

Montane Tagfalter im Rückzug: zur Chorologie und Ökologie von *Erebia ligea* (LINNAEUS, 1758) und *Lycaena virgaureae* (LINNAEUS, 1758) im Hunsrück (Rheinland-Pfalz, Saarland)

Andreas Zapp

Title: Decline of montane butterfly species: chorology and ecology of *Erebia ligea* (LINNAEUS, 1758) and *Lycaena virgaureae* (LINNAEUS, 1758) in the Hunsrück mountains (Rhineland-Palatinate, Saarland)

Kurzfassung: In den Jahren 2007 und 2009 wurde die Verbreitung der beiden Tagfalterarten Weißbindiger Mohrenfalter (*Erebia ligea*) und Dukaten-Feuerfalter (*Lycaena virgaureae*) im Schwarzwälder Hochwald und Idarwald untersucht, beides Teilgebiete der deutschen Mittelgebirgslandschaft Hunsrück. Der Weißbindige Mohrenfalter kommt aktuell noch in zwei räumlich weit voneinander getrennten Populationen im rheinland-pfälzischen Teil des Hunsrücks vor; aus dem Saarland konnten keine bodenständigen Populationen gemeldet werden. Die Einstufung in der aktuellen Roten Liste des Saarlandes als nicht indigener Irrgast muss vorerst beibehalten werden. Der Dukaten-Feuerfalter weist vor allem im Schwarzwälder Hochwald noch eine etwas weitere Verbreitung auf, wobei die Dollberge vermutlich eine wichtige Rolle als Ausbreitungszentrum besitzen. Nachdem die Art 2006 letztmalig im Saarland nachgewiesen wurde, konnten 2009 wieder mehrere Nachweise erbracht werden. Klimatische Verbreitungsfaktoren werden diskutiert. Für den Weißbindigen Mohrenfalter werden erstmals für Deutschland Freilandbeobachtungen zum Präimaginalhabitat mitgeteilt.

Abstract: The distribution of the butterfly species Arran Brown (*Erebia ligea*) and Scarce Copper (*Lycaena virgaureae*) in the survey area of Schwarzwälder Hochwald and Idarwald, part of the low mountain range Hunsrück in the southwest of Germany, has been investigated in 2007 and 2009. The Arran Brown currently exists in two spatial separated populations in the area belonging to the federal state of Rhineland-Palatinate. There are no autochthonous populations in the Saarland, where it can appear as a non-indigenous immigrant. The Scarce Copper occurs rare but widespread in the southern part of the survey area (Schwarzwälder Hochwald), with the mountain range of the Dollberge as a possible dispersal centre. After two years of non-recording, the species was re-recorded in the Saarland in 2009. Climatic aspects of the distribution are discussed. Furthermore, field observations of the larval habitat of the Arran Brown in Germany are reported for the first time.

Keywords: low mountain range, Arran Brown (*Erebia ligea*), Scarce Copper (*Lycaena virgaureae*), montane area, climate change, Rhineland-Palatinate, Saarland

Résumé: Pendant les années 2007 et 2009, la répartition du Moiré blanc-fascié (*Erebia ligea*) et du Cuivré de la verge-d'or (*Lycaena virgaureae*) a été observé dans le Schwarzwälder Hochwald et l'Idarwald, qui font partie de la moyenne montagne du Hunsrück dans le sud-ouest de l'Allemagne. Actuellement, le Moiré blanc-fascié existe encore en deux populations disjointes dans la part rhéno-palatine du Hunsrück, en Sarre il n'y en a pas de populations natives. Pour l'instant, l'espèce doit y toujours être classée comme immigrant exceptionnel.

Le Cuivré de la verge-d'or est surtout répandu, mais rare, dans le Schwarzwälder Hochwald où la chaîne des montagnes du Dollberg joue probablement un rôle important comme centre de dispersion. En Sarre, où les dernières preuves datent de l'année 2006, l'espèce a été retrouvée en 2009. Les facteurs climatiques qui sont peut-être responsables de la répartition des espèces sont discutés. Pour la première fois en Allemagne, la ponte des œufs et l'habitat juvénile du Moiré blanc-fascié sont reportés.

Mots-clés: moyenne montagne, le Moiré blanc-fascié (*Erebia ligea*), le Cuivré de la verge-d'or (*Lycaena virgaureae*), étage montagnard, changement climatique

1 Einleitung

Zieht man den Vergleich mit den übrigen Landesteilen, sind die dem Saarland anteiligen als auch die grenznahen rheinland-pfälzischen Hunsrückbereiche in entomologischer Hinsicht vielfach noch terra incognita. Während eine Vielzahl von Entomologen in den letzten Jahrzehnten bevorzugt die wärmebegünstigten Kalklandschaften, so z. B. den zu den europäischen Prime Butterfly Areas (VAN SWAAY & WARREN 2003) zählenden Bliesgau, durchstreift haben, hat unweit davon in den Waldgebieten der Mittelgebirge fast unbemerkt ein stiller Rückgang stattgefunden. Erst im Zuge intensiver Erfassungsarbeiten zu Verbreitungsatlanen und Roten Listen (ULRICH & CASPARI in Vorb., CASPARI & ULRICH 2008) wird der drastische Verlust von Vorkommen von Tagfalterarten montan oder kontinental geprägter Gebiete deutlich (z. B. *Limenitis populi*). Als Ursache wird oftmals eine schleichende Atlantisierung des Großklimas angenommen. Der derzeit vieldiskutierte „Klimawandel“ ist in seiner tatsächlichen Ausprägung und seinen Auswirkungen jedoch kaum vorherzusehen, was in der Modellierung teils konträrer Zukunftsszenarien mündet. Unstrittig und messbar ist jedoch die Tatsache, dass seit Beginn flächendeckender Temperaturmessungen der Erdoberfläche auch auf der Südhalbkugel im Jahre 1861 ein Anstieg der mittleren globalen Oberflächentemperatur zu verzeichnen ist; hierbei lag der Anstieg im 20. Jahrhundert allein bei $0,6 \text{ °C} \pm 0,2 \text{ °C}$ (IPCC 2001). Im Zuge dieser Änderungen finden Verschiebungen von Artarealen statt. Dabei gibt es sowohl Gewinner als auch Verlierer. Während wärmeliebende Arten neues Territorium in ehemals zu kühlen Gebieten dazu gewinnen, in den wärmsten Gebieten ihres Areals dagegen aber auch Einbußen erleiden können, muss bei Arten, die aktuell offensichtlich an klimatisch kühlere Gebiete adaptiert sind, mit einem starken Rückgang gerechnet werden, sofern es ihnen nicht gelingt, sich in die neuen Gegebenheiten einzufinden. Arealprognosen für europäische Tagfalterarten werden z. B. von SETTELE et al. (2008) im „Climatic Risk Atlas of European Butterflies“ gegeben.

Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Universität Trier in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Biodokumentation des Saarlandes (ZfB) untersuchte der Autor im Jahr 2007 (sowie ergänzenden Beobachtungen im Jahr 2009) die Vorkommen des Weißbindigen Mohrenfalters *Erebia ligea* (LINNAEUS, 1758) und des Dukaten-Feuerfalters *Lycaena virgaureae* (LINNAEUS, 1758) im Naturraum Hunsrück, zwei Tagfalterarten, die als typische Vertreter der Schmetterlingsfauna montaner Waldgebiete gelten können. Die wissenschaftliche Nomenklatur der Falterarten richtet sich nach der Europaliste von KARSHOLT & RAZOWSKI (1996), die deutschen Namen folgen SETTELE et al. (2005). Die Nomenklatur der Pflanzenarten folgt der Exkursionsflora von ROTHMALER (2002), zitierte Pflanzennamen werden im Original wiedergegeben.

2 Kurzcharakteristik der Zielarten

Erebia ligea ist ein Falter der lichten Wälder sowie in Kontext mit Wäldern stehender Biotope. Dies sind deren Saum- und Übergangsbereiche inkl. der angrenzenden Offenlandflächen, Waldlichtungen, Windwurfflächen und Waldwiesen. Dazu gehören vor allem auch vollkommen anthropogen bedingte Waldlebensräume wie Schlagfluren, Forstwirtschaftswege und Schneisen (SETTELE et al. 1999, 2005; EBERT & RENNWALD 1991). Bedingt durch das Auftreten vor allem in Mittelgebirgs- und Hochgebirgswäldern und das dort herrschende Niederschlagsregime handelt es sich meist um Wälder feuchter Ausprägung. Dabei scheint die Baumartenzusammensetzung in den Wäldern kaum eine Rolle zu spielen. Vielmehr von Bedeutung ist eine ausreichend entwickelte (grasreiche) Krautschicht, die vor allem im lichten, locker gebauten Bestand zur Ausbildung kommt, sowie eine gesicherte Nektarversorgung über krautreiche Stellen im Habitat selbst oder in dessen unmittelbarer Nähe (HUEMER 2004, SONDEREGGER 2005).

Ihren vertikalen Verbreitungsschwerpunkt hat die Art im montanen Bereich. SONDEREGGER (2005) beschreibt eine Gesamt-Höhenverbreitung für die Schweiz vom Flachland bis zur Waldgrenze: „Die höchsten Populationen [...] werden [...] auf über 1900 m [...] beobachtet. Die Hauptverbreitungsgebiete liegen im Jura zwischen 700 und 1400 m, in den Alpen zwischen 800 und 1700 m“. Unter 430 m wurde die Art dort nirgends festgestellt. Dies dürfte auch die Untergrenze in den deutschen Mittelgebirgen darstellen, deren maximale Höhe dabei innerhalb des ökologischen Potentials der Art liegt, womit die Obergrenze der Verbreitung überall mit deren Gipfelregionen zusammenfällt bzw. durch diese erst begrenzt werden dürfte.



Abb. 1: Links: Männchen des Weißbindigen Mohrenfalters *E. ligea*. Pfaffenstraße, 14.7.2007. Männchen und Weibchen unterscheiden sich äußerlich kaum. Rechts: Unterseite. Gut zu erkennen ist der namengebende Makel am Vorderrand der Hinterflügel. Dieser sowie die schwarz-weiß gescheckten Flügelränder machen die Art unter den außeralpinen *Erebia*-Arten unverwechselbar. Pfaffenstraße, 31.7.2009. (Fotos: Andreas Zapp)

Unter den außeralpinen Tagfaltern stellt *E. ligea* eine Besonderheit dar: nach BINK (zit. in SETTELE et al. 1999) ist sie die einzige außeralpin in Deutschland verbreitete Tagfalterart, die stets nur eine Generation in zwei Jahren hervorbringt. Der Grund hierfür wird in der langen Dauer der einzelnen Präimaginalstadien gesehen, wobei sowohl das Ei als auch die Raupe jeweils einen Winter überdauern muss, bevor die Entwicklung weiterläuft (SONDEREGGER 2005).

Einen zweijährigen Entwicklungszyklus bescheinigen der Art auch SBN (1987), ARTMANN & REZBANYAI-RESER (2005) SOWIE LAFRANCHIS (2000), wobei systematische mehrjährige

phänologische Freilandbeobachtungen bisher anscheinend kaum durchgeführt wurden. Wenn tatsächlich eine strenge Bindung an diesen Rhythmus vorliegt, bedeutet dies, dass die Falter in ihrem Habitat nur alle zwei Jahre beobachtet werden können, und dies auch nur sofern dort keine komplementäre Population mit alternierendem Rhythmus vorkommt. Die Falter erscheinen in Mitteleuropa relativ einheitlich Anfang Juli und fliegen bis Ende August (EBERT & RENNWALD 1991, SETTELE et al. 2005, LAFRANCHIS 2000), wobei mit zunehmender Höhenlage eine geringfügig spätere Flugzeit beobachtet werden kann (SONDEREGGER 2005).

Tagfalterarten, deren Raupen an Gräsern oder Kräutern leben und den (oder einen) Winter im Eistadium verbringen, legen ihre Eier nicht zwangsläufig auch an ihren späteren Wirtspflanzen ab, sondern auch an ausdauerndem Material (abgestorbene Pflanzenteile, Moos, Steine, Stöckchen oder Falllaub bzw. Nadelstreu) in deren Umgebung (WIKLUND 1984). Diese Beobachtung wurde für viele verschiedene Arten gemacht und ist nicht familienspezifisch. Im Falle der Satyrinae, zu denen *E. ligea* zählt, deren Raupen sich alle von Gräsern (Poaceae) ernähren, ist dies ein gängiges Ablageschema, da die Fraßpflanzen in der Regel in einer hohen Deckung im Habitat vorkommen und das frisch geschlüpfte Eiräupchen mit großer Wahrscheinlichkeit alsbald eine Wirtspflanze auffinden kann. In der Literatur erwähnte Fraß- und Futterpflanzen von *E. ligea* sind *Carex sylvatica*, *Luzula spec.*, *Brachypodium spec.*, *Bromus erectus*, *Calamagrostis spec.*, *Danthonia decumbens*, *Festuca rubra*, *Melica nutans*, *Molinia caerulea*, *Poa annua*, *Sesleria coerulea*, *Sesleria spec.* (SBN 1987, SONDEREGGER 2005, SETTELE et al. 2005, WEIDEMANN 1995). Die dortigen Auflistungen basieren allem Anschein nach teilweise aufeinander, die Herkunft der Daten (Zucht oder Freiland?) ist auch nicht immer nachzuvollziehen. Verifizierte Freilandangaben stellen dabei wohl die Ausnahme dar und sind in dieser Zusammenschau fett hervorgehoben.

SONDEREGGER (2005) lokalisiert die Entwicklungsstätte der Raupen für die Schweiz folgendermaßen: „vorwiegend im Waldesinnern oder am Waldrand unter den weitausladenden Fichtenästen, vor allem am Fuß größerer Bäume“. Nach SBN (1987) bildet eine Eiablage unter freistehenden Fichten und an Waldrändern die Ausnahme, „das Weibchen legt die Eier mit Vorliebe im lichten Waldesinnern“. Gesicherte Eiablagebeschreibungen finden sich bei WIKLUND (1984), der Weibchen von *E. ligea* in Schweden beobachtete, wie sie zielgerichtete Flüge zwischen 25 und 50 m in den Waldbestand hinein unternahmen und dort ihre Eier ablegten. Unbeantwortet bleibt die Frage, ob die Weibchen zuerst die Nähe der Fraßpflanzen ausmachen, indem sie auf ihnen landen und sie einer multisensorischen Prüfung unterziehen und erst anschließend die Eier in der Umgebung ablegen, oder ob ihnen der optische Eindruck eines grasreichen Habitates als Ablagerreiz ausreicht (zur optischen Apparenz von Wirtspflanzen WIKLUND l. c.). Aus Deutschland fehlten Angaben zum Präimaginalhabitat bisher völlig.

In der Roten Liste der gefährdeten Tiere Deutschlands (PRETSCHER 1998) wurde *E. ligea* in die Vorwarnliste aufgenommen. Für Rheinland-Pfalz blieb die Einstufung als „stark gefährdet“ (Kategorie 2) in der Fassung von 1992 (BLÄSIUS et al. 1992) und der neuen, inhaltlich kaum aktualisierten Fassung (LUWG 2007) gleich. In der saarländischen Roten Liste wird die Art 1997 noch gar nicht geführt (ULRICH & CASPARI 1997), da erst später überhaupt Nachrichte der Art im Saarland bekannt wurden (ULRICH 2001). In der aktuellen Fassung (CASPARI & ULRICH 2008) wird dies jedoch berücksichtigt und die Art als Irrgast aus dem benachbarten Rheinland-Pfalz eingestuft, wodurch die Zuweisung einer Gefährdungskategorie entfällt.

