für Naturschutz*, Darmstadt, Beiheft 29: 1-163.
- LEPIFORUM e. V. (Hrsg.) (2022): *Hadena irregularis* (Hufnagel, 1766). – In: Lepiforum e. V. (Hrsg.) (2008–2021): LepiWiki. – URL: lepiforum.org/wiki/page/Hadena_irregularis (zuletzt aufgesucht am 24.01.2022)
- NATURGUCKER (2022): Internetplattform zur Vernetzung von Naturbeobachtern. Gemeinnützige Genossenschaft unter Beteiligung von NABU-Landesverbänden – URL: naturgucker.de [Suche nach *Silene otites*] (zuletzt aufgesucht am 24.01.2022)
- RIEDEL, M. (2015): Revision of the European species of the genus *Astiphromma* Förster, 1869. – *Spixinia*, München, 38 (1): 85-132.
- ROBENZ, W. & SCHAEFER, J.: (1987): *Lepidoptera Westfalica Noctuoidea* 64. Familie: Noctuidae Subfamilie: Hadeninae I. – *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde*, Münster, 49 (3): 1-96.
- RLP.SCHMETTERLINGE-BW (2022): Insectis-Online RLP. Datenbank Schmetterlinge Rheinland-Pfalz. Gemeinschaftsprojekt der Pollichia e.V. mit der AG Rheinisch-Westfälische Lepidopterologen e. V., dem Naturkundemuseum Karlsruhe und dem Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz. – URL: rlp.schmetterlinge-bw.de [Suche nach *Hadena irregularis*] (zuletzt aufgesucht am 24.01.2022)

- SANETRA, M. (1998): *Trogus lapidator* [Fabricius, 1787] (Hymenoptera: Ichneumonidae) aus einer Puppe von *Papilio alexanor* Esper, 1799 sowie weitere Parasitoide. – Nachrichten des entomologischen Vereins Apollo N. F., Frankfurt am Main, 19: 269-270.
- SCHMETTERLINGE-BRANDENBURG-BERLIN (2022): Online-Portal der Schmetterlinge in Brandenburg und Berlin – URL: www.schmetterlinge-brandenburg-berlin.de [Suche nach *Hadena irregularis*] (zuletzt aufgesucht am 24.01.2022)
- SCHMETTERLINGE-D (2022): Schmetterlinge Deutschlands. Online-Portal als Projekt zur Analyse der Gefährdung der Schmetterlinge Deutschlands auf der Grundlage von online-Verbreitungsdaten zur Erstellung der neuen Roten Liste. Gefördert vom Bundesamt für Naturschutz. – URL: www.schmetterlinge-d.de [Suche nach *Hadena irregularis*] (zuletzt aufgesucht am 24.01.2022)
- SCHMIDT, A. (2013): Rote Liste der Großschmetterlinge in Rheinland-Pfalz. – Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz (Hrsg.), Mainz: 159 S.
- SCHÖNBORN, C. (2020): Rote Listen Sachsen-Anhalt. 67 Großschmetterlinge (Lepidoptera part.). – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Halle, 1: 825-848.
- SCHWABE, A., EICHBERG, C., STROH, M. & STORM, C. (2015): Gefährdete Sandvegetation der nördlichen Oberrheinebene: vegetationsökologische Untersuchungen der Technischen Universität Darmstadt 1995–2013 im Landkreis Darmstadt-Dieburg und im Bereich der Stadt Darmstadt. – Braunschweiger Geobotanische Arbeiten, Braunschweig, 11: 249-300.
- STEEG, M. (1961): Die Schmetterlinge von Frankfurt am Main und Umgebung mit Angaben der genauen Flugzeiten und Fundorte. – Internationaler Entomologischer Verein e. V., Frankfurt am Main: 122 S.
- STEINER, A., RATZEL, U., TOP-JENSEN, M., FIBIGER, M. (2014): Die Nachtfalter Deutschlands. Ein Feldführer. – Bugbook Publishing, Østermarie: 878 S.
- VOGT-ROSENDORFF, C., ZEUCH, M. & NÄHRIG, D. (2005): Grunddatenerfassung zum FFH-Gebiet „Vierheimer Waldheide und angrenzende Flächen“ (Nr. 6417-304). – Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidiums Darmstadt: 58 S.
- VON REICHENAU, W. (1882): Zur Physiognomie des Mainzer Sandes. – Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde, Wiesbaden, 35: 21-61.
- WACHLIN, V., KALLIES, A. & HOPPE, H. (1997): Rote Liste der gefährdeten Großschmetterlinge Mecklenburg-Vorpommerns. – Ministerium für Landwirtschaft und Naturschutz des Landes Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.), Schwerin: 88 S.
- WAGNER, W. (2008): Nelnkeneulen der Gattung *Hadena* im Landkreis Heidenheim, Baden-Württemberg (Lepidoptera: Noctuidae). – Carolea, Karlsruhe, 66: 95-104.
- WOLF, W. & HACKER, H. (2003 [2004]): Rote Liste gefährdeter Nachtfalter (Lepidoptera: Sphingidae, Bombycidae, Noctuidae, Geometridae) Bayerns. – Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 166: 223-233.

Manuskript eingegangen am 21.10.2022

Anschrift der Verfasser

Dennis Sanetra
Schillerstraße 4
D-64372 Ober-Ramstadt
dennissanetra@gmail.com

Dr. Matthias Sanetra
Hunsrückstraße 7
D-64546 Mörfelden-Walldorf
msanetra@gmx.net