Entomologie heute 19 (2007): 181-195

Neueste Kenntnisse zur historischen und aktuellen Verbreitung von *Leptidea sinapis* (Linnaeus, 1758) und *Leptidea reali* Reissinger, 1989 (Lepidoptera, Pieridae) im Arbeitsgebiet der AG rheinisch-westfälischer Lepidopterologen

Recent Findings about the Historic and Current Distribution of *Leptidea sinapis* (Linnaeus, 1758) and *Leptidea reali* Reissinger, 1989 (Lepidoptera, Pieridae) in the Working Area of the Rhenish-Westphalian Lepidopterologists

OLIVER SCHMITZ

Zusammenfassung: Eine sichere Determination der beiden Schwesterarten *Leptidea sinapis* und *L. reali* ist nur anhand genitalmorphologischer Merkmale möglich. *L. reali* hat im weiblichen (Ductus bursae) wie im männlichen (Aedoeagus, Saccus) Geschlecht die längeren Genitalarmaturen und weist im Vergleich zu *L. sinapis* eine stärker ausgebildete Plastizität gegenüber Umwelt- und Entwicklungseinflüssen auf, was bereits in Züchtungsversuchen deutlich wurde und im Rahmen der vorliegenden Arbeit auch an Freilandtieren anhand der Abhängigkeit der Genitalienlänge von der jahreszeitlichen Phänologie gezeigt werden konnte. Die später im Jahr erscheinenden Tiere der Sommergeneration(en) haben signifikant kleinere Genitalarmaturen als jene der Frühjahrsgeneration, was in Einzelfällen die Differenzierung zu *L. sinapis* erschweren kann. Die genitalmorphologische Analyse von 625 in den Jahren 1862 bis 2006 gefangenen *Leptidea* aus dem Untersuchungsgebiet (Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und angrenzende Regionen in Hessen und im Saarland) unter Berücksichtigung publizierter Funde ergab ein für die jeweiligen Naturräume im Detail unterschiedliches, in der Grundtendenz jedoch ähnliches Bild. Demnach ist *L. reali* – mit Ausnahme des westfälischen Raumes, wo bislang ausschließlich *L. sinapis* sehr selten nachgewiesen wurde – im Untersuchungsgebiet weit verbreitet und aktuell die bei weitem dominierende und in den vergangenen zehn Jahren stellenweise expansive Art. *L. sinapis* hingegen ist in den letzten 50 Jahren im Rheinland nur in wenigen Exemplaren gefangen und in manchen Regionen, z. B. Mosel, Mittelrhein und Raum Köln/Bonn, nicht mehr nachgewiesen worden. Die bislang ältesten Belege von *L. reali* (9 ♂♂ und 4 ♀♀) stammen aus dem Rheintal (Wiesbaden, Speyer, Bornich, Boppard, Koblenz) und wurden zwischen Mai 1876 und dem 06.05.1900 gefangen. Die Gründe für den bereits Mitte des letzten Jahrhunderts einsetzenden Rückgang von *L. sinapis* sind rätselhaft und es bedarf weiterer Untersuchungen, um die möglicherweise existierenden, für das Untersuchungsgebiet relevanten Unterschiede in den Habitatpräferenzen der beiden Arten zu identifizieren.

Schlüsselwörter: genitalmorphologische Diagnostik, Vorkommen, Artenschutz, Bestandsentwicklung

Summary: Analysis of the genitalia morphology is the only reliable way to differentiate between the sibling species *Leptidea sinapis* and *L. reali*. In case of *L. reali*, the genitalia are longer in both sexes (female: ductus bursae; male: aedoeagus and saccus) and the environmentally induced phenotypic plasticity is increased compared to *L. sinapis* which previously has been demonstrated for individuals reared in the laboratory and is now confirmed for individuals obtained from the field in

view of the correlation between genitalia length and seasonal phenology: individuals belonging to the summer generation(s) possess significantly smaller genitalia in comparison to those from the spring generation which could potentially hamper differentiation from *L. sinapis* in particular cases. In total 625 specimens, originating from North Rhine-Westphalia, Rhineland-Palatinate and adjacent regions in Hesse and Saarland and captured between 1862 and 2006, were analysed according to morphometric measurements of genitalia. According to these results and supplemented by published data a clear-cut picture emerged irrespective of regional specifics: except for the very few records from Westphalia, all of which belong to *L. sinapis*, *L. reali* is widespread in the region and the predominant species being expansive in some areas during the last decade. In contrast, only few *L. sinapis* specimens had been captured during the past 50 years in the Rhineland with some regions, e.g. Moselle and Rhine valleys between Bingen and Cologne/Bonn area, exhibiting not even a single record for this species during this period in time. The oldest records of *L. reali* (9 ♂♂ and 4 ♀♀) were collected in the Rhine Valley (Wiesbaden, Speyer, Bornich, Boppard, Koblenz) between May 1876 and 06.05.1900. The reason for the decline of *L. sinapis*, already commencing amid of last century, is enigmatic. Further studies are needed to reveal potential differences in habitat preference of both species in the area of interest.

Keywords: genitalia morphology, occurrence, population trends, conservation

1. Einleitung

Die von RÉAL (1988) aus den Ostpyrenäen beschriebene und im Folgejahr von REISSINGER aus nomenklatorischen Gründen in *Leptidea reali* umbenannte *Leptidea lorkovicii* ist von ihrer Schwesterart *Leptidea sinapis*, dem Senfweißling, nur anhand genitalmorphologischer Kriterien sicher zu trennen. Im weiblichen Geschlecht ist die Länge des Ductus bursae ein eindeutiges Unterscheidungskriterium. Die Artdifferenzierung bei den Männchen ist in den allermeisten Fällen über die Länge des Aedoeagus möglich (LORKOVIĆ 1993; FREESE & FIEDLER 2004). Weitere Merkmale, wie Länge und insbesondere Form des Saccus (REZBANYAI-RESER 2005) oder Form der Ventralplatte (KRISTAL & NÄSSIG 1996), werden im Hinblick auf ihr Differenzierungspotenzial von anderen Autoren unterschiedlich bewertet (FREESE & FIEDLER 2004). Während der taxonomische Status von *L. reali* zunächst kontrovers diskutiert wurde (vgl. HAUSER 1997 und KUDRNA 2001 sowie hierzu die kritische Replik von MAZEL 2001), wird der Artstatus inzwischen mehrheitlich akzeptiert. Bereits LORKOVIĆ (1993) berichtete, dass unbefruchtete Weibchen von *L. reali* bei der Partnerwahl Männchen der Schwesterart *L. sinapis* diskriminierten, indem sie ein Abwehrverhalten zeigten, das dem befruchteter Weibchen ähnelte. Auch FREESE & FIEDLER (2002) erzielten bei Paarungsversuchen ausschließlich intraspezifische Kopulationen. In Übereinstimmung mit der beobachteten ethologischen Fortpflanzungsbarriere fanden MARTIN et al. (2003) bei Untersuchungsmaterial aus Frankreich unter Verwendung molekularbiologischer Methoden keine Hinweise auf einen Genfluss zwischen den syntop vorkommenden Populationen beider Arten. Sowohl RFLP-Analysen als auch Allozym-Marker (MDH-Locus) zeigten eine deutliche genetische Divergenz beider Taxa und die gefundenen molekularen Marker stützten weitestgehend die auf Basis der bekannten genitalmorphologischen Kriterien (Aedoeagus- und Saccus-Länge) durchgeführte Artdiagnostik.

