

Habitatwahl, Blütennutzung und Bestandsentwicklung der Zweizelligen Sandbiene (*Andrena lagopus* Latr.) in Südwest-Deutschland (Hymenoptera, Apidae)

Paul Westrich und Hans Richard Schwenninger

The distribution, habitat selection, food plants and status of the mining bee *Andrena lagopus* so far considered endangered were investigated in south-western Germany in the period 1994–1996. The thermophile species is almost exclusively distributed in areas below 500 m. Rape fields, set-aside arable fields, ruderal sites, meadows and gardens were found to be the bee's habitats, used mainly for foraging. Pollen analyses and field observations reconfirmed *A. lagopus* as an oligolectic species specialised on crucifers. The main pollen sources are *Brassica napus*, *Sinapis arvensis*, *Barbarea vulgaris* and *Cardamine pratensis*. *A. lagopus* is obviously capable of exploiting and colonising new forage habitats very quickly and therefore is considered to be a pioneer species. As the species has increased in population density in recent years, it is no longer considered endangered.

Key words: autecology, habitat selection, foraging behaviour, bees, cress family, nature conservation, agriculture, set-aside fields.

Einleitung

Im Rahmen des Artenschutzprogramms des Landes Baden-Württemberg werden seit 1993 auch für ausgewählte Bienenarten Schutzmaßnahmen erarbeitet und umgesetzt. Diese basieren auf den wissenschaftlichen Erkenntnissen, die in dem Grundlagenwerk "Die Wild-Baden-Württembergs" (Westrich 1990) dokumentiert sind und haben zunächst die nachhaltige Sicherung der Vorkommen besonders gefährdeter bzw. besonders seltener Arten zum Ziel (Westrich et al. 1994). In dieses Programm wurde auch die als

"stark gefährdet" geltende Zweizellige Sandbiene (Andrena lagopus Latreille 1809) aufgenommen und hinsichtlich der Bestandssituation der wenigen bekannten Vorkommen bearbeitet. Unverzichtbar war dabei die Ermittlung der bislang weitgehend unbekannten Habitatansprüche sowie der Pollenquellen, die in Südwestdeutschland von A. lagopus genutzt werden. Die daraus resultierenden Befunde sollten als Grundlage für zukünftige Maßnahmen der Erhaltung und Förderung dieser Art dienen

Untersuchungsgebiet und Vorgehensweise

Die Felduntersuchungen wurden von 1994 bis 1996 in Baden-Württemberg vor allem in Lagen unterhalb 500 m durchgeführt. In höheren Lagen (Schwäbische Alb, Alpenvorland) wurden nur solche Lokalitäten stichprobenartig auf Vorkommen von A. lagopus untersucht, die sich im Frühjahr durch blühende Brassicaceen auszeichneten. Der Grund des Blütenbesuchs (Nektarsaugen, Pollensammeln) wurde in allen Fällen registriert. Darüber hinaus kamen 53 Präparate von Pollenladungen zur Untersuchung. Diese stammten von Exemplaren aus öffentlichen und privaten Sammlungen, die zwischen 1896 und 1996 in verschiedenen europäischen Ländern und in Nordafrika gesammelt worden waren. Die Anfertigung der Pollenpräparate für die Lichtmikroskopie und die Determination des Pollens erfolgte nach den bei Westrich & Schmidt (1986) beschriebenen Methoden.

Ergebnisse

1. Verbreitung

Die Auswertung von Sammlungsexemplaren, Literaturangaben (Zusammenstellung bei Gusenleitner 1984; Westrich 1990) und persönlichen Mitteilungen ergab Nachweise aus Tunesien, Algerien, Marokko, Portugal, Spanien, Frankreich, Italien, Kroatien, Slowenien, Ungarn, Österreich, Schweiz und Deutschland (Abb. 1).

In Deutschland hat *A. lagopus* ihren Verbreitungsschwerpunkt im Südwesten, wobei die Verbreitungsgrenze zumindest in historischer Zeit bis Süd-Hessen reichte (Buddeberg 1895; Westrich 1989). Außerhalb von Baden-Württemberg liegen Fundmeldungen vor aus Bayern (Mandery, in litt. 1993), Hessen (Dressler 1993) und Rheinland-Pfalz (Schoop 1951; Schmid-Egger et al. 1995).

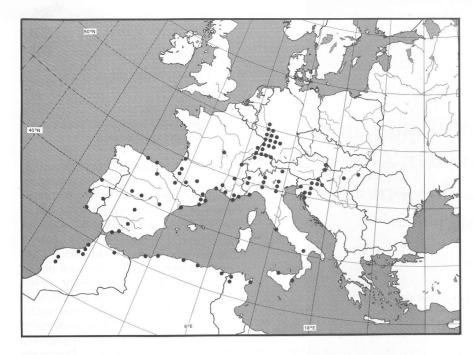


Abb. 1. Punktrasterkarte der Gesamtverbreitung von *A. lagopus*. Ein Punkt (♠) repräsentiert den Nachweis eines oder beliebig vieler Vorkommen im Bereich eines Rasterfeldes (50 × 50 km) im (hier nicht wiedergegebenen) UTM-Gitternetz.

In Baden-Württemberg war A. lagopus bis zum Jahre 1988 nur von vergleichsweise wenigen Orten in der Oberrheinebene, im Kaiserstuhl, in der Schwarzwaldvorbergzone und im Kraichgau bekannt (Westrich 1989) (s. Abb. 2). Im Jahre 1994 war A. lagopus jedoch in Lagen unterhalb 500 m weit verbreitet und durchweg indigen. In höheren Lagen konnte A. lagopus nur sehr vereinzelt und zwar nur auf der Schwäbischen Alb und dort bis ca. 800 m nachgewiesen werden. Dabei handelte es sich jedoch in allen Fällen um Männchen, die in der Regel an wärmebegünstigten Stellen (windgeschützte Waldränder) am Rande großer Rapsäcker in kleineren Gesellschaften (5-10 Individuen) patrouillierten. Ihr Flugverhalten ähnelte sehr dem in Gebieten mit indigenen Populationen, doch waren ihre Flügel durch die offenbar sehr intensive Flugtätigkeit extrem stark zerschlissen. Im Alpenvorland wurden trotz geziel-

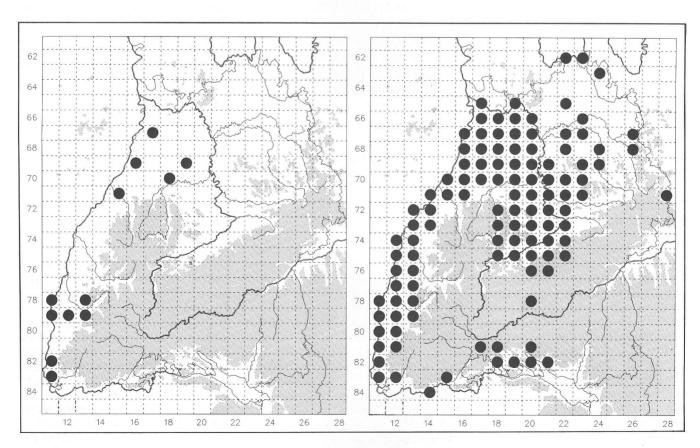


Abb. 2. Punktrasterkarten der Nachweise von *A. lagopus* in Baden-Württemberg vor dem 1. 1. 1989 und vor dem 1. 7. 1996 (Gitternetz der Topographischen Karten 1: 25 000).

ter Suche weder Männchen noch Weibchen gefunden. Weibchen wurden oberhalb 500 m nur ein einziges Mal in einer Höhe von 640 m festgestellt: der Fundort liegt im Hegau (MTB 8118), einem Naturraum mit besonders hoher Wärmegunst. Das Ergebnis der jüngsten Erhebungen ist aus Abb. 2 ersichtlich.

