Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen

Band: 35 (1990)

Artikel: Die Bienenfauna (Hymenoptera, Apoidea) des Schaffhauser Randens (Nordschweizer Jura)

Autor: Müller, Andreas

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-584799

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: 05.07.2025

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

Die Bienenfauna (Hymenoptera, Apoidea) des Schaffhauser Randens (Nordschweizer Jura)

Andreas Müller

Abstract

During the years 1988 and 1989 the bee fauna (Hymenoptera, Apoidea) of a calcareous hill area in the north of Switzerland, the "Schaffhauser Randen", was studied. For this purpose six study sites, four in the Randen itself and two outside, were selected. A comparison was made between the species compositions of the different areas with respect to species number and family spectrum, nest sites, social behaviour and flower preferences.

In the six areas a total of 182 bee species were found, 142 of which in the Randen. Given the possibility that several species may have been overlooked, the bee fauna of the Schaffhauser Randen is supposed to consist of roughly 160 species. 17 additional species were found outside the study sites, so that the total number of known bee species amounts to 199 in the region around Schaffhausen.

Zusammenfassung

Die Bienenfauna des Schaffhauser Randens, einem kalkigen Hügelgebiet auf 500-900m Höhe im Nordschweizer Jura, wurde in den beiden Jahren 1988 und 1989 untersucht. Es wurden zu diesem Zweck vier Untersuchungsflächen im Randen ausgeschieden; zwei weitere, die im Sinne von Kontrast- oder Vergleichsgebieten ausgewählt worden sind, befanden sich ausserhalb des eigentlichen Randengebietes. Die faunistische Erfassung beruhte auf Sammel- und Kontrollfängen mit dem Insektennetz und auf Zuchten aus ausgehängten Kunstnestern. Insgesamt kamen durch die Fang- und Zuchtmethoden rund 3500 Individuen zur Auswertung.

In den sechs bearbeiteten Flächen wurden insgesamt 182 Bienenarten nachgewiesen; 17 weitere Arten konnten im Laufe der Untersuchung ausserhalb der Untersuchungsflächen zusätzlich für die Region Schaffhausen belegt werden. Die ermittelten Artenzahlen schwanken je nach Untersuchungsfläche zwischen 82 und 107 Arten. Es zeigte sich, dass die vier Untersuchungsflächen im Randen untereinander faunistisch näher verwandt sind als jede der vier mit einer der beiden als Kontrastgebiete ausgewählten Flächen.

Im Randen selber wurden 142 Bienenarten aufgefunden; da während der zweijährigen Bearbeitungszeit kaum der gesamte Artenbestand erfasst werden konnte, dürfte sich die Bienenfauna des Schaffhauser Randens schätzungsweise aus etwa 160 Arten zusammensetzen. Mit je 23,9% der erfassten Arten sind die Halictidae und die Megachilidae die beiden artenreichsten Bienenfamilien im Randen, gefolgt von den Andrenidae mit 19,7%, den Anthophoridae mit 12,7%, den Apidae mit 11,3%, den Colletidae mit 7,8% und den Melittidae mit 0,7%. Rund 41% der 142 im Randen aufgefundenen Bienenarten sind Bodennister; knapp 27% legen ihre Brutzellen über dem Erdboden an (in Hohlräumen der verschiedensten Art wie hohle Pflanzenstengel, Käferfrassgänge, Schneckengehäuse u.a.; in selbstgenagten Gängen in Markstengeln oder Morschholz; in selbstgemörtelten Freinestern); 8,5% entfallen auf die Hummeln und knapp 24% sind Kuckucksbienen. Von den 108 nestbauenden Arten im Randen besitzen rund ein Fünftel (21,3%) eine soziale Lebensweise, die restlichen vier Fünftel leben solitär. Knapp ein Viertel (24,1%) der nestbauenden Bienenarten im Randen sind oligolektisch: 8 Arten sind auf

Fabaceae, 6 auf Asteraceae und 1 auf Apiaceae spezialisiert; 6 Arten sammeln nur auf *Campanula* Pollen und je ein Art ist auf *Veronica, Ranunculus, Bryonia, Reseda* bzw. *Salix* als Pollenquelle angewiesen.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Untersuchungsgebiet und Methodik
   2.1. Untersuchungsgebiet und Untersuchungsflächen
   2.2. Material und Methoden
3. Ergebnisse und Diskussion
   3.1. Die Artenzusammensetzung in den sechs Untersuchungsflächen
   3.2. Charakterisierung der Bienenfauna des Schaffhauser Randens
      3.2.1. Artenanzahl und Familienspektrum
      3.2.2. Nistweise
      3.2.3. Sozialverhalten
      3.2.4. Blütenbesuch
   3.3. Faunistisch interessante Artnachweise in der Region Schaffhausen ausserhalb der sechs Untersuchungsflächen
4. Literatur

1. Einleitung

Die Bienen (Apoidea) bilden in der einheimischen Insektenfauna eine ausgesprochen artenreiche und vielfältige Gruppe; allein in Mitteleuropa sind rund 700 Arten nachgewiesen (WARNCKE 1986; WESTRICH 1989).

