

Beobachtungen zum Ausbreitungsmodus der Efeu-Seidenbiene *Colletes hederæ* SCHMIDT & WESTRICH, 1993 (Hymenoptera, Apidae) in Hessen und die Bedeutung des blühenden Efeus (*Hedera helix* L.)

ULRICH FROMMER

Zusammenfassung

Es wird über den Ausbreitungsmodus der Efeu-Seidenbiene, *Colletes hederæ*, in Hessen berichtet. Bei der Gründung neuer Nistaggregationen im Siedlungsbereich sollte man eine Einwanderung mit weit entfernter punktueller Ansiedlung und eine nachfolgende Massenausbreitung mit Lückenschluss unterscheiden. Die daraus resultierenden Unsicherheiten für die Festlegung des Zeitpunkts des Erstnachweises erschweren bei kurzfristiger zeitlicher Betrachtung die Ermittlung einer Ausbreitungsgeschwindigkeit. Hohe Pollenpräsentation des Efeus, zeitlich gestaffelte Blühgenerationen bei unterschiedlichem Blühbeginn einzelner Pflanzen sowie zusätzliche Blühtypen des Efeus mit langer postfloraler Nektarsekretion in der zweiten Blühgeneration ermöglichen einen Bruterfolg innerhalb von 6-8 Wochen allein auf Basis des blühenden Efeus. Die postglaziale Entwicklung und Verbreitung der Art hängt zusammen mit dem Gedeihen der blühenden Baumform des Efeus (*f. arborea*), die im Atlantikum (8000 – 5000 BP), der Zeit des postglazialen Klimaoptimums, am weitesten verbreitet war und später durch thermische Kontinentalität (kalte Winter) begrenzt wurde. Die auch in Zeiten einer Klimaerwärmung durch die blühende Baumform des Efeus vorgegebenen klimatischen Grenzen der Ausbreitung von *C. hederæ* werden im Zusammenhang der „Thermosphäre“ der *f. arborea* und den natürlichen Grenzen der Frosthärte des Efeus diskutiert.

Abstract

Observations on the Mode of Spread of the Ivy-Bee *Colletes hederæ* SCHMIDT & WESTRICH, 1993 (Hymenoptera, Apidae) in Hesse (Germany) with Remarks on the Role of the Blooming Ivy (*Hedera helix* L.)

It is reported on the mode of spread of the ivy-bee *Colletes hederæ* in Hesse, Germany. With regard to the colonization within human settlements immigration referring to long distance local focus should be distinguished from the following spread (expansion) with closing of gaps. The resulting uncertainties in fixing the date of the first proof render more difficult in short time view the ascertainment of spread velocity. High presentation of pollen, time graduated blooming generations with different beginning of blooming within single plants as well as additional blooming types with long post-floral nectar secretion in the second blooming generation enable the breeding success within 6 – 8 weeks only on base of blooming ivy. The post-glacial development and range of the ivy-bee depend on the vitality of the blooming tree form of the ivy (*f. arborea*) which achieved its maximal extend in the Atlantikum Age (8000 – 5000 BP), the post-glacial climate optimum and has later been limited by thermic continentality (cold winters). The limits of expansion of *C. hederæ*, which depend on the vitality of the blooming tree form of the ivy even in times of climatic warming, are discussed in the context of the „thermosphere“ of the *f. arborea* and the natural limits of frost hardness of the ivy.

Seit der „Entdeckung“ der Efeu-Seidenbiene *Colletes hederæ* SCHMIDT & WESTRICH, 1993 wurde eine Reihe von Arbeiten veröffentlicht, die sich mit dem Vorkommen und der Ausbreitung dieser Art in Mitteleuropa beschäftigen (SCHMID-EGGER, RISCH & NIE-

HUIS 1995, WESTRICH 2001, TREIBER & HENTRICH 2003, BISCHOFF, ECKELT & KUHLMANN 2005, VEREECKEN, TOFFIN & MICHEZ 2006, KUHLMANN et al. 2007, HERRMANN 2007, TISCHENDORF, FROMMER & CHALWATZIS 2007, BURGER 2008, FROMMER 2008a, 2008b, SMIT & DE WILDE (2008), TEPPNER et al. 2009, MAZZUCCO & HÖLZLER 2010 im Druck). Eine Verbreitungskarte für Deutschland wurde in FROMMER (2008a), eine sämtliche Daten von Europa zusammenfassende Verbreitungskarte (Stand 2008) wurde in VEREECKEN et al. (2009) vorgestellt. Auch zur Biologie und Artabgrenzung wurden mehrere Arbeiten publiziert (BISCHOFF, ECKELT & KUHLMANN 2005, VEREECKEN, TOFFIN & MICHEZ 2006, KUHLMANN et al. 2007, WESTRICH 2008, TEPPNER et al. 2009). Nachdem *C. hederæ* schon früher mehrfach an Blüten anderer Pflanzen als Efeu beobachtet wurde (Zusammenfassung in FROMMER 2008a: 60), zeigte es sich, dass diese Art außer Efeupollen auch Pollen anderer Blüten eintragen kann (WESTRICH 2008, FROMMER 2008: 60, MÜLLER & KUHLMANN 2008: 726), aber nur in solchen Jahren, in denen zu Beginn der Flugzeit Efeu noch nicht blüht (WESTRICH 2008). Die Ursache und die Art der Ausbreitung ist nicht eindeutig geklärt (vgl. HERRMANN 2007, FROMMER 2008a, TEPPNER et al. 2009). Auf die Rolle der klimaabhängigen Verbreitung der Baumform des Efeus (*f. arborea*) für das mögliche Vorkommen von *C. hederæ* in Vergangenheit und in Zukunft hat FROMMER (2008a) hingewiesen. Bei der Ausbreitung von *C. hederæ* in Deutschland über das Oberrheinische Tiefland sind bisher zwei Hauptwege nach Norden festzustellen: Zum einen über Mittel- und Niederrhein (FROMMER 2008a, 2008b), zum anderen über die Wetterau (TISCHENDORF, FROMMER & CHALWATZIS 2007). Die letzte zusammenfassende Erhebung des Ausbreitungsstands in Hessen erfolgte durch TISCHENDORF, FROMMER & CHALWATZIS (2007). Seither wurde die Ausbreitung durch den Verf. im Mittleren Hessen weiter verfolgt. In der vorliegenden Arbeit sollen Ergebnisse zum Ausbreitungsmodus vorgestellt werden zusammen mit Beobachtungen an blühendem Efeu, die die ökologische Bindung an diese Nektar- und Pollenquelle verdeutlichen. Darüber hinaus werden Überlegungen zum Vorkommen der *f. arborea* des Efeus in Vergangenheit und Zukunft vorgestellt.

Untersuchungsmethoden

(1) Im Mittleren Hessen werden seit 2007 im September und Oktober blütenreiche Bestände des Efeus im Siedlungsbereich auf Vorkommen von *C. hederæ* untersucht. Dabei werden an einem zu untersuchenden Ort bei Tagestemperaturen ab 20°C gut blühende Efeubestände mindestens 15 Minuten bis zum eventuellen Nachweis kontrolliert. Gelingt der Nachweis in dieser Zeit nicht, so wird die Suche bis auf eine Stunde, bei größeren Beständen an der gleichen Stelle ansonsten auch an anderen Efeubeständen des Ortes, erweitert. Beim Nachweis von *C. hederæ* in diesem Zeitraum wird die Populationsgröße abgeschätzt. Dabei wird alle 5 Minuten die Anzahl der beobachteten Weibchen notiert und bis auf eine Stunde aufaddiert (bzw. geschätzt) unabhängig davon, dass dabei bestimmte Einzeltiere mehrfach notiert werden können. Über diese „Beobachtungsdichte“ sind relative Aussagen zur Besiedlungsdichte möglich. Es wurde versucht, den Untersuchungsraum, das Mittlere Hessen, möglichst flächendeckend nach eventuellen Vorkommen von *C. hederæ* zu kontrollieren. Dabei wurde jeweils von den bereits entdeckten Vorkommen ausgegangen (2007: Friedberg in Hessen, Runkel a. d. Lahn; 2008: Gießen) und entsprechend weiter entfernt liegende Orte untersucht. Den Flussläufen Lahn (Runkel bis Marburg und Cölbe), Ohm (bis Amöneburg), Wetter (Friedberg bis Lich), Horloff (bis Hungen), Nidda (bis Nidda), Kinzig (bis Gelnhausen) und Main (bis Aschaffenburg) wurde in Richtung Oberlauf als Richtungsgeber gefolgt. In folgenden Orten erfolgten 2006-2009 Untersuchungen der eben beschriebenen Art:

Lahn/Ohm: Runkel (2007), Weilburg (2007, 2008, 2009), Wetzlar Stadt (2007, 2008, 2009), Wetzlar-Steindorf (2008, 2009), Gießen Stadt (2006, 2007, 2008, 2009), Gießen-Schiffenberg (2007, 2008, 2009), Lollar (2 entfernte Stellen) (2009), Fronhausen (2009), Marburg/Schloss (2009), Cölbe (2009), Amöneburg (2009).

Wetter/Horloff (Wetterau): Friedberg (2007, 2009), Bad Nauheim (2007, 2008, 2009), Butzbach (2008), Münzenberg (2007), Rockenberg (2007, 2009), Lich/Kloster Arnsburg (2007, 2008, 2009), Lich/Schloss (2007, 2008, 2009), Hungen (2007, 2008).

Nidda/Nidder/Semenbach (Wetterau): Nidda (2007), Niddatal (2007), Büdingen (2007).

Gründau/Kinzig: Gründau (2007, 2009), Gelnhausen (2009).

Main: Wiesbaden bis Frankfurt (2007, vgl. TISCHENDORF, FROMMER & CHALWATZIS 2007), Aschaffenburg (2009).