2. Phänologie

Fundmeldungen und Freilandbeobachtungen stimmen darin überein, daß die Art im gesamten Verbreitungsgebiet nur eine Generation im Jahr hat. Die Flugzeit erstreckt sich in Südwestdeutschland von Mitte April bis Ende Mai (vgl. die Phänogramme in Abb. 3).

Habitatwahl in Baden-Württemberg

A. lagopus wurde an insgesamt 153 Lokalitäten festgestellt. Diese lagen ausschließlich im Offenland und im Siedlungsbereich. Dabei handelte es sich um Rapsäcker, Ruderalstellen, Ackerbrachen, Wiesen und Gärten (vgl. Abb. 4).

Rapsäcker

Mit rund 38% wurde der überwiegende Teil aller *A. lagopus*-Vorkommen auf Äckern festgestellt, die mit Winter-Raps (*Brassica napus*)

Anzahl 80 n=130 Nov März April Mai 40 20 n=125 Mai

Abb. 3. Flugzeiten der Männchen und Weibchen von *A. lagopus*. Ausgewertet wurden Sammlungsexemplare und Feldbeobachtungen aus Baden-Württemberg mit jeweils unterschiedlichem Fundort und Funddatum, aber ohne Berücksichtigung lokaler Abundanzen. Jeweils 10 Tage sind zu einer Klasse zusammengefaßt.

bestellt waren. Selbst in ausgeräumten Ackerlandschaften, die kaum Kleinstrukturen aufwiesen und sich durch große Schläge auszeichneten, wurde die Art teils in einer Dichte von 10–20 Weibchen, bezogen auf eine Fläche von ca. ½ Hektar, beobachtet.

Ruderalstellen

Fast ein Drittel (30,7%) aller Nachweise stammt von Ruderalstellen in der Offenlandschaft oder im Siedlungsbereich. Die einzelnen Ruderalstellen waren über das gesamte Untersuchungsgebiet verstreut und fanden sich in folgenden Landschaftsausschnitten: Straßenbegleitflächen, Feldraine, Kiesgruben, Erdablagerungen, Gleisanlagen und Gewerbegebiete. Sie waren durch blühende Bestände von Barbarea vulgaris (Echtes Barbarakraut), Brassica napus (Raps) oder Sinapis arvensis (Ackersenf) gekennzeichnet. Auffällig war, daß A. lagopus mehrfach selbst an kleinsten Ruderalstellen auftrat.

Ackerbrachen

Einen weiteren Siedlungsschwerpunkt (15%) bildeten ein- bis zweijährige, selbstbegrünte Brachen, auf denen zuletzt 1993 Raps angebaut worden war, die 1994 stillgelegt waren und auf denen wilder Raps zumindest in lückigen Beständen blühte. Darüber hinaus wurde die Art stellenweise in einer Dichte von 20-30 Weibchen auf Brachen von ca. 1/2 Hektar Größe beobachtet, auf denen im Vorjahr verschiedene Kohl-Sorten wie Rosenkohl oder Brokkoli (Brassica oleracea var.) angebaut war und die seit der Ernte nicht mehr gepflügt worden waren, so daß die alten Kohlstrünke 1994 blühen konnten. In einem Fall wurden auf einer Ackerbrache von weniger als 1/2 Hektar Größe mit reichlich Sinapis arvensis gleichzeitig sogar über 50 pollensammeInde Weibchen festgestellt.

Wiesen

Bei 14,4% der Lokalitäten handelte es sich um Wiesen, auf denen die Art vor allem zu Beginn der Flugzeit angetroffen wurde. *Cardamine pratensis* (Wiesen-Schaumkraut) trat hier zumindest in größeren Beständen auf und hatte gerade zu blühen

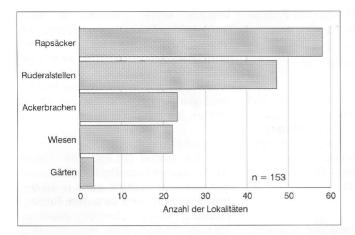


Abb. 4. Verteilung der *A. lagopus*-Vorkommen auf die einzelnen Habitattypen.

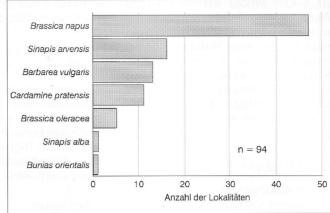


Abb. 5. Verteilung der Pollenquellen von *A. lagopus* bezogen auf die Lokalitäten, an denen pollensammelnde Weibchen beobachtet wurden.

begonnen. Die in der Regel zweischürigen, frischen Fettwiesen lagen überwiegend in Streuobstbeständen des Hügellandes, vereinzelt auch auf Hochwasserdämmen der Oberrheinebene.

Gärten

Nur an drei Lokalitäten (2%) wurde *A. lagopus* auch in Gärten beobachtet. In diesen wurden Kreuzblütler entweder als Zierpflanzen (*Lunaria annua*, Silberblatt), zur Gründüngung (*Sinapis alba*, Gelbsenf) oder zu Forschungszwecken (*Bunias orientalis*, Orientalisches Zackenschötchen) kultiviert.

4. Blütenbesuch

Nektarquellen

Zur Eigenversorgung nutzten Männchen und Weibchen ausschließlich Brassicaceen und zwar folgender Arten: Cardamine pratensis, Brassica napus, Brassica oleracea, Sinapis arvensis, Sinapis alba und Barbarea vulgaris. Einmal wurden zwei Männchen an Isatis tinctoria (Färberwaid), je einmal ein Weibchen an Arabidopsis thaliana (Acker-Schmalwand), an Alliaria petiolata (Knoblauchsrauke) und an Bunias orientalis nektarsaugend beobachtet.

Obwohl im Äktionsradius blühend, wurden folgende Kreuzblütler von beiden Geschlechtern nicht als Nektarquellen genutzt: *Thlaspi perfoliatum* (Stengelumfassendes Hellerkraut), *Aubrieta deltoidea* (Blaukissen), *Alyssum saxatile* (FelsenSteinkraut), *Cardamine hirsuta*

(Vielstengeliges Schaumkraut), Erucastrum gallicum (Französische Hundsrauke) und Capsella bursapastoris (Hirtentäschel).

Pollenquellen

53 Pollenladungen von Sammlungsexemplaren aus Tunesien, Algerien, Portugal, Spanien, Frankreich. Italien. Slowenien Deutschland enthielten in allen Fälausschließlich Brassicaceen-Pollen. Auch unsere Feldbeobachtungen belegen ausnahmslos diesen Laborbefund, denn an insgesamt 94 Lokalitäten wurden die Weibchen ausschließlich an Brassicaceen beim Pollensammeln beobachtet (vgl. Abb. 5). In Baden-Württemberg wurden vier Hauptpollenquellen ermittelt. In der zeitlichen Abfolge ihrer Blühzeiten stand Cardamine pratensis an erster Stelle, dann folgten Barbarea vulgaris und Brassica napus, als letzte Art begann Sinapis arvensis zu blühen. Die Blühzeiten von Barbarea vulgaris und Brassica napus deckten sich mit der Flugzeit von A. lagopus. Brassica napus war die mit Abstand am häufigsten festgestellte Pollenquelle. Cardamine pratensis diente nur zu Beginn, Sinapis arvensis vor allem in letzten Drittel der Flugzeit als Pollenguelle. Darüber hinaus wurden auch Brassica oleracea und Sinapis alba dort, wo sie im Verbreitungsgebiet zur Flugzeit blühten, genutzt. Nur an einer einzigen Lokalität (im Garten des Erstautors) wurde auch an Bunias orientalis Pollen gesammelt.