Die Bienenfauna der Schweiz ist noch wenig bekannt. Seit der Veröffentlichung des Werkes von FREY-GESSNER (1899-1912) sind abgesehen von einigen lokalfaunistischen Untersuchungen aus der Westschweiz (DE BEAUMONT 1955, 1958, 1960; AMIET 1977), Zentralschweiz (AMIET 1980; AMIET & REZBANYAI 1982; MÜLLER in Vorb.; NOGER 1985) und Ostschweiz (NADIG & STEINMANN 1972) keine grösseren zusammenfassenden Arbeiten mehr erschienen; die Nordschweiz blieb in Hinsicht auf die Bienen bisher faunistisch noch gänzlich unbearbeitet.

Der Schaffhauser Randen zeichnet sich durch ein für Nordschweizer Verhältnisse verhältnismässig warmes und trockenes Klima aus. Be-

dingt durch die flachgründigen und nährstoffarmen, kalkigen und rasch austrocknenden Böden war hier während Jahrzehnten nur eine extensive land- und forstwirtschaftliche Nutzung möglich. Die extensive Bewirtschaftung weiter Teile des Randes, die heute allerdings eine zunehmende Intensivierung erfährt bzw. bereits erfahren hat, bildet in Kombination mit dem günstigen Lokalklima die Grundlage für eine hohe floristische und faunistische Diversität, welche mit dafür verantwortlich war, dass der Randen im Jahr 1977 in das Bundesinventar der Landschaften von nationaler Bedeutung (BLN) aufgenommen wurde. Es war zu erwarten, dass auch die Bienen im Randen artenreich vertreten sein würden. In den faunistischen Untersuchungen von DE BEAUMONT (1955) und AMIET (1977) in der Westschweiz und von KLUG (1965), GAUSS (1971, 1974), WESTRICH (1979, 1980) und BRECHTEL (1986) in Süddeutschland wurden in vergleichbaren und dem Randen grossräumig benachbarten Gebieten hohe Artenzahlen ermittelt.
Das Ziel der vorliegenden Arbeit, die Teil einer am Zoologischen Museum der Universität Zürich ausgeführten Diplomarbeit ist (MÜLLER 1990), bildete die Erfassung der Bienenfauna im Schaffhauser Randen und der Versuch ihrer ökologischen Charakterisierung.

2. Untersuchungsgebiet und Methodik

2.1. Untersuchungsgebiet und Untersuchungsflächen

Randen

Lage: Die Tafeljuralandschaft des Schaffhauser Randens liegt ganz im Norden der Schweiz (Abb. 1) und bildet geologisch und geografisch das Bindeglied zwischen dem Aargauer Jura und der Schwäbischen Alb. Die leicht schräggestellte, von Nordwesten nach Südosten abfallende Kalkplatte, die durch Sedimentablagerungen während des Mesozoikums gebildet wurde, hat ihre höchsten Erhebungen am Westrand (Hagen, 912 m ü. M.) und bricht von dort steil 300-400 m gegen den Klettgau und das Tal von Beggingen und Schleitheim ab; gegen Südwesten hin senkt sich die Platte mit einer Neigung von 3-10% und taucht am Rhein (390 m ü. M.) unter die Molasseschichten des Tertiärs (HOFMANN & HÜBSCHER 1977)

Geologie, Böden: Die Landschaft des Randens ist durch zahlreiche Täler untergliedert, die bis an die Dogger-Malm-Grenze reichen. Die