(2) An den Efeubeständen in Gießen wurden der Blühvorgang (Anthese) und die Fertilität der verschiedenen Blühgenerationen der Blütenstände des Efeus protokolliert. Die postflorale Nektarsekretion wurde mit Lupe und Binokular kontrolliert. Dazu gehörte auch das Notieren der Dauer des postfloralen Blütenbesuchs durch *C. hederæ* und die postflorale Besuchergilde sowie der nachfolgenden Fruchtbildung. Bei den verschiedenen festgestellten Blüharten wurde die Zahl der Einzelblüten bzw. der jungen Früchte pro Dolde ausgezählt und durch Photos bzw. Herbarbelege dokumentiert.

(3) Die Abschätzung der Verbreitung der *f. arborea* von Efeu erfolgte nach den von IVERSEN (1944) entwickelten Vorstellungen der „Thermosphäre“ durch die -2°C Januarisothermen im frühen 20. Jahrhundert im Vergleich zur Klimaperiode 1981-2000 nach WALTHER, BERGER & SYKES (2005) bzw. nach der -30°C Isotherme der tiefsten je in einem vieljährigen Zeitraum aufgetretenen Temperatur ($t_n = -30^{\circ}\text{C}$) nach HOFFMANN (1960).

(4) Die Determinierung von *C. hederæ* erfolgte nach SCHMIDT & WESTRICH (1993) und AMIET, MÜLLER & NEUMEYER (1999). Das Belegmaterial befindet sich in der Sammlung des Autors.

Ergebnisse

(1) Die Situation der Ausbreitung von *C. hederæ* in Hessen im Jahre 2009 ist in Abb. 1 dargestellt. Ausgehend von den bereits publizierten Nachweisen 2007 in Friedberg in der Wetterau (TISCHENDORF, FROMMER & CHALWATZIS 2007) und Runkel a. d. Lahn (FROMMER 2008a) konnten 2008-2009 folgende Nachweise an Efeu erbracht werden:

Lahntal: Weilburg-Waldhausen 1♀ 09.09.2009 beob. KLENKE; Gießen Alter Friedhof: 2♀♀ 08.09.2008 beob. (1♀ leg. FROMMER), 1♀ 09.09.2008 beob., 2♀♀ 19.09.2008 beob.; Gießen Stadt Hausgarten: 1♀ 05.09.2008 beob., 4♀♀ 09.09.2008 beob., 1♀ 16.09.2008 beob. (alle beob. FROMMER); Gießen Alter Friedhof: vielfach beob. vom 01.09. – 11.10.2009 (1♀ 1♂ in copula 07.09.2009 leg. FROMMER); Gießen Hausgarten: vielfach beob. vom 01.09. – 11.10.2009 incl. copula, Photo-belege (z. B. Abb. 3); Gießen Stadt Wieseckufer: 1♀ 08.10.2009 beob. (alle beob. FROMMER, vgl. Tab. 1); Marburg Landgrafenschloss: ♀♀ und ♂♂ 17.09.2009 mehrfach beob., vgl. Tab. 1 (2♀♀, 1♂ leg. FROMMER).

Wetterau: Bad Nauheim: 2 ♂♂ 31.08.2008 beob. TISCHENDORF.

Kinzigtal: Gelnhausen Nähe Kaiserpfalz: 2♀♀ 07.10.2009 beob. (1♀ leg. FROMMER)

Maintal: Aschaffenburg (Bayern): 1♀ 08.10.2009 leg. FROMMER.

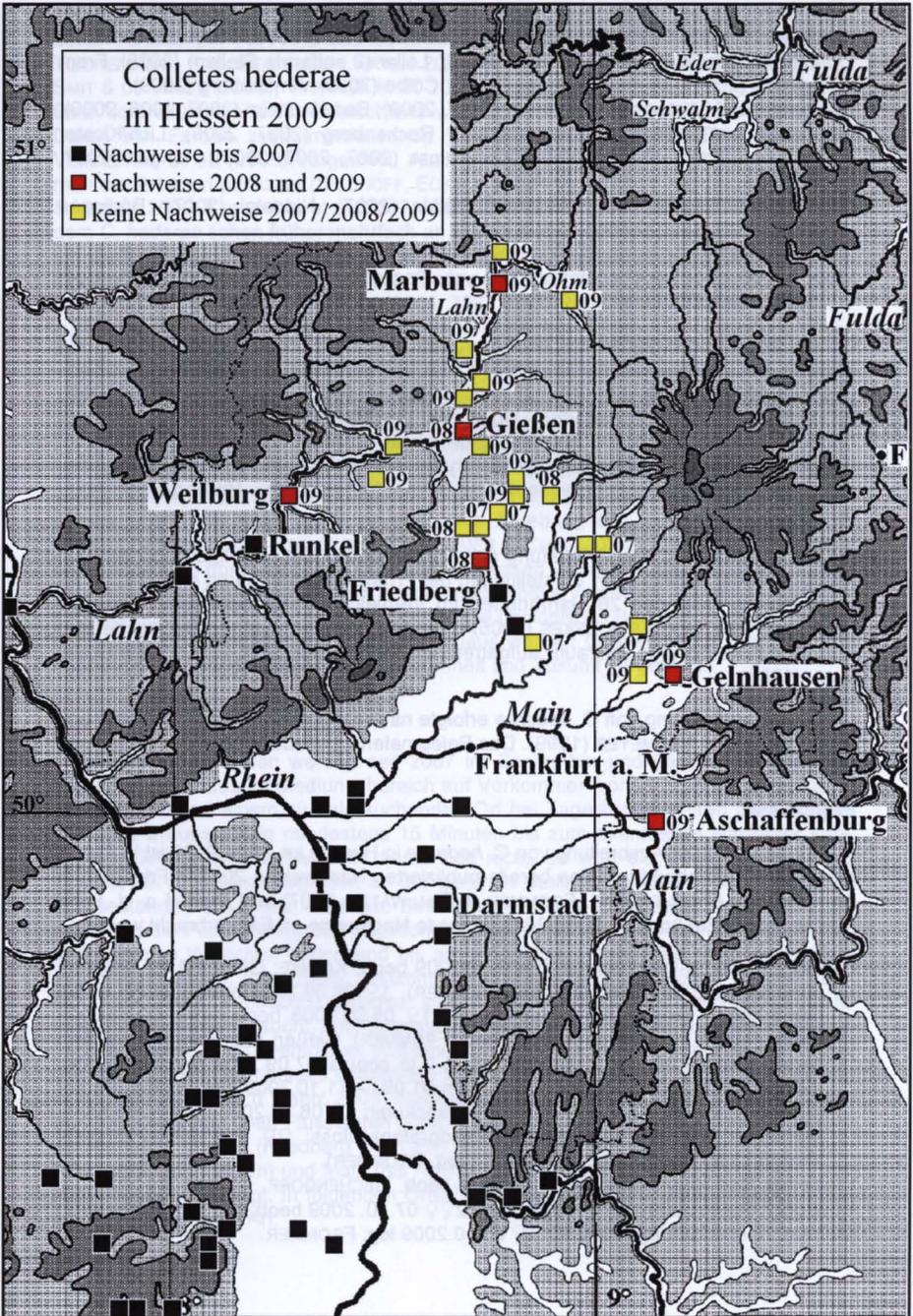
Colletes hederæ in Hessen 2009

- Nachweise bis 2007
- Nachweise 2008 und 2009
- keine Nachweise 2007/2008/2009

51°

50°

9°



(2) Die Ergebnisse der Blühprotokolle der verschiedenen Blühgenerationen sind in Abb. 2 zusammengefasst. In Tabelle 2 erfolgt eine Charakterisierung der herausgefundenen Blühtypen des Efeus. In Tab. 3 ist ein Blütenstandprotokoll zweier benachbarter mächtiger Efeu-„Bäume“ im Detail aufgeführt. Die postflorale Nektarsekretion in den Enddolden erfolgte 2009 bis zu einem Zeitraum von mindestens 12 Tagen nach Beginn der Anthese.

(3) In Abb. 8 ist das thermische Korrelationsdiagramm für die Baumform von *Hedera helix* nach IVERSEN (1944) aufgeführt. In Abb. 7 ist die Arealgrenze von *Hedera helix* (f. *repens*, Kriechform) vermerkt. Neben der aktuellen Arealgrenze von *Colletes hederarum* (Stand 2009) ist auch die reduzierte -2° C Januarisotherme in dieser Karte eingetragen. In Abb. 9 ist der Verlauf der -30°C Extremisotherme für Europa aufgeführt.

(4) Alle aufgeführten Belegtiere der coll. FROMMER gehören zur Art *Colletes hederarum* SCHMIDT & WESTRICH, 1993. Andere *Colletes*-Arten (vgl. ORTIZ-SÁNCHEZ & CASTRO 2008) wurden an Efeu nicht nachgewiesen.

Diskussion

Ausbreitungsmodus

In einer Anzahl von Publikationen wird über das Vorkommen und die Ausbreitung der Efeu-Seidenbiene in Europa berichtet (vgl. Literaturzusammenstellung in der Einleitung). Als erster in Deutschland berichtet HERRMANN (2007) über neu aufgetretene Vorkommen in Süddeutschland im Zusammenhang mit dem ungewöhnlich warmen

Tab 1: „Beobachtungsdichte“ beim intensiven Beobachten von Weibchen der Efeu-Seidenbiene *C. hederarum* an gut blühenden Efeubeständen (*Hedera helix*) in den Jahren 2006 – 2009. In eckiger Klammer [] ist die gesamte Beobachtungszeit angegeben.