Obwohl oft in unmittelbarer Nähe aktiver Weibchen blühend, wurden folgende, von uns gezielt daraufhin untersuchte Brassicaceen nicht als Pollenquellen genutzt: Arabidopsis thaliana, Thlaspi perfoliatum, Aubrieta deltoidea, Alyssum saxatile, Erucastrum gallicum und Capsella bursa-pastoris.

Diskussion

1. Methode

Die Kenntnis der erst seit 1989 bekannten Oligolektie war die Grundvoraussetzung für das Auffinden der im Gelände zweifelsfrei anzusprechenden Art und gewährleistete eine besonders hohe Erfassungseffizienz. Es war demnach im Gegensatz zu früher nun möglich, systematisch Meßtischblatt um Meßtischblatt nach Vorkommen von A. lagopus zu untersuchen. Ähnlich effizient erfassen lassen sich auch andere oligolektische Bienenarten.

2. Verbreitung

Abb. 1 zeigt, daß *A. lagopus* zu den nach de Lattin (1967) sehr seltenen atlantomediterranen Arten gehört, denen es gelungen ist, ihr Areal um den Alpenbogen herum nach Osten zu erweitern (Grünwaldt 1979). Nördlich der Alpen reicht die Verbreitung bis etwa 50° n.Br., die östliche Verbreitungsgrenze liegt nach gegenwärtiger Kenntnis bei etwa 21° ö.L. in Ungarn.

Die Wärmeliebe von A. lagopus zeigt sich darin, daß indigene Populationen in Südwestdeutschland fast ausschließlich in Lagen unterhalb 500 m zu finden waren. Ein nahezu geschlossenes Verbreitungsbild zeigt die Art in Gebieten, in denen das Wuchsklima Weinbau ermöglicht und Obstbau begünstigt (relative Wärmestufen "heiß" bis "warm" nach H. Ellenberg in Deutscher Planungsatlas VI: Baden-Württemberg). In den kühleren Gebieten des Hügellandes, wie z. B. den Schwäbisch-Fränkischen Waldbergen, war A. lagopus nur sehr lückig und mit nur sehr individuenarmen Populationen verbreitet. Ob das Auftreten einzelner Männchen-Trupps in einer Höhe von 700-800 m auf der Schwäbischen Alb auf aktive Ausbreitung oder auf passive Verdriftung zurückzuführen ist, läßt sich derzeit noch nicht eindeutig beantworten. Da sich die meisten Männchen-Gesellschaften dem westlichen Trauf fanden, ist nicht auszuschließen, daß Aufwinde für die Vorkommen in dieser Höhenstufe verantwortlich waren. Allerdings ist von anderen Andrena-Arten (z. B. A. gravida, A. flavipes) bereits bekannt, daß abgeflogene Männchen andere Flugplätze haben als frisch geschlüpfte bzw. noch nicht verpaarte (vgl. Tengö 1979). Ausschließliche Funde von Bienen-Männchen, insbesondere von abgeflogenen Exemplaren oder an untypischen Orten, lassen daher nicht automatisch auf eine Bodenständigkeit der nachgewiesenen Bienenart schließen. Ihre Heranziehung für Verbreitungsangaben naturschutzbezogene oder Flächenbewertungen ist somit nur bedingt zulässig bzw. besonders zu begründen.

3. Habitatwahl

Das Auftreten von A. lagopus auf Rapsäckern, Ackerbrachen und Wiesen, an Ruderalstellen und in Gärten ist vor allem durch die artspezifischen Pollenquellen bedingt. Im Gesamtlebensraum dieses vermutlichen Teilsiedlers haben diese in Struktur und Vegetation recht unterschiedlichen Landschaftsausschnitte somit zumindest die Funktion als Nahrungshabitate (vgl. Westrich 1996a). Unsere Beob-

achtungen zur Habitatwahl stimmen mit den wenigen Angaben in der Literatur überein. So fand Klatt (1989) die Art bei Freiburg i.Br. auf einem Straßendamm und auf einer älteren Ackerbrache. In beiden Gebieten prägte Barbarea vulgaris den Blühaspekt. Westrich (1985) beobachtete A. lagopus auf einem Hochwasserdamm. In SW-Frankreich (Bordeaux) sammelte Hamann mehrere Exemplare auf einem Rapsacker (Gusenleitner 1984).

Die Tatsache, daß A. lagopus mehrfach sogar an einzelnen Raps- oder Ackersenf-Pflanzen solcher Ruderalstellen auftrat, die inselartig inmitten ausgedehnter und intensiv genutzter Ackerfluren lagen, spricht für ein hohes Ausbreitungspotential. Da A. lagopus offenbar in der Lage ist, neu entstandene Nahrungshabitate rasch zu lokalisieren und zu nutzen, halten wir sie für eine Pionierart. Diese Eigenschaft ermöglicht der Art, auch in einem Lebensraum mit einer hohen räumlich-zeitlichen Dynamik zu überleben, der ursprünglich wohl die Wildflußaue war und heute die Agrarlandschaft ist.

Obwohl wir im Umfeld pollensammelnder Weibchen sowohl an vegetationsfreien oder nur schütter bewachsenen Stellen (z. B. Erdwege) als auch auf Böschungen und in Wiesen danach gesucht haben, konnten wir keine Nester finden. Auch außerhalb Baden-Württembergs gibt es bisher keine (publizierten) Beobachtungen über die Nistplätze. Da die Art sowohl in Sand- als auch in Lehmgebieten bzw. in Lößlandschaften siedelt, ist eine Bevorzugung einer bestimmten Bodenart als Nistsubstrat nicht zu erkennen. Die weite Verbreitung und teilweise hohe Populationsdichte selbst in strukturarmen Ackerlandschaften läßt aber vermuten, daß die Art keine hohen Ansprüche an ihren Nistplatz stellt. Zumindest scheint selbst in "ausgeräumten" Feldfluren das Nistplatzangebot noch ausreichend zu sein.

4. Blütenbesuch

Bei oligolektischen Bienen spielen die Blüten ihrer Nahrungspflanzen eine wichtige Rolle als Rendezvous-Plätze der Geschlechter. Für die Männchen dürfte die Wahrscheinlichkeit, hier unverpaarte Weibchen anzutreffen, besonders hoch sein (vgl. Alcock et al. 1978). Dies bestätigt unsere Beobachtung der Patrouillienflüge von Dutzenden von Männchen und mehrerer in den Blüten erfolgter Kopulationen.