In Deutschland wurde *L. reali* inzwischen für die Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg, Hessen, Saarland, Rheinland-Pfalz, Niedersachsen, Thüringen, Sachsen, Brandenburg und Berlin nachgewiesen (NEUMAYR & SEGERER 1995; KRISTAL & NÄSSIG 1996; GÖHL & BUCHSBAUM 1996, 1997; NUSS et al. 2002; GERSTBERGER & WOELKY 2004; EBERT & HOHNER 2005; REZBANYAI-RESER 2005). Kürzlich wurden auch Vorkommen in Nordrhein-Westfalen gemeldet (SCHUMACHER 2005). Bei

diesen handelte es sich teilweise um individuenstarke Populationen und auch um Nachweise aus Regionen, in denen jahrzehntelang keine *Leptidea* beobachtet wurde. Eine systematische Erfassung der aktuellen und historischen Verbreitung beider Arten in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz fehlte jedoch bislang. Vor gut einem Jahr rief der Autor daher interessierte Kollegen der Arbeitsgemeinschaft rheinisch-westfälischer Lepidopterologen dazu auf, *Leptidea*-Material aus dem Rheinland und aus dem westfälischen Raum zwecks Artbestimmung zur Verfügung zu stellen und Fundangaben genitaliter determinierter Tiere mitzuteilen, um eine bessere Kenntnis über das Vorkommen beider Arten im Arbeitsgebiet zu erlangen (Schmitz 2005). Daraufhin konnten in der Zwischenzeit über 600 *Leptidea* aus Museumssammlungen und aus privaten Quellen auf ihre Artzugehörigkeit hin überprüft werden. Da das untersuchte Material aus unterschiedlichsten Regionen des Arbeitsgebietes stammt und darüber hinaus Sammelaktivitäten der vergangenen knapp 150 Jahre widerspiegelt, schien der Zeitpunkt gekommen, eine erste Zwischenbilanz zu ziehen und die Ergebnisse vorzustellen. Hierbei sollte in erster Linie den folgenden Fragen nachgegangen werden: 1) Aus welchem Zeitraum datieren die ältesten Funde von *L. reali*? 2) Gibt es Hinweise auf regionale Unterschiede innerhalb des Untersuchungsgebietes im Hinblick auf Vorkommen und Häufigkeit von *L. sinapis* und *L. reali*? 3) Lassen sich aus dem vorhandenen Sammlungsmaterial der beiden Arten Unterschiede in deren Bestandsentwicklungen ableiten?

2. Material und Methoden

Das Untersuchungsmaterial stammt in erster Linie aus dem Arbeitsgebiet der AG rheinisch-westfälischer Lepidopterologen und umfasst somit Nordrhein-Westfalen, das nördliche Rheinland-Pfalz und das zu Hessen gehörende Mittelrheintal. Darüber hinaus wurden die in den bearbeiteten Sammlungen vorhandenen Belege aus den benachbarten Regionen (Nordpfalz, Pfälzerwald, Vorderpfalz, Rheinhessen, Saarland, Rheingau, Taunus und das in Nordhessen gelegene Diemeltal) ebenfalls berücksichtigt.
Folgende Quellen enthielten *Leptidea*-Material aus dem hier diskutierten Gebiet (in Klammern: Anzahl der Exemplare): Aquazoo – Löbbecke Museum Düsseldorf: Landessammlung (LMD; 193); Pfalzmuseum für Naturkunde Bad Dürkheim (PBD; 172); Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Bonn (ZFMK; 69); Zoologisches Institut der Universität Kaiserslautern (ZIKL; 15); Naturhistorisches Museum Mainz (MNHM; 11); Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg, Frankfurt a. M. (SMF; 10); Zoologische Staatssammlung München (ZSMC; 9); Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität Berlin (ZMHB; 6); Fuhlrott-Museum Wuppertal (FMW; 6); Zoologisches Institut der Universität zu Köln (ZIK; 4). Folgende Quellen wurden evaluiert, enthielten aber keine Belege aus dem Bearbeitungsgebiet: Naturkunde-Museum Kassel, Naturkunde-Museum Bielefeld, Westfälisches Museum für Naturkunde Münster, Museum für Naturkunde Dortmund, Sammlung des Naturwissenschaftlichen Vereins Krefeld, Staatliches Museum für Naturkunde Görlitz. Weitere 130 Exemplare stammten aus privaten Sammlungen. Eine Auswertung der folgenden Sammlungen konnte für die vorliegende Arbeit noch nicht abschließend vorgenommen werden: Museum Wiesbaden Naturwissenschaftliche Sammlung (MWNH); Zentrum für Biodokumentation des Saarlandes. Weiterhin wurden die das Untersuchungsgebiet betreffenden Literaturangaben über *Leptidea*-Belege ausgewertet (Kristal & Nässig 1996; Hoen 2004; Badtke & Biermann 2005; Rezbanyai-Reser 2005; Schumacher 2005) sowie bislang unveröffentlichte Nachweise aufgenommen (F. Cupedo, in litt.). Insgesamt konnten somit 683 *Leptidea* berücksichtigt werden. Sofern nicht anders angegeben, wur-

de die Determination der im Folgenden diskutierten Nachweise durch den Autor vorgenommen.

Die Artbestimmung erfolgte genitalmorphologisch nach Mazeration in 30%iger KOH-Lösung bei Raumtemperatur für 20 h durch Abmessung des sklerotisierten Ductus bursae (♀♀) oder des Aedoeagus und des Saccus (♂♂). Hierzu wurde ein Stereomikroskop bei 56-facher Vergrößerung verwendet und die Genitalarmaturen wurden mittels Messokular auf 0,01 mm Genauigkeit ausgemessen: der Aedoeagus über seinen gesamten sklerotisierten Bereich, wobei die Krümmung nicht berücksichtigt wurde, und die Sacculslänge als Abstand zwischen Saccusspitze und Scheitelpunkt der Krümmung an der Außenseite des Vinculums (FREESE & FIEDLER 2004). Zusätzlich wurde bei jedem Exemplar auch die Vorderflügellänge ermittelt, da bekannt ist, dass diese bei männlichen Tieren eine Kovariable der Parameter Aedoeagus- und Sacculslänge darstellt (FREESE & FIEDLER 2004). Die Signifikanz genitalmorphologischer Differenzierungskriterien wurde auf Basis log-transformierter Daten mittels des bei Varianzheterogenität anzuwendenden Welch-t-Testes bestimmt.

Die Funddaten der determinierten Falter wurden in das Erfassungsprogramm Insect*IS* (www.insectis.de) eingegeben, welches auch zur Erstellung der Verbreitungskarten verwendet wurde.

3. Ergebnisse

3.1. Genitalmorphologische Charakteristika

Von den insgesamt 625 durch genitalmorphologische Analyse untersuchten Tieren wurden 19 nicht weiter ausgewertet, da die Genitalarmaturen nicht mehr vollständig vorhanden waren (bei einigen erkennbar aufgrund von Schädlingsfraß) oder aber der Körper angeklebt und somit die Zugehörigkeit zum etikettierten Falter zweifelhaft war. Bei den restlichen Tieren handelt es sich um 220 ♀♀ und 386 ♂♂. Die Häufigkeit des Auftretens ermittelter Ductus bursae-Längen bei den untersuchten ♀♀ ist in Abbildung 1 wiedergegeben. Die Verteilung ist bimodal und erlaubt eine klare Trennung der beiden Arten *L. sinapis* (n = 71; 0,55-0,69 mm) und *L. reali* (n = 149; 0,80-1,13 mm). Die Häufigkeitsverteilung der ausgemessenen Aedoeagus-Längen bei den ♂♂ ist ebenfalls bimodal (Abb. 2), wobei jedoch bei 15 Individuen, entsprechend 3,9 % aller untersuchten ♂♂, intermediäre Abmessungen beobachtet werden (1,74-

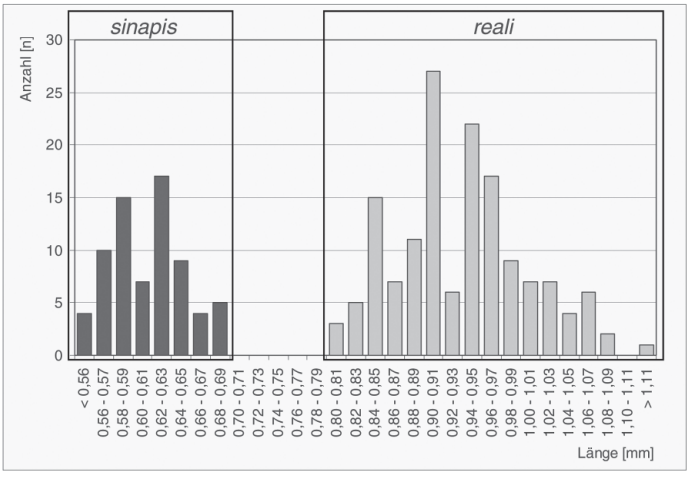


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung der Ductus bursae-Längen bei den untersuchten ♀♀.

Fig. 1: Frequency distribution of ductus bursae length of the examined ♀♀.