Jahr	Friedberg	Gießen	Marburg
2006	keine Untersuchung	0/h [1h] keine ♀♀ oder ♂♂ beob.	keine Untersuchung
2007	ca. 20 ♀♀/h [1h], ♀♀ und ♂♂ beob.	0/h [3h] keine ♀♀ oder ♂♂ beob.	keine Untersuchung
2008	keine Untersuchung	ca. 4 ♀♀/h [4h], nur ♀♀ beob.	keine Untersuchung
2009	>> 20 ♀♀/h [1/2h], ♀♀ und ♂♂ beob.	ca. 20 ♀♀/h [6h], ♀♀ und ♂♂ beob.	ca. 20 ♀♀/h [1h], ♀♀ und ♂♂ beob.

Abb. 1 (links): Ausbreitungsstand der Efeu-Seidenbiene *C. hederarum* an der nördlichen Arealgrenze in Hessen im Jahre 2009. Seit 2007 wurden Naturräume des Mittleren Hessens (hauptsächlich Wetterau, Vorderer Vogelsberg sowie Weilburger und Marburg-Gießener Lahntal) in Siedlungsbiotopen mit reichhaltigem Efeuvorkommen im September und Anfang Oktober systematisch untersucht. Die Jahreszahl an den gelben Untersuchungsorten gibt das letzte von z.T. mehreren Untersuchungsjahren an (genaue Angaben im Text). Die Jahreszahl an den roten Untersuchungsorten ist das Jahr des Erstnachweises. Ein Quadrat = 1/16 MTB.

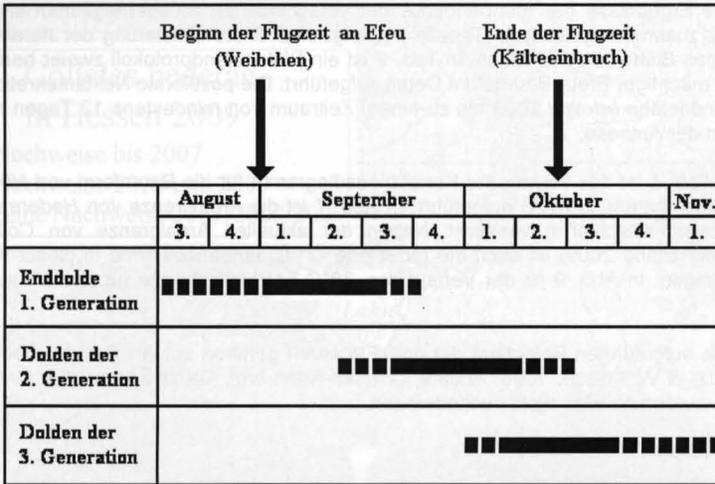


Abb. 2: Blühzeiten der verschiedenen Blühgenerationen der Dolden von Efeu (*Hedera helix*) am Alten Friedhof (Westmauer) und den benachbarten Hausgärten in Gießen im Jahre 2009. Ab September bis Mitte Oktober ist durch die zeitlich weitgehend überlappenden Doldengenerationen und infolge der unterschiedlichen Blüh-typen eine durchgehende Nektar- und Pollenversorgung für die Efeuseidenbiene *C. hederae* gewährleistet.

Tab. 2: Beobachtete Blüh-typen beim Efeu (*Hedera helix*) am Alten Friedhof (Westmauer) und den benachbarten Hausgärten in Gießen im Jahre 2009. Sie beziehen sich auf Efeupflanzen, bei denen alle Blütenstände wie beschrieben ausgeprägt sind. Die seltener vorkommenden Blüh-typen II und III haben eine Bedeutung für die ausreichende Nektarversorgung während der zweiten Hälfte der Flugzeit der Weibchen von *C. hederae*, da der Hauptblüh-typ in der zweiten Blühgeneration nur eine sehr kurze Nektarphase hat.

Blüh-typ	Folge der Blühgenerationen	Bemerkungen	Σ
Blüh-typ I (Haupttyp)	Vielblütige Enddolde (= erste Generation), ca. 3-4 Wochen später zweite Generation mit 3-4 vielblütigen Nebendolden, selten dritte Generation	Erste Generation mit langer postfloraler Nektarsekretion (ca. 1 Woche). Nur die erste Generation mit Fruchtbildung, zweite Generation steril mit kurzer Nektarsekretion während der Anthese	16
Blüh-typ II	Wenigblütige Enddolde (= erste Generation), zweite Generation mit 3-4 vielblütigen „Nebendolden“, meistens auch dritte Generation	Erste und zweite Generation (meist auch die dritte) mit langer postfloraler Nektarsekretion und Fruchtbildung (vgl. Tab. 2)	5
Blüh-typ III	3 vielblütige Blühgenerationen, Enddolde (= erste Generation) und 2 zeitlich gestaffelte weitere Generationen mit je 2-3 Nebendolden	Erste und zweite Generation (meist auch die dritte) mit langer postfloraler Nektarsekretion und Fruchtbildung	4
Blüh-typ IV	Enddolde (= erste Generation) und zweite Blühgeneration blühen fast gleichzeitig	Erste und zweite Generation mit langer postfloraler Nektarsekretion und Fruchtbildung	1

Tab. 3: Vergleich der Fruchtzahl in der Enddolde (erste Blühgeneration) zweier großer nebeneinander stehender „Efeu-Bäume“ von ca. 15 cm Stammdurchmesser mit den Blühotypen I und II an einer Hochmauer in Aschaffenburg (Bayern) am 08.10. 2009. Beim Blühtyp II kam es in der zweiten Blühgeneration zu einer normalen Fruchtbildung und damit zu einer langen postfloralen Nektarphase.

	Efeu vom Blühtyp I	Efeu vom Blühtyp II
∑ ausgezählter Dolden	28	31
Durchschnittliche Fruchtzahl der Enddolde	33	4
Zweite Blühgeneration	keine Fruchtbildung	mit Fruchtbildung
Dritte Blühgeneration	fast keine aktuell blühenden Blütendolden entwickelt	aktuell blühende Blütendolden gut entwickelt



Abb. 3: Zwei Weibchen der Efeu-Seidenbiene *C. hederæ* beim Nektar- und Pollensammeln an einer terminalen Dolde (1. Blühgeneration) von Efeu (*Hedera helix*). Während die Weibchen mit der Glossa eifrig die Nektartröpfchen auf den Nektarpolstern abtupfen, sammeln sie gleichzeitig Pollen aus den frisch geöffneten (hellgelben) Antheren der heute aufgefalteten Zwitterblüten. Die leeren Antheren der beiden vorigen Blühtage sind an der farblichen Veränderung deutlich zu erkennen. Die inneren Blüten der Dolde sind noch geschlossen.

Aufnahme U. Frommer vom 2. September 2009 um 11Uhr in Gießen.

Spätsommer und Frühherbst 2006. Den Stand der Ausbreitung im linksrheinischen Oberrheingebiet dokumentiert BURGER (2008). Über den Ausbreitungsstand im rechtsrheinischen Oberrheingebiet, in der Rhein-Maiebene und in der südlichen Wetterau berichten TISCHENDORF, FROMMER & CHALWATZIS (2007). Mit dieser Arbeit und weiteren Untersuchungen im Mittelrheintal und im Lahntal (FROMMER 2008a) konnte der aktuelle Ausbreitungsstand an der nördlichen Arealgrenze bis zum Jahr 2007 dokumentiert werden. Die Arealgrenze verlief zu diesem Zeitpunkt am Rhein etwa bis zur Grenze von Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen, an der Lahn aufwärts bis Runkel und in der Südlichen Wetterau etwa bis Friedberg (Abb. 1). In den letzten Arbeiten wurde bereits darauf geachtet, auch Orte jenseits der aktuellen Arealgrenze durch gründliche Untersuchungen (vgl. Untersuchungsmethoden) mit einzubeziehen, um so auch eine gute Dokumentation in der Hand zu haben, wo *C. hederæ* bis einschließlich 2007 auf diese Weise nicht nachgewiesen werden konnte. Zum Ausbreitungsmodus gab es unterschiedliche Beobachtungen. Zunächst das „plötzliche Auftauchen“ nistender Weibchen an mehreren Stellen im Bodenseegebiet und im Neckarraum im Jahr 2006 (HERRMANN 2007, WESTRICH 2008), das von HERRMANN (2007) mit einer Ausbreitungswelle interpretiert wurde. Dieses dynamische Geschehen konnte in den Arbeiten von TISCHENDORF, FROMMER & CHALWATZIS (2007) und FROMMER (2008a, 2008b) in dieser Form nicht beobachtet werden. Allerdings glichen diese Untersuchungen ebenso wie die Untersuchungen von BURGER (2008) in Rheinland-Pfalz eher einer Bestandsaufnahme. Trotzdem war es möglich, ausgehend von alten Daten (TISCHENDORF 1996), eine vorläufige über 11 Jahre gemittelte Ausbreitungsgeschwindigkeit am Mittelrhein abzuschätzen (FROMMER 2008a). Mit den gründlich und methodisch beobachteten „Negativnachweisen“ war nun eine gute Ausgangsposition gegeben, um das weitere Ausbreitungsgeschehen besser verfolgen zu können. Eine besondere Rolle spielt hier die efeureiche ehemalige „Gartenstadt“ Gießen. Hier wurden vom Verf. schon seit dem Bekanntwerden der großen Vorkommen in Rheinland-Pfalz die innerstädtischen Efeubestände (Abb. 6) nach *C. hederæ* untersucht, allerdings aus heutiger Sicht noch nicht mit der nötigen methodischen Gründlichkeit. Immerhin wurden im Jahr 2006 die Efeubestände bereits etwa eine Stunde beobachtet. Mit dem gelungenen Nachweis in Friedberg (2007) wurden die Kontrollen an Efeu im „nur“ 27 km entfernten Gießen im Jahr 2007 auf etwa 3 Stunden (ohne Nachweis) erhöht. Überraschenderweise konnten bereits 2008, wenn auch mit sehr geringer Beobachtungsdichte Pollen sammelnde Weibchen an den Efeubeständen in Gießen beobachtet werden, allerdings nur an wenigen von zahlreichen Efeupflanzen. Weitere Kontrollen im Jahr 2008 in der Umgebung von Gießen im Lahntal (Weilburg, Wetzlar) und der Nördlichen Wetterau (Lich, Butzbach, Hungen) waren negativ. Leider wurde (getäuscht durch die trotz vieler Beobachtungsstunden geringe Beobachtungsdichte in Gießen) das Gießen-Marburger Lahntal (nördlich von Gießen, weiter Lahn aufwärts) 2008 nicht untersucht. Dies geschah erst im Jahr 2009 und zwar in Lollar (8 km von Gießen) und Fronhausen (14 km von Gießen) mit jeweils negativem Ergebnis (Abb. 1). Umso überraschender war der Befund, dass die Beobachtungsdichte an den reichhaltigen Efeubeständen am Landgrafenschloss in Marburg (25 km von Gießen) bei der Untersuchung 2009 fast genauso hoch war wie in Gießen (Tab. 1). Eine Kontrolluntersuchung in Friedberg ergab umgekehrt bereits 2009 eine starke Zunahme der Beobachtungsdichte im Vergleich zu 2007 (Tab. 1). Aus diesen Befunden geht hervor, dass der Ausbreitungsweg von *C. hederæ* nach Norden offensichtlich über die Wetterau, die Gießener Schwelle und das Gießener Becken und nicht über das Lahntal erfolgte. Die Nachweise von Gelnhausen (Kinzig) und Aschaffenburg (Main) zeigen, dass ausgehend von der Untermaiebene (TISCHENDORF, FROMMER & CHALWATZIS 2007) sich auch in diesem Naturraum die