Nektarquellen

Zur Eigenversorgung mit Nektar besuchen beide Geschlechter ausschließlich Brassicaceen-Blüten. doch gibt es offenbar gewissen Präferenzen, denn von 16 untersuchten Cruciferen, konnten an sechs überhaupt keine Nektarbesuche beobachtet werden, obwohl sie im Aktionsradius blühten. Darunter befand sich auch Capsella bursa-pastoris. An 16 Stellen mit reichen Vorkommen dieser nur sehr vereinzelt von Wildbienen genutzten Pionierpflanze konnten wir kein einziges Mal einen Blütenbesuch durch A. lagopus feststellen. Somit können wir die nicht näher differenzierte Angabe von Schmid-Egger (1994), der A. lagopus »häufig an Hirtentäschel (Capsella bursa-pastoris) gefunden« haben will, nicht bestätigen. Wie einige andere Autoren (z. B. Steffan-Dewenter & Tscharntke 1995, 1996) unterscheidet auch er nicht zwischen Männchen und Weibchen bzw. zwischen Nektarsaugen und Pollensammeln. Bereits Westrich & Schmidt (1987) haben am Beispiel einiger ausgewählter Arten und ihrer Pollenquellen die Problematik solch ungenauer Angaben behandelt und darauf hingewiesen, daß differenzierte Aussagen zum Blütenbesuchsverhalten für eine seriöse blütenökolo-Beurteilung erforderlich aische sind. Es liegt allerdings im Verhaltensspektrum selbst oligolektischer Arten, daß gelegentlich auch untypische Pflanzenarten als Nektarlieferanten aufgesucht werden.

Pollenguellen

Für die Brutversorgung essentiell ist die Verfügbarkeit artspezifischer Pollenquellen, die sich im Falle von A. lagopus ausschließlich in der Familie der Brassicaceae finden. Bereits Pérez (1890) fand die Art an Kreuzblütlern ("Crucifères"). Aber erst Westrich (1989) konnte mittels Pollenanalysen die Spezialisierung auf Brassicaceen als Pollenquellen

beweisen. Zusätzlich durchgeführte Analysen von Pollenladungen aus verschiedenen Ländern haben zusammen mit ausgiebigen Feldbeobachtungen diese Oligolektie zweifelsfrei bestätigt. Allerdings sind die einzelnen, von A. lagopus zum Pollensammeln aufgesuchten Brassicaceen von unterschiedlicher Bedeutung (vgl. Abb. 5).

Barbarea vulgaris tritt als zweijährige Pionierpflanze oft in größeren Beständen in kurzlebigen und ausdauernden Ruderalfluren an Wegen, auf Straßenböschungen und Dämmen sowie auf Sand- und Schotterbänken der Flüsse auf. Die in Baden-Württemberg urwüchsige Stromtalpflanze (Oberdorfer 1990) ist in Südwestdeutschland höchstwahrscheinlich die wichtigste natürliche Pollenguelle von A. lagopus, deren primäre Nahrungshabitate vor der Tulla'schen Rheinkorrektion in der Mitte des vorigen Jahrhunderts wahrscheinlich Kiesbänke in der Wildflußaue waren. die durch regelmäßige Hochwasser an wechselnden Stellen immer wieder neu entstanden (vgl. Klemm 1996).

Cardamine pratensis ist auch auf intensiver bewirtschaftetem Grünland zu finden. Die in Baden-Württemberg vermutlich urwüchsige Art (Sebald 1990) dürfte wie Barbarea vulgaris zu den natürlichen Nahrungspflanzen von A. lagopus zählen. Im Unterschied zu Barbarea vulgaris ist Cardamine pratensis jedoch nur zu Beginn der Flugzeit von Bedeutung.

Die mit Abstand von *A. lagopus* am häufigsten genutzte Pollenquelle war *Brassica napus*, der seit vielen Jahrzehnten auch in Südwestdeutschland kultiviert wird. Da Raps vermutlich aus der Kreuzung *Brassica oleracea* × *Brassica rapa* hervorgegangen ist (Oberdorfer 1990), kommt er als natürliche Pollenquelle nicht in Betracht. Für viele Bienenarten ist der Winterraps von hoher Bedeutung. Bisher wurden 61 Arten bekannt, die ihn als Pollenquelle nutzen (Westrich 1990: 364).

Sinapis arvensis wurde wahrscheinlich aus dem Vorderen Orient mit Saatgut schon vor dem frühen Neolithikum nach Mitteleuropa eingeschleppt (Willerding 1986). Heute ist er in großen Teilen Europas ein-

gebürgert. Die sommerannuelle, im zeitigen Frühling keimende Art war früher vor allem im Sommergetreide häufig, kommt heute aber fast nur noch auf Brachen, an Wegen und auf Schuttplätzen vor. Die Hauptblütezeit erstreckt sich von Mitte Mai bis Ende Juni. Daher kommt dieser Kreuzblütler in der Regel für A. lagopus erst im letzten Drittel ihrer Flugzeit als Pollenguelle in Frage. Für einige oligolektische und polylektische Bienenarten gehört Sinapis arvensis zu den wichtigsten Pollenguellen (Westrich 1996b). Während der Samen von S. arvensis Jahrzehnte im Boden überdauern und unter günstigen Bedingungen spontan keimen kann, verliert der von Sinapis alba bei Überwinterung in der Erde seine Keimfähigkeit (Korsmo 1930). Sinapis alba muß daher immer wieder neu gesät werden.

Rosenkohl, Brokkoli und Blumenkohl (Brassica oleracea) kommen als Pollenquellen für A. lagopus nur dort in Betracht, wo Saatgut erzeugt wird oder wo die Anbauflächen nach der Ernte bis zur Mitte des folgenden Jahres nicht gepflügt werden. Da während der Blüte ein reicher Besuch verschiedener, auch oligolektischer Bienenarten zu beobachten ist, sind die Kohlsorten zumindest lokal von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Bunias orientalis ist erst im Verlauf der letzten 150 Jahre von Südosteuropa her nach Südwestdeutschland eingewandert und hat sich hier seither stark ausgebreitet (Sebald 1990). Bisher wurden auf dieser Ruderalpflanze aber erst sechs Bienenarten und auch diese nur sehr vereinzelt pollensammelnd beobachtet (Westrich 1990). Auch für A. lagopus ist Bunias orientalis nur von geringer Bedeutung. Trotz mehrfacher Kontrollen an einer ganzen Reihe von Standorten wurde die Sandbiene nur ein einziges Mal an diesem Kreuzblüter als Pollensammler festgestellt.

Bestandsentwicklung und Schutz

Noch im Jahre 1985 galt A. lagopus als so selten, daß sogar Einzelfunde als bemerkenswert gemeldet wurden (vgl. Westrich & Schmidt

1985a). Von 1924 bis 1985 war diese Sandbienen-Art nur an 14 Stellen in Baden-Württemberg nachgewiesen worden. Gauss (1967) bezeichnet die Art in seinem Verzeichnis der badischen Stechimmen als "recht selten". Selbst Balles, der seine intensiven Aufsammlungen zwischen 1925 und 1949 publiziert hat, fand offenbar kein einziges Mal A. lagopus, obwohl er an Lokalitäten, an denen die Art heute vorkommt, zur artspezifischen Flugzeit die typischen Nahrungspflanzen besammelt hat. So stammen z. B. die meisten älteren Funde von Andrena distinguenda von Balles, der diese kleine und unauffällige Art mehrere Jahre hintereinander (1937, 1938, 1939, 1941) in Kehl an Raps gefunden hatte (unpubl. Sammlungsmaterial). Im Raum Kehl war A. lagopus zum Zeitpunkt unserer Untersuchung an Raps jedoch häufig.

