Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen
Band: 44 (1999)

Artikel: Wenn die Gülle geht : wieviele Bienen können in einer extensiv genutzten Agrarlandschaft leben (Hymenoptera, Apidae)?
Autor: Herrmann, Mike / Müller, Andreas
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-584922

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mitt. natf. Ges. Schaffhausen **44**, 175 - 202 / Schaffhausen 1999

Wenn die Gülle geht - Wieviele Bienen können in einer extensiv genutzten Agrarlandschaft leben (Hymenoptera, Apidae)?

von

Mike Herrmann und Andreas Müller

keywords: agriculture, organic farming, bees, landuse, species diversity, habitat loss, nature conservation

abstract: When the manure goes off - how many bees can live in a low-intensity farming agroecosystem (Hymenoptera, Apidae)? The bee fauna on a 35 ha farm near Jestetten (Baden-Württemberg) which changed to organic farming in 1990 was investigated and compared to the well studied bee fauna of the 1480 km² large Hochrhein area situated on both sides of the Swiss-German border. From 1995 to 1997 162 bee species were found on the farm area. According to strict criteria, 123 (75.9 %) of them are considered to be autochthonous. They constitute 40.9 % of the total bee fauna of the Hochrhein area consisting of 301 different species. As a result of further measures with environmental concern we expect a total of up to 200 bee species to occur on the farm in the future. Accordingly, low input and structurally diverse agricultural landscapes can harbour a very rich bee fauna. Considering nesting behaviour, pollen plants and degree of threat, 60 out of the 123 autochthonous species are believed to be uncapable of surviving in high input and structurally impoverished farmland. Reduction of bee species number by 50 % is expected to be connected with a diminution of bee individuals by more than 95 %. Such a loss of bees must have a highly negative impact on the pollination of both crops and wild plants. Consequently, by transforming an intensively farmed area into a low input and structurally diverse landscape the number of bee species can nearly be doubled and the number of bee individuals can be raised twentifold.

Zusammenfassung: Die Zusammensetzung der Bienenfauna eines im Jahr 1990 auf biologische Bewirtschaftung umgestellten Bauernhofes von 35 ha Grösse in Jestetten (Baden-Württemberg) wurde untersucht und mit der gut bearbeiteten Bienenfauna des 1480 km² grossen schweizerisch-deutschen Hochrhein-Gebietes verglichen. In den Jahren 1995 bis 1997 konnten auf dem Hof 162 Bienenarten nachgewiesen werden, von denen 123 Arten (75.9 %) aufgrund strenger Kriterien als bodenständig angesehen werden. Letztere stellen 40.9 % der insgesamt 301 im Hochrhein-Gebiet vorkommenden Bienenarten. Es wird geschätzt, dass im Zuge der weiteren Extensivierungsmassnahmen langfristig gegen 200 Bienenarten auf dem Bauernhof vorkommen bzw. diesen als Teillebensraum nutzen können. Damit wird deutlich, dass extensiv bewirtschaftete, reich strukturierte Agrarlandschaften eine ausgesprochen reiche Bienenfauna beherbergen können. Eine Analyse des auf dem Hof ansässigen Artenspektrums bezüglich Nistweise, Pollenpflanzen und Gefährdungsgrad zeigt, dass von den 123 bodenständigen Arten mindestens 60 auf intensiv genutzten, ausgeräumten Flächen der Agrarsteppe fehlen würden. Bei einer Verminderung der Artenzahl um 50 % muss mit einer Reduktion der Individuenzahl um über 95 % gerechnet werden. Ein derartiger Verlust an Bienen muss einen sehr negativen Einfluss auf die Bestäubung sowohl von Nutz- als auch von Wildpflanzen haben. Mit einer umfassenden Extensivierung vormals intensiv genutzter Flächen kann somit die Anzahl der Bienenarten nahezu verdoppelt und die Anzahl der Bienenindividuen um das zwanzigfache gesteigert werden.

1 Einleitung

Nach dem zweiten Weltkrieg hat die modernisierte Landnutzung in Mitteleuropa die ausreichende Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln sichergestellt. Neben der kostenintensiven Verwaltung von Überschüssen und sozioökonomischen Problemen der Landbevölkerung traten auch umfangreiche Umweltbelastungen auf (u.a. VROM 1997; MARSH 1997; MERZ 1997). Der vermehrte Einsatz von Pestiziden führte zu Konflikten bei der Grundwasser- und Luftreinhaltung und im Naturschutz (u.a. ALTIERI 1995). Die gleichzeitige Ausräumung und Nährstoffbelastung der Agrarlandschaft verminderte die Artenvielfalt der Flora und Fauna in hohem Masse (u.a. SKINNER et al. 1997; LACHER et al. 1999). Mit dem Verlust der Artenvielfalt sind der Landwirtschaft aber auch zahlreiche positiv regulierende Wirkungen einer diversen Agrarbiozönose verloren gegangen (u.a. TIETZE 1994; MORRIS et al. 1991; ALTIERI & NICHOLLS 1999; RISCH et al. 1983). Hierzu zählt eine reichhaltige Bestäubergemeinschaft, in der die Bienen dominieren (u.a. KEVAN et al. 1990; CORBET 1995; JABLONSKI & KOLTOWSKI 1995). Die leicht hand-

habbaren Honigbienen können zwar gezielt zur Bestäubung von massenblütigen Kulturen eingesetzt werden, doch für bestimmte Trachten, z.B. Leguminosen und Obstbäume, sind sie nicht optimal geeignet, sondern müssen durch andere Bestäuber ergänzt bzw. ersetzt werden (PARKER et al. 1987; OSBORNE et al. 1991; MORRIS et al. 1991). Dies trifft auch auf zahlreiche Wiesenpflanzen und Wildkräuter zu, welche die Grundlage für eine hohe Vielfalt an Arten und eine hohe Nützlingspräsenz bilden (OSBORNE et al. 1991; NEFF & SIMPSON 1993; CORBET 1995; ALLEN-WARDELL et al. 1997).

In welchen Zeiträumen und in welchem Umfang ausgeräumte Agrarlandschaften von Wildbienen wieder besiedelt werden können, ist nur unzureichend bekannt. Wir haben deshalb die Artengemeinschaft der Bienen eines 1990 auf biologische Bewirtschaftung umgestellten Hofes untersucht und das Artenspektrum analysiert. Neben dem Bilanzieren der Unterschiede gegenüber dem konventionellen, intensiv wirtschaftenden Landbau vergleichen wir das auf dem Biohof etablierte Arteninventar mit dem tatsächlich regional vorhandenen Besiedlerpotential.

2 Methodik und Untersuchungsgebiet

2.1 Material und Methoden

Auf einem biologisch und extensiv bewirtschafteten Hof wurde von 1995 bis 1997 im Rahmen einer umfangreichen wissenschaftlichen Untersuchung das Arteninventar an Bienen und Wespen erfasst (HERRMANN 1999). Im Vordergrund standen dabei die landwirtschaftlichen Nutzflächen mit den angrenzenden Saum- und Randstrukturen. Um das unmittelbar für eine Besiedlung zur Verfügung stehende Artenpotential zu ermitteln, wurde zusätzlich die Bienenfauna von verschiedenen Offenlandlebensräumen in der näheren Umgebung des Hofes bis zu einer Entfernung von maximal drei Kilometer bearbeitet. Dieser lokalen Artengemeinschaft, insbesondere der des Hofes, wird das real existierende Kolonistenpotential aus dem umgebenden Hochrhein-Naturraum gegenüber gestellt. In diesem Bezugsraum wird die Bienenfauna von uns seit 1987 erfasst. Der Kanton Schaffhausen mit dem Schwerpunkt auf den Halbtrockenrasen des Randens wurde intensiv Ende der 80er Jahre bearbeitet (MÜLLER 1990). Der westliche Bodensee wurde ab 1995 ausgiebig untersucht. Zusätzlich haben wir die den Naturraum betreffende Literatur nach aktuellen (nach 1974) und historischen Funden (vor 1975) ausgewertet (WESTRICH 1989; SCHWENNINGER 1992a, 1997; AMIET 1996; WESTRICH & DATHE 1997; BRUN 1997).

Die Nachweise erfolgten primär durch Streif- und Sichtfänge mit Insektennetzen. Zusätzlich haben wir auch Beifänge aus Farbschalen, Bodenfallen und Zuchten aus Nisthilfen ausgewertet. Angaben zur Wirtsbindung, Nestbauverhalten und Oligolektie wurden primär aus WESTRICH (1989) entnommen.

Die Benennung der Bienen folgt dem Namenskatalog von SCHWARZ et al. (1996). Abweichend hiervon betrachten wir die Kuckuckshummeln als eigene, von *Bombus* getrennte Gattung *Psithyrus* und die Taxa *Andrena fulvicornis* (Schenck 1853) und *Lasioglossum sabulosum* (Warncke 1986) als eigenständige Arten (vgl. SCHMID-EGGER & DOCZKAL 1995; HERRMANN & DOCZKAL 1999). Für diese Bienen wird der Gefährdungsgrad ihrer Zwillingsarten angenommen. In der *Bombus-terrestris*-Artengruppe unterschieden wir nur *B. terrestris* und *B. lucorum*. Bei schwierig bestimmbaren und bemerkenswerten Arten sind die Determinationen durch Spezialisten überprüft bzw. anhand überprüfter Vergleichstiere abgesichert. Von jeder Art befindet sich ein Beleg in unseren Sammlungen. Sämtliche Zahlenangaben beziehen sich nur auf wild vorkommende Bienenarten, also exklusive der Honigbiene *(Apis mellifera)*.

Für die Angaben zu den gefährdeten Arten wurde die das Gebiet betreffende aktuelle Rote Liste Baden-Württembergs zugrunde gelegt (WESTRICH et al. 1999). Bei den Zahlenangaben beziehen wir uns hier immer auf den Anteil an Arten, der auf der Roten Liste **nicht** als **ungefährdet** geführt wird, als eine den ungefährdeten Arten gegenüberstehende Gruppe. Hierin sind also auch die Arten enthalten, die in den Kategorien D (defizitäre Datenlage) und V (Vorwarnliste) aufgeführt sind. Bei diesen handelt es sich grösstenteils um selten nachgewiesene oder in der intensiv genutzten Agrarlandschaft stark rückläufige und dort oft nur noch an Sonderstandorten vorkommende Arten (vgl. WESTRICH et al. 1999).