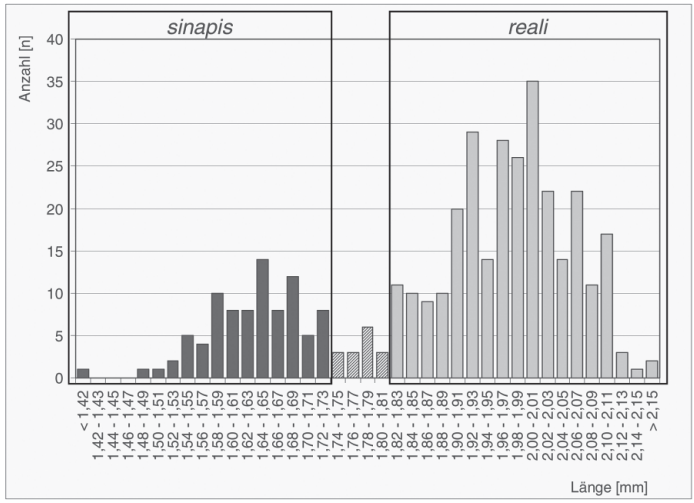


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der Aedoeagus-Längen bei den untersuchten ♂♂.
Fig. 2: Frequency distribution of aedoeagus length of the examined ♂♂.

1,81 mm). Unter Berücksichtigung der Länge und Form des Saccus sowie der Fundumstände (Nachweise am gleichen Fundort aus dem gleichen Zeitraum) lassen sich 14 der 15 fraglichen Tiere zumindest tentativ einer der beiden Arten zuordnen. Lediglich ein Tier ist nicht zuzuordnen. Eine Beurteilung der Exemplare mit intermediären Aedoeagus-Längen ist weitestgehend auch durch Einbeziehung der Vorderflügel-Längen möglich: Bei kleinen Tieren handelt es sich um *L. reali*, während große Exemplare auf *L. sinapis* hindeuten (Abb. 3). Aufgrund von ungewöhnlichen Proportionen der Genitalarmaturen (Saccus-Länge: 0,82 mm) wird auch ein Tier mit recht kleinem Aedoeagus (1,57 mm) und geringer Vorderflügel-Länge (17,9 mm) ebenfalls nur provisorisch zu *L. sinapis* gestellt (Abb. 3). Für die weiteren Auswertungen werden nur die alleine aufgrund der Aedoeagus-Länge eindeutig zuzuordnenden Exemplare (*sinapis* < 1,74 mm; *reali* > 1,81) berücksichtigt.

Stärker noch als der Einfluss der Vorderflügel- auf die Aedoeagus-Länge ist der Zusammenhang zwischen jahreszeitlicher Phänologie und Größe sowie Proportionen der Genitalarmaturen: Tiere der 2. oder 3. Generation weisen im Vergleich zu denen der 1. Generation deutlich kürzere Aedoeagus-Längen auf (Abb. 4A, B). So liegt die mittlere Aedoeagus-Länge bei Tieren der 1. Generation (n = 168) von *L. reali* im Mittel bei 2,012 mm, während sie bei Faltern der 2. und 3. Generation (n = 116) durchschnittlich 1,934 mm beträgt. Dieser Unterschied ist hoch signifikant (t-Test: $p = 2{,}3 \times 10^{-19}$) und deutlich stärker ausgeprägt als bei *L. sinapis* (1,665 vs. 1,619 mm; n = 37/46; $p = 0{,}012$). Die Ergebnisse der Abmessungen von Aedoeagus, Saccus, Ductus bursae und Vorderflügel unter Berücksichtigung der Generationenfolge sind in Tabelle 1 wiedergegeben: auch der Ductus bursae bei den ♀♀ ist bei beiden Arten in der 2. und 3. Generation signifikant kürzer ausgebildet als in der 1. Generation, während die Saccus-Länge nur bei *L. reali* eine Entwicklungsabhängigkeit erkennen lässt (Tab. 1). Dementsprechend sind die Proportionen der Genitalarmaturen nicht nur im Vergleich beider Arten signifikant verschieden, sondern auch – wenngleich in geringerem Maße und bei beiden Arten unterschiedlich stark ausgeprägt – bereits auf intraspezifischem Niveau von der saisonalen Phänologie abhängig. Die Tiere der 2. und 3. Generation sind im Vergleich zu denen der 1. Generation in beiden Geschlechtern und bei beiden Arten im Mittel geringfügig größer. Dieser Unterschied ist jedoch nur bei *L. reali* si-

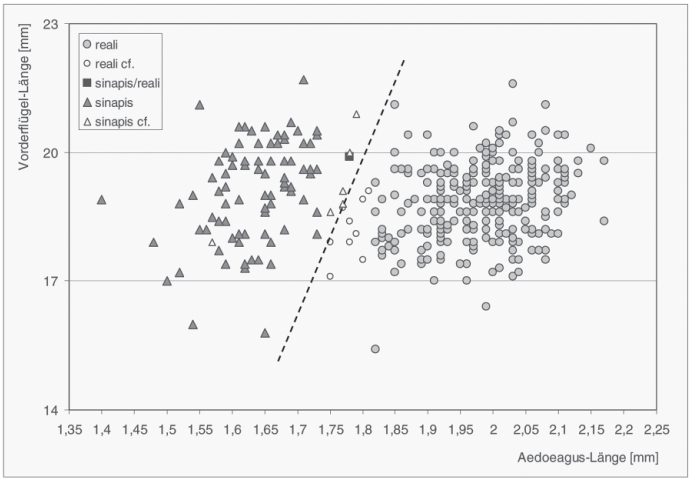
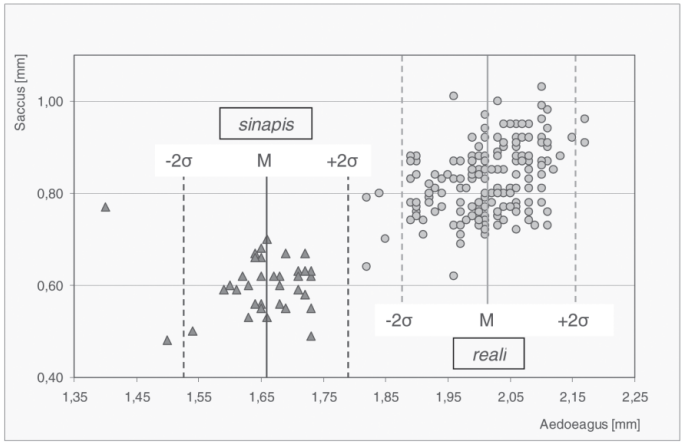


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Vorderflügellänge und Aedoeagus-Länge bei *L. sinapis* und *L. reali*.
Fig. 3: Correlation between size of fore-wing and aedoeagus length in case of *L. sinapis* and *L. reali*.

A



B

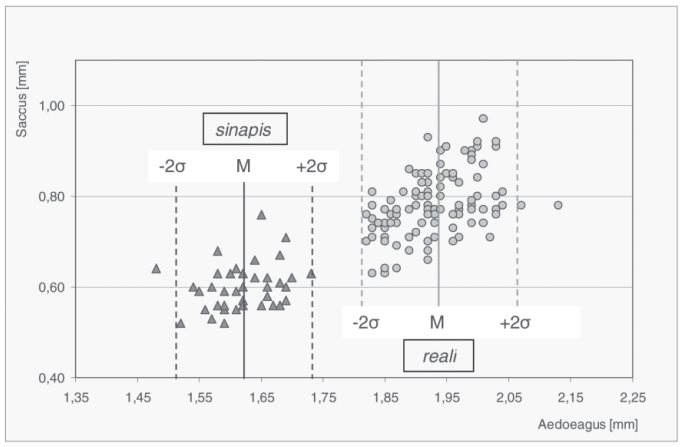


Abb. 4: Aedoeagus- und Saccus-Länge bei Tieren der 1. Generation (**A**) sowie der 2. und 3. Generation (**B**) incl. Mittelwerte ± doppelte Standardabweichung der Aedoeaguslängen für *L. sinapis* und *L. reali*.
Fig. 4: Aedoeagus and saccus length from 1st generation specimens (**A**) and 2nd and 3rd generation specimens (**B**) including mean ± 2 x standard deviation for aedoeagus length of *L. sinapis* und *L. reali*.

Tab. 1: Genitalmorphologische Abmessungen und Vorderflügellängen bei *L. sinapis* und *L. reali* in Abhängigkeit von der Entwicklung (1. Generation vs. 2. und 3. Generation).
Table 1: Length of genitalia and fore-wing for *L. sinapis* and *L. reali* in correlation to seasonal characteristics (1st generation vs. 2nd and 3rd generation).