Es ist also nachvollziehbar, daß die Bestandssituation von A. lagopus zum Zeitpunkt der ersten Fassung der Roten Liste der Bienen Baden-Württembergs (Westrich & Schmidt 1985b) sehr ungünstig eingeschätzt und die Art daher in die Gefährdungskategorie 1 ("vom Aussterben bedroht") eingestuft wurde. Bis zum Erscheinen einer neuen Roten Liste (Westrich 1989) wurden zwar weitere Vorkommen entdeckt, jedoch waren Seltenheit und die zwischenzeitlich ermittelte Spezialisierung auf Brassicaceen die Hauptgründe, die Art nun der Gefährdungskategorie 2 ("stark gefährdet") zuzuordnen. Diese Befunde waren im wesentlichen auch dafür maßgeblich, daß A. lagopus in das Schutzprogramm für besonders gefährdete Bienenarten Baden-Württembergs aufgenommen wurde. Nach Abschluß der vorliegenden Untersuchung stellen sich die aktuelle Verbreitung und die Bestandssituation völlig anders dar als zu deren Beginn: A. lagopus ist in Baden-Württemberg in Lagen unter 500 m ü NN in nahezu allen geeigneten Habitaten bodenständig und tritt an manchen Orten in vergleichsweise hohen Abundanzen auf. Wir halten es deshalb für gerechtfertigt, sie bei der für das Jahr 1997 vorgesehenen Fortschreibung von der Roten Liste zu streichen. Es sei deutlich darauf hingewiesen,

daß ein solches Vorgehen nur bei A. lagopus begründet ist. Wie die Untersuchung ihrer Begleitfauna ergab (Westrich & Schwenninger in Vorbereitung), weisen andere Brassicaceen-Spezialisten wie Andrena suerinensis, A. agilissima oder A. niveata nach wie vor eine Bestandssituation auf, die ein weiteres Verbleiben in der Roten Liste erfordert.

Ein Grund für die günstige Bestandsentwicklung ist, daß der Anbau eines winterannuellen Kreuzblütlers in Form von Winterraps den Anforderungen, die A. lagopus an ihr Nahrungshabitat stellt, offenbar ganz besonders entgegen kommt. In gewisser Weise sind die Verhältnisse auf einem Rapsacker ähnlich denen auf einer durch andere Kreuzblütler (z. B. Ackersenf) geprägten Ruderalfläche, mit dem Unterschied, daß die Pollenguelle in einer noch viel höheren Dichte vorhanden ist und damit hinsichtlich des Nahrungsangebots keinen limitierenden Faktor mehr darstellt. Daher dürfte kein Zweifel daran bestehen, daß A. lagopus durch den Rapsanbau gefördert wurde. In jüngster Zeit scheint dieser jedoch in bestimmten Landesteilen abzunehmen, wie in der südlichen Oberrheinebene zu beobachten war. Würden in Zukunft aufgrund einer veränderten Agrarpolitik anstelle von Raps vermehrt andere nachwachsende Rohstoffe wie z. B. Hanf oder Chinaschilf angebaut, würde dies zu einer nachhaltigen Verschlechterung der Nahrungssituation von A. lagopus sowie anderer Brassicaceen-Spezialisten führen und hätte Bestandseinbußen zur Folge. A. lagopus wäre dann vor allem von ausreichend großen Beständen der anderen Pollenguellen abhängig, wie dies derzeit schon in solchen Gebieten der Fall ist, in denen kein Raps mehr angebaut wird. Gegebenenfalls ist eine erneute Aufnahme in die Rote Liste zu prüfen.

Die natürlichen Standorte von Barbarea vulgaris und damit die Primärhabitate von A. lagopus sind durch die Rheinkorrektion bereits vernichtet. Es gilt also, den Sekundärhabitaten und damit den Ruderalstellen in der Agrarlandschaft und im Siedlungsbereich mehr Toleranz entgegen zu bringen.

Cardamine pratensis-reiche Wiesen sind vor allem zu Beginn der Flugzeit wichtige Nahrungshabitate, sie finden sich heute aber fast nur noch in Streuobstgebieten. Die Bestände der Streuobstwiesen sind durch Rodungen, Flurbereinigungen, Siedlungsausweitung und Umstellung zu Niederstamm-Dichtpflanzungen in den vergangenen Jahrzehnten stark geschrumpft. Es ist daher erforderlich, Lösungen zu entwickeln, wie der Streuobstbau auf den noch vorhandenen Standorten (Landschaften mit ausgedehnten Hanglagen) den heutigen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Gegebenheiten angepaßt und damit langfristig erhalten werden kann (vgl. Weller 1996). A. lagopus findet hier aber auch dann nur noch aus-Existenzbedingungen, reichende wenn im Unterwuchs der Obstbäume wenigstens auf Teilflächen den Standortansprüchen von Cardamine pratensis durch eine regelmäßige, zwei- bis dreischürige Mahd entsprochen wird. Allerdings darf dann der erste Schnitt nicht vor Mitte Juni erfolgen, da das Wiesenschaumkraut nur mäßig schnittverträglich ist (Briemle & Ellenberg 1994).

Einen positiven populationsdynamischen Effekt haben auch ein- bis zweijährige, selbstbegrünte Brachen im Rahmen der Flächenstillegung. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Steffan-Dewenter & Tscharntke (1995, 1996), die im Kraichgau insbesondere in zweiiährigen Ackerbrachen ebenfalls A. lagopus feststellten. Nach unseren Beobachtungen spielen die Vornutzung und die Behandlung nach der Ernte (Brache, Herbst- bzw. Frühjahrsumbruch) eine maßgebliche Rolle für das Auftreten bestimmter Kreuzblütler. Kreuzblütler-Spezialisten sind am ehesten durch ein- bis zweijährige Brachen auf wechselnden Flächen (= "Rotationsbra-chen") zu fördern. Auf jeder Gemarkung sollten alljährlich solche kurzlebigen Pionierstadien zur Verfügung stehen, wobei eine Mindestgröße von 1/2 bis 1 Hektar schon eine deutliche Verbesserung des Nahrungsangebots darstellen würde. Aus populationsbiologischen Gründen sollten diese Rotationsbrachen wie ein Fleckenmuster in der Agrarlandschaft verteilt sein (Vernetzung). Auch die historische Kulturlandschaft war durch eine räumlich-zeitliche Dynamik geprägt. Gerade von den regelmäßigen, aber meist nur kleinflächigen Störungen in größeren Zeitabständen und von Brachen im Zuge der Drei-Felder-Wirtschaft haben Wildbienen des Offenlandes profitiert. Steffan-Dewenter & Tscharntke (1996) fordern ganz allgemein für Wildbienen neben Einsaaten selbstbegrünte, mehrjährige Brachen ohne Bodenbearbeitung nach der letzten Ernte mit einer späten bzw. abschnittsweisen Mahd der Stillegungsfläche. Will man aber eine hohe Diversität an Bienenarten mit unterschiedlichen Ansprüchen an Pollenguellen erreichen, ist ein gleichzeitiges Nebeneinander sowohl von jungen als auch von älteren Brachestadien erforderlich.