Randenplatte selbst besteht vorwiegend aus den Kalk- und Mergelschichten des Weissjuras (Malm).
Die Talsohlen im Randengebiet werden von Malmkalkschottern gebildet; die in deren Bereich liegenden Böden sind tiefgründige Parabraunerden.
Den Talflanken entlang ziehen sich die tonigen Impressa-Mergel (Alpha-Mergel), die aber nur selten an der Oberfläche anstehen, sondern mehrheitlich von mächtigen Schichten von Gehängeschutt überdeckt sind.
Die steilen Hanglagen im Randen werden grösstenteils durch Wohlgeschichtete Kalke (Beta-Kalke) des Malms geprägt, die sehr wasserdurchlässig sind und nur wenige Verwitterungsprodukte bilden; entsprechend sind die Böden an den Hanglagen harte Kalk-Rendzinen mit einer Mächtigkeit von oft nur 10-30 cm.
Die Schichten der Beta-Kalke sind auf den Hochflächen durch wasserdurchlässige Malmmergel (Gamma-Mergel) überdeckt, die leichter verwittern und entsprechend weichere Landschaftsformen bilden; die Böden im betreffenden Bereich der Hochflächen werden von tiefgründigeren Mergel-Rendzinen gebildet.
Über die Schichten der Malmmergel erheben sich in den höheren Lagen der Hochfläche die harten Gesteine der Quaderkalke (Delta-Kalke), die mancherorts markante isolierte Buckel bilden (Saustallchäpfli, Schlossbuck) und im Gegensatz zu den landwirtschaftlich genutzten Malmmergeln mehrheitlich mit Wald bestockt sind (HOFMANN 1981).

Klima: Klimatisch liegt der Randen sowohl im feucht-ozeanischen als auch im trocken-kontinentalen Einflussbereich (BRUNNER 1987). Infolge der starken Durchtalung des Randens können lokal starke klimatische Unterschiede entstehen. Die oftmals steinigen, flachgründigen und rasch abtrocknenden Kalkböden des Randens heizen sich bei Besonnung stark auf und können vor allem an Südhängen ein extrem heisses und trockenes Mikroklima aufweisen.
Während die mittleren Temperaturen kaum von denen der übrigen Nordschweiz abweichen (Schaffhausen: mittlere Januartemperatur -1,4 Grad C, mittlere Julitemperatur 17,9 Grad C, mittlere Jahrestemperatur 8,0 Grad C), zeichnet sich das Randengebiet aufgrund der Wirkung des Regenschattens von Schwarzwald und Vogesen durch einen mittleren Jahresniederschlag aus, der deutlich unter den Verhältnissen des Schweizer Mittellandes liegt (Schaffhausen: 865 mm/Jahr; Zürich 1105 mm/Jahr); die Zahlen stammen aus WALTER & LIETH

(1960-1967) und aus dem Klimaatlas der Schweiz (Schweizerische Meteorologische Anstalt 1982/84).
Der grösste Teil des Randengebietes umfasst die Wärmestufen "ziemlich mild" (obere Obst-Ackerbaustufe), "ziemlich kühl" (untere Ackerbaustufe) und "kühl" (mittlere Ackerbaustufe). Ausnahmen bilden die tiefsten (Talsohlen) und höchsten Lagen, die den Wärmestufen "mild" (mittlere Obst-Ackerbaustufe) bzw. "sehr kühl" (obere Ackerbaustufe) zugerechnet werden (SCHREIBER et al. 1977).

Bewirtschaftung: Der Randen ist reines Wald- und Landwirtschaftsgebiet. Die menschlichen Siedlungen beschränken sich auf die Talsohlen, deren tiefgründigen und nährstoffreichen Böden eine intensive Bewirtschaftung erlauben (Ackerbau, Milchwirtschaft). Die Hangflächen bleiben aufgrund ihrer Steilheit landwirtschaftlich meist ungenutzt und sind heute grösstenteils bewaldet (v.a. Buchen- und Eichenmischwälder; BRUNNER 1987). Auf den Hochflächen ermöglichten die schlechten Bodeneigenschaften (Flachgründigkeit, Nährstoffarmut, schlechter Wasserhaushalt) lange Zeit nur eine extensive Bewirtschaftung (mehrheitlich einschürige Mähwiesen); es entstand so das typische und über viele Jahrzehnte hinweg auf der Randenhochfläche vorherrschende Bild einer abwechslungsreichen und vielfältig strukturierten Tafeljuralandschaft mit Föhrenstreifen, Hecken, Einzelbäumen und blütenreichen Trespen-Halbtrockenrasen (*Mesobrometen*). Eine ausführliche Darstellung der ehemaligen traditionellen Bewirtschaftung im Randengebiet gibt BRONHOFER (1958).
Die extensive Nutzung weiter Teile des Schaffhauser Randens war der Grund für seine Aufnahme in das Bundesinventar der Landschaften von nationaler Bedeutung (BLN) im Jahr 1977. Im Lauf der letzten zehn bis zwanzig Jahre zeichnete sich aber eine zunehmend intensivere Landnutzung unter Einsatz modernster Technologie ab, indem die extensiven Mähwiesen grossflächig in intensive Futterwiesen oder Äcker überführt worden sind. Diese Entwicklung ist heute bereits so weit fortgeschritten, dass die typischen Tier- und Pflanzenvergesellschaftungen der extensiv genutzten Trespen-Halbtrockenrasen und der breiten Wald- und Gebüschsäume praktisch nur noch in Naturschutzgebieten vorhanden sind.