		Stichprobe *n*	Parameter	Abmessungen (Länge in mm)		t-Test
		1. / 2.(3.) Gen.		1. Generation	2.+3. Generation	(p-Wert)
L. sinapis	♂♂	37 / 46	Aedoeagus	1,656 ± 0,068	1,619 ± 0,055	***0,010***
			Saccus	0,605 ± 0,061	0,602 ± 0,050	0,816
			Vorderflügel	18,96 ± 1,20	19,27 ± 0,96	0,207
	♀♀	28 / 38	Ductus bursae	0,626 ± 0,036	0,601 ± 0,036	***0,007***
			Vorderflügel	19,50 ± 1,07	19,69 ± 1,02	0,457
L. reali	♂♂	168 / 116	Aedoeagus	2,012 ± 0,070	1,934 ± 0,063	***2,3E-19***
			Saccus	0,826 ± 0,076	0,781 ± 0,068	***3,4E-07***
			Vorderflügel	18,70 ± 0,90	19,01 ± 0,87	***0,003***
	♀♀	62 / 84	Ductus bursae	0,970 ± 0,067	0,909 ± 0,057	***7,1E-08***
			Vorderflügel	18,83 ± 0,84	19,51 ± 0,80	***2,9E-06***

gnifikant (Tab. 1). Bemerkenswerterweise entstammen alle als *L.* cf. *sinapis* determinierten Tiere (Aedoeagus-Länge: 1,75-1,79 mm) der 1. Generation, während die Mehrzahl (sechs von neun) der *L.* cf. *reali* (Aedoeagus-Länge: 1,75-1,81 mm) der 2. Generation angehören. Betrachtet man das Belegmaterial unter Berücksichtigung der Phänologie, also jeweils Tiere der 1. Generation im Vergleich miteinander und getrennt davon solche der 2. und 3. Generation, so reduziert sich die Anzahl der bezüglich des Parameters Aedoeagus-Länge im Überlappungsbereich beider Arten liegenden Exemplare deutlich.

3.2. Nachweise im Untersuchungsgebiet

Die in Abbildung 5 gezeigten, auf Ebene von MTB-Quadranten erstellten Verbreitungskarten von *L. sinapis* und *L. reali* basieren auf den im Rahmen der vorliegenden Arbeit vorgenommenen Analysen und publizierten Angaben jüngeren Datums (s. Literaturangaben in Material und Methoden), die ebenfalls auf genitalmorphologischen Untersuchungen beruhen. Neben der schwerpunktmäßigen Erfassung der Belege aus dem Arbeitsgebiet werden auch Nachweise aus den Nachbarregionen (Pfalz, Nordwest-Hessen und Taunus) und grenznahe Funde aus dem benachbarten Ausland (Niederlande, Luxemburg, Frankreich) berücksichtigt (Mazel & Leestmans 1996; Hoen 2004; Cupedo & Hoen 2006). Die Anzahl der Fundstellen ist bei *L. reali* deutlich höher als bei *L. sinapis*. Die Darstellung der Nachweise vor 1960 als Halbkreise und ab 1960 als Vollkreise verdeutlicht zudem, dass *L. sinapis* in den vergangenen knapp 50 Jahren an den meisten Stellen nicht mehr bestätigt werden konnte, während es für *L. reali* aus diesem Zeitraum eine Vielzahl von Fundmeldungen gibt. Die wenigen Nachweise von *L. sinapis* innerhalb des Arbeitsgebietes ab 1960 liegen (1) auf nordrhein-westfälischer Seite in der Nordeifel (Mechernich, 16.06.1992, 1 ♂, leg. et in coll. P.J. Sogeler, det. F.W. Hoen, in litt. F. Cupedo; Nettersheim-Buir, 15.06.1994, 2 ♂♂, leg. et in coll. P.J. Sogeler, det. F.W. Hoen, in litt. F. Cupedo), (2) in der Südeifel (Kyllburg, 25.06.1967, 1 ♂, leg. K. Stamm, in coll. LMD), (3) im Nahetal (Sobernheim, 19.07.1977, 1 ♂, leg. et in coll. P.J. Sogeler, det. F.W. Hoen, in litt. F. Cupedo; Schloßböckelheim: Heimberg, 06.05.2000, 1 ♀, leg. et in coll. H. Schumacher, det. O. Schmitz: Schumacher 2005) und (4) in Ostwestfalen (Braken-Erkeln: Osterberg, 23.05.1976, 1 ♀, leg. et in coll. G. Badtke; Willebadessen, 1990, ein Falter: Badtke & Biermann 2005). In räumlicher

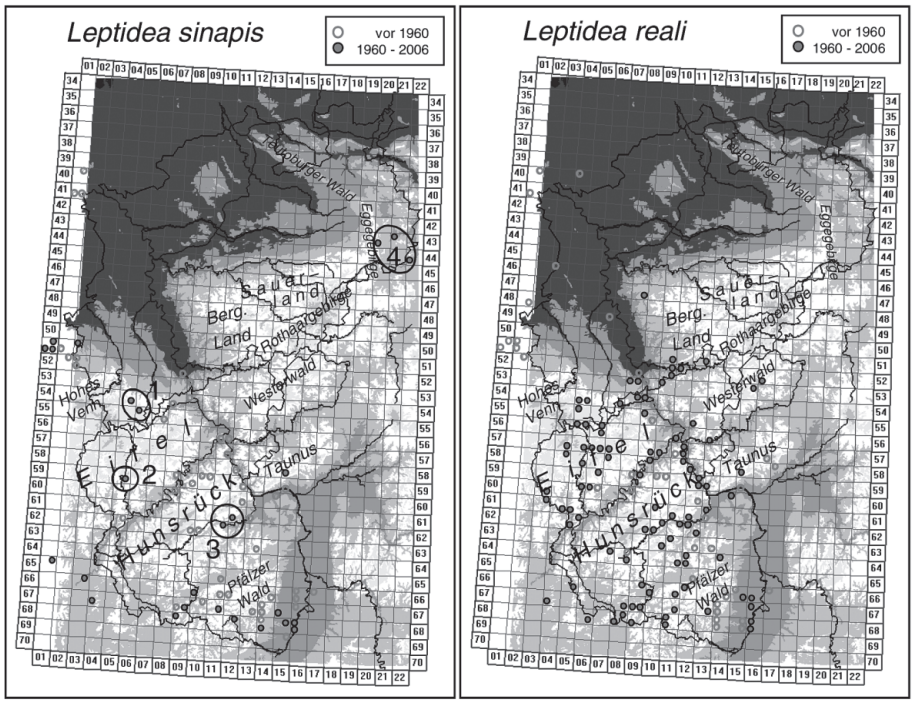


Abb. 5: Verbreitungskarten von *L. sinapis* und *L. reali*: Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und angrenzende Regionen (offene Kreise: Funde vor 1960; Vollkreise: 1960-2006). Fundorte von *L. sinapis* nach 1960 in Nordeifel (1), Südeifel (2), Nahegebiet (3) und Ostwestfalen (4); weitere Erklärungen s. Text.

Fig. 5: Distribution maps for *L. sinapis* and *L. reali*: North Rhine-Westphalia, Rhineland-Palatinate and adjacent regions (open circles: records before 1960; closed circles: 1960-2006). Records for *L. sinapis* past 1960 in northern (1) and southern (2) part of the Eifel mountains, along the Nahe River (3) and in Eastern Westphalia (4); further explanation see text.

Nachbarschaft zu den ostwestfälischen Funden liegt ein Nachweis aus dem hessischen Teil des Diemeltales: Eberschütz, 19.07.1977, 1 ♂, leg. H. BIERMANN, det. P.M. KRISTAL, Museum Wiesbaden, Naturwissenschaftliche Sammlung (zzt. als Leihgabe im SMF).

Der jüngste Nachweis von *L. sinapis* im Rheinland ist somit das von H. SCHUMACHER im Mai 2000 bei Schloßböckelheim gefangene Weibchen. Ein weiteres, ebenda am selben Tag gefangenes Weibchen gehört zweifellos zu *L. reali*. Um das aktuelle Vorkommen beider Arten an diesem Fundort zu bestätigen und Hinweise auf Habitatpräferenzen der beiden Arten zu erhalten, unternahm der Autor am 13.05.2006 eine Exkursion zum Heimberg bei Schloßböckelheim. Bei halbwegs passablem Wetter konnte ein gutes Dutzend *Leptidea* im Gebiet beobachtet werden. Alle untersuchten Belege gehörten ausnahmslos zu *L. reali*, so dass unklar bleibt, ob *L. sinapis* dort noch ein beständiges Vorkommen hat.

Für den Zeitraum ab 1960 liegen Funde von *L. sinapis* aus den folgenden Nachbarregionen vor: Taunus (Goldsteintal bei Wiesbaden, 09.07.1973, 2 ♀♀, leg. P. SCHULZ, in coll. MNHM), südlicher Pfälzerwald und Oberrheinebene (verschiedene Lokalitäten, Nachweise aus den Jahren 1962-1979) und dem Saarland (Funde aus den Jahren 1964-1976: REZBANYAI-RESER 2005). Aus dem be-

nachbarten Ausland sind aufgrund der räumlichen Nähe zum Arbeitsgebiet insbesondere die Nachweise aus den südlichen Niederlanden (Provinz Limburg: Umgebung von Maastricht) hervorzuheben, wo *L. sinapis* seit 1992 in starken Populationen vertreten ist (s.u.; HOEN 2004; CUPEDO & HOEN 2006).