Ausbreitung fortgesetzt hat. Bemerkenswert ist auch hier die Beobachtung, dass in Gründau-Niedergründau, das 2007 und 2009 untersucht wurde und nur 4 km westlich von Gelnhausen gelegen ist, keine Nachweise gelangen.

Aus den in Abb. 1 und Tab. 1 dargestellten Befunden kann geschlossen werden, dass bei der Gründung neuer Nistaggregationen im Siedlungsbereich auch größere Ortschaften „übersprungen“ werden. Man kann also bei der Ausbreitung von *C. hederae* zunächst eine Einwanderung und (punktuelle) Ansiedlung (immigration) mit größeren Lücken und eine nachfolgende Massenausbreitung mit Lückenschluss (spread, expansion) unterscheiden (vgl. LANG 1994). Dieses Konzept würde Beobachtungen von WESTRICH (2008) bestätigen, der die Efeu-Seidenbiene 2006 und 2007 zwar in Mössingen am Fuße der Schwäbischen Alb, nicht aber auf dem efeureichen Schloss im nahen Tübingen beobachten konnte. Dort war *C. hederae* auch im September 2008 nicht nachweisbar (eigene Beob.). Ganz ähnliche Beobachtungen mit „plötzlich häufigem“ Auftreten von *C. hederae* in großen Städten mit gleichzeitigen Nichtnachweisen in der Umgebung machten TEPPNER et al. (2009) in Graz. Mit nachfolgendem Lückenschluss und Massenausbreitung kann man auch die Beobachtungen in den Folgejahren nach Entdeckung 2006 durch HERRMANN (2007, mündl. Mitt. 2007) im Bodenseegebiet und von TISCHENDORF, FROMMER & CHALWATZIS (2007) in der Hessischen Rheinebene gut erklären, wo heute die Art im Siedlungsraum fast „flächendeckend“ vorkommt (mündl. Mitt. TISCHENDORF 2009). Auch die schnelle Zunahme der Beobachtungsdichte (z.B. Gießen, Friedberg) deutet auf solche Vorgänge hin.

Im Nachhinein könnte so auch die kaum verfolgbare Ausbreitung der Furchenbiene *Halictus scabiosae* über das Mittlere Hessen nach Norden bis ins Wesertal in den 1990er Jahren (FROMMER & FLÜGEL 2005) besser erklärt werden. Für *C. hederae* könnte man dabei in klimatisch begünstigten Jahren (besonders milder soniger Spätsommer und Frühherbst) mit genügend „Bientagen“ (nach BISCHOFF, ECKELT & KUHLMANN 2005) und guter Populationsentwicklung eine größere Dispersionsdistanz von legebereiten Weibchen annehmen. Solche Gedanken geben Anlass zur Überlegung, dass es möglicherweise nicht mehr allzu lange dauern könnte bis über das Lahn-Ohm-Gebiet die «Oberhessische Schwelle» und damit die Rhein-Weser-Wasserscheide (< 300 m ü. NN) überschritten ist und *C. hederae* im Schwalm-Eder-Gebiet oder weiter nördlich im Fuldataal nachgewiesen wird (Abb. 1). Eine weitere Überschreitung der Rhein-Weser-Wasserscheide ist über das Kinzigtal ausgehend von Gelnhausen möglich, wobei bei Überwindung des Landrücksens (< 400 m ü. NN) das Fuldataal erreicht werden kann (Abb. 1). Auch die Besiedlung des Maintals in Mainfranken steht wohl noch bevor, wo bisher *C. hederae* trotz gezielter Suche noch nicht nachgewiesen werden konnte (MANDERY in litt. 2010), während *C. hederae* im Unteren Maintal bereits bis Aschaffenburg vorkommt (Abb.1).

Wie das Beobachtungsbeispiel Gießen und Friedberg mit der raschen Etablierung von individuenreichen Populationen zeigt (Tab. 1), muss man annehmen, dass trotz der intensiven Beobachtung mit 1-2 Jahren Vorlauf als Zeitpunkt für die Erstbesiedlung gerechnet werden muss, da die Erstbeobachtung auch bei langer Beobachtungsdauer wegen der geringen Besiedlungsdichte immer auch von zufälliger Natur ist. MAZZUCO & HÖLZLER (2010) rechnen mit einer Erstansiedlung 2-3 Jahre vor Entdeckung (cit. TEPPNER et al. 2009). Mit dieser einzuzurechnenden Unsicherheit für den Zeitpunkt des Erstnachweises ist bei kurzfristiger zeitlicher Betrachtung die Ausbreitungsgeschwindigkeit schwer zu ermitteln.

Die Rolle des Efeus bei der Populationsentwicklung

Die oft reichhaltigen Bestände von *Hedera helix* in der *f. arborea* (Kletter- oder Baumform) in den Siedlungsräumen (vgl. FROMMER 2008a) stellen die Eckpfeiler bei der Populationsentwicklung von *C. hederæ* dar. Diese Wuchsform des Efeus wird in natürlicher Umgebung vorwiegend aus lichten Laubwäldern der sehr wintermild-humiden atlantischen bis subatlantischen Bereiche Westeuropas und des westlichen Mitteleuropas aber auch aus feuchteren Gebieten der Mittelmeerregion beschrieben und reicht von Westen her bis in das Oberrheingebiet. Im Stadtwald von Frankfurt a. M. ist diese Wuchsform heute häufig (eigene Beob.), was wohl für die gesamte Untermainebene gilt. In den großen Siedlungsräumen im Norden und Osten Deutschlands, wo *H. helix* schon lange in der Baumform auftritt, findet sich in den letzten Jahren in Folge des milden Klimas ein zunehmendes Angebot an vital blühendem Efeu (DIERSCHKE 2005a). Die Gewährleistung einer durchgehenden Pollen- und Nektarversorgung ist für die Entwicklung der Efeu-Seidenbiene von großer Bedeutung, da im September und Oktober in normalen Jahren kaum noch andere Pollen- und Nektarquellen in angemessener Menge zur Verfügung stehen. Wie diese kontinuierliche Pollen- und Nektarproduktion durch einen Bestand mehrerer Efeupflanzen an einem Ort zustande kommen kann, wird im Folgenden näher erörtert.

Die Blühfolge wurde von METCALFE (2005), DIERSCHKE (2005a) und von TEPPNER et al. (2009) beschrieben. TEPPNER et al. (2009) beschreiben erstmals ausführlich die Anthese der Einzelblüten innerhalb der Enddolde und der Seitendolden des Hauptblühotyps. Dabei unterscheiden sie deutlich die Zeiten der Pollenpräsentation und der Nektarsekretion der beiden ersten Blühgenerationen.

Blühvorgang in der Enddolde (erste Blühgeneration, Dolden erster Ordnung)

„Bis alle Blüten einer Dolde offen sind, kann es 4-5 Tage dauern“ (TEPPNER et al. 2009: 188). Die gesamte Pollenmenge einer Blüte wird gleichzeitig präsentiert und der Vorgang dauert nur einen Tag: „Bis zum Nachmittag oder Abend sind die Antheren durch die Tätigkeit der Blütenbesucher praktisch leer!“ (TEPPNER et al. (2009: 190). Nach METCALFE (2005: 637) dauert die Nektarsekretion 1-3 Tage. Für den Blühverlauf der fertilen Enddolde ist dieser Zeitraum mit Sicherheit nicht korrekt und kann allenfalls für die sterilen Seitendolden gelten (s. u.). TEPPNER et al. (2009: 191) betonen, dass „die Blüten mit fertilem Ovar (Zwitterblüten; endständige Dolde und/oder obere seitliche Dolden...) eine starke postflorale Nektarsekretion aufweisen [...] Auch in dieser Phase werden die Blüten von *Colletes* viel besucht [...]“ (TEPPNER et al. 2009: 197). Eigene Untersuchungen mit Lupe und Binokular an markierten Blüten von Enddolden ergaben, dass noch bis zu 12 Tage nach Anthesebeginn einer Enddolde eine postflorale Nektarsekretion stattfand, also noch etwa 7-8 Tage nach dem Aufblühen der letzten Einzelblüten (Abb. 4, Tab. 2).