Lycaena virgaureae besiedelt ebenfalls vor allem Wald- und walddnahe Biotope wie Lichtungen, Schlagfluren, Waldwege, vor allem auch innere Waldränder im Übergangsbereich zu Waldwiesen sowie zum Offenland gehende äußere Waldränder (SETTELE et al. 2005). Der vertikale Verbreitungsschwerpunkt liegt dabei im Bereich von

500–2100 m (LAFRANCHIS 2000); es gibt aber gleichfalls Vorkommen in Tieflagen, z. B. in der Oberrheinebene (EBERT & RENNWALD 1991, SCHULTE et al. 2007). DOUWES (1976) weist einem ausreichendem Windschutz sowie Nektarblütenreichtum eine Schlüsselrolle im Habitat zu, da die Fraßpflanzen (*Rumex acetosa* und *R. acetosella*, SCHULTE et al. 2007) weit verbreitet sind und häufig an Störstellen auftreten und somit selten als limitierender Faktor wirken. Als Präimaginalhabitat kommen dann auch prinzipiell solche Bereiche in Betracht, in denen Sauerampfer wächst, z. B. lückig bewachsene Wegränder, Schotterbankette, Böschungen, aber auch frische bis feuchte nährstoffärmere Wiesen. E. Rennwald fand mehrere Raupen in einer mageren Straßenböschung. Dabei wurden Raupen nur im brachgefallenen, von einer kurzen grasigen und krautigen Vegetation und sich ausbreitendem Besenginster bedeckten Abschnitt gefunden, im gemähten Abschnitt hingegen nicht (ELLER 2007). Nach LAFRANCHIS (2000) legen die Weibchen die Eier an trockene oder frische Teile der Ampferpflanzen ab. Weitaus häufiger, wenn nicht sogar ausschließlich (WIKLUND 1984), werden die Eier wohl an ausdauerndem Material in der Umgebung der Wirtspflanzen abgelegt, wie es auch für *E. ligea* beschrieben wird. Die Weibchen fliegen diverse krautige Pflanzen an, bis sie schließlich auf Sauerampfer landen, wo sie dann tief in die Vegetation kriechen und in der näheren Umgebung die Eier ablegen (WIKLUND l. c.) Ob eine zusätzliche Vorauswahl aufgrund des Erscheinungsbildes der Pflanzen getroffen wird, ist unklar. Weibchen von *Lycaena hippothoe* z. B. sind in der Lage, die ansonsten eher unauffälligen Pflanzen von *R. acetosa* anhand ihres weit aus der umgebenden Vegetation herausragenden Blütenstandes auszumachen. *L. virgaureae* ist die einzige Feuerfalterart, die, wenn auch möglicherweise nicht zwangsläufig, ebenso wie *E. ligea* im Eistadium überwintert (WEIDEMANN 1995). Im Unterschied zu diesem bringt sie aber jährlich eine Generation hervor. Diese besitzt eine ausgedehnte Flugzeit, die regional sehr unterschiedlich von Mai bis Ende September andauern kann.



Abb. 2: Der Dukaten-Feuerfalter ist zumindest im männlichen Geschlecht (links, Hoxel, 21.7.2007) nachgerade das Sinnbild eines Feuerfalters. Das Weibchen von *L. virgaureae* (rechts, Friedrichskopf, 7.7.2007) ist unscheinbarer gefärbt, aber stärker gezeichnet als das Männchen. (Fotos: Andreas Zapp)

Die aus vielen Teilen Deutschlands gemeldete regressive Bestandsentwicklung (u. a. GLÖCKNER & FARTMANN 2003, WAGNER 2004, EBERT & RENNWALD 1991, WEIDEMANN 1995) hat für *L. virgaureae* in der Roten Liste der gefährdeten Tiere Deutschlands zur Einstufung in die Kategorie 3 („gefährdet“) geführt (PRETSCHER 1998). Gleiches gilt für Rheinland-Pfalz, wo die Bestände der Art ebenfalls als „gefährdet“ gelten (LUWG 2007). Das starke Zusammenschrumpfen des saarländischen Areals veranlasste CASPARI & ULRICH (2008) zur Einstufung in die Kategorie 1 („vom Aussterben bedroht“). Auch hier wird im

langfristigen Trend (seit 1955) eine starke Abnahme der Bestände beobachtet. Der kurzfristige Trend dagegen, der die Entwicklungen seit Anfang der 1990er Jahre erfasst, bezeugt für den Dukaten-Feuerfalter in diesem Zeitraum lediglich eine schwache Rückläufigkeit. Die Bestände erlitten folglich schon vorher einen Zusammenbruch und nehmen seitdem kontinuierlich, aber langsam, weiter ab.

3 Untersuchungsgebiet

Die Lage des Untersuchungsgebietes wurde derart gewählt, dass es neben der überwiegend zu Rheinland-Pfalz gehörenden Fläche auch noch Gebiete im äußersten Norden des Saarlandes abdeckte, in denen beide Arten nachweislich vorkamen, jedoch Unklarheit über den Zustand der Populationen bzw. ihre Bodenständigkeit herrschte. Die endgültige Festlegung der Lage und Ausdehnung des eigentlichen Untersuchungsgebietes erfolgte erst im Fortgang der Kartierarbeiten und erstreckte sich an deren Ende über eine Gesamtgröße von ca. 320 km² über die naturräumliche Untereinheit 242 Hoch- und Idarwald unter Ausschluss von 242.3 Osburger Hochwald (LUWG 2005 und LUWG o. J.). Es beginnt im Süden mit der Talsperre Nonnweiler und dem Waldgebiet nördlich von Eisen und erstreckt sich in nordöstlicher Richtung über die höchsten und größtenteils bewaldeten Höhenzüge des Hunsrücks bis zum Nordabfall des Idarkopfes. Eingeschlossen wird das Gebiet von den Gemeinden oder Städten Nonnweiler, Hermeskeil, Morbach und Birkenfeld. Im UG selbst liegen nur wenige, meist kleinflächige Siedlungsgebiete.

Die Landschaft im Untersuchungsgebiet wird von zwei in südwestlich-nordöstlicher (variszischer) Richtung verlaufenden parallelen Gebirgszügen und ihrer dazugehörigen Taleinschnitte bestimmt. Die nördliche Bergkette zieht sich vom Bayernberg bei Bierfeld (540 m) bis zum Erbeskopf (816 m), und setzt sich nach kurzer Unterbrechung in gleicher Richtung bis zum Idarkopf (746 m) fort. Die südliche und niedrigere Bergkette (mit Dollberg, 695 m und Friedrichskopf, 707 m) wird als Dollberge bezeichnet und erstreckt sich von Otzenhausen bis zum Taleinschnitt des Traunbachs. In nordöstlicher Richtung schließt sich ein weiterer Höhenzug an, der auf über 700 m steigt (z. B. Ringelkopf, 712 m).

Im „Erläuterungsbericht“ des Betriebswerks der Königlichen Oberförsterei Castellaun (zit. in HACHENBERG 1988) von 1852 wird festgehalten: „Das Klima des Hunds-Rückens ist im allgemeinen durch kurze, gemäßigt warme Sommer, langen feuchten Frühling und Herbst, sowie schneereichen, kalten Winter, ferner durch eine große Thau- und Regenmenge, ziemlich rauhe und mit unter heftigen Winde charakterisiert“. In knapper Form lässt es sich als humides, wintermildes Klima unter subatlantischem Einfluss beschreiben, KLAUCK (1985) spricht von einem „ozeanischen Bergland-Winterklima“. Die Jahresdurchschnittstemperaturen in der Stufe von 400–500 m betragen 7–8 °C, in den Hochlagen ca. 6 °C, die Summe der jährlichen Niederschläge 650–750 mm bzw. 750–1000 mm (KLEINPENNING 1964). Diese Daten basieren auf der Messperiode 1931–1960. KÜHNE (2004) hat die Messreihe 1961–1990 ausgewertet und stellt bei wenig veränderter Temperatur eine deutliche Zunahme der Niederschlagswerte in diesem Zeitraum fest. Ihm zufolge liegen die Jahresniederschläge im Kammbereich oberhalb von 600 m durchweg über 1200 mm.

Das gesamte Gebirge ist unterdevonischen Ursprungs. Aus den devonischen Tonschiefern („Hunsrücksschiefer“), die heute die sanft welligen Rumpfflächen in einer Höhenlage von 400 bis 600 m aufbauen, sind durch Erosionsprozesse die schwer verwitterbaren Taunusquarzite herausgestellt worden, die die abgeflachten Bergkäme bilden (HAFFNER 1969).

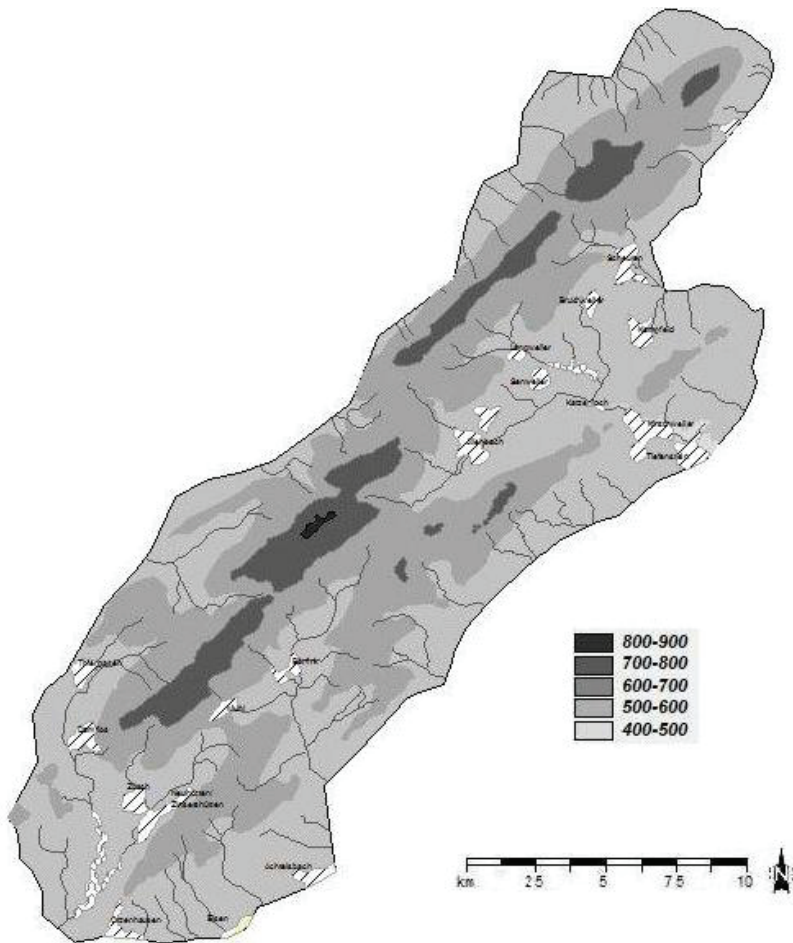


Abb. 3: Topographie des Untersuchungsgebietes. Die Einteilung in Höhenklassen erfolgte in Schritten von 100 m. Die nördlichen Quarzitrücken des Schwarzwälder Hochwaldes und des Idarwaldes bilden zugleich die Wasserscheide zwischen Mosel und Nahe. (Grafik: Andreas Zapp, Kartengrundlage LVERMGEO 1999)

Aus den silikatreichen Ausgangsgesteinen haben sich unter den vorherrschenden Klimabedingungen (niedrige Durchschnittstemperatur bei hohen Niederschlägen) häufig nährstoffarme und flachgründige Böden wie Podsole ausgebildet, die stellenweise auch Übergänge zu Rankern und sauren Braunerden zeigen, letztere vor allem in den Akkumulationsbereichen der im Pleistozän abgetragenen tertiären Verwitterungsdecken (SCHRÖDER 1983).

Während lediglich die Schieferhochflächen besiedelt sind und sich das umgebende Landschaftsbild durch einen Wechsel von Wald- Acker- und Grünlandparzellen auszeichnet, blieben die Quarzitrücken unbesiedelt und sind mit größtenteils geschlossenem Hochwald bestanden. Die potenziell natürliche Vegetation (pnV) auf den Podsolen und podsoligen Braunerden quarzitischer Ursprungs stellen hier Hainsimsen-Buchenwälder (*Luzulo*

luzuloides-Fagetum) dar, in deren Unterwuchs *Ilex aquifolium* als atlantisch-submediterranes Florenelement die großklimatische Lage des Gebietes kennzeichnet (HAFFNER 1969, POTT 1995).

Die Baumartenzusammensetzung des Hoch- und Idarwaldes unterlag infolge der frühen Besiedlungsgeschichte einer starken Änderung und Anpassung an die jeweiligen Bedürfnisse der Bevölkerung. Spielten in der frühen Neuzeit Laubbäume (v. a. Eichen und Buchen) eine entscheidende Rolle (Lohrinde, Eichelmast, Laub als Einstreu, Holz als Energielieferant und für Holzkohlenmeiler), wurde mit Beginn der industriellen Revolution bis heute der überwiegende Teil der Wälder durch Fichtenaufforstungen ersetzt, die sich innerhalb eines Jahrhunderts von einem Ausgangswert von 0 % bis auf über 50 % des Waldbestandes ausdehnte (FELDKAMP 1990), und die ebenso wie die in geringen Anteilen geforstete Lärche und Kiefer nicht indigen ist: Der Hunsrück reicht mit einer maximalen Erhebung von 816 m nicht in die natürliche Nadelwaldzone hinein (HAFFNER 1969, ELLENBERG 1996).

Die Taleinschnitte mit ihren Bachläufen sind in außerordentlichem Maße spätfrostgefährdet. Bedingt durch ihre Morphologie „fließt“ die von den Berghängen absinkende Kaltluft in die Täler und Beckenbereiche und bildet dort sog. Kaltluftseen. Dies ist vor allem im Frühjahr und im Herbst der Fall bei Hochdrucklagen mit stabiler Luftschichtung (HAFFNER 1969), was eine Verkürzung der Vegetationsperiode zur Folge hat. Das ist auch der Grund weshalb solche Lagen vor allem als Grünland genutzt werden, die Ackerflächen hingegen auf den Hochflächen und nicht zu steilen Hängen liegen.

4 Ausgangssituation im Jahr 2007

Zu Beginn der Untersuchung gab es über die regionale Verbreitung der beiden Arten nur wenige publizierte Angaben (z. B. FÖHST & BROSKUS 1992). Umfangreichere Bearbeitungen von Tagfaltern liegen entweder aus benachbarten Regionen (SCHULTE et al. 2007) vor oder sind noch nicht erschienen (ULRICH & CASPARI in Vorb.). Verbreitungskarten für das Saarland und die angrenzenden Gebiete liegen online publiziert bei WERNO (2008) vor; diese sind allerdings für die Tagfalter unvollständig.

Für *E. ligea* lagen aus den letzten drei Jahrzehnten lediglich Nachweise aus dem nordöstlichen Schwarzwälder Hochwald vor (südliche Hälfte des UG): 1981 Muhl und Börfink (ULRICH 2001), 1981 und 1989 Hüttgeswasen (FÖHST & BROSKUS 1992), 1985 Börfink, 1992 Otzenhausen (WERNO 2008). Darüberhinaus wurde die Art in jüngerer Zeit noch 2003 in der Umgebung des NSG Ochsenbruch westlich von Börfink gesichtet (R. Ulrich, pers. Mitt.). Von dort ist die Art auch schon vorher durch Präparate belegt (1983, leg. Schmidt-Koehl, in coll. ZfB). Ältere Nachweise, v. a. aus dem nordöstlichen Hunsrück, lagen bei Kastellaun (1930er Jahre), Erbach (1968), Allenbach (1971), Rheinböllen und Stromberg (ohne Jahresangabe; FÖHST & BROSKUS 1992 unter Berufung auf versch. Beobachter) und Seesbach-Waldfriede (vor 1980; G. Schwab, pers. Mitt.). In zwei Privatsammlungen stecken Belegtiere, die dem Fundortetikett nach vom nördlichen Prims-Blies-Hügelland aus einem Wald zwischen Tholey und Bliesen im Saarland in einer Höhenlage von ca. 400 m stammen (ULRICH 2001). Dort konnte jedoch nach Ende der 1970er Jahre kein Nachweis mehr getätigt werden. Die Konzentration der (vor allem jüngeren) Fundpunkte in den höchsten Lagen weist bereits auf eine Präferenz für Gebiete mit kühlerem Mesoklima hin bzw. darauf, dass solche Bereiche näher am ökologischen Optimum der Art liegen und die Vorkommen an suboptimalen Standorten bei einer Veränderung der Einflussfaktoren zuerst zusammenbrechen oder ein Rückzug stattfindet.