Um das Auftreten von Bienen auf extensiv bzw. intensiv bewirtschafteten Flächen zu vergleichen, wurden die Randbereiche von drei Getreidefeldern auf dem Hof (Weizen und Dinkel) und von drei konventionell bewirtschafteten Weizenfeldern in der Umgebung (in 350 m, 1700 m und 2800 m Entfernung) mit Farbschalenfallen beprobt. Pro Feld kam ein Farbschalenset zum Einsatz, das aus je einer blauen, weissen und gelben Kunststoffschale bestand, die mit Konservierungsflüssigkeit (5%ige Essigsäure) gefüllt waren. Die Fallen (ø = 21 cm) wurden im Sommer synchron für zweimal je eine Woche (27. Juli bis 5. August, 5. bis 12. August 1997) an lichten Stellen im Feld in ca. 1.5 Meter Entfernung vom Saum aufgestellt.

2.2 Untersuchungsgebiet

2.2.1 Der extensiv bewirtschaftete Hof

Der untersuchte Bauernhof (Flachshof) liegt am Hochrhein im schweizerisch-deutschen Grenzgebiet am Ortsrand von Jestetten im Landkreis Waldshut. Das nach Süden geneigte Gelände steigt von 442 auf 520 müM an. Die Niederschläge liegen hier im langjährigen Mittel bei 870 mm/m². Das milde Klima mit einer Jahresmitteltemperatur

von 7.9 °C ermöglicht an den Südhängen Weinanbau. Der geologische Untergrund besteht überwiegend aus dem Geschiebe einer jungeiszeitlichem Grundmoräne; an zwei Stellen tritt auch etwas Weissjurakalk an die Oberfläche. Abgesehen von diesen Abschnitten mit Rendzinaböden überwiegen sandige Lehm- bis lehmige Tonböden. Die Bodenfeuchte ist grossteils frisch bis feucht, nur an einigen hängigen Bereichen ist der Boden trockener.

Das 35 Hektar grosse, arrondierte Hofareal hat keinen direkten Anschluss zu anderen landwirtschaftlichen Nutzflächen und ist in drei Richtungen von Mischwald umgeben, der oftmals ohne Übergang an die Viehweiden heranreicht. Nur in zwei jeweils ca. 100 m langen Bereichen gibt es gut ausgebildete, artenreiche Waldmäntel mit vorgelagerten Säumen. Nach Süden grenzen kleine, verbrachte oder einschürige Streuobstwiesen an. Auf dem Hof selber gibt es keine Brachflächen.

Bis 1990 wurde der Flachshof noch konventionell u.a. mit Bullen- und Schweinemast und Milchviehhaltung bewirtschaftet. Die anfallende Gülle wurde auf die hofeigenen Flächen ausgebracht und hatte eine stark nitrophile Vegetation begünstigt. Noch während der Umstellungsphase haben SCHORK & KIECHLE (1992) in ihrem Biotopvernetzungskonzept für die Gemeinde Jestetten-Altenburg den Hof als grossräumig verarmte und ausgeräumte Wirtschaftsfläche bezeichnet. Die grasdominierte Grünlandvegetation war aufgrund der guten Nährstoffversorgung durch die ehemalige Bewirtschaftung auch im Untersuchungszeitraum noch von nitrophilen Arten geprägt und grossflächig artenarm. Das Grünland gehört überwiegend zu den Fettweiden (Cynosurion) und dem frischen, mesophilen Flügel der Fettwiesen (Arrhenaterion) (ALBERT 1994).

Abbildung 1: Ansicht des Hofes im Sommer bei der Klee-Ernte mit dem Pferdegespann.

Mit der Umstellung auf biologischen Landbau im Jahre 1990 wurden die ursprünglich grösseren Schläge in Parzellen von etwa 1 ha unterteilt. Mehrere Hecken wurden angelegt, und die Wegränder bekamen bis zu vier Meter breite Säume bzw. Vorgewende. Die Bewirtschaftung erfolgt ohne hoffremde Futter- und Düngemittel und ohne Agrochemikalien. Zur Zeit besteht jeweils ein Drittel der Fläche aus Dauergrünland, mehrjährigen Gras-Leguminosen-Einsaaten (z.T. mit Nachweide) und Ackerland mit Getreide und Gemüse. Der überwiegende Teil der anfallenden Arbeiten wird nach Möglichkeit bodenschonend mit Pferdegespannen durchgeführt (Abb. 1). An Grossvieh gibt es auf dem Flachshof neben 12 Pferden eine kleine Rinderherde in Mutterkuhhaltung. Die Tiere werden im Sommerhalbjahr ohne Zufütterung auf den Umtriebweideflächen gehalten. Als Winterfutter dient ausschliesslich das hofeigene Heu.

Während der Untersuchungszeit waren auf dem Hof ca. 12 Bienenstöcke von einem Freizeitimker aufgestellt und auf einem benachbarten Grundstück befanden sich ein weiteres Dutzend Bienenstöcke.

2.2.2 Der Bezugsraum

Als Referenzraum für die Bewertung der Bienenfauna des Bauernhofes dient das umgebende schweizerische und deutsche Hochrheingebiet. Er reicht im Süden bis an die Thur und schliesst im Westen einen Teil des Bodensees (Untersee und Überlinger See) mit ein. Im Norden beinhaltet es den südlichen Hegau inklusive des Hohentwiels sowie den Kanton Schaffhausen. Im Osten endet es bei der Stadt Waldshut (Abb. 2). Das Gebiet hat eine Gesamtgrösse von ca. 1480 km² und reicht von ca. 350 müM am Rheinufer bis auf 912 müM.

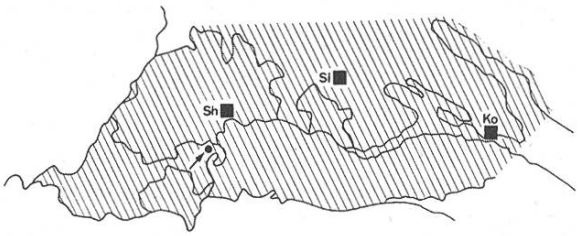

Abbildung 2: Lage des untersuchten Biohofes am Hochrhein und die Grenzen des bearbeiteten Naturraumes; Sh = Schaffhausen, Si = Singen, Ko = Konstanz.

Das Gebiet besteht in weiten Bereichen aus eiszeitlichen Ablagerungen. Im nordwestlichen Teil wird es vom mitteleuropäischen Weissjurakalkhöhenzug durchzogen, der hier den Namen "Randen" trägt. Entlang des Rheins und der Thur gibt es kleinflächig Gebiete mit Schwemmsandablagerungen und an mehreren Stellen Molassehänge, die hier überwiegend aus gering verfestigtem Sandstein bestehen und oftmals zum Weinanbau genutzt werden.

3 Ergebnisse

Insgesamt liegen aus dem behandelten Naturraum für 301 Bienenarten gesicherte Nachweise vor (Anhang 1). Von 287 Arten gibt es aktuelle Funde (nach 1974), von 14 weiteren sind nur ältere Nachweise aus der Literatur bekannt. Die Gesamtartenzahl entspricht 51.9 % der bekannten Bienenarten aus der Schweiz (n = 580, SCHWARZ et al. 1996) bzw. 65.3 % der Fauna Baden-Württembergs (n = 461, WESTRICH et al. 1999, unter Berücksichtigung der im Kapitel 2 angegebenen Abweichungen). Von den im ganzen Gebiet nachgewiesenen Arten liegen aus dem Kanton Schaffhausen und Jestetten jeweils fast zwei Drittel vor (Tab. 1).

Tabelle 1: Anzahl der im Naturraum Hochrhein und drei Teilflächen festgestellten Bienenarten. Für die Angaben zur Gefährdung wurde die Rote Liste Baden-Württembergs zugrunde gelegt (WESTRICH et al. 1999); die Werte beinhalten die Kategorien 0 bis 3, R (Randvorkommen), V (Vorwarnliste) und D (Datenlage defizitär).

Gebiet	Naturraum Hochrhein	Kanton Schaffhausen	Jestetten	Flachshof
Grösse [km²]	1480	298	10.5	0.35
Artenzahl	301	200	186	162
Anteil hiervon [%]	100	66.4	61.8	53.8
Rote-Liste-Arten [%]	48.5	34.0	32.3	26.5

Auf dem 35 ha grossen Flachshof wurde mit 162 Arten deutlich mehr als die Hälfte der regionalen und über ein Drittel der landesweiten Fauna angetroffen. Von den 186 in der Gemeinde Jestetten nachgewiesenen Arten waren nur 24 (13 %) nicht auf dem Hof vertreten. Während der Anteil der auf der Roten Liste als nicht ungefährdet eingestuften Arten auf dem Hof ein gutes Viertel ausmacht, handelt es sich bei den regional vorhandenen, aber nicht auf dem Hof nachgewiesenen 139 Bienenarten überwiegend (72.7 %) um Rote Liste-Arten, die nur ausnahmsweise in der Agrarlandschaft vorkommen.

Neben der hohen Artenzahl ist in der Hochrheinregion auch das Auftreten einiger sehr seltener Bienenarten bemerkenswert (u.a. MÜLLER 1990; BRUN 1997; SCHWENNINGER 1997; HERRMANN 1997, 1998). Von *Sphecodes schenckii* (1 ♀ am 9. September 1997 auf einer Waldlichtung im deutschen Hohen Randen auf 910 müM) liegt hier - 35 Jahre nach dem ersten Fund - der zweite Nachweis für Deutschland vor (vgl. WESTRICH & DATHE 1997).

Beim Vergleich zwischen dem Flachshof und dem Naturraum Hochrhein ergeben sich in Bezug auf die Nistweise der vorkommenden Bienenarten keine signifikanten Unterschiede (χ^2-Test): Auf dem Hof nisten 48.1 % der Arten (n = 78) im Boden (endogäisch), 22.8 % (n = 34) oberirdisch (hypergäisch), 8.0 % (n = 13) sowohl ober- als auch unterirdisch und 22.8 % (n = 37) leben parasitisch bei anderen Bienen (Abb. 3). Die entsprechenden Zahlen für den Naturraum

Hochrhein sind 45.2 % (n = 136), 20.9 % (n = 63), 7.3 % (n = 22) und 26.8 % (n = 80 Arten). Der Anteil der zum Pollensammeln auf bestimmte Pflanzen spezialisierten Arten (oligolektische Bienen) weicht auf dem Flachshof mit 21.0 % (34 Arten) nur unwesentlich von dem im Bezugsraum mit 20.7 % (61 Arten) ab (Abb. 4).