Blühvorgang in den Seitendolden (zweite Blühgeneration, Dolden zweiter Ordnung)

Ganz anders als in der fertilen Enddolde geht beim Hauptblühotyp der Blühverlauf bei den Dolden der zweiten Generation vor sich. Dieser Vorgang wird erstmals von TEPPNER et al. (2009) detailliert beschrieben. Die Blüten der Seitendolden bleiben steril, da sich das Ovar nicht entwickelt. Sie stellen also männliche Blüten dar. Hier erlischt im Gegensatz zur fertilen Enddolde „die Nektarsekretion (zumindest größtenteils?) mit dem Anthese-Ende (noch vor Abfall der Krone und der Stamina)“ (TEPPNER et al. 2009: 191-192). Damit kommt es also **nicht** zu einer langen postfloralen Nektarsekretion.



Abb. 4: Acht Tage nach Beginn der Anthese der Enddolge des Efeus sind sämtliche Kronblätter und Stamina bereits abgefallen. In Folge der langen, bis zu mindestens 12 Tage nach Anthesebeginn andauernden postfloralen Nektarsekretion an den hier schon farblich veränderten Nektarpolstern sind die Dolden für Blütenbesucher (auch für *C. hederæ*) immer noch attraktiv.

Aufnahme U. Frommer vom 7. September 2009 in Gießen.

Pollen- und Nektarsammeln bei Colletes hederæ

Die Vorgänge wurden von TEPPNER et al. (2009: 195, 196) ausführlich beschrieben und dokumentiert: „Die Weibchen krabbeln über die und zwischen den Stamina einer Dolge von Blüte zu Blüte und tupfen dabei mit der Zunge unentwegt «sorgfältig und geduldig» den Nektar auf [...]. Bei diesem Krabbeln auf den Blüten wird gleichzeitig durch Abstreifen an den Staubbeuteln Pollen passiv an alle Körperteile [...]“ und mit verschiedenen Bewegungen auf die Scopae der Hinterbeine gebracht. Auch „gezieltes Pollensammeln“ durch Abstreifen mit den Beinen von den Antheren wurde beobachtet. Bei niedrigen Temperaturen (im Oktober 2009 in Gießen noch bei 12,5° C) kann man nach eigener Beobachtung das Nektar- und Pollensammelverhalten besonders gut untersuchen, da die Bewegungen langsamer sind. Eine weitere wichtige Beobachtung machten TEPPNER et al. (2009: 197): Es wurden „Weibchen beobachtet, die auf einem Blatt sitzend sich der gesamten Pollenmenge auf den Hinterbeinen entledigten.“ Die Autoren vermuten, dass bei dem hohen Flüssigkeitsanteil an der Lar-

vennahrung bei *Colletes* (z.B. WESTRICH 1990: 131-134) es „durchaus plausibel“ wäre, dass zu diesem Zeitpunkt nur Bedarf an Nektar bestehen könnte. „Nicht die Pollenmenge sondern der Nektar scheint hier der limitierende Faktor zu sein.“



Abb. 5: Die Blüten der Dolden der zweiten Blühgeneration des Efeus öffnen sich erst 3-4 Wochen nach der Enddolden. Diese ist im verblühten Zustand (ohne Kronblätter) im Bild oben erkennbar. In diesen infolge des Absterbens der Fruchtknoten als männlich zu bezeichnenden Blüten der zweiten Generation des Blühtyps I (Hauptblühtyp) kommt es nur während der Anthese der einzelnen Blüten zu einer kurzen Nektarsekretion. Es erfolgt keine Fruchtbildung.

Aufnahme U. Frommer vom 29. September 2009, Gießen.

Berechnungen zur Pollenmenge

Diese Beobachtungen werfen ein besonderes Licht auf die Bedeutung des Nektarsammelns bei *C. hederæ* und dadurch auf die besondere Bedeutung der postfloralen Nektarsekretion. Offensichtlich ist bei der Abhängigkeit von *C. hederæ* von der Pollen- und Nektarproduktion des Efeus nicht unbedingt die Menge des Pollens entscheidend. BOTTEMA (2001) schätzte die Pollenpräsentation einer 28 jährigen Efeupflanze auf 1,27 bzw. 2,03 x 1 000 000 000 Pollenkörner an zwei verschiedenen Tagen. Andererseits errechneten BISCHOFF, ECKELT & KUHLMANN (2005: 33), dass für eine Brutzelle von *C. hederæ* durchschnittlich 2 811 816 Pollenkörner notwendig sind, wofür etwa 5 Pollenladungen von durchschnittlich 518 103 Pollenkörner benötigt werden. Da an einem „sonnigen Tag“ („Bienenstag“) durchschnittlich 5,5 Sammelflüge beobachtet wurden (wie vor. S. 33), kann an einem solchen Tag etwa eine Brutzelle erstellt werden. Für das genannte Beispiel würde also allein die eine untersuchte Efeupflanze bei 100% Ausnutzung genügend Pollen für

$$\frac{1,27 - 2,03 \times 1\,000\,000\,000}{2\,811\,816} = 45 - 72 \text{ Colletes-Weibchen}$$

präsentieren, zur Erstellung von täglich je einer Brutzelle.



Abb. 6: Reichhaltige Efeu-Blütenstände an der Westmauer des Alten Friedhofs in Gießen. Hier geht die zweite Blühgeneration (helle Blütendolden) bei den meisten Efeupflanzen bereits dem Ende entgegen.

Aufnahme U. Frommer vom 6. Oktober 2009 in Gießen.

Zeitliche Folge der Blühgenerationen und unterschiedliche Blühtypen des Efeus

Die zeitliche Variation des Anthesebeginns innerhalb der einzelnen Blühgenerationen **einer** Efeupflanze ist nicht sehr groß und beträgt etwa 1-2 Wochen. Dagegen ist die Variation des Blühbeginns der einzelnen Blühgenerationen **unterschiedlicher** Efeupflanzen groß und beträgt wohl hauptsächlich abhängig vom Standort bis zu 3 Wochen. Die zweite Blühgeneration einer Efeupflanze (Seitendolden, Dolden zweiter Ordnung) beginnt erst 3-4 Wochen nach der Enddolden (Abb. 2, Abb. 5). Eine dritte Blühgeneration ist beim Hauptblühtyp kaum ausgebildet. Neben dem Hauptblühtyp (s. o.) wurden bei den Untersuchungen in Gießen noch andere Blühtypen festgestellt, die etwas über 1/3 der untersuchten Efeupflanzen ausmachten (38%). TEPPNER et al. (2009:188) sprechen davon, dass „meist nur im Falle von Störungen der Entwicklung an der Sprossspitze die Blüten von ein bis mehreren basipetal anschließenden Dolden die Früchte [bilden]“. Bei den vorliegenden Beobachtungen, die sich über zwei Jahre erstreckten, ergab sich, dass bei Efeupflanzen mit „abweichendem Blühtyp“ die „Abweichungen“ sowohl für alle Blütenstände einer Pflanze gelten als auch in beiden Jahren die gleichen Blühsymptome auftreten, was auf eine genetische Disposition hinweist. Die verschiedenen Blühtypen und ihre Ausprägungen in Fertilität und Blühsymptomatik sind in Tab. 2 aufgeführt. Bei allen Nebenblühtypen kommt es auch bei der zweiten Blühgeneration zu einer langen postfloralen Nektarsekretion und zur Fruchtbildung, die allerdings z.T. schwächer ausgebildet ist (kleinere Früchte).

Durch die lange postflorale Nektarsekretion der Enddolde und die zusätzliche postflorale Nektarsekretion der Seitendolden beim Blühtyp II und III wird eine nektarme Zeit vermieden. Die Blühweise der verschiedenen Blühtypen gewährleistet also zusammen mit den beschriebenen zeitlich weitgehend überlappenden Doldengenerationen einzelner Pflanzen (Abb. 2) eines Standorts eine durchgehende Nektarversorgung für die nistenden Weibchen der Efeu-Seidenbiene von ca. 6-8 Wochen.

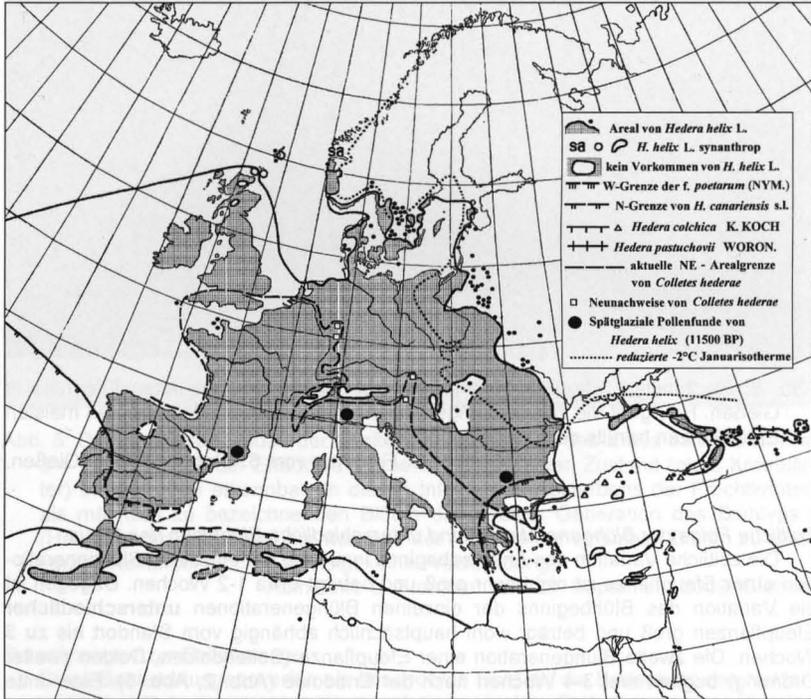


Abb. 7: Arealgrenzen des Efeus (*Hedera helix* s.l.) verändert nach MEUSEL et al. (1978) mit der ungefähren nordöstlichen Arealgrenze der Efeu-Seidenbiene *Colletes hederæ* im Jahre 2009 (der Verlauf im Südosten ist wegen der geringen Zahl an Nachweisen unsicher). Der Verlauf der reduzierten -2°C Januarisotherme (ca. 1901 – 1930) gibt eine ungefähre Vorstellung für den heutigen Verlauf der Arealgrenze der Baumform des Efeus.