Für *L. virgaureae* ergab sich im Saarland folgendes Bild: Die Art war ehemals in den nördlichen, westlichen, südlichen als auch östlichen Randgebieten verbreitet, „doch schon

damals [bis 1977] besaß die Art ihren eindeutigen Verbreitungsschwerpunkt im Nordsaarland“ (ULRICH 2001). Nacheinander erloschen zuerst die südlichen, danach die östlichen und dann die westlichen Vorkommen. Nach 1995 konnte die Art für das Saarland dann auch nur noch aus den dem Schwarzwälder Hochwald anteiligen nordsaarländischen Gebieten angegeben werden (ULRICH 2001). Hier kam die Art noch im Jahr vor der Untersuchung im Bereich der ehem. Schwerspatgrube Eisen vor (R. Ulrich, pers. Mitt.). Dieses Gebiet grenzt unmittelbar an einen Schwerpunkt jüngerer Vorkommen im östlichen Teil des Landkreises Trier-Saarburg und im westlichen Landkreis Birkenfeld an.

5 Vorgehensweise

Im Untersuchungsgebiet wurden zur Erstkartierung (2007) keine festen Probeflächen festgelegt, da beide Arten einen Verbreitungsschwerpunkt in Wald- und walddnahen Biotopen besitzen und somit in den fast geschlossen bewaldeten Höhenzügen mit ihren vielen Schneisen und Wegesystemen theoretisch überall hätten auftreten können. Dennoch gab es vor allem für *E. ligea* favorisierte Suchbereiche im Umfeld der Orte Börfink und Hüttgeswasen, wo die Art noch in jüngerer Zeit sporadisch gefunden wurde, wohingegen es für *L. virgaureae* aufgrund der jeher weiter gestreuten Verbreitung keine solchen Bereiche gab. Das Schneisen- und Waldwegenetz sollte weitgehend flächendeckend und gründlich erfasst werden. Zu diesem Zweck wurde das Gebiet anfangs zu Fuß abgegangen, dabei wurde jedoch schnell klar, dass durch diese Vorgehensweise ein zügiges Vorankommen innerhalb der Flugzeiten nicht möglich ist. Danach wurde das Wegenetz im Schrittempo abgefahren, was zum Vorteil hat, augenscheinlich vollkommen ungeeignete Bereiche (sehr dichte und dunkle Fichtenforstungen) zügig durchfahren zu können. Zudem wurde eine Luftbildauswertung vorgenommen, um junge Schlag- und Windwurfflächen sowie kleinflächige Waldwiesen auszumachen und gezielt anzusteuern.

Kartiert wurden beide Arten ausschließlich im Falterstadium. Auf die Vorzüge der Suche von Präimaginalstadien als Nachweismethode und ihr Einsatz zur flächendeckenden Kartierung wurde von HERMANN (1999, 2006) und CASPARI (2006) bereits ausführlich hingewiesen und bemerkt, dass für eine Vielzahl von Arten der Präimaginalnachweis häufiger, sicherer und unabhängig von Jahreszeit und Wetterbedingungen gelingt. Im vorliegenden Fall bei Arten mit unbekannter Verbreitung und erwartungsgemäß geringer Vorkommensdichte ist dies jedoch nicht sinnvoll anwendbar. Als weiteres Hemmnis nutzen sowohl *E. ligea* als auch *L. virgaureae* nicht einmal zwangsläufig die Wirtspflanzen zur Eiablage. Eine erfolgsorientierte Suche der Eier ist somit zumindest in Gebieten ohne sicheren Nachweis fast unmöglich. Selbiges gilt für die Suche der Raupen von *E. ligea* als nachtaktive (!) Grasfresser (!!). *E. ligea* und *L. virgaureae* zählen daher laut HERMANN (1999) zu den Arten, bei denen Eier und Raupen nur mit hohem Aufwand auffindbar sind, oder zwar mit vertretbarem Aufwand nachweisbar sind, jedoch mit deutlich geringerer Effizienz als die Falter.

Fundorte von Faltern wurden mit GPS-Daten zum Zeitpunkt ihrer ersten Sichtung aufgenommen. Jeder Falter wurde individuell markiert, um mit Hilfe der Fang-Markierung-Wiederfang-Methode (*mark-release-recapture*, MRR) Aussagen über Besiedlungskonstanz, Ausbreitungsfähigkeit, Populationsgrößen, Geschlechterverhältnis und Lebenserwartung der Falter zu erhalten. Während der laufenden Kartierarbeit wurden bereits besetzte Habitats insgesamt mehrfach kurz kontrolliert, einige wenige davon an jedem Untersuchungstag.

Nach dem wärmsten Winter seit Beginn flächendeckender Wetteraufzeichnungen im Jahr 1901 (WETTERONLINE 2009a) mit einem Plus von 4 °C folgte 2007 gleichsam der wärmste jemals verzeichnete Frühling, der sogar bis zu 6 °C über dem langjährigen Mittel von

1961-1990 lag und für phänologische Rekorde sorgte. Im gesamten April verzeichnete die Wetterstation Deuselbach am Fuß des Erbeskopfs bei Temperaturen bis knapp unter 30 °C lediglich 0,3 Liter Niederschlag/m² und blieb somit fast vollständig trocken (WETTERONLINE 2009b). Der Sommer 2007 zeichnete sich dann durch unbeständiges, kühles Wetter mit häufigen Niederschlägen aus. Die Untersuchung musste später als geplant begonnen werden und wurde letztlich im Zeitraum vom 5.7.–26.8.2007 durchgeführt; die häufig ungünstigen Wetterbedingungen im Untersuchungszeitraum führten mehrfach zu Unterbrechungen und Verzögerungen.

6 Aktuelle Verbreitung und Beobachtungen zur Ökologie

6.1 *Erebia ligea*

E. ligea konzentriert sich im Hunsrück derzeit auf zwei größere getrennte Populationen in einer Größenordnung von 100–150 Individuen je Fundstelle. Eine der beiden Populationen liegt in der Nähe von Gräfenbacher Hütte im Soonwald in ca. 480 m Höhe, wo im Zeitraum vom 19.6.–14.7.2007 insgesamt 87 Individuen gesichtet wurden (G. Schwab, pers. Mitt.). In einer Entfernung von ca. 50 km (Luftlinie) in südwestlicher Richtung konnte der Autor den Kern der Schwarzwälder Hochwald-Population ausfindig machen. Dieser liegt ca. 2,5 km (Luftlinie) südwestlich des Erbeskopf-Plateaus an einer vielarmigen Wegkreuzung der sog. „Pfaffenstraße“, einer nurmehr forstlich und militärisch genutzten historischen Überlandverbindung. Hier und in einer angrenzenden Waldschneise konnten 2007 138 Individuen gezählt werden, die sich sicher einer einzigen Population zurechnen lassen. In einem Umfeld von ca. 12 km² konnten sechs weitere individuenarme Vorkommen gefunden werden. Hierbei handelte es sich teils um Vorkommen mit Individuenzahlen <10 oder auch nur um Einzelexemplare. Ihre Zugehörigkeit zur „Hauptpopulation“ ist nicht eindeutig geklärt; möglicherweise handelt es sich um abgewanderte Individuen der höher gelegenen, und nicht um eigenständige Populationen. Insgesamt wurden im Jahr 2007 im Schwarzwälder Hochwald 156 Individuen (117 ♂, 39 ♀) von *E. ligea* gefangen und markiert, im Jahr 2009 wurden (bei deutlich weniger Beobachtungsterminen) ca. 85 Falter beobachtet.

Tab. 1: Nachweise von *E. ligea* im Schwarzwälder Hochwald aus den Jahren 2007 und 2009.

Fundort	Minutenfeld	Höhenlage (m)	Individuenzahl	Zeitraum
W Thranenweier Waldschneise an der Pfaffenstraße	6208/325	741	22	15.–26.07.2007
NW Börfink Waldwiese N Taubenfloß	6208/335	611	1	17.07.2007
W Thranenweier Pfaffenstraße	6208/335	701	116	14.07.– 14.08.2007
S Thranenweier Waldweg oberhalb Thranenbach	6208/431	572	2	14.07.2007
W Börfink Zufahrt NSG Ochsenbruch	6308/114	617	1	25.07.2007
N Börfink Waldschneise	6308/115	552	4	14.–17.07.2007
NW Börfink Weg S Taubenfloß	6308/115	597	1	17.07.2007
SW Thranenweier Seggenwiese am Thranenbach	6308/211	542	9	14.07.03– .08.2007
W Thranenweier Pfaffenstraße	6208/335	701	ca. 80	21.–31.07.2009
S Thranenweier Waldweg oberhalb Thranenbach	6208/431	580	2	21.07.2009
W Börfink Zufahrt NSG Ochsenbruch	6308/114	617	3	26.07.2009

Die Fundorte beginnen in einer Höhe von ca. 550 m, die meisten Individuen konnten dagegen oberhalb von 700 m gefangen werden. Die größten Entfernungen betragen maximal 2,2 km zwischen Hauptpopulation und ihren Vorposten und maximal 3,2 km zwischen den Vorposten. Diese liegen alle in geringerer Höhenlage in südlicher bis südöstlicher Richtung der Hauptpopulation. Der morphologische Charakter ihrer Fundorte entspricht meist einer Mulde oder Senke, bei fast allen in Verbindung mit kleinen Wasserläufen oder Bächen. Die Habitatmatrix zwischen den einzelnen Vorkommen stellt für *E. ligea* kein Hindernis dar, so dass nicht von einer Isolation ausgegangen werden muss. Zwar waren die meisten wiedergefangenen Falter nur kleinräumig gewandert und verblieben innerhalb desselben Habitatkomplexes (die maximal durch Wiederfang eines markierten Falters festgestellte zurückgelegte Distanz vom Ort seiner Markierung betrug 0,4–0,5 km), doch zeigt die aktive (störungsfreie!) Verfolgung eines Individuums, das beim Blütenbesuch entlang einer Wegböschung über eine Distanz von 1,2 km verfolgt werden konnte, eine gewisse Ausbreitungsfähigkeit entlang von linearen Strukturen.

Für das gesamte Hunsrück-Nahe-Gebiet geben FÖHST & BROSKUS (1992) für den Weißbindigen Mohrenfalter eine regionale Flugzeit von Anfang Juli bis Mitte August an. Dabei muss allerdings noch kleinräumiger differenziert werden. Im Schwarzwälder Hochwald konnte die Art bislang im Zeitraum vom 14.7.–14.8. beobachtet werden. Im Soonwald, wo sie auf ca. 480 m fliegt, beginnt und endet die Flugzeit deutlich früher (2007: 19.6.–14.7.), genau zu der Zeit, in der die Art im Schwarzwälder Hochwald erst anfängt zu fliegen (2007: 14.7.). Als Flugzeithöhepunkt im Soonwald kann der 23./24.6. angegeben werden, im Schwarzwälder Hochwald der 21.7. *E. ligea* spricht in seiner Phänologie deutlich auf das lokal herrschende Klima an. In einem „richtigen“, d. h. dem langjährigen Mittel entsprechenden Winter wie 2008/2009 ist in den Höhenlagen des Schwarzwälder Hochwaldes bis weit in den März eine stellenweise noch geschlossene Schneedecke an den Waldrändern anzutreffen. Im niederschlagsärmeren Soonwald, im Lee des Hoch- und Idarwaldes, hält die Schneebedeckung dagegen nicht so lange an und verschafft so den Präimaginalstadien einen zeitlichen Entwicklungsvorteil. Die L1 kann das Ei im ersten Jahr, die L4 ihr Überwinterungsversteck im zweiten Jahr der Entwicklung jeweils früher verlassen und mit der Nahrungsaufnahme beginnen. Dies geschieht nach SONDEREGGER (2005) zum Zeitpunkt der Schneeschmelze bevorzugt an den bereits ausgeaperten Stellen am Fuß größerer Bäume. Auch wenn die Flugzeiten durch klimatische Faktoren verschoben sind, einen Einfluss auf die Dauer der Flugzeit haben diese nicht: sie stimmt in beiden Gebieten überein und erstreckt sich über einen Zeitraum von ziemlich genau vier Wochen.

Die maximal beobachteten Tagespopulationsgrößen lagen 2007 bei 34 Faltern. Einige kurze Kontrollen 2009 ergaben maximale Werte von ca. 40 Faltern/Tag. Diese wurden nach der Hauptflugzeit (Bezug: fast ausschließlich Daten aus 2007) gezählt - zur Hauptflugzeit wurde das entsprechende Habitat zu später Uhrzeit aufgesucht und folglich nur noch wenige Falter gesichtet. Der Vergleich der Tagespopulationen kurz nach der Hauptflugzeit von 2007 und 2009 zeigt, dass die Werte 2009 höher lagen. Dies könnte bedeuten, dass die Population 2009 insgesamt stärker war – oder aber eine witterungsbedingte phänologische Verschiebung stattgefunden hat (2007: milder Winter, warmes Frühjahr: Entwicklungsvorsprung, 2009: strenger und langer Winter: Entwicklungsverzögerung).

Ebenso wie bei anderen Erebiern, so z. B. bei *Erebia epiphron* und *E. sudetica* (KURAS et al. 2003), wie auch generell bei einer Vielzahl anderer Tagfalterarten aus anderen Familien, treten die Geschlechter innerhalb einer Population phasenverschoben auf, dabei schlüpfen zunächst die Männchen („Protandrie“, FAGERSTRÖM & WIKLUND 1982). Die Weibchen schlüpfen nicht nur später, sondern leben auch eine entsprechende Zeit weiter, nachdem die letzten Männchen der Population gestorben sind. Der beobachtete Vorsprung der Männchen

von *E. ligea* lag bei drei Tagen, doch flogen wahrscheinlich vorher schon vereinzelt Männchen bevor die Population überhaupt entdeckt wurde. Schlupffrische Männchen konnten noch am 31.7. festgestellt werden, Weibchen am 5.8. Durch die maximal zwischen Erstmarkierung eines Falters und seinem letztmaligen Wiederfang vergangene Zeit konnte eine Lebensdauer von bis zu 16 Tagen nachgewiesen werden, die errechnete durchschnittliche Lebensdauer der Falter lag jedoch nur bei 6,6 Tagen. Die jeweils letzten Falter wurden dann am 4.8. (Männchen) bzw. am 14.8. (Weibchen) gesichtet. Dementsprechend sind auch die geschlechtsspezifischen Populationsmaxima gegeneinander verschoben. Zum Flugbeginn der Weibchen ist der Männchenanteil bis zu 6-mal höher. Der evolutionäre Vorteil dieser genetischen Fixierung besteht wahrscheinlich darin, dass die Weibchen mit höherer Wahrscheinlichkeit und auch schneller befruchtet werden, wenn zum Zeitpunkt ihres Schlupfes die Individuendichte der Männchen bereits ausreichend hoch ist. Risikofaktoren, die den Fortbestand der Population gefährden, wie z. B. Prädationsdruck auf Weibchen, bevor diese zu einer erfolgreichen Reproduktion beitragen können, werden dadurch minimiert.