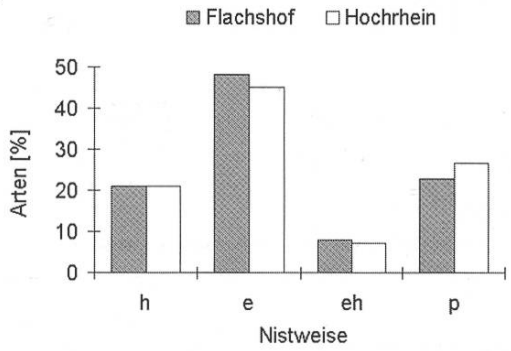

Abbildung 3: Verteilung der Arten auf die verschiedenen Nistweisen (h = hypergäisch, e = endogäisch, eh = sowohl h als auch e, p = parasitisch)

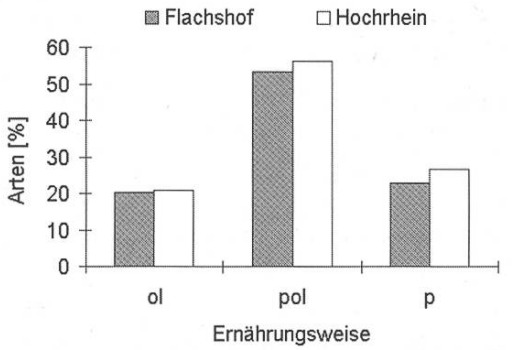

Abbildung 4: Verteilung der Arten auf die verschiedenen Ernährungsweisen (ol = oligolektisch, pol = polylektisch, p = parasitisch)

Während die Zahl der nicht-parasitischen Bienenarten auf dem Hof vom ersten zum dritten Untersuchungsjahr um 41 % zugenommen hat, betrug der Zuwachs bei den Kuckucksbienen 61 %. Die meisten nicht-parasitischen Bienen konnten in allen drei Untersuchungsjahren auf dem Hof festgestellt werden, während nur knapp ein Drittel der parasitischen Arten jedes Jahr nachgewiesen wurde (χ^2 = 14.5, $p < 0.001$, Abb. 5).

Mit den Farbschalen wurden insgesamt 68 Bienen gefangen, die zu 20 Arten gehören (Abb. 6). In den konventionell bewirtschafteten Feldern wurden sowohl pro Standort als auch insgesamt deutlich weniger Individuen (17) und Arten (9) gefangen als in den biologisch bewirtschafteten Feldern (51 Tiere aus 15 Arten). Die gemittelten Artenzahlen aus den Fallen vom Flachshof sind signifikant höher als von den konventionell bewirtschafteten Feldern ($t = 3.18$, $p < 0.05$). Die mittleren Individuenzahlen weichen sogar hochsignifikant von einer Gleichverteilung ab (χ^2 = 9.7, $p < 0.01$). Während auf den konventionellen Flächen nur ungefährdete Arten vertreten waren, wurden in den Feldern vom Flachshof auch vier Bienenarten nachgewiesen, die in der Roten Liste nicht als ungefährdet eingestuft sind

(Andrena semilaevis, Bombus humilis, Lasioglossum glabriusculum, L. semilucens).

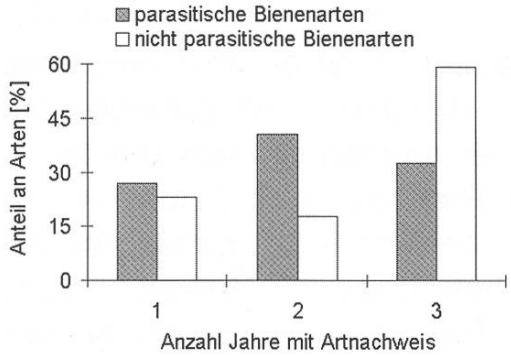

Abbildung 5: Anteile der parasitischen und der nicht-parasitischen Bienenarten, die nur in einem, in zwei oder in allen drei Untersuchungsjahren auf dem Hof nachgewiesen wurden.

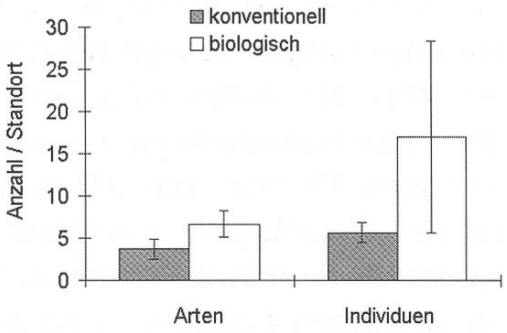

Abbildung 6: Mittlere Arten- und Individuenzahlen von Getreidefeldern mit konventioneller und biologischer Bewirtschaftung (n = 3).

4 Diskussion

4.1 Wieviel Arten sind auf dem Hof bodenständig?

Von den 162 auf dem Flachshof nachgewiesenen Bienenarten sind sicher nicht alle Arten bodenständig. Bei den Einzelnachweisen ist es ohne Nistnachweis prinzipiell offen, ob es sich um migrierende Tiere oder Angehörige kleiner ansässiger Populationen handelt. In anderen Fällen treten einige Bienenarten wahrscheinlich nur als Nahrungsgäste auf und haben ihre Nistplätze ausserhalb des Hofes. Um die Anzahl der tatsächlich vor Ort etablierten Arten nicht zu überschätzen, haben wir für die Einstufung hierzu strenge Kriterien angewandt. Nicht-parasitische Arten wurden nur als bodenständig betrachtet, wenn von ihnen in mindestens zwei Untersuchungsjahren insgesamt mindestens drei Exemplare und davon zwei Weibchen festgestellt wurden. Ausnahmen hiervon stellen die Arten dar, bei denen Nistnachweise vorlagen *(Hylaeus hyalinatus, Osmia leaiana)* oder bei denen der mehrfache Nachweis von Parasiten, die nur bei einer einzigen Wirtsart schmarotzen, eine bodenständige Population von letzterer höchst wahrscheinlich macht *(Andrena bucephala - Nomada*

hirtipes). Bei den generell selteneren Parasiten wurde der Fund von mindestens zwei Exemplaren und der mehrfache Nachweis ihrer Wirtsarten als Indiz für ein indigenes Vorkommen gewertet.

Darüber hinaus ziehen wir noch eine weitere Gruppe ab, obwohl die betreffenden Arten zum Teil in mehreren Jahren und zahlreich auf dem Hof nachgewiesen wurden. Hierbei handelt es sich um oligolektische Bienen, die allein durch die Präsenz ihrer Tracht in das Gebiet eingeflogen, hier aber aufgrund fehlender Nistgelegenheiten sicher nicht bodenständig sind. Dies betrifft die an Weiden *(Salix)* sammelnden *Colletes cunicularius* und *Andrena vaga*, die ihre Nester in leicht grabbarem, zumeist sandigem Boden anlegen. *Andrena agilissima* muss ebenfalls abgezogen werden, da die Art ihre Nester aggregiert in Steilwänden anlegt (welche auf dem Hof nicht vorhanden sind) und von dort aus weite Sammelflüge unternehmen kann (vgl. WESTRICH 1996). Auch bei anderen Arten, die nachweislich bodenständig sind, wurde ein starker Einflug zu bestimmten Blühphasen, manchmal nur in einem einzigen Jahr, festgestellt (u.a. *Eucera nigrescens, Colletes daviesanus, C. similis)* (vgl. BANASZAK 1983). Das starke Einfliegen wurde in mehreren Fällen sogar erst durch Experimente mit Blumensträussen offenkundig gemacht (HERRMANN 1999). Ausschliesslich hierbei wurden mehrere oligolektische Arten, zum Teil auch in hoher Anzahl, festgestellt, deren Pollenquellen (Glockenblumen und Reseden) auf dem Hof ansonsten nicht vorhanden sind. Dies betrifft die Bienen *Chelostoma campanularum, C. distinctum, C. rapunculi, Andrena pandellei, Melitta haemorrhoidalis* und *Hylaeus signatus*. Diese kamen vermutlich grösstenteils von einer in der Nähe befindlichen artenreichen Salbei-Glatthaferwiese.

Nach den aufgeführten Kriterien besitzen 123 Bienenarten (75.9 %) auf dem Hof bodenständige Populationen, während wir 39 Arten (24.1 %) als wahrscheinlich nicht indigen einstufen. Letztere stellen, zusammen mit den in der näheren Umgebung nachgewiesenen 24 Arten, das unmittelbar verfügbare Potential für eine Erweiterung der Artengemeinschaft auf dem Hof dar.

4.2 Ist das Arteninventar auf dem Hof schon gesättigt?

Der starke Einflug von den oligolektischen Glockenblumenbesuchern (144 Individuen) zeigt deutlich, dass die Besiedlung des Hofes auch sieben Jahre nach der Umstellung noch nicht abgeschlossen ist und sich mehrere Arten in kurzer Zeit etablieren könnten, wenn sich die Lebensbedingungen für sie ändern. Dieser Zeitpunkt ist z.B. für die Glockenblumenbesucher absehbar, da 1997 auf dem Hof je ein Exemplar ihrer Trachtpflanzen *Campanula patula* und *C. rapunculoides* erstmalig auftraten und mit einer Ausbreitung dieser Arten zu rechnen ist.

Veränderungen von anderen Parametern, die nicht so leicht zu erfassen sind wie die Präsenz einer Futterpflanze, z.B. Grösse der Parzellen, Breite von Säumen oder Mahd-Regime, können ebenfalls zur Verbesserung der Lebensbedingungen und entsprechend zur Etablierung von in der Nachbarschaft vorhandenen Arten führen. Die Arten, die in der Umgebung vorkommen **und** deren benötigte Requisiten auf dem Hof ausreichend vorhanden sind, sind hier sicher schon zum ganz überwiegenden Teil etabliert (vgl. JETSCKE & FRÖBE 1994; KRUMBIEGEL & KLOTZ 1996; HERRMANN & SPIEß 1999).