Da auch schon in früheren Jahrzehnten Raps angebaut wurde, frische Glatthaferwiesen verbreiteter und annuelle Pionierpflanzen viel häufiger waren, A. lagopus aber weitaus seltener festgestellt wurde, müssen noch weitere Faktoren für die so deutliche Zunahme der Art verantwortlich sein. Diese sehen wir vor allem in trockenwarmen Witterungsperioden in den Monaten April/Mai in den letzten Jahren (so auch 1994), auf die A. lagopus vermutlich mit einer deutlichen Erhöhung der Reproduktionsrate und Populationsdichte reagiert hat. Wie sich das kühle und feuchte Frühjahr 1995 und der verregnete Mai 1996 auf die Bestände von A. lagopus ausgewirkt haben, wird Aufgabe zukünftiger Studien sein.

Kein einziges Mal konnten wir A. lagopus in Baden-Württemberg in einem Naturschutzgebiet (NSG) oder Flächenhaften Naturdenkmal (FND) feststellen. Naturschutzgebiete im herkömmlichen Sinn weisen in der Regel die von dieser Bienenart benötigten Nahrungsressourcen nicht auf, da sie einerseits meist andere Lebensraumtypen repräsentieren, andererseits die Art der Dynamik, von der viele Pionierarten abhängen, in ihnen weitestgehend ausgeschaltet ist. A. lagopus und andere Bienenarten mit ähnlichen ökologischen Ansprüchen (z. B. Andrena distinguenda) sind demnach durch ein vorwiegend konservierendes Schutzgebietssystem in ihrem Bestand nicht nachhaltig zu sichern. Daher sind Nutzungskonzepte zu entwickeln, die auch außerhalb der Schutzgebiete für eine entsprechende, räumlich und zeitlich gestaffelte Dynamik sorgen bzw. Strukturen bereitstellen, in denen dynamische Prozesse ungestört ablaufen können.

Sollen Ansaaten der Imker (z. B. "Tübinger Mischung") dem selbstgesetzten Anspruch genügen, auch die Nahrungsgrundlage der Wildbienen in der ackerbaulich genutzten Feldflur zu verbessern (Bauer 1985, 1987; Bauer & Engels 1991, 1992; Engels 1994), sollten sich die Zusammensetzung des Saatguts und der Aussaattermin nicht nur nach der ausgesprochen anpassungsfähigen Honigbiene (Apis mellifera) richten. Diese gilt ohnehin nicht als "Maßstab" für die Nutzung von Blüten durch Bienen (vgl. Westerkamp 1987). Weit stärker als bisher sollten die Flugzeiten. spezifischen Nahrungsandie sprüche und die Verbreitung gefährdeter Wildbienen berücksichtigt werden. Andernfalls profitieren lediglich häufige und ungefährdete Generalisten von diesen Maßnahmen. Darauf weisen auch Paxton (1993: 217) und Steffan-Dewenter & Tscharntke (1996) hin.

Überhaupt sollten Belange des Artenschutzes bei einer Landwirtschaft, die sich selbst als "umweltgerecht" bezeichnet (EG 1992), stärker berücksichtigt werden. Dies bedeutet, die Ergebnisse naturschutzorientierter autökologischer Forschung in weitaus größerem Umfang als bisher auch tatsächlich in die Praxis umzusetzen (vgl. Wilhelm 1995).

Zusammenfassung

Die Zweizellige Sandbiene (Andrena lagopus Latr.) wurde im Hinblick auf erforderliche Schutzmaßnahmen bezüglich Verbreitung, Habitatwahl und Pollenquellen untersucht. Die Felduntersuchungen wurden 1994 bis 1996 in Baden-Württemberg durchgeführt. Darüber hinaus wurden Pollenladungen von Sammlungsexemplaren lichtmikroskopisch untersucht.

Hinsichtlich der Gesamtverbreitung ist A. lagopus dem atlanto-mediter-

ranen Arealtyp zuzuordnen. In Baden-Württemberg war die Art im Jahre 1994 in Lagen unterhalb 500 m weit verbreitet und durchweg indigen. Ihre Wärmeliebe zeigt sich darin, daß sich die Verbreitung weitgehend mit den relativen Wärmestufen deckt, in denen das Wuchsklima Weinbau ermöglicht und Obstbau begünstigt. Für Einzelfunde von Männchen auf der Schwäbischen Alb bis ca. 800 m werden als mögliche Ursachen passive Verdriftung oder aktive Ausbreitung diskutiert.

A. lagopus wurde ausschließlich im Offenland und im Siedlungsbereich festgestellt. Die meisten Nachweise stammen von Rapsäckern, gefolgt von Ruderalstellen, Ackerbrachen, Wiesen und Gärten. Diese Landschaftsausschnitte haben im Gesamtlebensraum vor allem die Funktion als Nahrungshabitate, da das Auftreten durch die artspezifischen Pollenguellen bedingt wird (vermutlicher Teilsiedler). Es besteht keine Bindung an einen bestimmten Habitattyp, doch haben Flächen, die sich durch eine kurzlebige Pioniervegetation auszeichnen, einen besonders hohen Stellenwert. Weil A. lagopus offenbar auch in der Lage ist, neu entstandene Ruderalstellen rasch zu nutzen. wird sie als Pionierart aufgefaßt.

A. lagopus wurde während der gesamten Flugzeit ausschließlich an Kreuzblütlern (Brassicaceae) beim Blütenbesuch beobachtet. Diese dienen Männchen und Weibchen auch als ausschließliche Nektarquellen. 53 Pollenladungen von Sammlungsexemplaren enthielten in allen Fällen ausschließlich Brassicaceen-Pollen. Pollenanalysen und Feldbeobachtungen bestätigen A. lagopus erneut als oligolektische Art. Brassica napus war die am häufigsten festgestellte Pollenquelle. Die Blühzeiten von Brassica napus und Barbarea vulgaris deckten sich mit der Flugzeit der Sandbiene. Cardamine pratensis diente nur zu Beginn, Sinapis arvensis vor allem in letzten Drittel der Flugzeit als Pollenguelle. Darüber hinaus wurden auch Brassica oleracea, Sinapis alba und Bunias orientalis genutzt.

In Baden-Württemberg waren von A. lagopus bis zum Jahre 1988 nur 14 Vorkommen bekannt. Die Untersuchung ergab eine offensichtliche Zunahme der Populationsdichte in den vergangenen Jahren, denn die Art ist derzeit in Lagen unter 500 m in nahezu allen geeigneten Habitaten bodenständig und tritt an manchen Orten in vergleichsweise hohen Abundanzen auf. Sie wird deshalb nicht mehr für bestandsgefährdet gehalten. Folgende Hauptgründe dürften für die positive Bestandsentwicklung verantwortlich sein: 1. Der Anbau von Winterraps in weiten Teilen des Landes. 2. Ein- bis zweijährige, selbstbegrünte Brachen im Rahmen der Flächenstillegung der EU. 3. Trockenwarme Witterungsperioden in den Monaten April/Mai der vergangenen Jahre, die sich auf die Reproduktionsrate von A. lagopus positiv ausgewirkt hat.