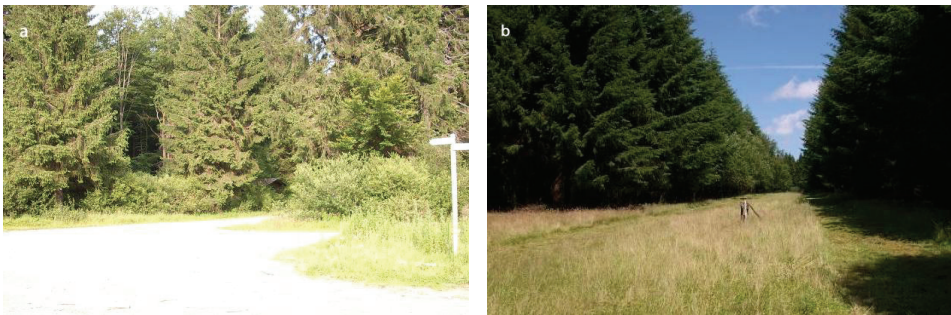


Abb. 4: Habitatkomplex an der Pfaffenstraße. a: sonnige Wegkreuzung. In den blumenreichen Schotterbanketten und Wegrändern war *Erebia ligea* als eine der häufigsten Tagfalterarten zu beobachten. b: In der Mitte der Waldschneise wurden Jungpflanzungen begonnen. Im ohnehin blumenarmen Wiesenbereich erfolgte eine Hochsommermahd, das Mahdgut wurde auf der Fläche belassen. c: dichter Bestand der Wald-Hainsimse *Luzula sylvatica* unter lichtem Baumbestand mit aufkommendem Jungwuchs. Häufige Aufenthalte von Weibchen des Weißbindigen Mohrenfalters lassen hier dessen Präimaginalhabitat vermuten. d: breite gras- und blumenreiche Ränder säumen Teilbereiche der Pfaffenstraße. Als Teil des Premiumwanderwegs „Saar-Hunsrück-Steig“ werden Teile davon durch Streifenmahd freigehalten. (Fotos: Andreas Zapp)



E. ligea ist ein reger Blütenbesucher; die Beobachtungen verteilen sich auf 14 Nektarpflanzen in fünf Familien und drei Blütenfarbengruppen (gelb, violett, weiß). Von 76 registrierten Blütenbesuchen entfallen auf: *Cirsium arvense* (19), *Leontodon autumnalis* (19), *Senecio jacobaea* (13), *Cirsium palustre* (9), *Lotus pedunculatus* (3), *Hypochaeris radicata* (3), *Senecio hercynicus* (2), *Rubus* Sect. *Corylifolii* et *Fruticosi* (2), *Knautia arvensis* (1), *Ranunculo repens* (1), *Achillea millefolium* (1), *Trifolium medium* (1), *Trifolium repens* (1), *Centaurea nigra* agg. (1); hier schlägt sich eine deutliche Bevorzugung von meist höherwüchsigen (und somit gut erreichbaren), sowohl gelbblütigen als auch violetten Asteraceae nieder, wobei beide in ähnlich starkem Maße genutzt werden. Auch EBERT & RENNWALD (1991) geben als Farbspektrum besuchter Blüten sowohl violett als auch gelb an, besucht werden dabei v. a. „Blüten auf denen der Falter landen kann“. Neben dem Blütenbesuch nimmt das ausgeprägte Sonnverhalten einen Großteil der täglichen Aktivitäten ein. Abends wurden mehrfach Falter dabei beobachtet, wie sie Schlafplätze auf hohen Bäumen, v. a. Fichten, bezogen.

Die herausragende Stelle der Präimaginalstadien und -habitate zum Verständnis der Habitatbindung einer Art wird u. a. von FARTMANN (2004) herausgestellt, was ihm zufolge darauf beruht, dass Erstere als die weitgehend immobilen Stadien im Lebenszyklus eines Schmetterlings auf Habitatzustände angewiesen sind, in denen die Art zumindest überdauern kann oder im Idealfall ihr ökologisches Optimum entfaltet. Weiterhin liegt die Bedeutung der Präimaginalstadien in deren Anteil an der gesamten Lebensspanne eines Individuums (vom Ei bis zum Tod der Imago), die die Zeit, die das Individuum als Falter verbringt, um ein Vielfaches übersteigt. Nimmt man für *E. ligea* eine Entwicklungszeit des Falters von 2 Jahren an, so lebt ein Individuum über 23 Monate vermutlich in einem eng umgrenzten Bereich, während es als mobile Imago lediglich die letzten 2–3 Wochen seines Lebens verbringt. Arten mit einem derartigen Entwicklungszyklus stellen unter Tagfaltern sicher den Extremfall dar, im Normalfall liegt die Entwicklung der Präimaginalstadien in einem Zeitrahmen von einem bis zu acht Monaten und die Lebenserwartung der Imagines bei 12 bis 32 Tagen (FARTMANN 2004). In beiden Fällen jedoch sind die Präimaginalstadien über einen viel längeren Zeitraum den im Habitat herrschenden Einflüssen ausgesetzt, während die Imagines diesen ausweichen können, in dem sie z. B. das Habitat verlassen und abwandern. Eine dauerhafte Besiedlung eines Habitatsystems kann nur dann erfolgen, wenn sowohl Imaginal- als auch Präimaginalansprüche einer Art befriedigt werden und beide Habitate entweder einander entsprechen oder räumlich und zeitlich eng miteinander verzahnt sind und der Art einen „Reproduktionsraum“ geben. Dieser entspricht nicht pauschal dem Larvalhabitat, sondern schließt ebenso Mindestanforderungen im Imaginalhabitat mit ein, die den Falter nicht zum Abwandern, sondern zum Verweilen bewegen (z. B. ein ausreichendes Nektarangebot), als auch Strukturen, die einer erfolgreichen Reproduktion vorausgehen (Balzplätze). Bezogen auf die Larvalökologie liegen von *E. ligea* jedoch aus dem mitteleuropäischen Raum bislang keine publizierten Freilanddaten vor (FARTMANN & HERMANN 2006). Dies liegt möglicherweise im Ablageverhalten der Weibchen begründet: „The females of *E. ligea* are excessively secretive about their oviposition behaviour and I was not successful in observing ovipositions until my third season of trying“ (WIKLUND 1984). Doch gerade Langzeitbeobachtungen der Art liegen kaum vor, zumindest nicht in larvalökologischem Sinne (ARTMANN & REZBANYAI-RESER 2005). In einer Studie über *E. ligea* in den Ardennen gelang es trotz intensiver Bemühungen nicht, Aufschluss über die larvalen Lebensräume zu erlangen, weder konnte trotz Verfolgung weiblicher Falter eine Eiablage beobachtet werden, noch irgendein direkter Hinweis auf die lokal genutzten Fraßpflanzen erlangt werden. Es konnte lediglich die Anwesenheit einer Reihe in der Literatur genannter und somit

potenzieller Fraßpflanzen festgestellt werden: *Calamagrostis arundinacea*, *Deschampsia cespitosa* und *Molinia caerulea* (GOFFART et al. 1999).

Beobachtungen zum Präimaginalhabitat von *E. ligea* im Schwarzwälder Hochwald wurden im Jahr 2007 im Habitat Pfaffenstraße durchgeführt, da es sich hierbei mutmaßlich um das Reproduktionshabitat handelte. Mit dem Auftreten des ersten weiblichen Tieres am 17.7. wurden möglichst störungsfrei deren Aktivitäten verfolgt. Suchflüge von Weibchen konnten mehrmals über einem großen Bestand der Wald-Hainsimse (*Luzula sylvatica*) von ca. 130 m Länge und 2 m Breite (zwischen einem Straßengraben und dem Waldrand gelegen) beobachtet werden. Darunter war ein Weibchen, das die Horste ca. 5 min lang überflog und sich mehrere Male auf Blättern von *L. sylvatica* niederließ und diese ausgiebig betastete, eine Krümmung des Hinterleibes erfolgt jedoch nicht. Ebenso wenig konnten im Anschluss an den notdürftig markierten Stellen des letzten Ansitzes Eier gefunden werden. Bemerkenswerterweise vollzog sich der Suchflug nicht nur in eine Richtung, vielmehr wurde dieser erst in einer Richtung über die gesamte Länge des *Luzula*-Bestandes ausgeführt, an dessen Ende wendete dann auch der Falter abrupt und beflog den gesamten Bestand unter mehrmaligem Hinsetzen in umgekehrter Richtung noch einmal. Das Weibchen brach diese Tätigkeit ab, um ein angeflogenes Männchen zu vertreiben. Dies stellt vielleicht ein Abwehrverhalten bereits befruchteter Weibchen dar. Am 27.7. konnte im selben Bereich ein Weibchen beobachtet werden, das im Übergangsbereich zum Wald in sehr tiefem Flug unter überhängenden Zweigen des randständigen Buchen-Jungwuchses im Falllaub landete (Entfernung zum nächsten Grashorst: 10 cm). Dort verblieb es für wenige Sekunden, indem es auf letztjährigem Laub der Rotbuche umherkroch. Da die Beobachtung aus mehreren Metern Entfernung gemacht wurde, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob eine Krümmung des Hinterleibes stattgefunden hat. Die Verfolgung des Weibchens wurde zugunsten der Suche eines möglicherweise abgelegten Eis zurückgestellt. Ein solches konnte jedoch nicht gefunden werden. Möglicherweise war das Ganze nur eine Prüfung des Substrates und/oder des Mikroklimas, vielleicht wurde das Ei aber auch nur nicht gefunden, was sich in ungeordnetem Falllaub auch recht schwierig gestaltet. Wahrscheinlicher ist allerdings, dass aufgrund der sehr kurzen Dauer des Vorgangs keine Ablage stattgefunden hat.

Acht Tage nach Auftreten des ersten Weibchens gelang es schließlich, eine Eiablage zu beobachten. Der Ablagebereich ist Teil des Wegrandstreifens, in dem auch die erwähnten Suchflüge anderer Weibchen stattfanden. Dieser ist vom befestigten Forstwirtschaftsweg durch eine blumenreiche Böschung, in der häufig Imagines anzutreffen waren, getrennt und wird auf der gegenüberliegenden Seite von einem Buchenforst mit einzelnen randständigen Fichten begrenzt. Die Krautschicht wird dort fast ausschließlich von *L. sylvatica* aufgebaut. Das Ei wurde in einem teilbeschatteten Bereich zwischen einem Wanderwegweiser und dem Waldrand abgelegt. Die Situation entspricht einer bei FARTMANN & HERMANN (2006) beschriebenen Nische, bei der Wirtspflanzen unmittelbar an Hecken, Mauern oder Rohboden angrenzen. Gründe hierfür sind in der Regel ein günstiges Mikroklima oder auch die schlechtere Erreichbarkeit für Prädatoren sowie Herbivoren, die die Wirtspflanzen mitsamt den sich darauf befindlichen Präimaginalstadien aufnehmen (Nischeneffekt – *recess effect*). Durch die ostseitige Begrenzung mit geschlossenem Wald ist diese Stelle bei einer hauptsächlichlichen Wetterbeeinflussung von Westen (Wetterseite) durch einen Stau von Luftfeuchtigkeit gekennzeichnet. Ablagezeit war 14:30 Uhr bei einer Lufttemperatur von 18 °C. Das Weibchen wurde erst unmittelbar beim Anflug des Ablagesubstrats bemerkt. Nach der Landung auf einem frischen Trieb von *L. sylvatica* kletterte es alsbald zur Basis der Pflanze zu den trockenen (letztjährigen) Blättern, wo nach kurzem Umherlaufen eine Krümmung des Hinterleibes beobachtet wurde. Es war der einzige Vorgang dieser Art, es wurden also keine weiteren Eier an derselben Pflanze abgelegt oder auch weitere Versuche

unternommen. Danach flog das Weibchen auf einen unmittelbar über der Eiablagestelle hängenden besonnten Fichtenzweig, sonnte sich kurz und flog danach ab. Um den Ort der möglichen Ablage im Gewirr der *Luzula*-Blätter nicht aus den Augen zu verlieren, wurde von einer Verfolgung des Weibchens abgesehen. Trotz Fixierung der Ablagestelle konnte das Ei erst nach eingehender Suche gefunden werden. Es befand sich an einem trockenen Blatt in einer Höhe von ca. 15 cm über dem Boden und 11 mm von der Blattspitze entfernt. Der ganze Vorgang der Eiablage dauerte nicht länger als 0,5–1 min. Das abgelegte Ei wurde zu Dokumentationszwecken mitgenommen.



Abb. 5: Präimaginalhabitat von *E. ligea* im Schwarzwälder Hochwald: großflächiger Bestand von *Luzula sylvatica* am Rand eines Rotbuchenforstes mit vereinzelt randständigen Fichten. Die Eiablage erfolgte an einer der *Luzula*-Pflanzen auf der Rückseite des Holzpfostens. (Fotos: Andreas Zapp)

Ein Hinweis, der möglicherweise noch auf eine andere Entwicklungsstätte hindeutet, ist der Totfund eines Falters mit nicht voll ausgebildeten Flügeln und fehlendem Hinterleib. Der Falter wurde auf dem Boden am Rand der Waldschneise inmitten der Vegetation gefunden. Bestandsbildendes Gras war hier vor allem das ebenfalls in der Literatur (z. B. WEIDEMANN 1995) als Nahrungspflanze genannte Pfeifengras (*Molinia caerulea*), das einen Übergang der Waldwiese zu einer sumpfigen Windbruchstelle mit Fichtenaufwuchs vermittelt und dort eine stark bultige Struktur ausbildet. Der Falter wurde in unmittelbarer Nähe zu einem Pfeifengras-Horst gefunden. Der fehlende Hinterleib deutet auf einen Angriff von Fressfeinden hin, die noch nicht entfalteten Flügel geben Hinweise, dass dieser Angriff möglicherweise in der kurzen Phase direkt nach dem Schlupf erfolgt ist. Nimmt man an, dass der Falter sich in diesem Zustand nicht mehr selbstständig fortbewegt hat, so könnte es sich hier um den Ort seines Schlupfes und somit seiner Larvalentwicklung handeln. Hinfällig werden diese Beobachtungen, wenn man die Möglichkeit in Betracht zieht, wenn z. B. ein Vogel den Falter an anderer Stelle aufgenommen hat und nach Verzehr des Hinterleibes an dieser Stelle hat fallen lassen (Flügel werden selten mitgefressen). Es bleibt hier also bei einer Vermutung; trotzdem könnte in einer Folgeuntersuchung eine ausgeweitete Suche in diesem Bereich sinnvoll sein.

Ein Einfliegen in den Waldbestand selbst wurde bei den Faltern im Hunsrück nur äußerst selten beobachtet und meist ging dem eine Beunruhigung wie z. B. die Verfolgung für Markierungszwecke voraus. Zu einer möglichen Eiablage in den Waldbereichen fliegende Weibchen wurden, obwohl diese gut einsehbar waren, nicht bemerkt. Dies kann aber auch auf die optische Auflösung der dunklen Falter im Mosaik aus Licht und Schatten im Innern der Wälder zurückzuführen sein.