Innerhalb der regional ubiquitären Arten gibt es nur wenige, die nicht auf dem Hof nachgewiesen, aber zukünftig zu erwarten sind (z.B. *Andrena nigroaenea).* Auch eine Zuwanderung von Bienenarten, die einen Vorkommensschwerpunkt in extensiv genutzten Agrarlandschaften haben, ist möglich (z.B. *Megachile rotundata, Osmia brevicornis).* Bei den Kuckucksbienen ist mit dem Auftreten von weiteren Arten zu rechnen, deren Wirte auf dem Hof bereits grössere Bestände aufweisen (u.a. *Sphecodes longulus, S. niger, Stelis minutula).* Gerade bei den parasitischen Bienen lässt die überdurchschnittliche Artenzuwachsrate und die oftmals geringe Nachweishäufigkeit der auf dem Hof vertreten Arten in einigen Fällen eine erst unlängst erfolgte Einwanderung vermuten (vgl. STEFFAN-DEWENTER 1998:71).

Der Grossteil der noch im Naturraum vorkommenden, aber nicht auf dem Hof nachgewiesenen Arten sind Lebensraumspezialisten, deren Existenzgrundlagen dort nicht gegeben sind. Hierzu zählen z.B. die

Schneckenhaus-, Steilwand- und Mauerbewohner sowie die Arten, die an Feuchtgebiete oder an xerotherme Standorte gebunden sind. Auch oligolektische Arten, deren Trachten auf dem Hof nicht vorkommen, werden sich nicht einstellen können. Eine grosse Gruppe, für welche die Besiedlung des Hofes nicht in Betracht kommt, bilden die Bienen, die ihre Nester ausschliesslich in leicht grabbarem, sandigem Substrat anlegen. Werden all diese Gruppen abgezogen, so bleiben ohne die nicht-bodenständigen Nachweise noch maximal 40 Arten, deren Vorkommen auf dem Hof zukünftig nicht ausgeschlossen werden kann. Ein Zuwachs an bodenständigen Arten ist sogar zu erwarten, da die Artendiversität mit dem Alter eines Lebensraumes zunimmt (u.a. DEMPSTER 1991; THOMAS 1994; TIETZE 1994; STEFFAN-DEWENTER 1998:33). Mit den eingeleiteten Veränderungen auf dem Hof wurden auch noch nicht alle Entwicklungsziele erreicht (z.B. Aushagerung), und weitere positive Umweltveränderungen die zur Etablierung weiterer Arten führen können, sind anzunehmen.

Somit könnten langfristig bis zu 200 Bienenarten auf diesem Bauernhof vorkommen bzw. diesen als Teillebensraum nutzen. Dies wären mehr Arten, als aus dem artenreichsten Gebiet Deutschlands nachgewiesen wurden (n = 178, vgl. SCHMID-EGGER 1995:100). Auch mit den bereits auf dem Hof festgestellten 162 Bienenarten wird deutlich, dass extensiv genutzte, reich gegliederte Agrarlandschaften eine ausgesprochen reiche Bienenfauna beherbergen können (WESTRICH 1989; SCHWENNINGER 1992b; SCHMID-EGGER 1995).

4.3 Wieviel Bienen bleiben auf intensiv genutzten Flächen?

Der Artenreichtum des Flachshofes ist sicher zum Teil auf dessen Einbettung in eine reich gegliederte Landschaft und die klimatisch günstige Lage (Weinbauklima) zurückzuführen. Aber auch die Bewirtschaftungsintensität ist von grosser Bedeutung, da auf intensiv genutzten Flächen generell weniger Arten und wesentlich niedrigere Populationsdichten anzutreffen sind (u.a. SCHWENNINGER 1992b; AGRICOLA et al. 1996b; SKINNER et al. 1997).

Gegenüber der extensiven Landnutzung des hier betrachteten biologischen Landbaus, welcher der historischen Kulturlandschaft zugrunde liegenden Wirtschaftsweise nahe kommt, ist die moderne Agrarsteppe durch das Fehlen mehrerer Landschaftselemente ausgezeichnet. Hierzu zählen unbefestigte Wege, breite Säume, Wegränder und Vorgewende, Hecken, Streuobstwiesen und wenigschürige Wiesen. Aus den ursprünglichen Wiesen wurden überwiegend vielschnittige, blütenlose Silage-Grasäcker, und die Viehweiden, die nicht im Zuge einer vermehrten Stallhaltung umgebrochen wurden, werden als blütenarme und oft verdichtete Standweiden betrieben (u.a. ABT 1991). In der modernen Landbewirtschaftung kommen mineralische Dünger und Herbizide in grossem Umfang zum Einsatz, so dass die Vegetation der Kultur- und Begleitflächen in der Regel artenarm und grasdominiert ist. Die Insektizide tragen massgeblich dazu bei, dass die Populationen vieler Tierarten weiter geschwächt werden und mittelfristig verschwinden (JOHANSEN 1977; LACHER et al. 1999). Auch fehlt der kleinräumige Wechsel von verschiedenen Kulturen, Wiesen und Weiden, der für die Artendiversität (DUELLI 1992; SCHWENNINGER 1992b) sowie für eine ästhetisch ansprechende Gliederung der Landschaft ausschlaggebend ist.

In der intensiv genutzten Agrarsteppe fehlen alle Bienenarten, die ihre Nester oberirdisch anlegen (vgl. AGRICOLA et al. 1996a), da es in der extrem ausgeprägten Agrarsteppe weder Hecken, Streuobstwiesen noch hölzerne Zaunpfähle gibt. Ebenso fehlen die oligolektischen Arten (AGRICOLA et al. 1996a), da ihre Trachten entweder nur kurzzeitig als Kulturen massenblütig auftauchen (z.B. Raps) oder als bekämpfte Begleitflora in den Unkrautgesellschaften bzw. im gedüngten Grünland keine ausreichend grossen Bestände bilden können (z.B. Glockenblumen). Selbst die Sandbiene *Andrena humilis,* die den nitrophilen Löwenzahn *(Taraxacum officinalis)* als Hauptpollenquelle nutzen kann, fehlt in weiten Bereichen, da die Pflanzen aufgrund der frühen und regelmässigen Silagemahd kaum noch zum Blühen kommen. Bei den Kuckucksbienen, die auf grössere und stabile Populationen ihrer Wirte angewiesen sind, fehlen in der Agrarsteppe sicher auch mehrere Arten, die in der extensiv genutzten Landschaft noch vorkommen. Da einige Bienenarten, die auch in Intensivkulturflächen angetroffen werden können, spezifische Schmarotzer-

bienen haben (z.B. *Andrena haemorrhoa, A. flavipes, Lasioglossum pauxillum, L. calceatum),* werden einzelne Kuckucksbienenarten ebenfalls dort vorhanden sein.

Werden von den 123 Arten, die für den Flachshof als bodenständig angesehen werden, nur die oligolektischen und die hypergäisch nistenden Bienen samt ihrer artspezifischen Kuckucksbienen abgezogen, vermindert sich die Anzahl auf 71 Bienenarten. Darüber hinaus können zusätzlich neun Bienenarten abgezogen werden, die in der Roten Liste nicht als ungefährdet eingestuft sind, da diese per Definition selten sind und in der modernen Agrarlandschaft nicht auf den Nutzflächen überleben können (WESTRICH 1989; AGRICOLA et al. 1996a; WESTRICH et al. 1999). Allein durch den Ausschluss dieser drei Gruppen vermindert sich das überhaupt in Frage kommende Arteninventar von grossflächig ausgeräumten, konventionell bewirtschafteten Flachen um 49.6 %. Anders ausgedrückt: die Anzahl der bodenständigen Bienenarten lässt sich durch eine umfassende Extensivierung vormals intensiv genutzter Flächen nahezu verdoppeln. Unterschiede in dieser Grössenordnung wurden für die Bienen schon beim Vergleich verschiedener Bewirtschaftungsintensitäten im konventionellen Landbau belegt (SCHWENNINGER 1992b).

Natürlich ist uns bewusst, dass die eine oder andere der ausgeschlossenen Arten auch in intensiv genutzten Landschaften auftreten kann (z.B. *Osmia rufa).* Demgegenüber stehen aber auch Bienen, die zu keiner der betrachteten Gruppen gehören und dennoch in konventionell bewirtschafteten Flächen üblicherweise fehlen (z.B. *Andrena cineraria).*

4.4 Bedeutung für den Naturschutz und für die Landwirtschaft

Wie oben dargestellt, können auf einer mittelgrossen extensiv genutzten Fläche (hier 123 Arten = 40.9 % der regionalen Bienenfauna) höchstsignifikant mehr Bienenarten leben, als auf intensiv genutzten Flächen (hier 62 Arten = 20.6 % der regionalen Bienenfauna). Der Anteil der im gesamten Naturraum auf Intensivkulturland vorkommenden Arten ist etwas höher anzusetzen, da auch alle im

Gebiet vorkommenden Kleinklima- und Substrattypen berücksichtigt werden müssen. So ist anzunehmen, dass einige der auf dem Flachshof nicht bodenständigen bzw. nicht nachgewiesenen Arten, z.B. die ubiquitären Sand- und Lössbewohner, im Bezugsraum auf anderen Agrarflächen vorkommen können. Wir halten daher das Auftreten von weiteren 8 bis 15 Arten in der Agrarsteppe für möglich. Bei Betrachtung des zur Verfügung stehenden Artenpotentials heisst das, dass drei Viertel der regional vorkommenden Bienenarten nicht oder nur ausnahmsweise in der intensiv genutzten Agrarlandschaft leben können, sondern zum Überleben auf andere Standorte angewiesen sind.

Dem Verlust einzelner Arten geht mit zunehmender Bewirtschaftungsintensität eine starke Abnahme der Individuendichte voraus, die letztlich erst zum lokalen Aussterben von Arten führt. Beim Vergleich der unterschiedlich bewirtschafteten Getreidefelder betrug die Artenzahl auf den konventionellen Feldern 60 % und die Individuenzahl 33 % der Werte vom Biohof. Hier ist zu berücksichtigen, dass sich die konventionellen Vergleichsfelder nicht in einer ausgeräumten Landschaft befanden, sondern im selben reich gegliederten Gebiet wie der Flachshof lagen. Gegenüber der Agrarsteppe dürften die Unterschiede noch wesentlich grösser ausfallen. Beim Vergleich verschieden intensiv bewirtschafteter Obstplantagen stellte RÜHL (1977:186) für die Hautflügler, unter denen die Bienen dominierten, bei einer Artenreduktion von 25 % eine Abnahme der Individuenzahl um 75 % fest. Überträgt man diese Relation auf die von uns ermittelte Halbierung der Artenzahl in der Agrarsteppe im Vergleich zu dem untersuchten Hof, so ergibt sich ein Verlust von mehr als 96 % (!) der Bienenindividuen (62 Arten = 123 Arten x $0.75^{2.38}$, 100 % Individuen x $0.25^{2.38}$ = 3.7 % Individuen).