3.3. Zeitliche Entwicklung der Bestandssituation

In Abbildung 6 ist die zeitliche Entwicklung der Bestandssituation für ausgewählte Regionen des Untersuchungsgebiets und der Nachbarregionen wiedergegeben. Dabei werden Gebiete ausgeklammert, in denen der Stichprobenumfang als nicht ausreichend für eine solche Darstellung erachtet wurde. Die relativen Anteile beider Arten im Vergleich zueinander innerhalb definierter Zeitintervalle sind in Form von Tortendiagrammen dargestellt, deren Größe proportional zur Gesamtzahl der Belegexemplare ist. Auf eine entsprechende Auswertung der Funde aus der Nordpfalz, dem Pfälzerwald und der Vorderpfalz wird verzichtet, da dem Autor aus dieser Region praktisch keine aktuellen Aufsammlungen vorliegen. Für den Zeitraum bis 1920 ist in der Pfalz – ähnlich wie in der Region Hunsrück, Nahe, Mittelrhein, Mosel – eine Dominanz von *L. sinapis* festzustellen (65% der untersuchten *Leptidea*-Belege). Dieser Anteil reduziert sich in der Pfalz auf 46 % zwischen

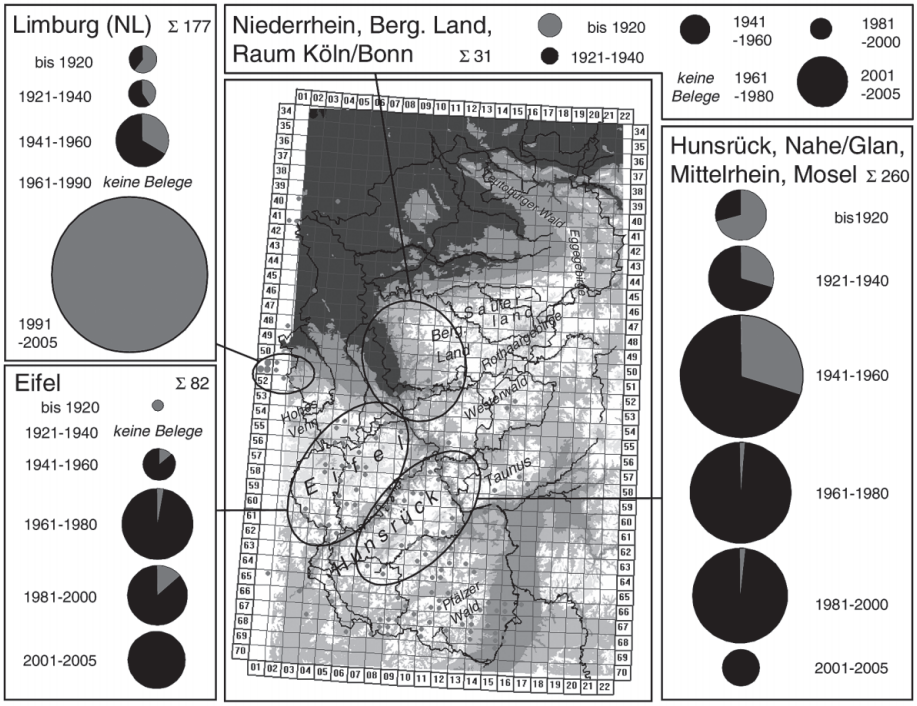


Abb. 6: Nachweise von *Leptidea* im Arbeitsgebiet und angrenzenden Regionen und relativer Anteil beider Arten im zeitlichen Verlauf; die Größe der Kreise ist proportional zur Individuenzahl. ● *L. sinapis*; ● *L. reali.*

Fig. 6: Records for *Leptidea* in the area of interest and adjacent regions as well as relative abundance of both species over time, the size of the circles being proportional to individual numbers. ● *L. sinapis*; ● *L. reali.*

1921 und 1960 und weiter auf 39 % im Zeitraum 1961-1980. Im Vergleich hierzu liegt der Anteil von *L. sinapis* an Hunsrück, Nahe, Mittelrhein und Mosel zwischen 1921 und 1960 bei etwa 30 %, fällt dann aber in den folgenden Jahrzehnten rapide auf unter 2 %. Die Situation in der Eifel im Zeitraum nach 1960 unterscheidet sich hiervon nicht wesentlich, sieht man von der insgesamt geringeren Stückzahl an Belegen ab. Bei den wenigen Tieren aus der Zeit bis 1960 handelt es sich meist um *L. reali*; der einzige Beleg aus der Zeit bis 1920 gehört zu *L. sinapis*: Saffenburg (bei Mayschoß), 08.07.1910, 1 ♀, leg. C.F. FRINGS, in coll. ZFMK. Auch im Köln-Bonner Raum inkl. Siegtal und Bergisches Land verhält es sich ähnlich. Dort stammen die einzigen gesicherten *L. sinapis*-Nachweise von der vorletzten Jahrhundertwende: aus dem Rhöndorfer Tal (Siebengebirge: Bad Honnef) (Mai 1892 und Mai 1894, je 1 ♂, leg. C.F. FRINGS, in coll. ZFMK) und aus Bonn (1 ♂ aus dem Ennert [bei Bonn-Ramersdorf] sowie 1 ♀ mit der Etikettierung „bei Bonn" – beide Falter aus dem Jahr 1910, leg. F. LENZEN, in coll. ZFMK). Die ersten *L. reali* aus dieser Region – ebenfalls von F. LENZEN gefangen – datieren vom 25.07.1940: [Bonn-] Limperich: 1 ♂, 1 ♀, in coll. ZFMK. Vereinzelte Nachweise von *L. reali* ziehen sich durch die folgenden fünf Jahrzehnte. Erst ab Mitte der 1990er Jahre und v. a. nach 2000 werden plötzlich in ungewohnter Häufigkeit und an einer Vielzahl von Fundorten, teilweise nach vielen Jahrzehnten des Fehlens, *Leptidea*-Funde gemeldet (ADAM 2001; KORDGES & RADTKE 2004; SCHUMACHER 2004). Bei diesen handelt es sich nach allen vorliegenden Überprüfungen um *L. reali* (vgl. hierzu SCHUMACHER 2005).

Knapp 100 km weiter westlich, in den benachbarten Niederlanden, stellt sich die Lage interessanterweise gänzlich anders dar (Abb. 6). Während vor 1950 beide Arten nur sporadisch und meist in Einzeltieren gefunden wurden, bestand in den 1950er Jahren bei Bemelen über mehrere Jahre hinweg eine stabile Population von *L. reali*, die inzwischen aber erloschen ist. Der letzte Nachweis dieser Art in den Niederlanden stammt aus dem Jahr 1958 (HOEN 2004; CUPEDO & HOEN 2006). Ab 1992 wurden dann in der Umgebung von Maastricht alljährlich stabile Populationen von *Leptidea* entdeckt, die sich bei näherer Betrachtung als *L. sinapis* herausstellten. Diese individuenstarken, aktuellen Vorkommen von *L. sinapis* in der Grenzregion zu Deutschland stehen in deutlichem Kontrast zur gegenwärtigen Situation dieser Art im benachbarten Rheinland, wo nur einige Jahre nach dem unerwarteten Auftreten von *L. sinapis* in Süd-Limburg die Schwesterart *L. reali* auf dem Vormarsch ist.