Im Anschluss an die Flugzeit wurde an acht Begehungsterminen systematisch nach Eiern gesucht. Prinzipiell kann eine Eiablage überall in der Nähe von (Wald-)Gräsern bzw. Seggen und Hainsimsen erfolgen. Aus Gründen der Praktikabilität und Auswertbarkeit musste allerdings eine Eingrenzung der abzusuchenden Bereiche erfolgen. Als Resultat aus den o. g. Beobachtungen wurden diese auf die Bestände von *L. sylvatica* in Waldrandlage als auch auf Horste von *M. caerulea* beschränkt. Die genannten Pflanzen wurden in einem Rahmen von 1 m² Größe abgesucht, wobei die Suchzeit pro Raster 20–30 min betrug. In dieser Zeit wurden möglichst sowohl alle frischen als auch alle trockenen Pflanzenteile von allen Seiten abgesucht, zusätzlich auch die Streuauflage. Am Grunde der Grashorste wurde auf Raupen einer möglichen Vorjahrgeneration geachtet. Pro Untersuchungstermin wurden für jeweils beide Pflanzenarten zwei Raster in einer sonnigen, offenen Lage, als auch zwei Raster in beschatteten Bereichen abgesucht. Zusätzlich wurde eine unsystematische Suche von Eiern an Waldgräsern im lichten Waldesinnern (*Deschampsia spec.*, *Luzula luzuloides*) durchgeführt, die aufgrund ihrer Bestandsgröße nicht als Raster abgesucht werden konnten.

Insgesamt wurden so annähernd 50 Stunden mit der Eiersuche zugebracht. Dennoch gelang es nicht, Eier oder Raupen nachzuweisen. Am 18.3.2009 wurden die Habitate erneut aufgesucht, um die Phänologie des Habitats nach dem Winter zu beurteilen (Dauer der Schneebedeckung, aperer Stellen etc.). Dabei wurde noch einmal nach Raupen-Nachkommen der 2007er Imaginalgeneration gesucht, die zu diesem Zeitpunkt als L4 eine gewisse Größe aufweisen und so besser zu finden sein sollten. Nach zwei Stunden erfolgloser Suche im Bereich der Ablagestelle von 2007 wurden an dieser Stelle fünf, an anderer Stelle zehn komplette Horste (mit Rhizom und anhaftender Laubstreu) von *L. sylvatica* als Stichproben in Tüten eingesammelt und im Labor komplett zerpfückt und ausgesiebt. Gefunden werden konnten neben anderen Insekten nur überwinterte Larven von Microlepidoptera. Das geplante Leuchten der Raupen im Frühjahr 2008 konnte aus Zeitgründen nicht durchgeführt werden. Der Nachweis der nachtaktiven Raupen gelingt hierbei über das nächtliche Anstrahlen der grasigen Vegetationsbereiche mit einer Lichtquelle, wobei die Raupen in den oberen Bereichen der Graspflanzen fressend angetroffen werden sollten. Die Erwartungshaltung bei der Suche von Präimaginalstadien von Satyrinae sollte nicht zu hoch gesetzt sein. LEOPOLD (2006) gelang es bei *Erebia aethiops* in einer zweijährigen Untersuchung mit zwei Bearbeitern lediglich, drei Eier ohne aktiven Hinweis ablegender Weibchen und sieben Raupen durch nächtliches Leuchten zu finden. Der Einsatz eines Streifkäschers brachte noch einmal elf Raupen, die sich einem Mikrohabitat zuordnen ließen.

In Gefangenschaft wurden von einem Weibchen 13 Eier abgelegt. Die Ablage erfolgte sowohl an frischem als auch trockenem Pflanzenmaterial sowie am Flugkäfig. Auch wenn erzwungene Eiablagen nie den realen Freilandbedingungen entsprechen, kann in vorliegendem Fall darauf geschlossen werden, dass Eiablagen im Freiland ebenfalls an allerlei Substraten erfolgen. Belegt wurde auch die dem Weibchen als Nektarquelle zugegebene (Garten-)Minze, die olfaktorisch sicher keine Gemeinsamkeiten mit den tatsächlichen Wirtspflanzen besitzt. Dies kann vielleicht als Hinweis auf eine eher optisch orientierte Wahl der Ablagepflanze/des Ablagesubstrats gewertet werden. Das frisch abgelegte Ei von *E. ligea* ist von cremeweißer Farbe und dunkelt in den folgenden Tagen leicht nach, bis es einen bräunlichen Grundton erreicht. Nach 2–3 Wochen beginnt die Eischale durchsichtig zu

werden und gibt schließlich den Blick auf das fertig entwickelte Eirümpchen frei. Es ist oval mit einer breiteren Anheftungsbasis und verjüngt sich zum oberen Pol mit der Mikropyle. Die Anzahl der Längsrippen lag zwischen 14 und 16 (SONDEREGGER 2005 gibt die Zahl der Rippen mit 14–18 an).



Abb. 6: Das Ei von *E. ligea* einen Tag nach der Ablage (Zucht) in der Aufsicht (links, 28.7.2007). Deutlich ist die gerippte Struktur zu sehen, die sich vom Pol zur Anheftungsbasis hinzieht. Vier Wochen nach der Eiablage ist im Innern des Eis bereits deutlich die fertig entwickelte Eiraupe mit ihren braunen Rückenstreifen zu sehen. In diesem Zustand geht das Ei in die Überwinterung. (Fotos: Michael Scierski)

Die Eier verblieben auf dem Anheftungssubstrat und wurden in einem engmaschigen GazeNetz freihängend in einem halbschattigen Bereich im Garten (in einer Höhenlage von 330 m) überwintert. Eine ausreichende Luftfeuchte für die lange Dauer des Eistadiums sollte dadurch gewährleistet sein. Dennoch erfolgte im Frühjahr 2008 kein Schlupf der Raupen, was auch geplante nachfolgende Beobachtungen zur Dauer und Dokumentation der einzelnen Entwicklungsstadien verhinderte. Insbesondere hätte der Beweis des zweijährigen Entwicklungszyklus hiermit geführt werden können. Dass alle Eier befruchtet waren, konnte leicht an den in allen Eiern bis September erkennbaren Eiraupen festgestellt werden. Möglicherweise benötigt *E. ligea* als montane Tagfalterart die kalten Wintertemperaturen nicht nur zur Verminderung von Schimmelbildung oder Parasitierung (FARTMANN & HERMANN 2006), sondern zur Herabsetzung des Stoffwechsels der fertig entwickelten Eiraupe. Vielleicht haben sich hier die erneut sehr milden Temperaturen im Winter 2007/2008 negativ ausgewirkt; hinzu kommt, dass die Überwinterung mit einem Höhenunterschied von fast 400 m zum Ursprungshabitat und somit zusätzlich in einer ohnehin milderer Gebietslage erfolgte.

6.2 *Lycaena virgaureae*

L. virgaureae ist vor allem in der südlichen Hälfte des Untersuchungsgebietes noch etwas weiter verbreitet. Anhand der allerdings ungleichmäßigen Verteilung der dortigen Fundpunkte kann durchaus von einer Konzentration und somit Assoziation der Art mit den höchsten Gebietslagen gesprochen werden. Den Verbreitungsschwerpunkt stellen die Dollberge mit dem über 700 m hohen Friedrichskopf im Süden sowie der nordwestlich davon verlaufende Höhenrücken vom Sandkopf bis zum Erbeskopf dar, der ebenfalls größtenteils auf über 700 m liegt. Die meisten Falter (neun) konnten 2007 am Friedrichskopf zwischen Neuhütten und Muhl beobachtet werden. Auch in einer Nachuntersuchung 2009 stach dieses Gebiet unter mehreren Kontrollflächen heraus – allerdings mit ganz anderen Zahlen: Am 21.7.2009

konnten dort in weniger als einer Stunde 49 Falter gezählt werden, das sind anderthalb mal so viele Falter wie 2007 in fast zwei Monaten im gesamten Schwarzwälder Hoch- und Idarwald beobachtet wurden (33). Der Unterschied: Dem Flugjahr 2009 ging ein „richtiger“ Winter, ein Winter, der wieder im Bereich der langjährigen Mittelwerte lag bzw. diese sogar unterbot, mit stabilen Dauerfrostphasen voraus, während dem Flugjahr 2007 eine meteorologisch in vielerlei Hinsicht ungewöhnliche Phase vorausging, u. a. mit einem milden, regenreichen und schneearmen Winter. Am 31.7.2009 wurden im Umfeld des Friedrichskopfs nochmals ca. zehn Individuen gesichtet. Im restlichen Untersuchungsgebiet wurden die Falter in beiden Jahren fast stets in Einzelexemplaren angetroffen, nur 2009 waren an anderen Stellen bis zu drei Falter am selben Tag zu sehen. Nach Ansicht des Autors stellt der Friedrichskopf den Hotspot für *L. virgaureae* im gesamten Untersuchungsgebiet dar, der auch als Verbreitungszentrum dient und über Abwanderung die umliegenden Gebiete speist.

Nach beendeter Kartierung 2007 bestand die Befürchtung, die saarländischen Bestände des Dukaten-Feuerfalters könnten womöglich erloschen sein. Die gründliche Nachkontrolle im Bereich der ehemaligen Schwerspatgrube nördlich von Eisen, wo die Art im Jahr zuvor noch in vier Exemplaren (R. Ulrich, pers. Mitt.) nachgewiesen wurde, an insgesamt drei Terminen unter guten Wetterbedingungen, verlief negativ. Auch aus dem Jahre 2008 sind dem Autor keine Nachweise im Saarland bekannt geworden. Umso erfreulicher war der Fund eines Männchens auf einer Wildfutterwiese nordöstlich des Hunnenrings am 21.7.2009, womit die Art nach zwei Jahren Abwesenheit wieder im Saarland belegt ist. Auch S. Caspari und R. Ulrich (pers. Mitt.) melden 2009 wieder Funde des Dukaten-Feuerfalters aus dem gleichen saarländischen Gebietsausschnitt.



Abb. 7: Die Unterseite der Flügel des Dukaten-Feuerfalters ist in beiden Geschlechtern gleich gefärbt. Die weißen Flecken auf den Hinterflügeln machen die Art unverwechselbar. Zinersshütten, 21.7.2007. Rechts: Schlagfluren sind wichtige temporäre Habitats für den Dukaten-Feuerfalter. Nur allzu schnell werden sie wieder aufgeforstet oder unterliegen der natürlichen Sukzession; Schlagfläche mit aufkommendem Fichtenjungwuchs, Sandkopf. (Fotos: Andreas Zapp)

Eigene Faltersichtungen aus den Jahren 2007-2009 liegen zwischen dem 26.6. und 6.8. vor. Die tatsächliche Flugzeit dürfte allerdings ausgedehnter sein. Für das gesamte Hunsrück-Nahe-Gebiet reicht sie nach FÖHST & BROSKUS (1992) von Mitte Juni bis Ende August. In der benachbarten Pfalz liegen Nachweise für den Zeitraum vom 20.5. bis zum 26.9. vor, mit einer Hauptflugzeit in etwa von Mitte Juni bis Mitte/Ende August und einem Flugzeithöhepunkt am 22.7. (ELLER 2007). Eine Zusammenstellung phänologischer Daten des Untersuchungsgebietes und seiner angrenzenden Gebiete (Saarland, oberes Nahebergland und Schwarzwälder Hochwald) der letzten 100 Jahre (Datenquelle: ZfB, eigene Beob.) ergibt eine durchschnittliche Flugzeit von Mitte/Ende Juni bis Ende August, der Flugzeithöhepunkt wird

in der zweiten Juli-Hälfte erreicht. Extremdaten stammen aus dem Nahetal (15.5.1981, Hoppstädten-Weiersbach, Beob.: Weitz) und aus Nonnweiler (1.9.1962, Beob.: de Lattin). Insgesamt konnte für *L. virgaureae* eine sehr gleichförmige phänologische Entwicklung festgestellt werden, mit langsamem Anstieg und Abfall. Von 49 am 31.7.2009 gezählten Individuen waren 44 Männchen, das Geschlechterverhältnis (♂:♀) im Bereich der Hauptflugzeit lag also ungefähr bei 9:1.

Saugende Falter konnten fast ausschließlich an Asteraceae beobachtet werden, wobei gelbblühende Arten als Hauptattraktion dienen. Daneben wurden auch weiße Blüten besucht, bzw. eine Kombination der beiden (*Leucanthemum vulgare* agg.). Mit absteigender Häufigkeit waren dies: *Senecio jacobaea* (4), *Leontodon autumnalis* (4), *Achillea millefolium* (2), *Senecio hercynicus* (2), *Hypochaeris radicata* (2), *Leucanthemum vulgare* agg. (2), *Ranunculus repens* (1), *Tanacetum vulgare* (1). ULRICH (2001) nennt für das nördliche Saarland noch Schwarze Flockenblume (*Centaurea nigra* agg.), FÖHST & BROSZKUS (1992) im Untersuchungsgebiet noch *Origanum vulgare*. Der Autor konnte jedoch keinen Besuch von violett blühenden Pflanzen beobachten. Diese werden jedoch stets in Literaturquellen genannt (so z. B. EBERT & RENNWALD 1991, ELLER 2007). Ein Blütenbesuch an Apiaceae (*Aegopodium [podagraria]*, *Pimpinella saxifraga*), wie ihn WEIDEMANN (1995) an erster Stelle erwähnt, konnte ebenfalls nicht festgestellt werden.

Bei einer derart geringen Individuendichte wie 2007 war die Suche von Eiern von vornherein wenig erfolgversprechend und verlief dann auch erfolglos. Teils wurden auch systematische Fehler begangen, indem zum Großteil die Ampferpflanzen selbst und nicht die umgebende Bodenstreu abgesucht wurde (wo aber mutmaßlich der Großteil der Eier zu finden ist). Dies wurde aufgrund des immensen Zeitaufwands nur stichprobenartig durchgeführt. Dass das Auffinden von Eiern nach einem starken Flugjahr durchaus möglich ist, zeigte der gemeinsame Besuch zweier Entomologen aus Baden-Württemberg und einiger saarländischer Kollegen am 6.9.2009 am Friedrichskopf. Nachdem der Autor einen Bereich in dem sich einige Wochen zuvor viele Individuen aufhielten aufzeigte, konnten mit vereinten Kräften unter fachkundiger Anleitung von Gabriel Hermann binnen kurzer Zeit ca. zehn Eier gefunden werden. Die Eier waren allesamt in geringem Umkreis von *R. acetosa*-Pflanzen an alter Streu beliebiger Herkunft zu finden. Zum Suchen wird die die Sauerampferpflanzen umgebende Vegetation leicht runtergedrückt und die Altstreu ohne vorherige Störung/Verlagerung von oben aufmerksam abgesucht. Erst danach kann man in der Streu „wühlen“, d. h. einzelne Pflanzenteile umdrehen um nachzusehen ob vielleicht Eier an von oben nicht einsehbaren Stellen abgelegt wurden. Dabei sollte jedoch auch immer bedacht werden dass der Falter auch selbst zur Ablage an diese Stelle gelangt sein muss ohne durch die Vegetationsstruktur, auf die er kaum Einfluss ausüben kann, behindert zu werden.



Abb. 8: Dollberger Höhenschneise (Friedrichskopf) im März 2009. In schattigen Bereichen liegt teilweise noch Schnee, die aufkommende Vegetation in den Randbereichen wird von einer dicken Streuschicht bedeckt. Hier wurden 2007 sowie 2009 die meisten Dukaten-Feuerfalter im gesamten Untersuchungsgebiet beobachtet. (Foto: Andreas Zapp). Die Eier von *L. virgaureae* (rechts) sind an alter Streu in der Umgebung der Fraßpflanzen einzeln abgelegt oder in kleinen Gruppen von 2–3 Eiern zu finden. Das rechte Ei weist vermutlich das Ausschlupfloch eines Parasitoiden auf, der seine Entwicklung schon vor dem Winter abgeschlossen hat. (Eifund vom Friedrichskopf, 6.9.2009; Foto: Edgar Müller, ZfB)

Das Präimaginalhabitat entspricht an dieser Stelle also dem Imaginalhabitat. Es handelte sich um einen geschotterten Wegrandbereich mit Vorkommen des Großen Sauerampfers, der an eine mit *Rubus*-Arten durchsetzte Hochstaudenflur angrenzt. Dieser Wegrand wird gemäht und ist mit einem leichten Streufilz durchzogen. Wenn es sich beim erwähnten Ablageschema um den Regelfall handelt, ist diese Streuauflage ein ganz essentieller Schlüssel zum Habitatverständnis von *L. virgaureae*. Sowohl eine unterlassene als auch eine zu häufige Mahd dieser Wegrandbereiche würde dann der Art zum Nachteil gereichen.