Ein derartiger Verlust an Bienen und sicher auch anderer Blütenbesucher wirkt sich ungünstig auf die Bestäubung der Kulturpflanzen aus. Bei vielen Feldfrüchten und Gemüsesorten ist der Fruchtansatz quantitativ und qualitativ von einer optimalen Bestäubung abhängig (OSBORNE et al. 1991; EIJNDE 1992; NEFF & SIMPSON 1993; ALLEN-WARDELL et al. 1997). Auch bei den Wildpflanzen wird mit der Reduktion der Bestäuber eine Abnahme der Samenbildung verbunden sein. Hierdurch werden die Populationen der betreffenden Pflanzen-

arten und der mit ihnen assoziierten Tiergemeinschaften (Samenfresser, Phytophage, Parasiten) kleiner (OSBORNE et al. 1991; LASALLE & GAULD 1993; CORBET 1995; VANDERMEER et al. 1998). Gerade aber die artenreichen Begleit- und Randstrukturen haben sich als wesentlich für eine starke Präsenz von landwirtschaftlichen Nützlingen erwiesen (MORRIS et al. 1991; TIETZE 1994; ALTIERI 1995; ALTIERI & NICHOLLS 1999).

Für die Landwirtschaft bedeutet eine Reduktion der Bienenarten auch den Verlust eines phänologisch und ökologisch breit gefächerten Bestäuberspektrums. Hierbei sind besonders die spezialisierten Arten von Bedeutung, die z.B. für Obstbäume und Leguminosen, bei denen der Fruchtansatz nicht oder nur in geringem Umfang von den Honigbienen abhängt, die Hauptbestäuber sind (PARKER et al. 1987; WESTERKAMP 1991; OSBORNE et al. 1991; MORRIS et al. 1991; RICHARDS 1997; CALZONI & SPERANZA 1998). Die wirtschaftliche Bedeutung nicht domestizierter Bestäuber kann - gerade in grossflächig einheitlichen Landschaften - zukünftig weiter zunehmen, da die Anzahl an Honigbienenvölkern seit Jahren zurückgeht (KEVAN et al. 1990; OSBORNE et al. 1991; ALLEN-WARDELL et al. 1997). Diese Abnahme hat seine Ursachen im Auftreten neuer Krankheiten, im Verfall des Weltmarktpreises für Honig, im Verlust von ausreichenden Trachten ausserhalb der Blüte der Kulturpflanzen und in der demographischen Entwicklung des Imkereiwesens. Aus den USA sind bereits einige Fälle einer ökonomisch bedeutsamen Abnahme der Bestäubungsleistung durch den Verlust von Honigbienen bzw. von Wildbienen dokumentiert (u.a. OSBORNE et al. 1991; SOUTHWICK & SOUTHWICK 1992; O'TOOLE 1993; ALLEN-WARDELL et al. 1997). Die Förderung der Lebensgrundlagen für Wildbienen und andere nicht domestizierte Bestäuber ist zukünftig gleichermassen für den Naturschutz und für die Landwirtschaft von Bedeutung. Dies kann durch die Schaffung von Kleinstrukturen und eine Extensivierung der Landwirtschaft erreicht werden, was im Vergleich zu anderen Massnahmen auch kostengünstig ist (u.a. PARKER et al. 1987; KEVAN et al. 1990; CORBET et al. 1991; LACHER et al. 1999).

Anhang 1: OL = Oligolektie, + = oligolektisch, ? = unklar; NW = Nistweise, wobei e = endogäisch, h = hypergäisch, eh = endogäisch und hypergäisch, p = parasitisch; RL = Rote Liste Baden-Württembergs (WESTRICH et al. 1999), wobei V = Vorwarnliste, D = Datenlage defizitär, R = Randvorkommen. FL = Flachshof, Zahlen = Anzahl festgestellter Individuen, * = als bodenständig eingestufte Arten; JE = Jestetten ausserhalb vom Flachshof, + = Artnachweis; SH = Kanton Schaffhausen, + = Angaben aus MÜLLER (1990) mit folgenden Ergänzungen: +am = AMIET (1996), ** = nicht von *L. sexstrigatum* getrennt, *** = ausschliesslich *S. miniatus*, **** = irrtümlich als *S. cristatus* angegeben. Abkürzung der Fundorte: A = Konstanz, Stadt, B = Konstanz, StoÜPl Bettenberg, C = Konstanz, NSG Wollmatinger Ried, D = Singen, E = Sipplingen, F = Blumberg, dt. Randen, 910 müM, G = Schaffhausen, Stadt, H = Schaffhausen, Herblingen, J = Schaffhausen, Brand, K = Rheinau , L = Benken, M = Kleinandelfingen, N = Merishausen, O = Rafz (coll. ETH Zürich): Fund vor 1975, P = Flaach, Wolau, Q = Uhwiesen. Oligolektie nach WESTRICH (1989) und MÜLLER (1996).

OL	NW	RL	Gattung	Art	FL	JE	SH	zusätzlich im Hochrheingebiet
+	e	2	*Andrena*	*agilissima*	26	+	-	
	e	D	*Andrena*	*alfkenella*	3*	+	-	
+	e	D	*Andrena*	*apicata*	-	-	-	A, B
	e	3	*Andrena*	*barbilabris*	-	-	+	
	e	-	*Andrena*	*bicolor*	19*	+	+	
	e	3	*Andrena*	*bucephala*	1*	+	+	
	e	-	*Andrena*	*carantonica*	12*	+	+	
	e	-	*Andrena*	*chrysoceles*	100*	+	+	
	e	-	*Andrena*	*cineraria*	11*	+	+	
	e	V	*Andrena*	*clarkella*	-	-	-	B
	e	2	*Andrena*	*combinata*	-	+	+	
	e	2	*Andrena*	*congruens*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund vor 1975
+	e	3	*Andrena*	*curvungula*	-	+	+	
+	e	-	*Andrena*	*denticulata*	-	-	-	B, C
	e	-	*Andrena*	*dorsata*	39*	+	+	
	e	2	*Andrena*	*eximia*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund vor 1975
	e	3	*Andrena*	*falsifica*	-	+	+	
	e	2	*Andrena*	*ferox*	-	-	-	SCHWENNINGER (1992, 1997)
	e	-	*Andrena*	*flavipes*	354*	+	+	
+	e	-	*Andrena*	*florea*	1	-	+	
?	e	2	*Andrena*	*floricola*	1	-	-	
	e	-	*Andrena*	*fucata*	1	-	+	
	e	-	*Andrena*	*fulva*	11*	-	+	
+	e	V	*Andrena*	*fulvago*	11*	+	+	
	e	-	*Andrena*	*fulvata*	27*	+	+	
	e	(3)	*Andrena*	*fulvicornis*	1	-	-	
+	e	3	*Andrena*	*gelriae*	-	-	-	BRUN (1997), E
	e	-	*Andrena*	*gravida*	23*	+	+	
	e	-	*Andrena*	*haemorrhoa*	98*	+	+	
+	e	V	*Andrena*	*hattorfiana*	3*	+	+	
	e	-	*Andrena*	*helvola*	30*	+	+	
+	e	V	*Andrena*	*humilis*	32*	+	+	
+	e	2	*Andrena*	*intermedia*	-	-	+	
?	e	V	*Andrena*	*labialis*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund nach 1974
	e	-	*Andrena*	*labiata*	9*	-	-	
+	e	-	*Andrena*	*lagopus*	5	+	-	
+	e	-	*Andrena*	*lathyri*	21*	-	-	Q
+	e	2	*Andrena*	*marginata*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund vor 1975
	e	-	*Andrena*	*minutula*	38*	+	+	
	e	-	*Andrena*	*minutuloides*	25*	+	+	

OL	NW	RL	Gattung	Art	FL	JE	SH	zusätzlich im Hochrheingebiet
+	e	V	*Andrena*	*mitis*	-	-	+	
	e	3	*Andrena*	*nana*	6*	+	+	
	e	-	*Andrena*	*nigroaenea*	-	-	+	
	e	-	*Andrena*	*nitida*	40*	+	+	
+	e	3	*Andrena*	*nitidiuscula*	1	-	-	
+	e	2	*Andrena*	*niveata*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund vor 1975
	e	-	*Andrena*	*ovatula*	8*	+	+	
+	e	3	*Andrena*	*pandellei*	3	+	+	
+	e	2	*Andrena*	*polita*	-	-	-	SCHWENNINGER (1992), D
+	e	-	*Andrena*	*praecox*	-	-	+	
+	e	-	*Andrena*	*proxima*	8*	+	+	
+	e	3	*Andrena*	*rosae*	1	-	-	
	e	0	*Andrena*	*rugulosa*	-	-	+	
	e	D	*Andrena*	*semilaevis*	1	-	-	
	e	-	*Andrena*	*strohmella*	16*	-	+	
	e	-	*Andrena*	*subopaca*	169*	+	+	
	e	D	*Andrena*	*synadelpha*	-	+	-	
	e	-	*Andrena*	*tibialis*	6*	+	+	
+	e	-	*Andrena*	*vaga*	5	+	+	
	e	-	*Andrena*	*varians*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund nach 1974
+	e	-	*Andrena*	*ventralis*	-	-	+	
+	e	-	*Andrena*	*viridescens*	6*	+	+	
+	e	-	*Andrena*	*wilkella*	11*	+	+	
+	e	3	*Anthidium*	*byssinum*	-	-	+	
	h	-	*Anthidium*	*manicatum*	29*	+	+	
	h	-	*Anthidium*	*oblongatum*	12*	+	+	
	e	3	*Anthidium*	*punctatum*	-	+	+	
	h	V	*Anthidium*	*strigatum*	41*	+	+	
	e	2	*Anthophora*	*aestivalis*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund vor 1975
	h	3	*Anthophora*	*furcata*	1	-	+	
	e	-	*Anthophora*	*plumipes*	53*	-	+	
	e	-	*Anthophora*	*quadrimaculata*	-	-	-	D
	eh	D	*Bombus*	*cryptarum*	-	-	+am	
	eh	-	*Bombus*	*hortorum*	27*	+	+	
	eh	V	*Bombus*	*humilis*	25*	+	+	
	eh	-	*Bombus*	*hypnorum*	3	-	+	
	eh	2	*Bombus*	*jonellus*	-	-	-	BRUN (1997)
	eh	-	*Bombus*	*lapidarius*	148*	+	+	
	eh	-	*Bombus*	*lucorum*	39*	+	+	
	eh	2	*Bombus*	*muscorum*	-	-	+	C, P
	eh	-	*Bombus*	*pascuorum*	186*	+	+	
	eh	-	*Bombus*	*pratorum*	31*	+	+	
	eh	3	*Bombus*	*ruderarius*	-	-	+am	
	eh	V	*Bombus*	*soroeensis*	-	-	-	BRUN (1997), A
	eh	2	*Bombus*	*subterraneus*	-	-	+	
	eh	V	*Bombus*	*sylvarum*	20*	+	+	
	eh	-	*Bombus*	*terrestris*	46*	+	+	
	eh	3	*Bombus*	*veteranus*	-	-	-	BRUN (1997)
	eh	3	*Bombus*	*wurflenii*	-	-	+	