4. Diskussion

4.1. Artdiagnostik und Plastizität der Genitalarmaturen

Eine eindeutige Bestimmung der ♀♀ von *Leptidea* war in allen Fällen möglich. Dies steht im Einklang mit den Berichten anderer Autoren. Intermediäre Formen wurden nicht beobachtet. Bei den ♂♂ gab es beim Hauptkriterium der Artdiagnostik, der Länge des Aedoeagus, einen Überlappungsbereich (1,74-1,81 mm), in dem knapp 4 % der untersuchten Tiere lagen. Dass die Aedoeagus-Länge als einziges Bestimmungsmerkmal bei einem geringen Prozentsatz des Untersuchungsmaterials keine eindeutigen Ergebnisse liefert, wird auch von anderen Autoren berichtet. So beobachtete SEGERER (2001) bei 3,2 % der untersuchten Falter aus Bayern intermediäre Maße, und auch das bei EBERT & HOHNER (2005) gezeigte Verteilungsdiagramm der Aedoeagus-Längen von 270 aus Baden-Württemberg stammenden Belegexemplaren weist einen Überlappungsbereich auf, der etwa 5 % der Tiere umfasst. In diesem Zusammenhang erscheint es erwähnenswert, dass bei der von MARTIN et al. (2003) beschriebenen Anwendung molekularer Marker zur Artdiagnostik bei einem ge-

ringen Prozentsatz des Untersuchungsmaterials ebenfalls eine Diskrepanz zur genitalmorphometrischen Diagnostik bestand. FREESE & FIEDLER (2004) berichten, dass bei konstant 25 °C unter Langtag (16h/8h Licht/Dunkel) gezüchteten *L. sinapis* und *L. reali* die anhand der Aedoeagus-Länge durchgeführte Artdiagnostik bei 2,6 % der Falter kein eindeutiges Ergebnis lieferte. Die Genitalarmaturen beider Arten waren bei Zuchttieren signifikant kleiner als bei Freilandtieren; der Unterschied war jedoch bei *L. reali* stärker ausgeprägt als bei *L. sinapis*. Diese deutlich höhere Plastizität bei *L. reali* spiegelt sich in der vorliegenden Arbeit in der Abhängigkeit von der jahreszeitlichen Phänologie wider. Dass Tiere der 2. Generation kürzere Aedoeagus-Längen aufweisen als solche der Frühjahrsgeneration, ist eine neue Erkenntnis und kann, ebenso wie die Berücksichtigung des bereits von FREESE & FIEDLER (2004) beschriebenen Zusammenhangs zwischen Vorderflügel- und Aedoeagus-Länge, bei der Determination fraglicher Exemplare eine wertvolle Hilfestellung sein. In jedem Fall sollten bei diesen Tieren auch weitere Merkmale wie Länge und Form des Saccus herangezogen werden. Eine korrekte Zuordnung ist dann in den allermeisten Fällen durchaus möglich, zumal wenn ausreichend Referenzmaterial aus dem selben geographischen Raum vermessen wurde.

4.2. Vorkommen im Untersuchungsgebiet und angrenzenden Regionen

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen die von SCHUMACHER (2005) auf der Basis von Belegtieren aus dem Zeitraum 1991-2004 geäußerte Vermutung, dass *L. sinapis* im Arbeitsgebiet inzwischen sehr selten geworden ist und die an manchen Stellen des Rheinlandes beobachtete vermeintliche Häufigkeitszunahme des Senfweißlings tatsächlich *L. reali* betrifft. Die im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführte Analyse des älteren, in Privat- und Museumssammlungen vorhandenen Belegmaterials liefert nun eine bemerkenswerte Erkenntnis, die in dieser Form nicht antizipiert werden konnte: Bereits in den 1960er Jahren war *L. sinapis* im Rheinland offenbar eine Seltenheit. Unter allen untersuchten *Leptidea* aus dem Zeitraum 1960-1990 lag der Anteil von *L. sinapis* bei 1,3 %. Erst wenn man noch weiter in die 1940er und 1950er Jahre zurückgeht, erhöht sich der Anteil von *L. sinapis* relativ zu *L. reali* zunehmend. Das vor 1940 gesammelte Belegmaterial enthält beide Arten zu gleichen Teilen. Der älteste Beleg von *L. sinapis* (1 ♂) stammt aus [Mainz-]Mombach und wurde 1862 gesammelt (in coll. SMF). Interessanterweise gibt es einige wenige Belege von *L. sinapis* aus den Jahren 1992 und 1994 für das Gebiet der Nordeifel. Künftige Untersuchungen müssen zeigen, ob die Art dort noch vorkommt. In Anbetracht der aktuellen Vorkommen von *L. sinapis* in der Gegend von Maastricht sollte außerdem verstärkt darauf geachtet werden, ob die Art auch auf deutscher Seite, beispielsweise im Aachener Raum, wieder auftaucht. Die derzeit einzigen Belege aus Aachen (2 ♂♂, 1 ♀) stammen aus der Sammlung R. PÜNGELER (jetzt im ZMHB) und dürften in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts gesammelt worden sein. In Ermangelung einer ausreichenden Anzahl an Belegexemplaren aus der Pfalz für den Zeitraum nach 1980 läßt sich die gegenwärtige Situation der beiden Arten in diesem Gebiet nicht beurteilen. Es ist gut möglich, dass *L. sinapis* hier (noch) nicht so stark zurückgegangen ist wie im Rheinland. Im Gegensatz zur Pfalz existiert aus dem benachbarten Saarland umfangreiches und auch aktuelles Belegmaterial, das derzeit aufgearbeitet wird.

Eine besondere Stellung im Untersuchungsgebiet nimmt der westfälische Raum ein. *Leptidea* war hier stets eine große Seltenheit und es existieren nur wenige Belege aus Ostwestfalen. Bei diesen handelt es sich um *L. sinapis*. *L. reali* wurde hingegen in Westfalen noch nicht nachgewiesen. Auch aus dem angrenzenden Nordhessen führen KRISTAL & NÄSSIG (1996) keine *L. reali* auf. Es ist bedauer-

lich, dass in ihrer Veröffentlichung zwar die Funddaten sämtlicher im Rahmen der Untersuchung als *L. reali* identifizierten Belege aufgeführt werden, entsprechende Daten zu *L. sinapis* hingegen fehlen. Da die Autoren jedoch schreiben (S. 355): „Aus Nordhessen lagen noch nicht viele Falter zur Untersuchung vor.", kann gefolgert werden, dass diese wenigen Tiere gänzlich zu *L. sinapis* gestellt wurden. Man kann vermuten, dass die *Leptidea*-Populationen Nordhessens eine besondere Rolle bei der (Wieder)besiedelung westfälischer Biotope einnehmen. Es bleibt somit künftigen Arbeiten vorbehalten, bislang noch nicht gesichtetes Belegmaterial zu untersuchen und das Vorkommen von *L. reali* im östlichen Westfalen und nördlichen Hessen zu prüfen. Insbesondere sollten die aktuellen Vorkommen, die an einigen Stellen Nordhessens stabile Populationen ausbilden und in den letzten Jahren (insbesondere nach 2000) an Individuenstärke zugelegt haben und zum Teil wieder Fundorte umfassen, an denen jahrzehntelang kein Falter von *Leptidea* gesichtet werden konnte (T. MEINEKE, Ebergötzen, in litt.), auf ihre Artzugehörigkeit untersucht werden. Dies konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit leider nicht vorgenommen werden, da die Obere Naturschutzbehörde in Kassel dem Autor eine Genehmigung zum Fang einzelner Belegexemplare bislang verweigert.

Die ältesten Nachweise von *L. reali* im hier behandelten Gebiet datieren aus dem 19. Jahrhundert und stammen aus dem Rheintal: Wiesbaden, 05.1876, 1 ♂, leg.?, in coll. MWNH; Bornich, 21.04.1882 -06.05.1900, 6 ♂♂ + 2 ♀♀, leg. A. FUCHS?, in coll. MWNH; Speyer, 09.04.1892 und 08.04.1893, je 1 ♂, leg. J. GRIEBEL, in coll. PBD; Koblenz (Karthause/Stadtwald), 12.07.1892, 1 ♀, leg. v. METZEN, in coll. LMD; Boppard, 07.05.1895, 1 ♀, leg. v. METZEN, in coll. LMD. Die ältesten Belege von *L. reali* aus Baden-Württemberg (1894: EBERT & HOHNER 2005) und aus den Niederlanden (1901: CUPEDO & HOEN 2006) sind ebenfalls aus dieser Zeit. Im Gegensatz dazu ist *L. reali* im Raum Brandenburg/Berlin eine vergleichsweise neue Erscheinung. Erst ab 1973 wird *L. reali* hier nachgewiesen und es ist unklar, ob die Art aus Sachsen oder Polen, wo sie Anfang des 20. bzw. im ausgehenden 19. Jahrhundert bereits vertreten war, zugewandert ist (GERSTBERGER & WOELKY 2004). Die Autoren beschreiben *L. reali* als die inzwischen weiter verbreitete und häufigere der beiden Arten, die in den letzten Jahren deutlich zugelegt hat, während *L. sinapis* vielerorts seltener geworden oder gar verschwunden ist. In diesem Zusammenhang sei auch auf die von KARSHOLT (1999) für Dänemark beschriebene Situation verwiesen. Seit etwa 25 Jahren ist dort *L. sinapis* verschwunden, aber auch *L. reali,* dessen aktuelles Vorkommen in der genannten Veröffentlichung nur noch für die Insel Bornholm gemeldet wird, wird als hochgradig gefährdet angesehen. Seit 2003 ist *L. reali* auch an diesem letzten Fundort nicht mehr beobachtet worden, so dass beide *Leptidea*-Arten in Dänemark inzwischen als ausgestorben gelten (O. KARSHOLT, Kopenhagen, in litt.).