Für die langfristige Erhaltung von A. lagopus und weiterer Kreuzblütler-Spezialisten ergeben sich folgende Konsequenzen: 1. Ruderalstellen in der Agrarlandschaft und im Siedlungsbereich sollten mehr toleriert werden. 2. Der Streuobstbau sollte erhalten und gefördert werden. Dabei ist auf eine regelmäßige Mahd zur Sicherung der Cardamine pratensis-Bestände zu achten. 3. Förderung von ein- bis zweijährigen Brachen auf wechselnden Flächen (= "Rotationsbrachen"), die wie ein Fleckenmuster in der Agrarlandschaft verteilt sein sollten. 4. Pionierarten wie A. lagopus sind durch ein vorwiegend konservierendes Schutzgebietssystem in ihrem Bestand nicht nachhaltig zu sichern. Daher sind Nutzungskonzepte zu entwickeln, die auch außerhalb der Schutzgebiete für eine entsprechende, räumlich und zeitlich gestaffelte Dynamik sorgen bzw. Strukturen bereitstellen, in denen dynamische Prozesse ungestört ablaufen können. 5. Ansaaten der Imker sollten weit stärker als bisher die Flugzeiten, die spezifischen Nahrungsansprüche und die Verbreitung gefährdeter Wildbienen berücksichtigen. 6. Bei einem weitergehenden Rückgang des Rapsanbaus ist die Bestandssituation von A. lagopus erneut zu prüfen.

Summary

The distribution, habitat selection, forage plants and status of the endangered mining bee *Andrena lago*-

pus Latr., which is oligolectic on crucifers (Brassicaceae, cress familiy) were investigated as part of the German State of Baden-Württemberg species protection programme. The field observations were carried out in Baden-Württemberg in the period 1994–1996. Moreover pollen loads of specimens deposited in museums and private collections were analysed microscopically.

With regard to its total distribution *A. lagopus* belongs to the species with an "atlanto-mediterranean" distribution. In 1994 the species was widespread and indigenous at altitudes below 500 m in Baden-Württemberg. Its thermophile nature is evidenced by its restricted distribution in areas suitable for viniculture and the cultivation of apples and pears. Single records of males in altitudes up to about 800 m are discussed as a result of passive drifting or active dispersal.

A. lagopus was exclusively found in the open countryside or in towns and villages. Most records derive from rape fields, ruderal sites, fallow arable fields, meadows and gardens. These landscape elements function as forage habitats within the total habitat due to the presence of specific pollen sources. There is no absolute dependence on a particular type of habitat. However areas characterised by short-lived pioneer vegetation are of great importance. Since A. lagopus is obviously capable of exploiting and colonising new forage habitats very quickly it is concluded to be a pioneer species.

During the whole flight period A. lagopus was observed exclusively on flowers of crucifers. These flowers serve males and females as sole nectar source. 53 pollen loads from specimens collected in Tunisia, Algeria, Portugal, Spain, France, Italy, Germany and Slovenia contained in all cases only crucifer pollen. Both pollen analyses and field observations reconfirmed A. lagopus as an oligolectic species. Brassica napus was found to be the most commonly used pollen source. The flowering times of Brassica napus and Barbarea vulgaris, which is also of great importance, overlap with the flight period of the bee. Cardamine pratensis serves as pollen source at the beginning of the flight season

and Sinapis arvensis mainly in the last third. Additionally Brassica oleracea, Sinapis alba and Bunias orientalis were also used.

In Baden-Württemberg only 14 locations of A. lagopus were known up to 1988. Our investigation revealed an apparent increase in population density in past years as we found the species to be indigenous and occasionally even comparatively abundant in almost all suitable habitats below 500 m. Therefore we consider the species no longer endangered. The following reasons might be mainly responsible for this positive development: 1. The widespread cultivation of Brassica napus in many parts of the country, 2. Annual and biannual set-aside arable fields. 3. Warm and dry periods in April and May in recent years to which A. lagopus reacted with a distinct increase in reproduction rate.

The following measures will be necessary for the long-term preservation of A. lagopus and other crucifer specialists: 1. Ruderal sites should be more widely tolerated in the agricultural landscape as well as in towns and villages. 2. The "Streuobstwiesen" (a form of meadow with scattered fruit trees) should be maintained and this type of farming supported. Of particular importance is regular mowing to promote Cardamine pratensis. 3. The alternating, one to two year setting-aside of arable fields ("rotational fallow fields"), which should be spread across the agricultural landscape in a chequered pattern, should be promoted and integrated into conventional agriculture. 4. Merely conserving sites as nature reserves is generally no appropriate means to preserve pioneer species which depend on regular ground disturbances. 5. Conservationminded beekeepers should adapt their seed mix and time of sowing to suit the flight periods, the specific forage requirements and the distribution of threatened wild bees. 6. In case of a further decrease of the cultivation of rape the status of A. lagopus will have to be reconsidered.

Dank

Der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) Karlsruhe danken wir für die finanzielle Förderung der Untersuchung im Rahmen des Projektes "Auswertung und Umsetzung der Grundlagenwerke im Artenschutzprogramm des Landes Baden-Württemberg". Für die Möglichkeit, Sammlungsmaterial für pollenanalytische Zwecke bearbeiten zu dürfen, danken wir Dr. W. Grünwaldt (München), Dr. W. Igel (Museum für Naturkunde, Freiburg i. Br.), Dr. J.-P. Kopelke (Senckenberg-Museum Frankfurt a.M.), G. Else (Natural History Museum London, England), F. Gusenleitner (Biologiezentrum Linz, Österreich), Dr. F. Koch (Zoologisches Museum Berlin) und Prof. Dr. J. Leclercq (Faculté des Sciences Agronomiques Gembloux, Belgien). Außerdem bedanken wir uns bei F. Amiet (Solothurn, Schweiz), A. Gogala (Ljubljana, Slowenien), M. Klatt (Rastatt), M. Klemm (Tübingen), R. Prosi (Crailsheim), M. Trautmann (Meersburg), A. Schanowski (Bühl) und K.D. Zinnert (Konstanz) für die uneigennützige Zurverfügungstellung ihrer eigenen Funddaten. F. Gusenleitner (Linz, Österreich) stellte uns aus dem Nachlaß von K. Warncke eine handschriftliche Verbreitungskarte von A. lagopus zur Verfügung. R. Wahis (Gembloux, Belgien) überließ uns einige UTM-Karten als Druckvorlage.

Literatur

Alcock, J., Barrows, E.M., Gordh, G., Hubbert, L.J., Kirkendall, L., Pyle, D.W., Ponder, T.L. & Zalom, F.G. (1978): The ecology and evolution of male reproductive behavior in the bees and wasps. - Zool. J. Linn. Soc. **64**: 293-326.

Balles, L. (1925): Beiträge zur Kenntnis der Hymenopterenfauna Badens I. - Mitt. bad. Landesver. Naturkde. Naturschutz N.F. 1: 437-461.

Balles, L. (1949): Beiträge zur Kenntnis der Hymenopterenfauna Badens VIII. - Mitt. bad. Landesver. Naturkde. Naturschutz N.F. **5**: 57-62.

Bauer, M. (1985): Verbesserung der Trachtsituation für Bienenvölker in der Feldflur. - Bienenpflege 1985 (1): 7-14.

Bauer, M. (1987): Bienenweide in der Feldflur: Maßnahmen zur Trachtverbesserung und die Trachtnutzung durch Carnica-Völker. - 292 S.; Dissertation Universität Tübingen.

Bauer, M. & Engels, W. (1991): Bienenweide auf stillgelegten Ackerflächen. Tübin-

ger Feldversuche 1990. - ADIZ, 1991 (4): 40-43

Bauer, M. & Engels, W. (1992): Nutzung der Bienenweide auf stillgelegten Ackerflächen durch Wildbienen. - Apidologie 23: 340-342.