Tab. 2: Nachweise von *L. virgaureae* in Schwarzwälder Hochwald und Idarwald aus den Jahren 2007 und 2009. Der Wiederfund im Saarland ist grau unterlegt.

Fundort	Minutenfeld	Höhe ü. NN (m)	Individuenzahl	Zeitraum
Hinüberweg S Hoxel	6108/232	593	1	21.7.2007
Waldschneise W Pfaffenstraße	6208/325	741	4	15.–17.7.2007
Pfaffenstraße W Thranenweier	6208/335	701	2	21.7.–6.8.2007
Sommerrodelbahn Erbeskopf	6208/421	799	2	15.7.2007
NSG Riedbruch	6208/431	616	2	14.7.2007
S NSG Mörschieder Burr	6209/222	540	1	6.8.2007
Sandkopf	6308/113	732	2	8.–13.7.2007
NSG Ochsenbruch	6308/114	618	1	13.7.2007
N Börfink Waldschneise	6308/115	549	2	14.–17.7.2007
NO Gunnesbruch	6308/123	597	1	15.7.2007
Hengstbach O Muhl	6308/124	532	1	27.7.2007
N Zinershütten	6308/133	565	1	21.7.2007
Dollberger Höhenschneise/Friedrichskopf	6308/134	682	9	7.–25.7.2007
Gunnesbrucher Schneise	6308/134	603	1	6.8.2007
Holzlagerplatz am Bleidenbach SW Hujetsägemühle	6308/135	528	2	18.7.2007
Erdbeerengraben O Börfink	6308/211	577	1	18.7.2007
Waldwiese N Taubenfloß	6208/335	611	1	31.7.2009

Pfaffenstraße	6208/421	774	3	31.7.2009
K 50 Zufahrt Erbeskopf	6208/422	777	1	26.7.2009
Sandkopf	6308/113	732	3	31.7.2009
Lichtung O Königsbachtal	6308/123	595	1	31.7.2009
NO Gunnesbruch	6308/123	607	3	31.7.2009
Friedrichskopf	6308/134	682	53	26.6.–21.7.2009
NO Gunnesbruch	6308/134	606	5	31.7.2009
NO Hunnenring (SL)	6308/312	591	1	21.7.2009

7 Diskussion

Die vorliegende Untersuchung aus den Jahren 2007 und 2009 konnte die Existenz reproduktiver Populationen der beiden Zielarten *E. ligea* und *L. virgaureae* im Hunsrück beweisen. Hierüber bestand mit Beginn der Arbeiten noch Unklarheit. Dabei wird aber auch ersichtlich, dass beide Arten seit Mitte des letzten Jahrhunderts starke Bestandseinbußen erlitten und aktuell nur noch kleinräumig und in geringen Individuendichten auftreten. Die Arbeit zeigt folgendes deutlich: (i) es bleibt weiterhin ein dringender Forschungsbedarf zu den Zielarten bestehen. Die Untersuchung im Jahr 2007 konnte aufgrund der zeitlichen Beschränkung, der Größe des Untersuchungsgebietes und der Auswahl von zwei Zielarten nur Basisinformationen zu deren Verbreitung und Ökologie liefern. Hier müssen sich Nachfolgeuntersuchungen anschließen, denn (ii) ist aufgrund der geringen Dichte der Vorkommen von einer starken Gefährdung beider Arten auszugehen. Ein hohes Schutzbedürfnis mit hoher Handlungspriorität ist daher gegeben.

7.1 Populationsstruktur und -dynamik

Zur grundlegenden Bewertung der Population von *E. ligea* muss die Rolle der kleinen, individuenarmen Vorkommen in der Umgebung einer großen, reproduktiven Population geklärt werden. Die relative Nähe der Vorposten zur Hauptpopulation sowie die geringe Individuenzahl lässt zunächst den Schluss zu, dass es sich um abgewanderte oder verdriftete Falter handeln muss. Andererseits überschneiden sich diese Vorposten stellenweise mit bereits bekannten, individuenärmeren Flugstellen aus der Zeit seit 1980 (Umgebung NSG Ochsenbruch), so dass von einer gewissen Besiedlungskonstanz auszugehen ist. Es bleibt die Frage, ob und welche dieser Vorkommen reproduktiv sind oder nicht. Mit jedem Einwanderungsereignis erhöht sich die Möglichkeit der Etablierung einer zukünftigen neuen (Teil-)Population, wenn z. B. ein befruchtetes Weibchen einwandert. Am Thranenbach wurde 2007 neben acht Männchen auch ein Weibchen beobachtet, 2009 konnten an dieser Stelle dann wieder zwei Falter gefangen werden. Auch an der Zufahrt zum NSG Ochsenbruch flogen wieder drei Falter. Eine erneute Zuwanderung an der gleichen Stelle wäre denkbar, aber sehr zufällig. Wenn nachfolgende Untersuchungen randliche Vorkommen nicht weiter bestätigen können, handelt es sich vermutlich um *sinks* im Sinne der Metapopulationstheorie (SETTELE & REINHARDT 1999, SETTELE 1999). *Sinks* sind dabei im Vergleich zu guten Reproduktionshabitaten (*source*) solche Habitate mit geringerer Qualität und Eignung für die betreffende Art. In diesen Flächen ist die Art dann nur temporär anzutreffen, gelangt aber nicht (immer) zu einer erfolgreichen Fortpflanzung, so dass die Population (fast) immer nur von Immigranten dargestellt wird und nicht dauerhaft bodenständig ist. Ein solches Habitat kann bei erfolgreicher Etablierung einem Funktionswandel unterliegen und selbst zu einem neuen Quellhabitat werden. *Source*- und *sink*-Aussagen für Flächen unterliegen daher einer engen zeitlichen Definition. Im Falle des Ochsenbruchs ist aufgrund der Dokumentationsgeschichte von einem Habitat auszugehen, das nur gelegentlichen Aussterbeprozessen unterliegt, aber relativ kontinuierlich vom Populationskern oder einer

anderen Teilpopulation wiederbesiedelt wird und somit bereits längerfristig Teil eines Metapopulationssystems ist. Für das gesamte Vorkommen von *E. ligea* im Schwarzwälder Hochwald geht der Autor also von einem System vernetzter Populationen (Kernpopulation, Teilpopulationen, Besiedlungsansätze) aus. Die Funktionalität dieses Systems ist aber möglicherweise bereits stark eingeschränkt. Zwar gibt es momentan noch einen stabilen Populationskern, doch ist die Anzahl der bekannten Teilpopulationen gering, die dortigen Vorkommen äußerst individuenschwach. Fallen diese aus, gibt es nur noch ein einziges, räumlich sehr eng umgrenztes Vorkommen, das dann von einer dauerhaften Verschlechterung der Lebensbedingungen oder Extremereignissen u. U. stark bedroht sein kann. Mit hoher Wahrscheinlichkeit haben am System noch weitere, unentdeckte Populationen im näheren als auch weiteren Umfeld Teil. Eine Verbindung bis zum Vorkommen im Soonwald besteht aber sicher nicht. Die geographische Trennung bedingt auch eine phänologische Trennung der Populationen. Neben der großen zu überbrückenden Distanz (50 km) können die Populationen auch zeitlich nicht aufeinander treffen und sind dadurch isoliert.

Der langfristige Trend spricht dafür, dass die Metapopulation aktuell „schrumpft“, d. h. sie verliert nach und nach dauerhaft Populations-Satelliten ohne genügend weitere auszusenden.

7.2 Bedeutung der Raupennahrungspflanzen

Eine Etablierung in neuen Habitaten kann dann erfolgen, wenn die Immigranten geeignete Bedingungen vorfinden und auch die Kapazität der neuen Habitate in Bezug auf bestimmte Ressourcen wie geeignete Eiablageplätze oder die Verfügbarkeit der Nahrungspflanzen nicht überschritten wird. Nahrungsressourcen für die Raupen von *E. ligea* sollten bei einem vermeintlich polyphagen Grasfresser keinen limitierenden Faktor darstellen. Dass es ganz so einfach wohl nicht ist, zeigt der derzeitige Rückgang besiedelter Habitate einer Reihe anderer Augenfalter im europäischen Raum (z. B. *Lopinga achine*, BERGMAN & LANDIN 2001). Ebenfalls für *L. achine* zeigte BERGMAN (1996), dass zwar mehrere Fraßpflanzen im Freiland genutzt werden, aber dennoch starke Präferenzen bestehen. Arten mit, über ihr gesamtes Areal hinweg betrachtet, polyphagem Fressverhalten, können regional trotz ausreichender Verfügbarkeit ein stark eingeschränktes Spektrum an Fraßpflanzen nutzen. Aufgrund der beobachteten Eiablage kann *L. sylvatica* mit hoher Wahrscheinlichkeit als eine Fraßpflanze der Raupen von *E. ligea* benannt werden, wenn auch selbst keine Raupe fressend daran gefunden wurde. Die Lage im Reinbestand und das Fehlen weiterer Gräserarten in unmittelbarer und mittelbarer Umgebung machen eine andere Nahrungswahl ohne weite Wanderungen sehr unwahrscheinlich. Das gilt freilich nur für diese Einzelbeobachtung und lässt noch keinen Schluss auf eine „traditionelle“ Nutzung ausschließlich dieser Pflanze durch die betrachtete Population zu. Für *E. aethiops* wurde für die Kalkeifel durch Kombination von Freiland- und Zuchtbeobachtungen eine weitestgehende regionale Beschränkung (möglicherweise sogar regionale Monophagie im Freiland) auf *Brachypodium pinnatum* festgestellt, wobei die Art überregional ein nachweislich breites Spektrum an Fraßpflanzen nutzt (LEOPOLD 2006). Obwohl dort bis zu 14 andere grasige (und potenzielle Fraß-) Pflanzen vorhanden waren, war die Deckung von *B. pinnatum* mit bis zu 80 % am höchsten. Eine vergleichbare Situation ist auch im *E. ligea*-Haupt habitat festzustellen, wo die beiden vermeintlichen Fraßpflanzen *L. sylvatica* und *Molinia caerulea* große Dominanzbestände ausbilden. Die starke Beschränkung auf dieses Habitat bleibt dennoch schwer nachvollziehbar, da es im Untersuchungsgebiet durchaus eine Vielzahl weiterer Habitate mit - aus der Sicht des Wissenschaftlers - ähnlicher Ausstattung gibt.

In fast allen Flächen mit Nachweisen von *E. ligea* konnten syntope Vorkommen von *L. virgaureae* festgestellt werden. *L. virgaureae* nutzt also die gleichen Habitate wie jene. Da der Dukaten-Feuerfalter darüber hinaus aber noch in einer Vielzahl anderer Flächen gefunden

wurde, unterliegt seine Verbreitung anscheinend weniger stark der Bindung an einen bestimmten, bestimmenden Habitatfaktor und der damit einhergehenden Restriktion als im Falle des Weißbindigen Mohrenfalters. Eier von *L. virgaureae* wurden ausschließlich um Pflanzen von *R. acetosa* gefunden, nicht dagegen im Umfeld von *R. acetosella*. Doch selbst bei einer angenommenen Monophagie und Beschränkung auf *R. acetosa* kann es auch hier keinen Nahrungsmangel geben.

Für beide Falterarten müssen daher andere limitierende Faktoren als die Verfügbarkeit der Fraßpflanzen vorliegen; vermutlich besteht eine enge Habitatbindung über strukturelle und mikroklimatische Faktoren, wobei *E. ligea* im Vergleich zu *L. virgaureae* mutmaßlich eine geringere Valenz besitzt.

7.3 Weitere Einflussfaktoren auf die Bestandsentwicklung

Klimawandel: Ob klimatische Faktoren entscheidend für die aktuelle Verbreitung von Weißbindigem Mohrenfalter und Dukaten-Feuerfalter sind, ist schwierig zu beurteilen. Es muss eine Unterscheidung zwischen dauerhaften Vorkommen und Vorkommen, die das Ergebnis einer vorübergehenden Arealprogression sind, erfolgen, um die Ansprüche der Arten charakterisieren zu können. Schließlich wurde *E. ligea* vor 30 Jahren im nördlichen Saarland auf einer Höhe von nur 400 m gefunden, und auch das aktuelle Vorkommen im Soonwald liegt auf einer Höhe von unter 500 m, wobei die dortigen klimatischen Gegebenheiten durch die Leelage gegenüber dem Hoch- und Idarwald eher kontinental geprägt sind. ELLER (2007) bestreitet denn auch, dass *L. virgaureae* überhaupt eine montane Art sei, da sie auch vereinzelt im Vorderpfälzer Tiefland vorkommt. Sie meidet allerdings mehr oder weniger stark xerotherme Gebiete sowie größere walddarme Landschaften. Demnach wäre die relativ starke Waldbindung ein entscheidender Faktor im Habitat (auch CASPARI & ULRICH 2008 stellen *L. virgaureae* zu den Waldarten, nicht zu den Bergschmetterlingen). Dass sie nicht der alleinige Faktor zur Habitatselektion sein kann, beweist die lückenhafte Verbreitung im ebenfalls dicht bewaldeten nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets. Die Vorkommen im Vorderpfälzer Tiefland beruhen wohl eher auf kleinräumigen, lokalklimatischen Besonderheiten. In einer Untersuchung von *L. virgaureae* im Sauerland wurde eindeutig ein Zusammenhang von Habitatdichte und Besiedlungsgrad mit steigender Höhenlage festgestellt (MEYER 2006).

Eine zunehmende Atlantisierung des Klimas muss inzwischen als Gefährdungsfaktor für beide Arten ernsthaft diskutiert werden. So sind „bei vielen Arten mit boreal-montaner oder kontinentaler Verbreitung [...] seit Jahren Rückgänge zu verzeichnen, die häufig nicht befriedigend und nicht ausschließlich mit Veränderungen der Landschafts- oder Habitatstruktur zu erklären sind. Auffällig ist, dass von fast allen o. g. Arten in historischer Zeit (auch) Vorkommen aus mittleren bis tiefen Lagen dokumentiert sind. Gerade die Letzteren waren jedoch überproportional stark vom Erlöschen betroffen, während sich die Vorkommen in Mittelgebirgsregionen vielfach besser zu behaupten vermochten [...]. Bei den wenigen bis heute bestehenden Vorkommens-“Exklaven“ tiefer gelegener Lagen handelt es sich um „Kontinentalitätsinseln“ mit deutlich kürzerer Vegetationsperiode [...].“ (FARTMANN & HERMANN 2006). Genau dieses Rückzugsschema wurde auch für *E. ligea* und *L. virgaureae* beobachtet (s. Abschnitt 4).

G. Hermann (in FARTMANN & HERMANN 2006) beobachtete zusätzlich, dass in Baden-Württemberg einige Arten, die in höheren Lagen in Offenlandbiotopen an äußeren Waldrändern vorkommen, in tiefen bis mittleren Lagen grundsätzlich nur in Lichtungen auftreten, so auch *E. ligea*. Unter Verweis auf ELLENBERG (1996) führt er dies auf die „Kontinentalität“ des Mesoklimas von Kahlschlägen (bzw. Offenflächen im Wald) zurück. Dieses gleicht bei einer mittelgroßen Kahlschlagfläche, die ringsum von Bäumen umgeben

und dadurch windgeschützt ist, durchaus einem kontinentalen Klima, charakterisiert durch einen starken Tagesgang der Temperaturen. So sammelt sich dort in klaren und kühlen Nächten die abgekühlte Luft in Bodennähe und kann zu scharfen Frösten führen, während der gleiche Bereich durch die ungehinderte Insolation tagsüber stark aufgeheizt wird. Eine geringere Flächengröße und leichte Bedeckung mit überhängenden Ästen mildert diesen Effekt bereits ab (ELLENBERG I. c.).