4.3. Beurteilung der Gefährdung und Ausblick

Während die ersten Arbeiten zum Vorkommen von *L. reali* in Deutschland noch von der Fragestellung durchdrungen waren, ob die aus den Ost-Pyrenäen beschriebene Art auch in Deutschland vorkomme (NEUMAYR & SEGERER 1995; GÖHL & BUCHSBAUM 1996; KRISTAL & NÄSSIG 1996), scheint sich inzwischen – zumindest für manche Regionen Deutschlands – eine ganz andere Frage zu stellen, nämlich die nach dem Fortbestand der Schwesterart *L. sinapis*. Eine derart deutliche Veränderung der relativen Häufigkeitsverhältnisse der beiden Arten, wie jetzt für das Rheinland gezeigt, wurde für keine der anderen Regionen Deutschlands oder des benachbarten Auslands berichtet. So beobachtete beispielsweise REZBANYAI-RESER (2005) bei seiner sehr umfangreichen Studie zum Vor-

kommen beider Arten in der Schweiz keine auffälligen Häufigkeitsverschiebungen in den letzten gut 100 Jahren. Das Verhältnis *sinapis*/*reali* lag bei den 2883 untersuchten schweizerischen Exemplaren bei etwa 70:30. Auch in Baden-Württemberg gehörte etwas mehr als die Hälfte der analysierten Tiere zu *L. sinapis* (Ebert & Hohner 2005) und in Bayern, wo beide Arten oftmals syntop vorkommen, dominiert diese Art zumindest im Voralpenraum (Segerer 2001). Auch in Frankreich überwiegt *L. sinapis*. Mazel & Leestmans (1999) diskutieren sogar eine mögliche klimatisch bedingte Regression von *L. reali*, welche ihren Erfahrungen nach feuchtere Habitate bevorzugt. Letzteres berichtet auch Embacher (1996) über die Populationen des Salzburger Landes. In Übereinstimmung hiermit beschreibt Slamka (2004) für das östliche Mitteleuropa, dass *L. sinapis* trockenwarme Standorte besiedelt. Hingegen stellen Kristal & Nässig (1996) fest, dass in den südlichen, wärmeren Landesteilen Hessens hauptsächlich *L. reali* vorkommt. In jedem Fall bedarf es weiterer Arbeiten, um die noch bestehenden Wissensdefizite über Verbreitung und Häufigkeit beider Arten in Deutschland zu beseitigen und, in Abhängigkeit von der Region, ein klareres Verständnis über deren Affinität zu bestimmten Lebensräumen und klimatischen Rahmenbedingungen zu erzielen.

An dem Fallbeispiel der Schwesterarten *L. sinapis* und *L. reali* im Arbeitsgebiet zeigt sich sehr deutlich der wissenschaftliche Wert von Belegsammlungen in der rückwirkenden Rekonstruktion von Bestandsentwicklungen bei schwierig zu determinierenden Arten. Die gegenwärtige Bestandssituation von *L. sinapis* rechtfertigt, dass die Art in einer künftigen Roten Liste NRW angesichts der wenigen aktuellen Funde in der Nordeifel und im Weserbergland weiterhin als „vom Aussterben bedroht" (A.1) eingestuft wird. In Rheinland-Pfalz ist die Situation in Ermangelung aktueller Belege aus den südlichen Landesteilen schwieriger zu beurteilen. Aufgrund der Lage in den nördlichen Landesteilen erscheint jedoch zumindest eine Hochstufung in die Kategorie „stark gefährdet" (A.2) geboten. Bei der in beiden Roten Listen noch nicht vertretenen *L. reali* bleibt abzuwarten, ob die regional festgestellte Häufigkeitszunahme als positiver Trend auch in den Folgejahren anhält. Solange dies noch offen ist, sollte die Art zumindest auf die Vorwarnliste gesetzt werden. Die zurzeit dringlichste Frage, nämlich die nach den Gefährdungsursachen bei *L. sinapis*, erfordert weitere Untersuchungen. Nur wenn klar wird, inwieweit die Habitatpräferenzen beider Arten im Rheinland differieren, wird sich zeigen, ob und wenn ja auf welche Weise gezielte Schutzmaßnahmen zum Erhalt von *L. sinapis* möglich sind. Es entbehrt nicht einer gewissen Problematik, dass auf dem Weg dorthin Individuen der zu schützenden Art im Rahmen des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit getötet werden müssen, da die genitalmorphologische Analyse für den Freilandentomologen derzeit die einzig praktikable Möglichkeit einer gesicherten Artdetermination und diese wiederum die Voraussetzung für eine gezielte Diagnose der Schlüsselfaktoren in der Biologie dieser Art darstellt. Die Alternative wäre, die Entnahme von Belegexemplaren kategorisch abzulehnen und dabei billigend in Kauf zu nehmen, dass *L. sinapis* in manchen Regionen sang- und klanglos verschwindet und sich somit das Problem von selbst erledigt. Um hier einen im Sinne der Arterhaltung wünschenswerten Weg zu finden, sollten sich beide Seiten, sowohl der engagierte, wissenschaftlich arbeitende Lepidopterologe als auch die für die jeweiligen Regionen zuständigen Naturschutzbehörden, ihrer jeweiligen Verantwortung bewusst sein und nach Augenmaß handeln.

Danksagung

An dieser Stelle sei all jenen herzlich gedankt, die bereitwillig Sammlungsmaterial zur Verfügung gestellt haben – sei es aus eigenen Aufsammlungen oder als Bestandteil von

Museums- und Institutssammlungen – oder das evtl. Vorhandensein relevanten Belegmaterials in den verschiedenen Sammlungen geprüft haben: J. ANDRES (Aachen), G. BADTKE (Altenbeken), A. BÄUMLER (Krefeld), K.-J. BANTZ (Zoologisches Institut der Universität zu Köln), W. BECKERT (Windeck), H. BIERMANN (Bad Driburg), Dr. U. BUCHSBAUM (Zoologische Staatssammlung München), Dr. S. CASPARI (Zentrum für Biodokumentation des Saarlandes), F. CUPEDO (Geulle), D. FEIERABEND (Leverkusen), U. FLESCH (Daun), R. FRANKE (Staatliches Museum für Naturkunde Görlitz), Dr. K. FÜLDNER (Naturkundemuseum Kassel), F. GELLER-GRIMM (Museum Wiesbaden – Naturwissenschaftliche Sammlung), R. van GYSEGHEM (Pfalzmuseum Bad Dürkheim), K. HANISCH (Rösrath), K. HANNIG (Waltrop), B. HASENBEIN (Zoologisches Institut der Universität Kaiserslautern), F.W. HOEN (Nuth), H.-A. HÜRTER (Bergisch Gladbach), H. KINKLER (Leverkusen), W. KRAUS (Kaiserslautern), C. KUTZSCHER (Deutsches Entomologisches Institut, Müncheberg), Dr. N. LENZ und D. SCHULTEN (Aquazoo – Löbbecke Museum Düsseldorf) Dr. H. LUTZ und Dr. C. RENKER (Naturhistorisches Museum Mainz), Dr. W. MEY (Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität Berlin), M. MEYER (Musée national d'histoire naturelle, Luxembourg), Dr. R. MÖRTTER (Kronau), Dr. W. NÄSSIG (Forschungsinstitut und Naturkundemuseum Senckenberg, Frankfurt a. M.), M.A. PFEIFER (Bobenheim-Roxheim), Dr. A. RADTKE (Wuppertal), E. RENNWALD (Rheinstetten), H. RETZLAFF (Lage), B. SCHMITZ (Odenthal), J. RODENKIRCHEN (Erftstadt), W. SCHMITZ (Bergisch Gladbach), M. SCHORR (Zerf), Dr. W. SCHULZE (Bielefeld), H. SCHUMACHER (Ruppichteroth), P.J. SOGELER (Kerkrade), Dr. D. STÜNING (Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Bonn), G. SWOBODA (Leverkusen), Dr. H. TERLUTTER (Westfälisches Museum für Naturkunde, Münster), R. ULRICH (Wiesbach), H.-J. WEIGT (Schwerte), A. WERNO (Zentrum für Biodokumentation des Saarlandes, Landsweiler-Reden). Für die schnelle und unbürokratische Unterstützung durch Erteilung einer Ausnahmegenehmigung möchte ich Dr. A. SCHMIDT (Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Koblenz) danken. Mein ganz besonderer Dank gilt meiner Frau BARBARA SCHMITZ, die den überwiegenden Teil der Genitalpräparate angefertigt hat.