OL	NW	RL	Gattung	Art	FL	JE	SH	zusätzlich im Hochrheingebiet
	h	-	*Ceratina*	*cyanea*	38*	+	+	
+	h	-	*Chelostoma*	*campanularum*	65	+	+	
+	h	-	*Chelostoma*	*distinctum*	17	+	+	
+	h	-	*Chelostoma*	*florisomne*	113*	+	+	
+	h	-	*Chelostoma*	*rapunculi*	51	+	+	
	p	V	*Coelioxys*	*aurolimbata*	-	-	+	
	p	-	*Coelioxys*	*echinata*	-	-	-	C, D
	p	-	*Coelioxys*	*inermis*	-	-	+	
	p	-	*Coelioxys*	*mandibularis*	-	-	-	C
	p	3	*Coelioxys*	*quadridentata*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund nach 1974
	p	3	*Coelioxys*	*rufescens*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund vor 1975
+	e	-	*Colletes*	*cunicularius*	13	+	+	
+	e	-	*Colletes*	*daviesanus*	72*	-	+	
+	e	V	*Colletes*	*similis*	53*	+	+	
+	e	3	*Dasypoda*	*hirtipes*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund vor 1975
+	e	3	*Dufourea*	*dentiventris*	-	-	+	
	p	3	*Epeoloides*	*coecutiens*	1	-	+	
	p	V	*Epeolus*	*variegatus*	-	+	J	
+	e	V	*Eucera*	*longicornis*	1	-	+	
+	e	-	*Eucera*	*nigrescens*	112*	+	+	
	e	V	*Halictus*	*confusus*	-	-	-	M
	e	3	*Halictus*	*leucaheneus*	-	-	-	B
	e	-	*Halictus*	*maculatus*	48*	+	+	
	e	2	*Halictus*	*quadricinctus*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund vor 1975
	e	-	*Halictus*	*rubicundus*	1	+	+	
	e	V	*Halictus*	*scabiosae*	-	-	-	BRUN (1997)
	e	V	*Halictus*	*sexcinctus*	-	-	+	
	e	-	*Halictus*	*simplex*	71*	+	+	
	e	-	*Halictus*	*subauratus*	-	-	+	
	e	-	*Halictus*	*tumulorum*	171*	+	+	
+	h	-	*Heriades*	*truncorum*	45*	+	+	
	h	-	*Hylaeus*	*annularis*	13*	+	+	
	h	-	*Hylaeus*	*brevicornis*	5*	-	+	
	h	-	*Hylaeus*	*clypearis*	28*	+	+	
	h	-	*Hylaeus*	*communis*	122*	+	+	
	h	-	*Hylaeus*	*confusus*	42*	+	+	
	h	-	*Hylaeus*	*cornutus*	-	-	+	
	h	-	*Hylaeus*	*difformis*	4*	-	+	
	h	2	*Hylaeus*	*duckei*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund nach 1974
	h	-	*Hylaeus*	*gibbus*	-	-	-	SCHWENNINGER (1992), BRUN (1997)
	h	-	*Hylaeus*	*gredleri*	125*	+	+	
	h	-	*Hylaeus*	*hyalinatus*	2*	+	+	
	h	D	*Hylaeus*	*kahri*	-	-	N	
	h	-	*Hylaeus*	*lepidulus = paulus*	6*	+	+	
	h	3	*Hylaeus*	*moricei*	-	-	-	C
+	eh	-	*Hylaeus*	*nigritus*	18*	+	+	
	h	3	*Hylaeus*	*pectoralis*	-	-	+	
	h	3	*Hylaeus*	*pfankuchi*	-	-	-	BRUN (1997), C

OL	NW	RL	Gattung	Art	FL	JE	SH	zusätzlich im Hochrheingebiet
	h	-	*Hylaeus*	*punctatus*	-	+	-	
+	h	V	*Hylaeus*	*punctulatissimus*	-	-	-	C
	h	-	*Hylaeus*	*rinki*	-	-	-	BRUN (1997)
+	eh	-	*Hylaeus*	*signatus*	8	+	+	
	h	-	*Hylaeus*	*sinuatus*	40*	-	+	
	h	-	*Hylaeus*	*styriacus*	23*	+	+	
	h	D	*Hylaeus*	*taeniolatus*	15*	+	-	
	h	D	*Hylaeus*	*tyrolensis*	-	+	-	
	e	3	*Hylaeus*	*variegatus*	1	-	-	
	e	2	*Lasioglossum*	*aeratum*	-	+	-	
	e	-	*Lasioglossum*	*albipes*	10*	+	+	
	e	2	*Lasioglossum*	*bluethgeni*	1	-	-	
	e	-	*Lasioglossum*	*calceatum*	120*	+	+	
	e	3	*Lasioglossum*	*costulatum*	-	+	-	
	e	-	*Lasioglossum*	*fulvicorne*	15*	+	+	
	e	V	*Lasioglossum*	*glabriusculum*	22*	+	-	
	e	2	*Lasioglossum*	*intermedium*	-	-	+	
	e	3	*Lasioglossum*	*interruptum*	-	+	-	
	e	2	*Lasioglossum*	*laevigatum*	-	-	+	
	e	-	*Lasioglossum*	*laticeps*	22*	+	+	
	e	V	*Lasioglossum*	*lativentre*	41*	+	+	
	e	-	*Lasioglossum*	*leucopus*	-	+	+	
	e	-	*Lasioglossum*	*leucozonium*	21*	+	+	
	e	2	*Lasioglossum*	*limbellum*	-	-	+	
	e	2	*Lasioglossum*	*lineare*	-	+	-	BRUN (1997)
	e	-	*Lasioglossum*	*lucidulum*	-	-	+	
	e	3	*Lasioglossum*	*majus*	-	-	-	A, B, P
	e	-	*Lasioglossum*	*malachurum*	83*	+	+	
	e	R	*Lasioglossum*	*marginatum*	1	-	-	P
	e	-	*Lasioglossum*	*minutissimum*	2	+	+	
	e	2	*Lasioglossum*	*minutulum*	-	+	+	
	e	-	*Lasioglossum*	*morio*	81*	+	+	
	e	2	*Lasioglossum*	*nigripes*	1	+	-	
	e	3	*Lasioglossum*	*nitidiusculum*	-	+	+	
	e	-	*Lasioglossum*	*nitidulum*	1	-	+	
	e	D	*Lasioglossum*	*pallens*	4*	-	-	P
	e	2	*Lasioglossum*	*parvulum*	-	-	+	
	e	-	*Lasioglossum*	*pauxillum*	470*	+	+	
	e	-	*Lasioglossum*	*politum*	14*	+	+	
	e	-	*Lasioglossum*	*punctatissimum*	3*	+	+	
	e	2	*Lasioglossum*	*puncticolle*	4*	-	-	
	e	-	*Lasioglossum*	*rufitarse*	-	-	+	
	e	-	*Lasioglossum*	*sabulosum*	-	-	+**	
	e	D	*Lasioglossum*	*semilucens*	7*	+	+	
	e	2	*Lasioglossum*	*sexnotatum*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund vor 1975
	e	-	*Lasioglossum*	*sexstrigatum*	-	-	+	
	e	2	*Lasioglossum*	*tricinctum*	-	-	-	SCHWENNINGER (1992, 1997)
	e	-	*Lasioglossum*	*villosulum*	40*	+	+	
	e	V	*Lasioglossum*	*xanthopus*	2	+	+	

OL	NW	RL	Gattung	Art	FL	JE	SH	zusätzlich im Hochrheingebiet
	e	-	*Lasioglossum*	*zonulum*	100*	+	+	
+	e	V	*Macropis*	*europaea*	-	-	+	
+	e	V	*Macropis*	*fulvipes*	1	-	+	
	eh	-	*Megachile*	*alpicola*	1	-	-	
	eh	V	*Megachile*	*centuncularis*	-	-	+	
	e	V	*Megachile*	*circumcincta*	-	-	+	
+	eh	-	*Megachile*	*ericetorum*	22*	+	+	
	h	2	*Megachile*	*ligniseca*	2	-	+	
	e	2	*Megachile*	*maritima*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund nach 1974
+	h	V	*Megachile*	*nigriventris*	2	-	+	
	h	1	*Megachile*	*parietina*	-	-	+	
	h	-	*Megachile*	*rotundata*	-	-	H, J	C, D
	h	-	*Megachile*	*versicolor*	23*	-	+	
	h	-	*Megachile*	*willughbiella*	14*	-	+	
	p	-	*Melecta*	*albifrons*	2*	-	+	
	p	3	*Melecta*	*luctuosa*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund vor 1975
+	e	-	*Melitta*	*haemorrhoidalis*	8	+	+	
+	e	V	*Melitta*	*leporina*	43*	+	+	
+	e	-	*Melitta*	*nigricans*	-	-	+	
+	e	V	*Melitta*	*tricincta*	-	-	-	A, B, C, E
	p	2	*Nomada*	*alboguttata*	-	-	+	
	p	3	*Nomada*	*armata*	-	+	-	P
	p	-	*Nomada*	*atroscutellaris*	2*	+	+	
	p	-	*Nomada*	*bifasciata*	5*	-	+	
	p	D	*Nomada*	*bispinosa*	-	-	-	BRUN (1997)
	p	D	*Nomada*	*castellana*	-	-	+	
	p	-	*Nomada*	*conjungens*	-	+	-	
	p	3	*Nomada*	*distinguenda*	-	+	-	
	p	2	*Nomada*	*errans*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund nach 1974
	p	-	*Nomada*	*fabriciana*	47*	+	+	
	p	D	*Nomada*	*facilis*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund vor 1975
	p	-	*Nomada*	*ferruginata*	-	-	-	B, C
	p	-	*Nomada*	*flava*	30*	-	+	
	p	-	*Nomada*	*flavoguttata*	127*	+	+	
	p	V	*Nomada*	*flavopicta*	4*	+	+	
	p	-	*Nomada*	*fucata*	18*	+	-	
	p	V	*Nomada*	*fulvicornis*	1	-	-	P
	p	-	*Nomada*	*goodeniana*	11*	+	+	
	p	-	*Nomada*	*guttulata*	-	-	-	E
	p	2	*Nomada*	*hirtipes*	4*	+	+	
	p	V	*Nomada*	*integra*	1	+	+	
	p	2	*Nomada*	*kohli*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund vor 1975
	p	3	*Nomada*	*leucophthalma*	-	-	-	B
	p	-	*Nomada*	*marshamella*	1	+	+	
	p	2	*Nomada*	*mutica*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund nach 1974
	p	-	*Nomada*	*panzeri*	22*	-	+	
	p	2	*Nomada*	*piccioliana*	-	-	+	
	p	D	*Nomada*	*posthuma*	-	-	-	BRUN (1997)
	p	-	*Nomada*	*ruficornis*	37*	+	+	