Postglaziale Entwicklung

KUHLMANN et al. (2007) haben deutliche genetische Unterschiede bei den Arten der *Colletes succinctus*-Gruppe festgestellt, zu der *C. succinctus*, *C. halophilus* und *C. hederæ* gehören, sodass davon ausgegangen werden kann, dass mit dem Ende der letzten Eiszeit die Artbildung weitgehend abgeschlossen war. Bei Annahme dieses Konzepts sollte die postglaziale Ausbreitung von *C. hederæ* daher mit derjenigen von

Hedera helix verknüpft sein. Nach LANG (1994: 165) dürften die glazialen Refugien von *H. helix* im Mittelmeergebiet zu suchen sein. Spätglaziale Pollenfunde (11500 Jahre BP) sind nach LANG (1994: 165) bisher von Nordostspanien, vom Alpensüdrand und von der Balkanhalbinsel bekannt (eingetragen in Abb. 7). Die Arealausdehnung von *H. helix* im Norden der Pyrenäen, Alpen und Karpaten vollzog sich dann sehr rasch innerhalb der ersten beiden Jahrtausende des Holozäns. Bereits sehr früh, bis zum Ende des Boreals (8000 BP) sind im Wesentlichen die heutigen Arealgrenzen erreicht worden. Im späten Boreal und vor allem im feuchtwarmen Atlantikum (8000 – 5000 BP) war Efeu demnach in Wäldern eine häufige, blühende Liane (Baumform, *f. arborea*). Später, im klimatisch ungünstigeren Subboreal (5000 – 2500 BP) und Subatlantikum, ging die Baumform stark zurück (LANG 1994). "Das teilweise fast völlige Fehlen von Pollenfunden auf dem europäischen Festland von etwa 5000 BP an könnte nach IVERSEN und GODWIN durch absinkende Wintertemperaturen, also durch verstärkte thermische Kontinentalität, bedingt gewesen sein" (LANG 1994: 166). Beträchtliche Teile des heutigen Efeu-Areals im Osten (Abb. 7), in denen die Pflanze kaum zum Blühen gelangt und nur vegetative Vermehrung stattfindet (Bodenform, *f. repens*), können somit als Relikt einer früher weiteren Verbreitung der blühenden Baumform im Atlantikum angesehen werden (LANG 1994: 166). Die in jüngster Zeit direkt mit genetischen Markern ermittelten postglazialen Verbreitungswege von *Hedera* scheinen mit einem von drei Modellen (dem sog. *Erinaceus*-Typ) von HEWITT (1999) gut überein zu stimmen: „The colonization routes of *Hedera* seem to fit well with one of the classic models of colonization of Europe from three main refugia: the Iberian, Italian and Balkan“ (GRIVET & PETIT 2002: 1361). Eine Ausbreitung aus allen drei Ausbreitungszentren (DE LATTIN 1967) ist daher auch für die Efeu-Seidenbiene wahrscheinlich. Prinzipiell sind dabei zwei Szenarien denkbar:

Szenario 1: *C. hederæ* folgte bereits im frühen Holozän der Ausbreitung des Efeus. In den lichten Wäldern im feuchtwarmen Klima des späten Boreal und im Atlantikum, also im postglazialen Klimaoptimum kam die Baumform des Efeus gut zur Entfaltung und so könnte *C. hederæ* bereits viel weiter verbreitet gewesen sein als heute, nämlich bis an die von der Bodenform dominierten heutigen Arealgrenzen des Efeus (Abb. 7). Mit der Klimaverschlechterung etwa ab 5000 BP vor allem durch kalte Winterperioden in einem kontinentalen Klima, wurde *C. hederæ* durch den Rückgang der Baumform in die atlantischen Gebiete Westeuropas und das Mittelmeergebiet zurückgedrängt. Dieser Vorgang kann auch erst innerhalb der letzten 700 Jahre geschehen sein als nach der mittelalterlichen Wärmezeit sich mit sehr kalten Extremwintern die Periode der „kleinen Eiszeit“ (etwa von 1565 – 1860) ankündigte (GLASER 2001, BEHRINGER 2007). In solchen extrem kalten und langen Strengwintern kommt es ab -25°C zum Unterschreiten der natürlichen Frosthärte des Efeus (Absterben der Blätter), ein Vorgang der durch die Gefahr der Frosttrochknis bei lange Zeit gefrorenem Boden noch verstärkt wird und besonders die blühende Baumform betrifft, während die vom Schnee bedeckten Bodentriebe eher erhalten bleiben (ANDERGASSEN & BAUER 2002). Das heutige Vordringen von *C. hederæ* wäre in diesem Szenario eine „postatlantische Rekolonisierung“ alten Siedlungsareals im Zuge der heutigen Klimaerwärmung, die eine optimale Entfaltung der blühenden und fruchtenden Baumform des Efeus auch weiter im Norden und Osten Mitteleuropas ermöglicht. Eine frühere Ausbreitung in Mitteleuropa im 19. oder 20. Jahrhundert wurde nach dieser Vorstellung durch immer wieder auftauchende Strengwinter mit schweren Frostperioden verhindert, die zu einem starken Rückfrieren des Efeus führten (IVERSEN 1944, SEBALD, SEYBOLD & PHILIPPI 1992). Beispiele aus dem 20. Jahrhundert sind z. B. die Strengwinter 1939 – 1942 oder 1962/1963 (LÄHNE 2008).

Szenario 2: *Colletes hederæ* folgte der schnellen Ausbreitung von *H. helix* im Spätglazial und frühen Holozän nur zögerlich, wobei im Laufe der Zeit nur Areale mit sehr günstigen Klimabedingungen für die Baumform des Efeus vor allem ohne starke Winterfröste neu besiedelt wurden: Die atlantisch getönten Gebiete in Westeuropa und die feuchten Bereiche des Mittelmeergebiets südlich der Alpen und im Balkangebiet. Die heute beobachtete Ausbreitung von *C. hederæ* wäre verursacht durch die verstärkte Klimaerwärmung etwa seit 1990 und die in ihrem Zuge optimale Entwicklung der *f. arborea* auch weiter im Norden und im Osten.

Klimatische Grenzen der Ausbreitung von *Colletes hederæ*

Die weitere Ausbreitung der Efeu-Seidenbiene nach Norden und Osten hängt weitgehend von der Verbreitung der blühenden Baumform des Efeus ab. In Verbreitungskarten von Efeu (MEUSEL et al. 1978, METCALFE 2005) wird leider nicht zwischen der blühenden Baumform (*f. arborea*) und der nicht blühenden Bodenform (*f. repens*) unterschieden. Da *Colletes hederæ* nicht auf *Hedera helix* L. ssp. *helix*, der Hauptform in Europa, fixiert ist, muss man auch die Vorkommen verwandter Arten bzw. anderer Unterarten in die Betrachtung einbeziehen (ACKERFIELD & WEN 2002, 2003, Abb. 7).

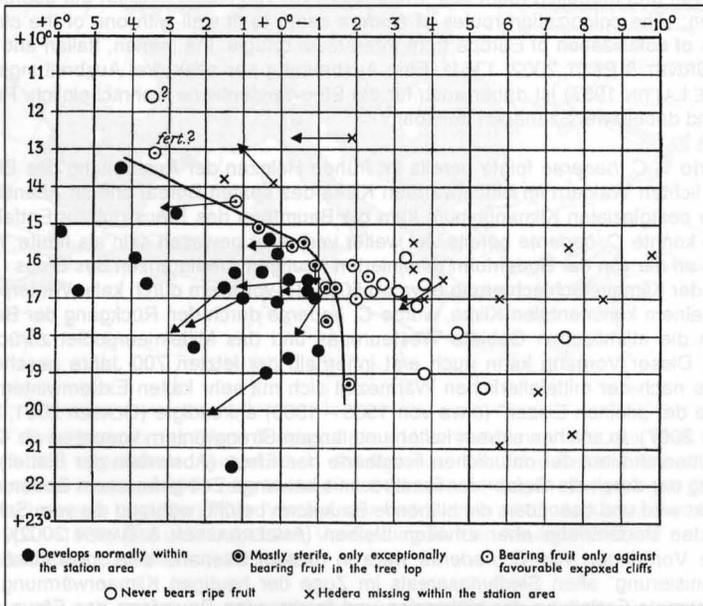


Abb. 8: Thermisches Korrelationsdiagramm für Efeu (*Hedera helix*) nach IVERSEN (1944). Die dargestellte Grenzkurve bezieht sich auf die blühende Baumform des Efeus (*f. arborea*). Die östlichen Orte mit sterilem Efeu (Kriechform) außerhalb der Grenzkurve müssen als Reliktorkommen angesehen werden. Für einige Klimastationen sind auch die aktuellen Werte (1981 – 2000) nach WALTHER et al. (2005) angegeben, um die Klimaverschiebung anzudeuten (Pfeile).