Literatur

ADAM, R. (2001): Faunistische Notizen 80. Vermehrtes Auftreten von *Leptidea sinapis* (Linnaeus 1758) im östlichen Rhein-Sieg-Kreis (Lep., Pieridae). Melanargia 13: 88-94.

BADTKE, G., & BIERMANN, H. (2005): Tagfalter und Zygaenen der Trockenrasen bei Willebadessen (Kreis Höxter) (Lep., Diurna et Zygaenidae). Melanargia 17: 48-55.

CUPEDO, F., & HOEN, F.W. (2006): *Leptidea sinapis* and *Leptidea reali* (Lepidoptera: Pieridae) in the Nederlands. Entomologische Berichten 66: 118-123.

EBERT, G., & HOHNER, W. (2005): Über das Vorkommen von *Leptidea reali* Reissinger, 1989 in Baden-Württemberg. S. 41-43 in: EBERT, G. (Hrsg.): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs, Band 10. Eugen Ulmer; Stuttgart.

EMBACHER, G. (1996): Beitrag zur Verbreitung und Biologie von *Leptidea sinapis* (Linnaeus, 1758) und *L. reali* Reissinger, 1989 (Lepidoptera: Pieridae, Dismorphiinae). Zeitschrift der Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Entomologen 48: 107-112.

FREESE, A., & FIEDLER, K. (2002): Experimental evidence for specific distinctness of the two wood white butterfly taxa, *Leptidea sinapis* and *Leptidea reali* (Pieridae). Nota Lepidopterologica 25: 39-59.

FREESE, A., & FIEDLER, K. (2004): Unterscheidungsmerkmale von *Leptidea sinapis* (Linnaeus, 1758) und *Leptidea reali* Reissinger, 1989 (Lepidoptera Pieridae) und ihre Eignung zur Artbestimmung. Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo N.F. 25: 65-77.

GERSTBERGER, M., & WOELKY, O. (2004): Die Tagfalterarten *Leptidea sinapis* (Linnaeus, 1758) und *Leptidea reali* Reissinger, 1989 in Berlin und Brandenburg. Märkische Entomologische Nachrichten 6: 29-32.

GÖHL, K., & BUCHSBAUM, U. (1996): *Leptidea reali* Reissinger, 1989 auch in Thüringen (Lepidoptera, Pieridae). Mitteilungen des Thüringer Entomologenverbands e.V. 3: 46-55.

GÖHL, K., & BUCHSBAUM, U. (1997): *Leptidea sinapis* L. und *L. reali* Reiss. in Thüringen. Ergebnisse der bisher durchgeführten Untersuchungen (Lepidoptera, Pieridae). Mitteilungen des Thüringer Entomologenverbands e.V. 4: 58-70.

HAUSER, E. (1997): *Leptidea sinapis* (Linnaeus 1758) und *Leptidea reali* Reissinger 1989: zwei verschiedene Arten? (Lepidoptera, Pieridae). Beiträge zur Naturkunde Oberösterreichs 5: 65-75.

HOEN, F.W. (2004): Twee soorten boswitjes (*Leptidea* spec.) in Nederland. Natuurhistorisch Maandblad 93: 228-231.

KARSHOLT, O. (1999): Dagsommerfugleslaegten *Leptidea* Billberg i Danmark. Lepidoptera 7: 237-249.

KORDGES, T., & RADTKE, A. (2004): *Leptidea sinapis* (Linnaeus, 1758) im Raum Wuppertal – ein Wiederfund nach hundert Jahren? (Lep., Pieridae). Melanargia 16: 94-97.

KRISTAL, P.M., & NÄSSIG, W.A. (1996): *Leptidea reali* Reissinger 1989 auch in Deutschland und einigen anderen europäischen Ländern (Lepidoptera: Pieridae). Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo N.F. 16: 345-361.

KUDRNA, O. (2001): Miscellaneous notes on the taxonomy of four European butterflies (Lepidoptera: Rhopalocera). Entomologist's Gazette 52: 253-261.

LORKOVIĆ, Z. (1993): *Leptidea reali* Reissinger 1989 (= *lorkovicii* RÉAL 1988), a new European species. Natura Croatica 2: 1-22.

MARTIN, J.-F., GILLES, A., & DESCIMON, H. (2003): Species concepts and sibling species: the case of *Leptidea sinapis* and *Leptidea reali*. S. 459-476 in: BOGGS, C.L., WATT, W.B., & EHRLICH, P.R. (Hrsg.): Butterflies: ecology and evolution taking flight. The University of Chicago Press; Chicago.

MAZEL, R. (2001): *Leptidea sinapis* L., 1758 – *L. reali* Reissinger, 1989, le point de la situation (Lepidoptera: Pieridae, Dismorphiinae). Linnaeana Belgica 18: 199-202.

MAZEL, R., & LEESTMANS, R. (1996): Relations biogéographiques, écologiques et taxinomiques entre *Leptidea sinapis* Linné et *L. reali* Reissinger en France, Belgique et régions limitrophes (Lepidoptera: Pieridae). Linneana Belgica 15: 317-328.

MAZEL, R., & LEESTMANS, R. (1999): Seconde contribution à l'étude des relations entre *Leptidea sinapis* Linné et *L. reali* Reissinger en France, Belgique et quelques autres contrées européennes (Lepidoptera: Pieridae). Linneana Belgica 17: 155-168.

NEUMAYR, L., & SEGERER, A.H. (1995): *Leptidea reali* Reissinger, 1989 in Bayern (Lepidoptera: Pieridae). Galathea 11: 139-150.

NUSS, M., REIKE, H.-P., & STÜBNER, A. (2002): Erstnachweise von *Leptidea reali* Reissinger, 1989 in Sachsen (Lep., Pieridae, Dismorphinae). Entomologische Nachrichten und Berichte 46: 65.

RÉAL, P. (1988): Lépidoptères nouveaux, principalement jurassiens. Memoires du Comité de liaison pour les recherches écofaunistiques dans le Jura 4: 17-28.

REZBANYAI-RESER, L. (2005): Allerlei Wissenswertes über die Zwillingsarten *Leptidea sinapis* (Linnaeus, 1758) und *L. reali* Reissinger, 1989 (=*lorkovicii* Réal, 1988) in der Schweiz und weitere Fundangaben aus einigen anderen Ländern Europas (Lepidoptera: Pieridae). Entomologische Berichte Luzern 54: 69-134.

SCHMITZ, O. (2005): Aufruf zur Mitarbeit: *Leptidea sinapis* (Linnaeus, 1758) und *L. reali* Reissinger, 1989 im Arbeitsgebiet der Rheinisch-Westfälischen Lepidopterologen: Erste Erkenntnisse über rezente und historische Vorkommen. Melanargia 17: 13-14.

SCHUMACHER, H. (2004): Bemerkenswerte Falterfunde und Beobachtungen im Arbeitsgebiet der Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen e. V. 16. Zusammenstellung. Melanargia 16: 17-28.

SCHUMACHER, H. (2005): *Leptidea reali* Reissinger, 1989 und *Leptidea sinapis* (Linnaeus, 1758) im Arbeitsgebiet der Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen (Lep., Pieridae). Melanargia 17: 1-6.

SEGERER, A. (2001): Beitrag zur Genitaldiagnose einiger bayerischer Tagfalterarten unter besonderer Berücksichtigung der Weibchen. Beiträge zur bayerischen Entomofaunistik 4: 5-25.

SLAMKA, F. (2004): Die Tagfalter Mitteleuropas – östlicher Teil. Eigenverlag; Bratislava.

Dr. Oliver Schmitz
Johannes-Brahms-Str. 16
D-14624 Dallgow-Döberitz
E-Mail: schmitz.o@arcor.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Entomologie heute

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: 19

Autor(en)/Author(s): Schmitz Oliver

Artikel/Article: Neueste Kenntnisse zur historischen und aktuellen Verbreitung von Leptidea sinapis (Linnaeus, 1758) und Leptidea reali Reissinger, 1989 (Lepidoptera, Pieridae) im Arbeitsgebiet der AG rheinisch-westfälischer Lepidopterologen. Recent Findings about the Historic and Current Distribution of Leptidea sinapis (Linnaeus, 1758) and Leptidea reali Reissinger, 1989 (Lepidoptera, Pieridae) in the Working Area of the Rhenish- Westphalian Lepidopterologists 181-195