Briemle, G. & Ellenberg, H. (1994): Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. - Natur u. Landschaft **69** (4): 139-147.

Buddeberg, C.D. (1895): Die bei Nassau beobachteten Bienen. - Jb. Nass. Ver. Naturk. **48**: 101-125.

Deutscher Planungsatlas. Band Baden-Württemberg. - Karlsruhe, 1963 ff.

Dressler, A. (1993): Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea) der Gemarkung Darmstadt-Eberstadt und angrenzender Sandgebiete. - Hessische Faunistische Briefe 13 (3): 33-46.

EG (1992): VO (EWG) Nr. 2078/92 für umweltgerechte und den natürlichen Lebensraum schützende landwirtschaftliche Produktionsverfahren. - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 215/85 vom 30.7.1992.

Engels, W. (1994): Bienenweide auf stillgelegter Ackerfläche. - Agrarforschung Baden-Württemberg, Forschungsreport V, 1994: 73-74.

Frey-Gessner, E. (1899-1907): Fauna insectorum helvetiae. Hymenoptera Apidae. Vol. I. - 392 S.; Schaffhausen.

Gauss, R. (1967): Verzeichnis der im badischen Gebiet bekanntgewordenen aculeaten Hautflügler und Goldwespen (Hymenoptera) sowie von stylopisierten Arten. - Mitt. bad. Landesver. Naturkde. Naturschutz N.F. 9: 529-587.

Grünwaldt, W. (1979): Die postglaziale Besiedlung Mitteleuropas durch die Bienengattung Andrena F. (Hymenoptera, Apoidea). - In: Verh. VII. Int. Symp. Entomofaunistik Mitteleuropa Leningrad 1977, S. 206-208.

Gusenleitner, F. (1984): Faunistische und morphologische Angaben zu bemerkenswerten Andrena-Arten aus Österreich (Insecta: Hymenoptera: Apoidea: Andrenidae). - Linzer biol. Beitr. **16**: 211-276.

Klatt, M. (1989): Insektengemeinschaften an Ruderalvegetation der Stadt Freiburg im Breisgau (Hymenoptera: Apoidea, Diptera: Syrphidae, Lepidoptera: Rhopalocera, Hesperiidae, Zygaenidae). - Mitt. bad. Landesver. Naturk. Naturschutz N.F. 14: 869-890. Klemm, M. (1996): Man-made bee habitats in the anthropogenous landscape of central Europe - substitutes for threatened or destroyed riverine habitats? - In: Matheson, A., Buchmann, S.L., O'Toole, C., Westrich, P. & Williams, I. (eds.): Conservation of Bees. 17-34; Academic Press: London.

Korsmo, E. (1930): Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit. Biologische und praktische Untersuchungen. - J. Springer: Berlin.

Lattin de, G. (1967): Grundriß der Zoogeographie. - Fischer: Jena.

Oberdorfer, E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. - 6. Aufl.; 1050 S.; Ulmer: Stuttgart.

Paxton, R. (1993): All change down at the farm: a potential for bees and beekeeping. - Bee World **74**: 214-220.

Schmid-Egger, C. (1994): Die faunistische Bedeutung alter Weinberge am Beispiel der Stechimmen (Hymenoptera, Aculeata) des Höllenberges bei Grünstadt. - Fauna Flora Rheinland-Pfalz **7**: 673-707.

Schmid-Egger, C., Risch, S. & Niehuis, O. (1995): Die Wildbienen und Wespen von Rheinland-Pfalz (Hymenoptera, Aculeata). Verbreitung, Ökologie und Gefährdungssituation. - Fauna Flora Rheinland-Pfalz, Beih. 16, 296 S.

Schoop, T. (1951): Die Bienenfauna der Nahe. - Westdeutscher Naturwart **2**: 20-28, 50-62

Sebald, O. (1990): Brassicaceae, Kreuzblütler. - In: Sebald, O., Seybold, S. & Philippi, G. (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs Band 2: Spezieller Teil (Spermatophyta). - 170-342; Ulmer: Stuttgart.

Steffan-Dewenter, I. & Tscharntke, T. (1995): Wildbienen auf Ackerbrachen: Bedeutung von Blütenangebot, Vegetation und Flächenalter. - Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 10: 319-322.

Steffan-Dewenter, I. & Tscharntke, T. (1996): Profitieren Wildbienen oder Honigbienen von der Flächenstillegung in der Landwirtschaft? - Natur u. Landschaft **71** (6): 255-261.

Tengö, J. (1979): Odour-released behaviour in Andrena male bees (Apoidea, Hymenoptera). - Zoon **7**: 15-48.

Weller, F. (1996): Streuobstwiesen. Herkunft, heutige Bedeutung und Möglichkeiten der Erhaltung. - in: Konold, W. (Hrsg.): Naturlandschaft, Kulturlandschaft. 137-160; ecomed: Landsberg.

Westerkamp, C. (1987): Das Pollensammelverhalten der sozialen Bienen in Bezug auf die Anpassungen der Blüten. - 225 S.; Dissertation Universität Mainz.

Westrich, P. (1985): Zur Bedeutung der Hochwasserdämme in der Oberrheinebene als Refugien für Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea). - Natur u. Landschaft **60**: 92-97.

Westrich, P. (1989): Die Wildbienen Baden-Württembergs. - Band. 1 u. 2; 972 S.; Ulmer: Stuttgart; [2. Auflage 1990].

Westrich, P. (1996a): Habitat requirements of central Europaean bees and the problems of partial habitats. - in: Matheson, A., Buchmann, S.L., O'Toole, C., Westrich, P. & Williams, I. (eds.): Conservation of Bees. 1-16; Academic Press: London.

Westrich, P. (1996b): Zur Bedeutung des Ackersenfs (Sinapis arvensis) als Nektarund Pollenquelle von Wildbienen. - Schriftenreihe Bayerisches Landesamt f. Umweltschutz (im Druck).

Westrich, P. & Schmidt, K. (1985a): Für Baden-Württemberg neue und seltene Bienen und Wespen (Hymenoptera Aculeata). - carolinea **42**: 115-120.

Westrich, P. & Schmidt, K. (1985b): Rote Liste der Stechimmen Baden-Württembergs (Hymenoptera Aculeata außer Chrysididae). - Veröff, Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. **59/60** (1984): 93-120.

Westrich, P. & Schmidt, K. (1986): Methoden und Anwendungsgebiete der Pollenanalyse bei Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea). - Linzer biol. Beitr. 18: 341-360.

Westrich, P., Schwenninger, H.R. & Klemm, M. (1994): Das Schutzprogramm "Wildbienen Baden-Württembergs": Konzeption und erste Ergebnisse. - Beitr. 1. Hymenopt.-Tagung Stuttgart 1994; 18-20.

Wilhelm, J. (1995): EU-Verordnung für umweltgerechte landwirtschaftliche Produktionsverfahren und ihre Umsetzung in Niedersachsen, Hessen und Sachsen. - Natur u. Landschaft **70** (10): 497-499.

Willerding, U. (1986): Zur Geschichte der Unkräuter Mitteleuropas. - Göttinger Schriften Ur- und Frühgeschichte **22**, 382 S.; K. Wachholtz: Neumünster.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Paul Westrich, Maienfeldstr. 9, D-72074 Tübingen; und Hans Richard Schwenninger, Büro Entomologie + Ökologie, Goslarerstr. 53, D-70499 Stuttgart.