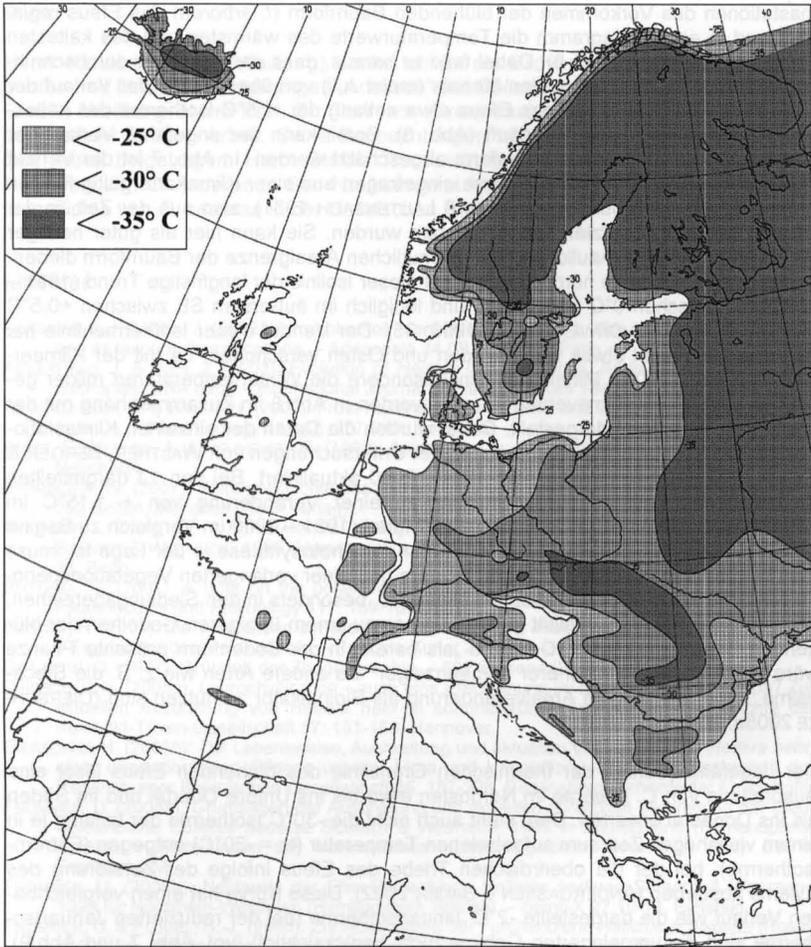


Abb 9: Isothermen der tiefsten je in einem langjährigen Zeitraum aufgetretenen Temperatur verändert aus HOFFMANN (1960). Die Isolinie der -30°C Extremtemperatur kann von der Baumform des Efeus nicht überschritten werden, da die oberirdischen Triebe bei solchen Temperaturen absterben. Die Areale mit günstigen Wintertemperaturen im Norden führen nach der Thermosphäre des Efeus nicht zur blühenden Baumform, da dort die Sommertemperaturen zu niedrig liegen (vgl. Abb. 8).

IVERSEN (1944) hat in einer heute als „klassisch“ zu bezeichnenden Arbeit durch Beobachtungen an unterschiedlichen Klimastationen die „Thermosphäre“ von *Hedera helix* untersucht: In einem standardisierten Rahmen wurden in der Umgebung der Kli-

mastationen das Vorkommen der blühenden Baumform (*f. arborea*) des Efeus registriert und in einem Diagramm die Temperaturwerte des wärmsten und des kältesten Monats aufgetragen (Abb. 8). Dabei fand er heraus, dass etwa ab einer durchschnittlichen Temperatur des wärmsten Monats (meist Juli) von über 16,5°C der Verlauf der Arealgrenze der Baumform des Efeus etwa entlang der -1,5°C-Isotherme des kältesten Monats (meist Januar) verläuft (Abb. 8). Somit kann der ungefähre Verlauf der Arealgrenze der blühenden Baumform abgeschätzt werden. In Abb. 7 ist der Verlauf der reduzierten -2°C Januarisotherme eingetragen aus einer Klimakarte gültig für den Anfang des 20. Jahrhunderts (HAACK & LAUTENSACH 1931), also aus der Zeit, in der die von IVERSEN benutzten Daten erhoben wurden. Sie kann hier als guter heutiger Richtwert zur Veranschaulichung der vermutlichen Arealgrenze der Baumform dienen, da für weite Gebiete im nördlichen Verlauf dieser Isolinie der langfristige Trend (1891 – 1990) nur zwischen 0°C und +0,5°C und lediglich im äußersten SE zwischen +0,5°C und 1,0°C liegt (SCHÖNWIESE et al. 1993: 35). Der Verlauf dieser Isothermenlinie hat sich seit 1990 wohl etwas nach Norden und Osten verschoben, da mit der Klimaerwärmung seit 1990 in Mitteleuropa insbesondere die Wintertemperaturen milder geworden sind. Diese Klimaveränderungen werden in Abb.8 im Zusammenhang mit der blühenden Baumform dargestellt. Dabei wurden die Daten der einzelnen Klimastationen (nach IVERSEN 1944) entsprechend der Untersuchungen von WALTHER, BERGER & SYKES (2005) mit Klimadaten von 1981 – 2000 aktualisiert. Bei den 13 dargestellten Klimastationen kam es durchschnittlich zu einer Veränderung von + 1,15°C im kältesten Monat und +0,3°C im wärmsten Monat (1981 – 2000 im Vergleich zu Beginn des Jahrhunderts). Da Efeu auch im Winter zur Photosynthese in der Lage ist, muss man bei über längere Sicht milderem Winter und einer verlängerten Vegetationsperiode erwarten, dass auch im Osten Mitteleuropas, besonders in den Siedlungsbereichen, Efeu zu einer höheren Vitalität gelangt und es zu einem üppigeren Gedeihen der blühenden Baumform kommt. Der Efeu „als bereits in der Bodenform präsenste Pflanze wäre damit sogar ein rascherer Klimaanzeiger“ als andere Arten wie z. B. die Stechpalme, die erst über eine Arealveränderung als Bioindikator zu nutzen sind (DIERSCHKE 2005a: 201).

Der ungefähre Verlauf der thermischen Grenzlinie des blühenden Efeus lässt eine Ausbreitung von *C. hederæ* im Nordosten etwa bis ins Untere Odertal und im Süden bis ins Donautal erwarten. Dem steht auch nicht die -30°C Isotherme der tiefsten je in einem vieljährigen Zeitraum aufgetretenen Temperatur ($t_n = -30^\circ\text{C}$) entgegen (Extremisotherme), bei der die oberirdischen Triebe des Efeus infolge der Zerstörung des Xylems absterben (ANDERGASSEN & BAUER 2002). Diese Kurve hat einen vergleichbaren Verlauf wie die dargestellte -2°C Januarisotherme (bei der reduzierten Januarisotherme sind die vorgelagerten Gebirge nicht berücksichtigt) (vgl. Abb. 7 und Abb.9). Man erkennt, dass der aktuelle Verlauf der Arealgrenze von *C. hederæ* gut mit dem Verlauf der -25°C Extremisotherme übereinstimmt, die bisher wenig überschritten wird (Abb.9). Auch die neueren Nachweise aus Österreich (TEPPNER et al. 2009, MAZZUCCO & HÖZLER 2010) passen gut in dieses Bild. Die Ausbreitung von *C. hederæ* wird vermutlich erst dann „beendet“ sein, wenn die klimatische Grenze gut blühender Efeubestände im Siedlungsbereich erreicht wird, die sich ihrerseits mit dem erwarteten Fortgang der Klimaerwärmung weiter nach Norden und Osten verschieben könnte. In Gebieten, in denen allerdings *Hedera helix* aus klimatischen Gründen nicht gut gedeiht (z.B. europäische Hochgebirge, Hochschwarzwald, Hochlagen der Mittelgebirge, Böhmer Wald, Sudeten, Karpaten, Ungarische Tiefebene (DIERSCHKE 2005a: 196, MEUSEL et al. 1978, Abb.7), wird auch die Efeu-Seidenbiene kaum zur Entfaltung kommen.

Dank

Herrn Karsten KLENKE (Weilburg) danke ich für die Bildverbesserungen von Digitalphotos und für sein stundenlanges „Ansitzen“ auf *Colletes hederæ* 2008 und 2009 an Efeu in Weilburg. Herrn Prof. Dr. TEPPNER (Graz) danke ich für die schnelle Zusage seiner fertigen Arbeit. Seine Beobachtungen haben zur Struktur der vorliegenden Arbeit beigetragen. Herrn Stefan TISCHENDORF (Darmstadt) danke ich für den Nachweis von *C. hederæ* in Bad Nauheim und für Hinweise zur derzeitigen Besiedlungsdichte von *C. hederæ* in der Hessischen Rheinebene.