OL	NW	RL	Gattung	Art	FL	JE	SH	zusätzlich im Hochrheingebiet
	p	-	*Nomada*	*sexfasciata*	7*	+	+	
	p	-	*Nomada*	*sheppardana*	-	-	-	A, L
	p	-	*Nomada*	*signata*	6*	-	+	
	p	3	*Nomada*	*stigma*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund nach 1974
	p	-	*Nomada*	*striata*	8*	-	+	
	p	-	*Nomada*	*succincta*	-	-	N	
	p	D	*Nomada*	*villosa*	-	-	-	BRUN (1997)
	p	3	*Nomada*	*zonata*	-	-	-	E
+	h	V	*Osmia*	*adunca*	-	+	+	
	h	2	*Osmia*	*andrenoides*	-	-	-	D
+	h	2	*Osmia*	*anthocopoides*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund nach 1974
	h	-	*Osmia*	*aurulenta*	1	+	+	
	h	-	*Osmia*	*bicolor*	-	+	+	
+	h	2	*Osmia*	*brevicornis*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund nach 1974
	h	-	*Osmia*	*caerulescens*	9*	+	+	
	h	-	*Osmia*	*claviventris*	3*	+	+	
	h	-	*Osmia*	*cornuta*	-	-	+	
+	h	2	*Osmia*	*gallarum*	12*	-	+	
+	h	3	*Osmia*	*leaiana*	1*	-	+	
	h	-	*Osmia*	*leucomelana*	21*	+	+	
+	h	2	*Osmia*	*niveata*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund vor 1975
	h	3	*Osmia*	*parietina*	-	-	+	
	h	2	*Osmia*	*pilicornis*	1	-	+	
+	h	2	*Osmia*	*ravouxi*	-	-	+	
	h	-	*Osmia*	*rufa*	137*	+	+	
	h	3	*Osmia*	*rufohirta*	-	+	+	
+	h	3	*Osmia*	*spinulosa*	-	-	+	
?	h	2	*Osmia*	*submicans*	-	-	-	SCHWENNINGER (1997)
+	h	3	*Osmia*	*tridentata*	-	-	G	
	h	-	*Osmia*	*uncinata*	-	-	-	SCHWENNINGER (1992)
	h	0	*Osmia*	*versicolor*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund vor 1975
+	h	2	*Osmia*	*xanthomelana*	-	-	+	
+	e	-	*Panurgus*	*calcaratus*	1	-	+	
	p	-	*Psithyrus*	*barbutellus*	3*	-	+	
	p	-	*Psithyrus*	*bohemicus*	2*	+	+	
	p	-	*Psithyrus*	*campestris*	13*	+	+	
	p	-	*Psithyrus*	*rupestris*	2*	+	+	
	p	-	*Psithyrus*	*sylvestris*	22*	+	+	
	p	-	*Psithyrus*	*vestalis*	-	-	-	A
	p	-	*Sphecodes*	*albilabris*	-	-	-	BRUN (1997), B, K
	p	-	*Sphecodes*	*crassus*	15*	+	+	
	p	-	*Sphecodes*	*ephippius*	60*	+	+	
	p	-	*Sphecodes*	*ferruginatus*	2*	+	+	
	p	-	*Sphecodes*	*geofrellus*	2*	+	+	
	p	-	*Sphecodes*	*gibbus*	3*	+	+	
	p	-	*Sphecodes*	*hyalinatus*	2*	+	+	
	p	-	*Sphecodes*	*longulus*	-	+	+	
	p	D	*Sphecodes*	*majalis*	-	-	-	SCHWENNINGER (1997)
	p	-	*Sphecodes*	*miniatus*	-	-	+***	

OL	NW	RL	Gattung	Art	FL	JE	SH	zusätzlich im Hochrheingebiet
	p	-	*Sphecodes*	*monilicornis*	2*	+	+	
	p	-	*Sphecodes*	*niger*	-	+	+	
	p	3	*Sphecodes*	*pellucidus*	-	-	H	L
	p	-	*Sphecodes*	*puncticeps*	2*	-	+	
	p	3	*Sphecodes*	*reticulatus*	-	-	-	C
	p	3	*Sphecodes*	*rubicundus*	-	-	-	O
	p	D	*Sphecodes*	*ruficrus*	-	-	-	P
	p	-	*Sphecodes*	*rufiventris*	-	-	-	L
	p	-	*Sphecodes*	*scabricollis*	8*	-	-	P****
	p	D	*Sphecodes*	*schenckii*	-	-	-	WESTRICH & DATHE (1997), F
	p	3	*Sphecodes*	*spinulosus*	-	-	-	SCHWENNINGER (1992)
	p	-	*Stelis*	*breviuscula*	8*	+	-	
	p	-	*Stelis*	*minuta*	-	+	+	
	p	0	*Stelis*	*nasuta*	-	-	-	WESTRICH (1989): Fund vor 1975
	p	-	*Stelis*	*ornatula*	2*	-	+	
	p	-	*Stelis*	*punctulatissima*	7*	+	+	
	p	3	*Stelis*	*signata*	2*	-	+	

5 Literatur

ABT, K. (1991): Landschaftsökologische Auswirkungen des Agrarstrukturwandels im württembergischen Allgäu. Verlag Dr. Kovac, Hamburg, 140 pp.

AGRICOLA, U., S. SCHARRER & H. PLACHTER (1996): Veränderungen der Hautflüglerzönose (Hymenoptera Aculeata) einer süddeutschen Agrarlandschaft als Folge von Nutzungsumstellungen und Biotopneuschaffungen. Verh. GfÖ 26, 701-709.

AGRICOLA, U., J. BARTHEL, H. LAUßMANN & H. PLACHTER (1996): Struktur und Dynamik der Fauna einer süddeutschen Agrarlandschaft nach Nutzungsumstellung auf ökologischen und integrierten Landbau. Verh. GfÖ 26, 681-692.

ALBERT, B. (1994): Pflanzensoziologische Untersuchung der Acker-, Grünland- und Waldgesellschaften auf einem biologisch bewirtschafteten Hof. Diplomarbeit Univ. Konstanz, 66 pp.

ALLEN-WARDELL, G., P. BERNHARDT, R. BITTER, A. BURQUEZ, S. BUCHMANN, J. CANE, P. COX, V. DALTON, P. FEINSINGER, M. INGRAM, D. INOUYE, C. JONES, K. KENNEDY, P. KEVAN, H. KOPOWITZ, R. MEDELLIN, S. MEDELLIN-MORALES, G. NABHAN, B. PAVLIK, V. TERPEDINO, P. TORCHIO & S. WALKER (1997): The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. Conserv. Biology 12, 8-17.

ALTIERI, M. A. (1995): Agroecology. The science of sustainable agriculture, Westview Press, Boulder, Colorado, 433 pp.

ALTIERI, M. A. & C. I. NICHOLLS (1999). Biodiversity, ecosystem function, and insect pest management in agricultural systems. In: COLLINS, W. W. & C. O. QUALSET: Biodiversity in agroecosystems, CRC, Boca Raton, 69-84.

AMIET, F. (1996): Hymenoptera Apidae, 1. Teil, Allgemeiner Teil, Gattungsschlüssel, die Gattungen *Apis*, *Bombus* und *Psithyrus*. Insecta Helvetica, Bd. 12.

BANASZAK, J. (1983): Ecology of bees (Apoidea) of agricultural landscape. Polish Ecol. Stud. 9, 421-505.

BRUN, H. P. (1997): Wildbienen im Auengebiet: Eine faunistisch-ökologische Untersuchung an Wildbienen in den Thurauen im Raume Frauenfeld (TG). Dipl.-Arbeit, Univ. Zürich, 55 pp.

CALZONI, G. L. & A. SPERANZA (1998): Insect controlled pollination in Japanese plum *(Prunus salicina* Lindl.). Scientia horticulturae 72, 227-237.

CORBET, S. A. (1995): Insects, plants and succession: advantages of long term set-aside. Agriculture, Ecosystems & Environment 53, 201-217.

CORBET, S. A., I. H. WILLIAMS & J. L. OSBORNE (1991): Bees and the pollination of crops and wild flowers in the european community. Bee World 72, 47-59.

DEMPSTER, J. P. (1991): Fragmentation, isolation and mobility of insect populations. In: COLLINS, N. M. & J. A. THOMAS (eds): The conservation of insects in their habitats, Academic press, London, 143-153.

DUELLI, P. (1992): Mosaikkonzept und Inseltheorie in der Kulturlandschaft. Verh. GfÖ 21, 379-383.

EIJNDE, J. v. d. (1992): Pollination of greenhouse strawberries by bumblebees and honeybees. Apidologie 23, 342-345.