Entscheidend für das Vorkommen einer „montanen“ Tagfalterart ist wohl nicht eine sommerkalte Lage des Gebiets (schließlich sind auch diese Falter sonnenhungrig und sind als wechselwarme Tiere bei zu niedrigen Temperaturen inaktiv); das Kältebedürfnis liegt ganz sicher bei den Präimaginalstadien. „Die Ursache für dieses Zusammenschmelzen von Arealen und besiedelbaren Habitaten dürfte wesentlich in der schleichenden Atlantisierung/Mediterranisierung des Klimas zu suchen sein. Von entscheidender Bedeutung scheinen dabei kalte Winter für diese Arten zu sein. Welche Faktoren genau für die Präimaginalstadien im Zusammenhang mit der Winterkälte bedeutsam sind, ist bislang jedoch noch völlig unzureichend erforscht. Denkbar wären höhere Energieverluste der Präimaginalstadien in länger werdenden frostfreien Winterphasen. Auch die Verpilzungs- und Parasitierungs-Raten könnten höher sein.“ (FARTMANN & HERMANN 2006).

In Zuchtversuchen mit *E. aethiops* konnte durch Erfassung der Kotabgabe nachgewiesen werden, dass dessen Raupe trotz zwischenzeitlicher Wärmeperioden von über 10 °C nicht aus ihrer kontinuierlichen Winterruhe von November bis März erwacht und diese Phasen zur Nahrungsaufnahme nutzt, im Gegensatz zu anderen Augenfallern wie *Hipparchia semele* oder *Lasiommata megera*. Somit ist die Art nicht in der Lage, den Energieverlust bei höherer Umgebungstemperatur auszugleichen und müsste „bei steigenden Wintertemperaturen in höhere Lagen oder winterkalte Lokalklimate ausweichen“ (LEOPOLD 2006).

Im Winter 2006/2007 konnten an der Klimastation Deuselbach lediglich 19 Frosttage (Dez. 2006–Feb. 2007) verzeichnet werden. Im gleichen Zeitraum ein Jahr später waren es dagegen 37 Frosttage, im Winter 2008/2009 dann 63 (WETTERONLINE 2009b). Dieser Wetterverlauf scheint sich zumindest beim Dukaten-Feuerfalter günstig auf die Populationsstärke ausgewirkt zu haben.

Durch eine höhere Niederschlagsmenge im Sommer, die im Falle einer weiteren Erwärmung für Mitteleuropa oftmals prognostiziert wird, könnte ein weiterer Nachteil entstehen: Arten, die ihre Eier einzeln ablegen (wie *E. ligea*) sind von lang anhaltenden Schlechtwetterbedingungen stärker betroffen, da ihre Weibchen die meiste Zeit damit verbringen, für jedes einzelne Ei eine geeignete Ablagestelle zu suchen, während dieser Effekt für Arten, die z. B. in Eipaketen ablegen, nicht so entscheidend zu sein scheint, da diese in kurzen Schönwetterabschnitten in kurzer Zeit einen Großteil ihres Eivorrates ablegen können (SETTELE et al. 1999). Eine deutlich höhere Niederschlagsmenge in der Messperiode 1961–1990 ist zumindest für den saarländischen Teil des Untersuchungsgebiets bereits belegt (KÜHNE 2004).

Forstliche Gestaltung: Historisch bedingt wurde im Hunsrück – nach einer weitgehenden Entwaldung bzw. Devastierung der Wälder Ende des 18. Jahrhunderts und mit Beginn der industriellen Revolution – auf eine möglichst rasche Aufforstung mit Nadelhölzern, v. a. Fichte und Kiefer, gesetzt. Gerade die Fichte erlaubt einen sehr dichten Bestand und somit einen hohen quantitativen Ertrag und wurde in den kommenden Jahrzehnten zum „goldenen Kalb“ einer profitorientierten Forstpraxis. Von Seiten des Naturschutzes wird bereits seit langer Zeit ein Aufbau der Wälder (oder besser: Forsten) gefordert, der sich näher am natürlichen Waldbild orientiert. Ein wesentlicher Unterschied läge nicht nur in einer standortgerechten Bestockung, sondern auch in der strukturellen Gliederung der Wälder, die

im Gegensatz zu Forsten keinen monotonen Altersklassenwald darstellen. Ein Merkmal von Naturwäldern ist das Nebeneinander verschiedener Waldentwicklungsphasen (Aufbau-Reife-Zusammenbruch) im Sinne der Mosaik-Zyklus-Theorie. Neben verschiedenen Baumschichten und Strauchschichten ist gerade in Zerfallsphasen die flächige Ausbildung einer Krautschicht kennzeichnend. Gerade die im lichten Schatten gelegenen Waldgrasbestände sind anscheinend für das Vorkommen von *E. ligea* von großer Bedeutung.

Mit dem gestiegenen Umweltbewusstsein in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts und geänderten Nutzungsansprüchen an den Wald (Freizeitnutzung) hat ein Umdenken stattgefunden. Der propagierte „naturnahe Waldbau“ mit Kahlschlagverbot hat jedoch zu einer zunehmenden Verdunklung der Wälder geführt und neben anderen Tier- und Pflanzenarten auch viele der sog. „Lichtwaldfalter“ (z. B. die an *Viola*-Arten lebenden Perlmutterfalter *Argynnis paphia*, *A. adippe*, *Boloria euphrosyne*) unter Druck gesetzt (ARBEITSKREIS WALDBAU UND NATURSCHUTZ 2005, ULRICH & CASPARI 2007). Erst jetzt versucht man dieser Entwicklung wieder gegenzusteuern. Aufgrund der langen Umtriebszeiten einer Forstkultur ändert sich das Landschaftsbild allerdings nur langsam. Neben der generellen Auflichtung der Wälder wird in jüngster Zeit besonderen Wert auf den strukturellen Aufbau von Waldrändern gelegt. Eines der Haupt-Entwicklungsziele ist ein abgestufter Aufbau (s. KÖGEL et al. 1993), was besonders unter mikroklimatischen Aspekten eine Bereicherung des Waldbestandes ist. Dass die forstliche Planung sich ebenfalls mit dem Klimawandel auseinandersetzen muss, z. B. was die zukünftige Wahl der Baumarten angeht, zeigt HANKE (2003). Ebenso muss sie mit einem erhöhten Sturmrisiko rechnen. Die Winterstürme vergangener Jahre (Vivian und Wiebke 1990, Kyrill 2007) haben auch im Hunsrück große Lücken im Waldbild hinterlassen. Doch gerade solche Extremereignisse bieten auch Chancen durch die Schaffung von Freiflächen und für einen dauerhaft naturnahen Waldbau. Windwurfereignisse können sich z. B. für den Dukaten-Feuerfalter als wertvoll herausstellen: Auf dem umgebrochenen Boden stellen sich nach eigenen Beobachtungen im Untersuchungsgebiet oftmals *Rumex*-Arten ein. So werden neue Ablageplätze geschaffen. Dass solche Mikrostandorte angenommen werden, zeigten mehrere Eier von *Lycaena phlaeas*, die an solchen Standorten auf *R. acetosella* gefunden wurden. Generell scheinen solche Störungen in Habitaten die Ausbildung artenreicher Schmetterlingszönosen zu begünstigen (ČERNÝ et al. 2006, FARTMANN 2006).

Insgesamt müssen waldbauliche Maßnahmen auf einen strukturreichen Bestand mit Lichtungsbereichen (z. B. auch jagdliche Einrichtungen) und blumenreichen Säumen abzielen, die ebenso wie Waldwiesen und Wildwiesen einer extensiven Pflege unterliegen müssen. Gerade letztere sind häufig zu nährstoffreich und werden zu intensiv bewirtschaftet. Die Baumartenzusammensetzung in den Habitaten scheint für die beiden Falterarten dagegen nicht von Bedeutung zu sein. Generell ist auf Herbizideinsatz auf Schlagfluren zu verzichten. Kalkung und Düngung von Wäldern, der Ausbau und die Asphaltierung von Waldwegen und damit einhergehende Verluste von mageren Pionierstandorten an Wegen und Böschungen sowie ungünstige Mahdrhythmen von wegebegleitenden Grünstreifen stellen unmittelbar wirksame Gefährdungsfaktoren dar (CASPARI & ULRICH 2008). Einen speziell auf *E. ligea* ausgerichteten Vorschlag zur Waldgestaltung geben GOFFART et al. (1999).

Nicht zuletzt führt ein beginnender Zerfall eines ehemals geschlossenen Areals durch die fehlende Vernetzung von Habitaten und Populationen zu einer weiteren Verinselung, die die einzelnen Populationen anfällig gegenüber Extremereignissen macht und eine lokale Dynamik von Aussterbe- und Wiederbesiedlungsereignissen unterbindet.

7.4 Anregung zur weiteren Untersuchung

Ein Umstand, der v. a. *E. ligea* als Untersuchungsobjekt besonders interessant, aber auch schwierig macht, ist der zweijährige Entwicklungszyklus des Falters. Dieser bedingt, dass eine Population an einer Stelle immer nur alle zwei Jahre in Erscheinung tritt. In den meisten Fällen scheint sich dieses Erscheinen auf ungerade Jahre zu verlegen (ARTMANN & REZBANYAI-RESER 2005, GOFFART et al. 1999, WEIDEMANN 1995), doch gibt WEIDEMANN (1995) für den Harz das Erscheinen der Imago häufiger (nur?) in geraden Jahren an. Dass *E. ligea* jedoch auch durchaus in ein und demselben Gebiet in allen Jahren und auch ungefähr gleich häufig auftreten kann, erwähnt G. Artmann für die Zentralschweizer Alpen (ARTMANN & REZBANYAI-RESER 2005). Der Autor selbst konnte in einem Habitat im Berchtesgadener Land (Bayern) Imagines der Art im geraden Jahr 2008 sowie im darauffolgenden Jahr in einem nur 7 km davon entfernten Habitat beobachten.

Hier bleiben nun mehrere Fragen: (i) Ist die Zuschreibung eines zweijährigen Entwicklungszyklusses in allen Arealteilen korrekt? (ii) Gibt es in Gebieten mit Nachweisen im Abstand von zwei Jahren in den „Zwischenjahren“ vielleicht übersehene Falter? (iii) Liegen in einem Gebiet zwei nicht räumlich, dafür aber zeitlich getrennte Populationen vor (komplementäre Populationen mit alternierendem Rhythmus)? (iv) Besteht eine individuenschwache Population, der eine zahlenmäßig viel größere Population vorhergeht und auch folgt, tatsächlich als eigenständige Population, oder handelt es sich um Nachzügler oder Frühentwickler einer anderen Population, die aufgrund der geringen Individuendichte nicht zur Fortpflanzung gelangen, aussterben und somit in jedem Jahr mit geringer Individuendichte eine „Scheinpopulation“ gebildet wird? (v) Kann es bei tatsächlicher Existenz zweier selbständiger Populationen durch Entwicklungsverschiebungen zu einer Überlappung (und genetischen Durchmischung) der beiden Populationen kommen, die evtl. auch die Steuerung der Zyklizität beeinflusst?

Die letzte Frage geht dabei vor allem von Entwicklungsverzögerungen aus, so dass Individuen einer Population erst im Jahr *nach* ihrem „planmäßigen“ Schlupf und in der Population, der sie eigentlich nicht zugerechnet werden, erscheinen und somit zu einer Durchmischung, v. a. auch genetisch, der Populationen beitragen. Diese Fragen werden auch bei ARTMANN & REZBANYAI-RESER (2005) angeschnitten.

Langjährige und detaillierte Untersuchungen der Art an einer bestimmten Population sind dem Autor nicht bekannt. Die wenigen bisherigen Funde im Untersuchungsgebiet stammen bis auf eine (schlecht dokumentierte) Ausnahme ebenfalls aus ungeraden Jahren. 2008 konnten zur Hauptflugzeit Mitte Juli zumindest im lokal am stärksten besetzten Habitat keine Falter von *E. ligea* nachgewiesen werden (R. Ulrich, pers. Mitt.).

Obwohl sich immer mehr Tagfalter-Spezialisten der Erfassung von Präimaginalstadien zuwenden, kann bei so „schwierigen“ Arten wie *E. ligea* und *L. virgaureae* und in derart dünn besiedelten Gebieten wie dem Hunsrück eine zweckmäßige Kartierung nur im Falterstadium erfolgen. In besetzten Habitaten ist die Suche nach Eiern und Raupen jedoch sinnvoll zur Klärung offener Fragen bei der Habitatselektion.

Aufgrund des noch geringen Kenntnisstandes zur Ökologie beider Falterarten ist es für Aussagen zu einem erfolgreichen Populationsmanagement noch zu früh, gleichzeitig jedoch auch höchste Zeit. Zu diesem Zweck wäre es wünschenswert, wenn ansässige Entomologen auch einmal öfter „in den Wald gingen“ und die Entwicklung der wenigen noch existierenden Vorkommen der beiden Falterarten in unserer Region beobachteten. Die vorliegende Arbeit darf hierbei als Anstoß verstanden werden.

8 Dank

Mein Dank geht an die Betreuer meiner Diplomarbeit. In Trier waren dies: Prof. Dr. Thomas Schmitt sowie apl. Prof. Dr. Martin Paulus, Betreuung von saarländischer Seite fand ich in Dr. Steffen Caspari (Zentrum für Biodokumentation des Saarlandes), dem ich überdies für die Übernahme der Korrektur des Manuskripts mit vielfachen Hilfestellungen und Anregungen danke.

Wertvolle Informationen zur Situation der beiden Arten im Saarland und den grenznahen Gebieten lieferte Rainer Ulrich (Wiesbach), Angaben zu *Erebia ligea* in Rheinland-Pfalz wurden mir auch von Gerhard Schwab (Messersbacherhof) und Wilfried Hasselbach (Albig) übermittelt, der ebenso wie Armin Coray (EGB) mir unzugängliche Literatur zusandte.

Für die Ausstellung der Ausnahmegenehmigungen zum Fang der Schmetterlinge, zum Betreten der Naturschutzgebiete sowie der Wegeerlaubnis danke ich:

In Rheinland-Pfalz: Herrn Michael Ehltig von der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord.

Im Saarland: Den Mitarbeitern des ZfB für die unkomplizierte Zusammenstellung der Genehmigungen bei den entsprechenden Stellen (Ministerium für Umwelt, Landesbetrieb für Straßenbau).

Die Fotos der Falter-Eier wurden von Michael Scierski (*Erebia ligea*) und Edgar Müller (*Lycaena virgaureae*) gemacht und mir zur Verfügung gestellt. Vielen Dank!

Herzlich danken möchte ich zuletzt noch Judith Harst, die sich bereit erklärt hat, das französische Résumé Korrektur zu lesen.