Literatur

- ACKERFIELD, J. & WEN, J. (2002): A morphometric analysis of *Hedera* L. (the ivy genus, Araliaceae) and its taxonomic implications. – *Adansonia* **24** (2): 197-212, Paris.
- ACKERFIELD, J. & WEN, J. (2003): Evolution of *Hedera* (the ivy genus, Araliaceae): Insights from chloroplast DNA data. – *International Journal of Plant Sciences* **164** (4): 593-602, Chicago.
- ANDERGASSEN, S. & BAUER, H. (2002): Frost hardness in the juvenil and adult phase of ivy (*Hedera helix* L.). – *Plant Ecology* **161** (2): 207-213, Dordrecht.
- AMIET, F., MÜLLER, A. & NEUMEYER, R. (1999): Apidae 2. – In: *Fauna helvetica* **4**. CSCF und SEG, Neuchâtel.
- BEHRINGER, W. (2007): Kulturgeschichte des Klimas. Von der Eiszeit bis zur globalen Erwärmung. 352 Seiten, München (Beck Verlag).
- BISCHOFF, I., ECKELT, E. & KUHLMANN, M. (2005). On the biology of the Ivy-bee *Colletes hederæ* SCHMIDT & WESTRICH, 1993 (Hymenoptera, Apidae). – *Bonner Zoologische Beiträge* **53**:27-36, Bonn.
- BOTTEMA, S. (2001). A note on the pollen representation of ivy (*Hedera helix* L.). – *Review of Palaeobotany and Palynology* **117**: 159-166, Amsterdam.
- BURGER, R. (2008): Die Verbreitung der Efeu-Seidenbiene in der Pfalz und angrenzenden Gebieten – Ergebnisse des Meldeaufrufs. – *Pollichia-Kurier* **24** (1):18-20, Neustadt.
- DE LATTIN, G. (1967): Grundriß der Zoogeographie. – 602 S., Jena (VEB G. Fischer Verlag).
- DIERSCHKE, H. (2005a): Laurophyllisation – auch eine Erscheinung im nördlichen Mitteleuropa? Zur aktuellen Ausbreitung von *Hedera helix* in sommergrünen Laubwäldern. – *Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft* **17**: 151-168, Hannover.
- DIERSCHKE, H. (2005b): Zur Lebensweise, Ausbreitung und aktuellen Verbreitung von *Hedera helix*, einer ungewöhnlichen Pflanze unserer Flora und Vegetation. – *Hoppea*, Denkschrift der Regensburger Botanischen Gesellschaft **66**: 187-206, Regensburg (Schönfelder Festschrift).
- FROMMER, U. (2008a): Grundlagen der Ausbreitung und aktuellen Verbreitung der Efeu-Seidenbiene *Colletes hederæ* SCHMIDT & WESTRICH, 1993 in Deutschland (Hymenoptera: Apidae). – *Mitteilungen des Internationalen Entomologischen Vereins* **33** (1-2): 59-74, Frankfurt a.M.
- FROMMER, U. (2008b): Nachweis der Efeu-Seidenbiene *Colletes hederæ* SCHMIDT & WESTRICH, 1993 für Nordrhein-Westfalen (Hymenoptera, Apidae). – *bembiX* **27**:10-13, Bielefeld.
- FROMMER, U. & FLÜGEL, H.-J. (2005): Zur Ausbreitung der Furchenbiene *Halictus scabiosae* (Rossi, 1790) in Mitteleuropa unter besonderer Berücksichtigung der Situation in Hessen (Hymenoptera: Apidae). – *Mitteilungen des Internationalen Entomologischen Vereins* **30** (1/2): 51-79, Frankfurt a. M.
- GLASER, R. (2001): Klimageschichte Mitteleuropas. – 277 S., Darmstadt (Wiss. Buchgesellschaft).
- GRIVET, D. & PETIT, R.J. (2002): Phylogeography of the common ivy (*Hedera* sp.) in Europe: genetic differentiation through space and time. – *Molecular Ecology* **11**: 1351-1362, Oxford.
- HAACK, H. & LAUTENSACH, H. (1931): Sydow-Wagners Methodischer Schul-Atlas. 19. Auflage. – 62 Tafeln, Gotha (J. Perthes).
- HERRMANN, M. (2007): Ausbreitungswelle der Efeu-Seidenbiene (*Colletes hederæ*) in Baden-Württemberg (Hymenoptera, Apidae) und die Erschließung eines ungewöhnlichen Nisthabitats. – *Mitteilungen des Entomologischen Vereins Stuttgart* **42**: 96-98, Stuttgart.
- HEWITT, G.M. (1999): Post-glacial re-colonization of European biota. – *Biological Journal of the Linnean Society* **68**: 87-112, London.
- HOFFMANN, G. (1960): Die mittleren jährlichen und absoluten Extremtemperaturen der Erde. Ihr Bezug auf Erdoberfläche und Bevölkerung, Teil I Text, Teil II Karten. – *Meteorologische Abhandlungen VIII* (3), Berlin (Reimer).

- IVERSEN, J. (1944): *Viscum, Hedera* und *Ilex* as climate indicators. A contribution to the study of the post-glacial temperature climate. – Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar **66** (3): 463-483, Stockholm.
- KUHLMANN, M., ELSE, J.R., DAWSON, A. & QUICKE, D.L.J. (2007): Molecular, biogeographical and phenological evidence for the existence of three western European sibling species in the *Colletes succinctus* group (Hymenoptera: Apidae). – *Organisms, Diversity and Evolution* **7**: 155-165, Jena.
- LÄHNE, W. (2008): Klimawandel in der Pfalz – Entwicklungen und Trends – Regionale Zukunftsszenarien. – *Pollichia-Kurier* **24** (2): 4-9, Neustadt.
- LANG, G. (1994). Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. – 462 S., Stuttgart, Jena (Gustav Fischer).
- MAZZUCCO, K. & HÖLZLER, G. (2010): Drei für Österreich neue Bienenarten. – *Linzer biologische Beiträge* (im Druck), Linz.
- MEUSEL, H., JÄGER, E., RAUSCHERT, S. & WEINERT, E. (1978): Vergleichende Chorologie der zentral-europäischen Flora. Band 2. – 421 Seiten, Jena.
- MÜLLER, A. & KUHLMANN, M. (2008): Pollen hosts of western palaeartic bees of the genus *Colletes* (Hymenoptera: Colletidae): the Asteraceae paradox. – *Biological Journal of the Linnean Society* **95**: 719-733, London.
- ORTIZ-SÁNCHEZ, F.J. & CASTRO, L. (2008): No es *Colletes hederae* SCHMIDT & WESTRICH, 1993 todo lo que a la flor de la hiedra (Hymenoptera, Apoidea, Colletidae). – *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* **42**: 337-339, Zaragoza.
- SCHMID-EGGER, C., RISCH, S. & NIEHUIS, O. (1995): Die Wildbienen und Wespen in Rheinland-Pfalz (Hymenoptera, Aculeata). Verbreitung, Ökologie und Gefährdungssituation. – *Fauna Flora Rheinland-Pfalz*, Beiheft **16**: 296 S., Landau.
- SCHMIDT, K. & WESTRICH, P. (1993): *Colletes hederae* n. sp., eine bisher unerkannte, auf Efeu (*Hedera*) spezialisierte Bienenart (Hymenoptera: Apoidea). – *Entomologische Zeitschrift* **103** (6): 89-112, Stuttgart.
- SCHONWIESE, C.-D., RAPP, J., FUCHS, T., & DENHARD, M. (1993): Klimatrend-Atlas Europa 1891 – 1990. – *Berichte des Zentrums für Umweltforschung* Nr. **20**: 218 Seiten, Frankfurt a. M. (ZUF-Verlag).
- SEBALD, O., SEYBOLD, S. & PHILIPPI, G. (Hrsg.) (1992): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 4. – 362 S., Stuttgart (Eugen Ulmer Verlag).
- SMIT, J. & DE WILDE, A. (2009): De klimopbij (*Colletes hederae*) is de Westerschelde over (Hymenoptera, Apidae). – *Bzzz, Nieuwsbrief Sectie Hymenoptera NEV* **28**: 10-12; Duiven.
- TEPPNER, H., HAUSL-HOFSTÄTTER, U., BROSCHE, U. & OBERMAYER, W. (2009): Plötzliches, häufiges Auftreten von *Colletes hederae* / Efeu-Seidenbiene (Hymenoptera-Apoidea-Colletidae) im Stadtgebiet von Graz (Österreich) (Mit Notizen zur Anthese von *Hedera helix*). – *Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für die Steiermark* **139**: 183-205, Graz.
- TISCHENDORF, S. (1997): Ergänzungen zur Stechimmenfauna von Hessen. – *bembix* **8**: 16-17, Bielefeld.
- TISCHENDORF, S., FROMMER, U. & CHALWATZIS, N. (2007): Ausbreitung von *Colletes hederae* (Hymenoptera, Apidae) in Hessen. – *bembix* **25**: 31-36, Bielefeld.
- TREIBER, R. & HENTRICH, O. (2003): Nachweise der Efeu-Seidenbiene, *Colletes hederae* Schmidt & Westrich (Hymenoptera, Apidae), in Südbaden. – *Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz*, N.F. **18**: 227-231, Freiburg i. Br.
- VEREECKEN, N., TOFFIN, M. & MICHEZ, D. (2006): Observations relatives à la biologie et à la nidification d'abeilles psammophiles d'intérêt en Wallonie. 2. Observations estivales et automnales. – *Parcs et Réserves* **61** (4): 12-20, Namur, Belgien.
- VEREECKEN, N.J., SCHWENNINGER, H., GOGALA, A., PROSI, R. & ROBERTS, P.M. (2009): Mise à jour de la distribution de l'abeille du lierre, *Colletes hederae* Schmidt & Westrich (Hymenoptera, Colletidae) en Europe. – *Osmia* **3**: 2-3, Brüssel.
- WALTHER, G.-R., BERGER, S. & SYKES, M.T. (2005): An ecological „footprint“ of climate change. – *Proceeding of the Royal Society B* **272**: 1427-1432, London.
- WESTRICH, P. (1990): Die Wildbienen Baden-Württembergs, 2. Auflage. – 972 Seiten, Stuttgart (Eugen Ulmer Verlag).
- WESTRICH, P. (2001): Beitrag zur Kenntnis der Bienenfauna Baden-Württembergs (Hymenoptera: Apidae). – *Mitteilungen des Entomologischen Vereins Stuttgart* **36**: 15-21, Stuttgart.
- WESTRICH, P. (2008): Flexibles Pollensammelverhalten bei der ansonsten streng oligolektischen Seidenbiene *Colletes hederae* Schmidt & Westrich 1993 (Hymenoptera: Apidae). – *Eucera* **1** (2): 17-29, Kusterdingen.

Anschrift des Verfassers

Dr. Ulrich Frommer, Grünberger Straße 16 B, 35390 Gießen, u-frommer@web.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Hessische Faunistische Briefe](#)

Jahr/Year: 2010

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Frommer Ulrich

Artikel/Article: [Beobachtungen zum Ausbreitungsmodus der EfeuSeiden biene Colletes hederæ SCHMIDT & WESTRICH, 1993 \(Hymenoptera, Apidae\) in Hessen und die Bedeutung des blühenden Efeus \(Hedera helix L.\) 1-20](#)