HERRMANN, M. (1997): *Andrena synadelpha* Perk. neu für Baden-Württemberg (Hym. Apidae). Mitt. ent. V. Stuttgart 32, 38.

HERRMANN, M. (1998): *Hylaeus tyrolensis*, eine für Deutschland neue Maskenbiene (Hymenoptera, Apidae). Carolinea 56, 127.

HERRMANN, M. (1999): Ökologisch-faunistische Untersuchungen an Bienen und Wespen in einer extensiv genutzten Agrarlandschaft (Hymenoptera, Aculeata). Diss., Univ. Konstanz (im Druck).

HERRMANN, M. & D. DOCZKAL (1999): Schlüssel zur Trennung der Zwillingsarten *Lasioglossum sexstrigatum* (Schenck 1870) und *Lasioglossum sabulosum* (Warncke 1986) (Hymenoptera, Apidae). Ent. Nachr. Ber. (im Druck).

HERRMANN, M. & A. SPIEß (1999): Die Besiedlung eines ökologisch bewirtschafteten Hofes durch Heuschrecken. Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 44, 155-174.

JABLONSKI, B. & Z. KOLTOWSKI (1995). An attempt to outline the changes in the forage base of bees in Poland. In: BANASZAK, J. (ed): Changes in the fauna of wild bees in Europe, Bydgoszez, Univ. Bydgoszez, 183-188.

JETSCHKE, G. & H. FRÖBE (1994): Ausbreitung und Überleben von kleinen Populationen in fragmentierten Habitaten. Z. Ökol. Naturschutz 3, 179-187.

JOHANSEN, C. A. (1977): Pesticides and pollinators. Ann. Rev. Entomol. 22, 177-192.

KEVAN, P. G., E. A. CLARK & V. G. THOMAS (1990): Insect pollinators and sustainable agriculture. Am. J. Altern. Agricult. 5, 13-22.

KRUMBIEGEL, A. & S. KLOTZ (1996): Species potential and site conditions: dominating factors for the succession of abonded fields. Arch. Nat. Lands. 34, 157-168.

LACHER, T. E., R. D. SLACK, L. M. COBURN & M. I. GOLDSTEIN (1999): The role of agroecosystems in wildlife biodiversity. In: COLLINS, W. W. & C. O. QUALSET (eds): Biodiversity in agroecosystems, CRC, Boca Raton, 147-165.

LASALLE J. & I. D. GAULD (1993): Hymenoptera: Their diversity, and their impact on the diversity of other organisms. In: LASALLE J. & I. D. GAULD (eds): Hymenoptera and biodiversity, CAB Intern., Wallington UK, 1-26.

MARSH, J. S. (1997): The policy approach to sustainable farming systems in the EU. Agriculture, Ecosystems & Environment 64, 103-114.

MERZ, U. (1997): Towards sustainabiliy: an essential development for european agriculture. Proc. 50th N.Z. Plant Protecton Conf., 493-497.

MORRIS, M. G., N. M. COLLINS, R. I. VANE-WRIGHT & J. WAAGE (1991): The utilisation and value of non-domesticated insects. In: COLLINS, N. M. & J. A. THOMAS (eds): The conservation of insects and their habitats, Academic press, London, 319-347.

MÜLLER, A. (1990): Die Bienenfauna (Hymenoptera, Apoidea) des Schaffhauser Randens (Nordschweizer Jura). Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 35, 1-35.

MÜLLER, A. (1996): Convergent evolution of morphological specialisations in Central European bee and honey wasp species as an adaption to the uptake of pollen from nototribic flowers (Hymenoptera, Apoidea and Masaridae). Biol. J. Linn. Soc. 57, 235-252.

NEFF, J. L. & B. B. SIMPSON (1993). Bees, pollination systems and plant diversity. In: LASALLE, J. & I. D. GAULD (eds): Hymenoptera and biodiversity. CAB Intern., Wallington UK, 143-167.

O'TOOLE, C. (1993). Diversity of native bees and agroecosystems. In: LASALLE, J. & I. D. GAULD (eds): Hymenoptera and biodiversity. CAB Intern., Wallington UK, 169-196.

OSBORNE, J. L., I. H. WILLIAMS & S. A. CORBET (1991): Bees, pollination and habitat change in the European Community. - Bee World 72, 99-116.

PARKER, F. D., S. W. T. BATRA & V. J. TEPEDINO (1987): New pollinators for our crops. Agri. Zool. Rev. 2, 279-304.

RICHARDS, K. W. (1997): Potential of the alfalfa leafcutter bee, *Megachile rotundata* (F.) (Hym., Megachilidae) to pollinate hairy and winter vetches *(Vicia* ssp.). J. Appl. Ent. 121, 225-229.

RISCH, S. J., D. ANDOW & M. A. ALTIERI (1983): Agroecosystem diversity and pest control: data, tendative conclusions, and new research directions. Environmental Ecol. 12, 625-629.

RÜHL, D. (1977): Untersuchungen an Hymenopteren eines naturnahen Lebensraumes, einer Brachfläche sowie je eines alternativ und konventionell bewirtschafteten Obstgutes (Hymenoptera: Symphyta, Aculeata), Diss. Univ. Bonn, 220 pp.

SCHMID-EGGER, C. (1995): Die Eignung von Stechimmen (Hymenoptera: Aculeata) zur naturschutzfachlichen Bewertung am Beispiel der Weinbergslandschaft im Enztal und im Stromberg (nordwestliches Baden-Württemberg), Cuvillier-Verlag, Göttingen, 235 S.

SCHMID-EGGER, C. & D. DOCZKAL (1994): Der taxonomische Status von *Andrena fulvicornis* Schenck 1883 (Hymenoptera, Apidae). Entomofauna 16, 1-12

SCHORK, M. & J. KIECHLE (1992): Biotopvernetzung Jestetten - Altenburg. unveröff. Gutachten i. A. der Gemeinde Jestetten-Altenburg, 93 pp.

SCHWARZ, M., F. GUSENLEITNER, P. WESTRICH & H. H. DATHE (1996): Katalog der Bienen Österreichs, Deutschlands und der Schweiz (Hymenoptera, Apidae). Entomofauna Suppl. 8, 398 pp.

SCHWENNINGER, H. R. (1992a): Wildbienen-Untersuchung Sipplinger Steiluferland, unveröff. Gutachten, 27 pp.

SCHWENNINGER, H. R. (1992b): Untersuchungen zum Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf das Vorkommen von Insektenarten in der Agrarlandschaft, dargestellt am Beispiel der Wildbienen (Hymenoptera: Apoidea). Zool. Jb. Syst. 119, 543-561.

SCHWENNINGER, H. R. (1997): Beitrag zur Wildbienenfauna Baden-Württembergs (Hymenoptera, Apidae). Mitt. ent. V. Stuttgart 32, 40-41.

SKINNER, J. A., K. A. LEWIS, K. S. BARDON, P. TUCKER, J. A. CATT & B. J. CHAMBERS (1997): An overview of the environmental impact of agriculture in the U.K. J. Envir. Manag. 50, 111-128.

SOUTHWICK, E. E. & L. SOUTHWICK (1992): Estimating the economic value of honey bees (Hymenoptera: Apidae) as agricultural pollinators in the Unites States. J. Econom. Entomol. 85, 621-633.

STEFFAN-DEWENTER, I. (1998): Wildbienen in der Agrarlandschaft: Habitatwahl, Sukzession, Bestäubungsleistung und Konkurrenz durch Honigbienen. Agrarökologie 27, 1-134.

THOMAS, C. D. (1994): Local extinction, colonisations and distributions: Habitat tracking by british butterflies. In: LEATHER, S. R, A. D. WATT, N. J. MILLS & K. F. A. WALTERS (eds): Individuals, populations and patterns in ecology, Intercept Ltd, Andover/UK, 319-336.

TIETZE, F. (1994): Wechselwirkung zwischen der Entomofauna von Agrarökosystemen und benachbarten naturnahen Ökosystemstrukturen. In: Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit Bd. 7: Dynamik und Regulation von Biozönosen im Agrarökosystem, Münster-Hiltrup, Landwirtschaftsverlag, 136-150.

VANDERMEER, J., M. VAN NOORDWIJK, J. ANDERSON, C. ONG & I. PERFECTO (1998): Global change and multi-species agroecosystems: concepts and issues. Agriculture, Ecosystems & Environment 67, 1-22.

VROM (Dutch Ministery for the Environment, European Community, Directorate General XI/E/2, Dutch Ministery of Agriculture) (1997): Possibles for the future. EC environmental policy on plant protection product, Sub-Project 6: Assessment of the benefits of plant protection products, Final Report (E2/Ass/960027), EYRE ASS., Andover, UK.

WESTERKAMP, C. (1991): Honeybees are poor pollinators - why? Plant Syst. Evol. 177, 71-75.

WESTRICH, P. (1989): Die Wildbienen Baden-Württembergs. Ulmer-Verlag, Stuttgart, 972 pp.

WESTRICH, P. (1996): Habitat requirements of central european bees and the problems of partial habitats. In: MATHESON, A., S. L. BUCHMANN, C. O'TOOLE, P. WESTRICH & I. WILLIAMS (eds): The conservation of bees, Linnean Soc. London, 1-16.

WESTRICH, P. & H. H. DATHE (1997): Die Bienenarten Deutschlands (Hymenoptera, Apidae): Ein aktualisiertes Verzeichnis mit kritischen Anmerkungen. Mitt. ent. V. Stuttgart 32, 3-34.

WESTRICH, P., H. R. SCHWENNINGER, M. HERRMANN, M. KLATT, M. KLEMM, R. PROSI & A. SCHANOWSKI (1999): Rote Liste der Bienen (Hymenoptera: Apidae) Baden-Württembergs. LfU Baden-Württemberg, im Druck.

Dank: Die Erhebung der Daten auf dem Biohof wurde durch die grosszügige Unterstützung der Stoll VITA Stiftung ermöglicht. Für das Überprüfen von kritischen Tieren danken wir A. v. d. Heide (Oldenburg), M. Schwarz (Ansfelden) und Dr. P. Westrich (Kusterdingen).

Adresse der Autoren:

Mike Herrmann, Universität Konstanz, AG Verhaltensbiologie,
Postfach M 657, D-78457 Konstanz.
Mike.Herrmann@Uni-Konstanz.de

Andreas Müller, Weinbergstrasse 23, 8400 Winterthur.
andreas.mueller@ipw.agrl.ethz.ch