9 Literatur

- ARBEITSKREIS WALDBAU UND NATURSCHUTZ (2005): Lichtliebende Arten und naturnaher Waldbau. – LÖBF-Mitteilungen **3/05**: 36–38. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.
- ARTMANN, G. & L. REZBANYAI-RESER (2005): Anscheinend streng zweijähriger Entwicklungszyklus von *Erebia ligea* im «Pro Natura»-Reservat Chilpen, Diegten BL (Lepidoptera: Satyridae). – Mitt. Entomol. Ges. Basel **55** (3): 88–92.
- BERGMAN, K.-O. (1996): Oviposition, host plant choice and survival of a grass feeding butterfly, the Woodland Brown (*Lopinga achine*) (Nymphalidae: Satyrinae). – Journal of research on the Lepidoptera **35**: 9–21.
- BERGMAN, K.-O. & J. LANDIN (2001): Distribution of occupied and vacant sites of *Lopinga achine* (Nymphalidae: Satyrinae) in a fragmented landscape. – Biological Conservation **102**: 183–190.
- BLÄSIUS, R., BLUM, E., FASEL, P., FORST, M., HASSELBACH, W., KINKLER, H., KRAUS, W., RODENKIRCHEN, J., ROESLER, R. U., SCHMITZ, W., STEFFNY, H., SWOBODA, G., WEITZEL, M., WIPKING, W., BASTIAN, K., BECK, H., BETTAG, E., BROSKUS, W., FÖHST, P., KLEIN, F., NIPPEL, F. & G. VOGT (1992): Rote Liste der bestandsgefährdeten Schmetterlinge (Lepidoptera; Tagfalter, Spinnerartige, Eulen, Spanner) in Rheinland-Pfalz (3. teilweise veränderte Auflage, Stand: Februar 1992). – Ministerium für Umwelt Rheinland-Pfalz, 34 S. Mainz.
- CASPARI, S. (2006): Der Blaue Eichen-Zipfelfalter (*Neozephyrus quercus*) – häufigster Tagfalter des Saarlandes? – In: FARTMANN, T. & G. HERMANN (Hrsg.) (2006): Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa. - Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde **68** (3/4): 233–242.

- CASPARI, S. & R. ULRICH (2008): Rote Liste der gefährdeten Tagfalter (Rhopalocera und Hesperiiidae) und Widderchen (Zygaenidae) des Saarlandes – 4. Fassung. – In: MINISTERIUM FÜR UMWELT DES SAARLANDES UND DELATTINIA (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Pflanzen und Tiere des Saarlandes; Atlantenreihe Band 4: 343–382, Saarbrücken.
- ČERNÝ, K., CUDLÍN, P. & K. MATĚJKA (2006): Die Bedeutung von Lawinenabgängen für die Schmetterlingspopulationen. – Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum 86: 5–36, Innsbruck.
- DOUWES, P. (1976): Ecology and ethology of the butterfly *Heodes virgaureae* (L.). – Department of Systematic Zoology University of Lund, Sweden, 6 S.
- EBERT, G. & E. RENNWALD (Hrsg.) (1991): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Bd. 2: Tagfalter II. Spezieller Teil: Satyridae Libytheidae, Lycaenidae, Hesperiiidae. – Verlag Eugen Ulmer, 535 S. Stuttgart.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht (5. stark veränderte und verbesserte Auflage). – Verlag Eugen Ulmer, 1096 Seiten, Stuttgart.
- ELLER, O. (2007): Dukaten-Feuerfalter – *Lycaena virgaureae* (LINNAEUS, 1758). – In: SCHULTE, T., ELLER, O., NIEHUIS, M. & E. RENNWALD (Hrsg.) (2007): Die Tagfalter der Pfalz, Band 1. – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz, Beih. 36: 206–213, Landau.
- FAGERSTRÖM, T. & C. WIKLUND (1982): Why do males emerge before females? Protandry as a mating strategy in male and female butterflies. – Oecologia 52: 164–166.
- 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 66 (1): 1–256.
- FARTMANN, T. (2006): Welche Rolle spielen Störungen für Tagfalter und Widderchen? – In: FARTMANN, T. & G. HERMANN (Hrsg.) (2006): Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa; Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde 68 (3/4): 259–270.
- FELDKAMP, W. (1990): Zur Waldgeschichte des Hochwaldes. Wirtschaftliche und gesellschaftliche Rahmenbedingungen bestimmen die Baumartenbedingungen in unseren Wäldern. – In: VEREIN FÜR HEIMATKUNDE NONNWEILER (Hrsg.) (1990): Beiträge zur Botanik des Hochwaldes; Hochwälder Hefte zur Heimatgeschichte 30: 29–43.
- FÖHST, P. & W. BROSKUS (1992): Beiträge zur Kenntnis der Schmetterlingsfauna (Insecta: Lepidoptera) des Hunsrück-Nahe-Gebiets (BRD, Rheinland-Pfalz). – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz, Beih. 3, 334 S.
- GLÖCKNER, M. & T. FARTMANN (2003): Die Tagschmetterlings- und Widderchenfauna der Briloner Hochfläche (Hochsauerlandkreis). – Natur und Heimat 63 (3): 81–96.
- GOFFART, P., MC CARTHY, T. & J. RENAUT (1999): Perspective de conservation des Moirés fasciés et tardif (*Erebia ligea* et *Erebia aethiops*, Lepidoptera, Satyridae) en Wallonie: une illustration de l'importance des écotones. – Les Cahiers des Réserves Naturelles RNOB 13: 51–60.
- HACHENBERG, F. (1988): Waldwirtschaft und Forstliche Landschaftsgestaltung im vorderen Hunsrück in zwei Jahrhunderten. – Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, Schriftenreihe des Landesverbandes Rheinland-Pfalz 6. 456 S, Obermoschel.
- HAFNER, W. (1969): Das Pflanzenkleid des Naheberglandes und des südlichen Hunsrück in ökologisch-geographischer Sicht. – Decheniana-Beiheft 15: 1–145; Selbstverlag des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens.

- HANKE, G. (2003): Klimawandel – Herausforderung für Rheinland-Pfalz aus Sicht der Forstwirtschaft. – Tagung: „Klimawandel – Herausforderung für Rheinland-Pfalz“ am 08.11.2003 in Bingen/Rhein. BUND für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Landesverband Rheinland-Pfalz e.V.
- HERMANN, G. (1999): Methoden der qualitativen Erfassung von Tagfaltern. – In: SETTELE, J., FELDMANN, R. & R. REINHARDT (Hrsg.) (1999): Die Tagfalter Deutschlands; Verlag Eugen Ulmer. S. 124–143. Stuttgart.
- HERMANN, G. (2006): Präimaginalstadien-Suche als Nachweismethode für Tagfalter – Rahmenbedingungen, Chancen, Grenzen. – In: FARTMANN, T. & G. HERMANN (Hrsg.) (2006): Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa. Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde **68** (3/4): 223–231.
- HUEMER, P. (2004): Die Tagfalter Südtirols. – Veröffentlichungen des Naturkundemuseums Südtirol Nr.2. Folioverlag.
- IPCC – Intergovernmental Panel On Climate Change (2001): Climate Change 2001: Synthesis Report. Summary for Policymakers. – IPCC, Genf.
- KARSHOLT, O. & J. RAZOWSKI (1996): The Lepidoptera of Europe. A Distributional checklist. – Apollo Books. Stenstrup.
- KLAUCK, E.-J. (1985): Natürliche Laubwaldgesellschaften im südwestlichen Hunsrück: eine vegetationskundliche Untersuchung im Schwarzwälder Hochwald. – Haag und Herchen Verlag, 74 S., Frankfurt/Main.
- KLEINPENNING, J. (1964): Der Hunsrück: Der Wandel der Agrarstruktur seit 1950 unter dem Einfluss der erweiterten nichtlandwirtschaftlichen Arbeitsmöglichkeiten. – Afdeling Sociale Geografie van het Geografisch Instituut der Rijksuniversiteit Utrecht Bulletin **2**, 85 S. Utrecht.
- KÖGEL, K., ACHTZIGER, R., BLICK, T., GEYER, A., REIF, A. & E. RICHERT (1993): Aufbau reichgegliederter Waldränder – ein E + E-Vorhaben. – Natur und Landschaft **68** Jg. Heft 7/8.
- KURAS, T., BENES, J., FRIC, Z. & M. KONVICKA (2003): Dispersal patterns of endemic alpine butterflies with contrasting structures: *Erebia epiphron* and *E. sudetica*. – Population Ecology **45**: 115–123.
- KÜHNE, O. (2004): Wetter, Witterung und Klima im Saarland. – Institut für Landeskunde, Saarland Hefte, Bd. **2**, Saarbrücken, 126 S.
- LAFRANCHIS, T. (2000): Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles. - Collection Parthénope, éditions Biotope. 448 S. Mèze.
- LEOPOLD, P. (2006): Die Larvalökologie des Waldteufels (*Erebia aethiops*) in Nordrhein-Westfalen und deren Bedeutung für den Erhalt der Art. – In: FARTMANN, T. & G. HERMANN (Hrsg.) (2006): Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa. Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde **68** (3/4): 61–82.
- LUWG - LANDESAMT FÜR UMWELT, WASSERWIRTSCHAFT UND GEWERBEAUF SICHT RHEINLAND-PFALZ (Hrsg.) (2005): Hydrologischer Atlas Rheinland-Pfalz. Blatt 01: Naturräumliche Gliederung.
- LUWG - LANDESAMT FÜR UMWELT, WASSERWIRTSCHAFT UND GEWERBEAUF SICHT RHEINLAND-PFALZ (Hrsg.) (2007): Rote Listen von Rheinland-Pfalz (2. erweiterte Auflage, September 2007). – Naturschutz und Landschaftspflege.
- LUWG - LANDESAMT FÜR UMWELT, WASSERWIRTSCHAFT UND GEWERBEAUF SICHT RHEINLAND-PFALZ (Hrsg.) (o.J.): Naturräumliche Gliederung von Rheinland-Pfalz. Liste der Naturräume. – Naturschutz und Landschaftspflege.

- LVERMGEO - LANDESAMT FÜR VERMESSUNG UND GEOBASISINFORMATION RHEINLAND-PFALZ (1999): CD-ROM Top50 Rheinland-Pfalz/Saarland Version 3.0
- MEYER, A. (2006): Struktureiche Landschaft und kalte Winter – das Hochsauerland als Refugium des Dukaten-Feuerfalters (*Lycaena virgaureae*). – unveröff. Diplomarbeit am Institut für Landschaftsökologie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 51 S.
- POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands (2. überarbeitete und stark erweiterte Auflage). – Verlag Eugen Ulmer, 622 S., Stuttgart.
- PRETSCHER, P. (1998): Rote Liste der Großschmetterlinge (Macrolepidoptera). – In: BINOT, M., BLESS, R., BOYE, P., GRUTKE, H., & P. PRETSCHER (Bearb.) (1998): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz **55**: 87–111, Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- ROTHMALER, W. (2002): Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 4. Gefäßpflanzen: kritischer Band (9. Auflage). – Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- SBN - SCHWEIZERISCHER BUND FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) (1987): Tagfalter und ihre Lebensräume. Arten – Gefährdung - Schutz. – Fotorotar AG. 516 S., Egg/Zürich.
- SCHRÖDER, D. (1983): Böden. – Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft **37**: 159–284.
- SCHULTE, T., ELLER, O., NIEHUIS, M. & E. RENNWALD (2007): Die Tagfalter der Pfalz, Band 1 & 2. – Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz, Beih. **36/37**, 592 S./340 S., Landau.
- SETTELE, J. (1999): Isolation und Metapopulation. Kap. II-5.2. - In: KONOLD, W., BÖCKER, R. & U. HAMPICKE (Hrsg.) (1999ff): Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege, 1–14., Ecomed, Landsberg.
- SETTELE, J. & R. REINHARDT (1999): Ökologie der Tagfalter Deutschlands: Grundlagen und Schutzaspekte. – In: SETTELE, J., FELDMANN, R. & R. REINHARDT (Hrsg.) (1999): Die Tagfalter Deutschlands. – Verlag Eugen Ulmer. S. 60–123. Stuttgart.
- SETTELE, J., FELDMANN, R. & R. REINHARDT (1999): Die Tagfalter Deutschlands. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- SETTELE, J., STEINER, R., REINHARDT, R. & R. FELDMANN (2005): Schmetterlinge. Die Tagfalter Deutschlands. – Verlag Eugen Ulmer, 256 S., Stuttgart.
- SETTELE, J., KUDRNA, O., HARPKE, A., KUEHN, I., VAN SWAAY, C., VEROVNIK, R., WARREN, M., WIEMERS, M., HANSPACH, J., HICKLER, T., KUEHN, E., VAN HALDER, I., VELING, K., VLIAGENTHART, A., WYNHOFF, I. & O. SCHWEIGER (2008): Climatic Risk Atlas of European Butterflies. – Biorisk **1** (Special Issue), Pensoft Publishers, Sofia.
- SONDEREGGER, P. (2005): Die Erebien der Schweiz (Lepidoptera: Satyrinae, Genus *Erebia*). - Verlag: Peter Sonderegger, 129–146, Brügg bei Biel.
- ULRICH, R. (2001): Neue und bemerkenswerte Funde von Tagfaltern im Saarland. –Abh. DELATTINIA **27**: 255–266, Saarbrücken.
- ULRICH, R. & S. CASPARI (1997): Rote Liste der gefährdeten Tagfalter (Rhopalocera und Hesperiiidae) und Widderchen (Zygaenidae) des Saarlandes (3. Fassung). - In: MINISTER FÜR UMWELT, ENERGIE UND VERKEHR & DELATTINIA (HRSG.) (1997): Bestand und Gefährdung der Libellen, Tagfalter, Moose und Armleuchteralgen des Saarlandes. Aus Natur und Landschaft im Saarland, Sonderband **7**: 37–60, Saarbrücken.
- ULRICH, R. & S. CASPARI (2007): Die Lichtwaldfalter im Saarland: erstes Modellprojekt im Warndt. – Abh. DELATTINIA **33**: 23–68, Saarbrücken.
- ULRICH, R. & S. CASPARI (in Vorb.): Die Tagschmetterlinge des Saarlandes. Verbreitungsatlas der Tagfalter und Widderchen des Saarlandes.
- VAN SWAAY, C. A. M. & M. S. WARREN (Hrsg.) (2003): Prime Butterfly Areas in Europe: Priority sites for conservation. – National Reference Centre for Agriculture, Nature and

- Fisheries. Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, The Netherlands, 693 S., Wageningen.
- WAGNER, W. (2004): Zur Kenntnis der Schmetterlings- und Heuschreckenfauna von Magerrasen der Ostalb (Lepidoptera, Ensifera et Caelifera). – *Carolinaea* **61**: 73–118.
- WEIDEMANN, H.-J. (1995): Tagfalter: beobachten, bestimmen (2. völlig neu bearbeitete Auflage). – Naturbuch-Verlag. 659 S., Augsburg.
- WIKLUND, C. (1984): Egg-laying patterns in butterflies in relation to their phenology and the visual apparency and abundance of their host plants. – *Oecologia* **63**: 23–29, Berlin.

Internetquellen

- WERN, A. (2008): Lepidoptera-Atlas 2008. Verbreitungskarten Schmetterlinge (Lepidoptera) im Saarland und Randgebieten. - [Internet: http://www.spiderling.de/saar_lepi_online/#] (letzter Abruf: 19.2.2009).
- WETTERONLINE (2009a): Jahresrückblick 2007. – [Internet: <http://www.wetteronline.de/cgi-bin/aktframe?TYP=temperatur&ART=tabelle&JJ=xxxx&MM=03&TT=15&TIME=1200&KEY=DL&LANG=de&SORT=1&INT=06>] (letzter Abruf 12.3.2009).
- WETTERONLINE(2009b): Klimarechner Station Deuselbach. – [Internet: <http://www.wetteronline.de/cgi-bin/aktframe?TYP=temperatur&ART=tabelle&JJ=xxxx&MM=03&TT=15&TIME=1200&KEY=DL&LANG=de&SORT=1&INT=06>] (letzter Abruf 12.3.2009).

Anschrift des Autors:

Andreas Zapp
Zum Steinhaus 7a
66571 Habach
E-Mail: ZappAndreas@gmx.de