Flora und Fauna: Die Flora und Fauna des Schaffhauser Randens waren bereits Gegenstand zahlreicher Veröffentlichungen. Neben den Arbeiten von ZOLLER (1954a, 1954b und 1958) über die Vegetation

des Randens allgemein und über die Trespen-Halbtrockenrasen im speziellen, von KELLER (1973, 1976) über die Waldgesellschaften und von BRUNNER (1987) über die Pilzflora sind die vielen im Randen durchgeführten Untersuchungen des Geobotanischen Institutes der ETH Zürich zu erwähnen, die hier aber nicht alle im einzelnen aufgeführt werden können. Neuere zoologische Arbeiten im Randen betreffen die Ameisen (AGOSTI 1983), die Laufkäfer (KELLER in Vorb.), die Tagfalter (ENTOMOLOGISCHER VEREIN ALPSTEIN 1989; MÜLLER 1987), die Heuschrecken (MÜLLER 1987) und die Mollusken (GOSTELI in Vorb.).

Die folgenden Angaben zu den wichtigsten und bemerkenswertesten Pflanzengesellschaften im Randen stammen aus ZOLLER (1958).

Der Haargras-Buchenwald *(Fagetum typicum elymetosum)* bildet die Klimaxvegetation der Randenhochflächen von über 700m Höhe. In Höhenlagen von weniger als 700m bilden Lindenmischwald (*Tilieto-Aceretum*) und Eichen-Hagenbuchenwald (*Querceto-Carpinetum*) die Endstadien der Sukzession. An den steilen Abhängen der Westseite des Randens stocken Hasenohr-Buchenwald (*Bupleureto-Fagetum*) und Blaugras-Buchenwald (*Seslerieto-Fagetum*). An den trockenwärmsten Stellen an südwestlich exponierten Hängen tieferer Lagen entwickeln sich auf sehr flachgründigen Malmkalkböden der Kronwicken-Eichenwald (*Coronilleto-Quercetum*), der Steinsamen-Eichenwald *(Querceto-Lithospermetum)* und fragmentarisch der Geissklee-Föhrenwald (*Pineto-Cytisetum nigricantis*). Die ausgedehnten Föhrenwälder des Randens, die zur Gesellschaft des Fiederzwenken-Föhrenwaldes (*Brachypodio-Pinetum*) gezählt werden, stehen fast ausnahmslos auf früherem Ackerland; sie sind verhältnismässig jungen und menschlichen Ursprunges und nehmen die Standorte der ursprünglichen Buchenwäder ein.

Die einzigen natürlichen offenen Pflanzengesellschaften im Randengebiet befinden sich an den steilsten Stellen auf der Westseite des Randens: über kompaktem Kalk und über Mergeln bilden sich die wiesenartigen Bestände der Blaugrashalde (*Seslerietum)* bzw. der Reitgrashalde (*Calamagrostidetum variae*), auf Geröllflächen entwickelt sich die Ruprechtsfarnhalde *(Dryopteridetum robertianae).*

Die reiche Ausbildung extensiv genutzter Wiesen im Randengebiet veranlasste ZOLLER (1954a) zur Unterscheidung mehrerer Typen von Trespen-Halbtrockenrasen (Mesobrometen). An den steilen Malmkalkschutthängen der Randentäler ist die Hirschheil-Trespenwiese *(Seselieto libanotidis-Mesobrometum*), auf den Hochflächen die Sichelklee-

Trespenwiese (*Medicageto falcatae-Mesobrometum*) und an sonnigen Waldrändern der bewaldeten Quaderkalk-Kuppen der Hochflächen die Leinflachs-Trespenwiese *(Thesieto bavari-Mesobrometum*) ausgebildet; die Herbstzeitlosen-Trespenwiese *(Colchiceto-Mesobrometum*) schliesslich ist die frischeste Ausbildung der extensiv bewirtschafteten Rasengesellschaften im Randen und hier auf schmale und tief eingeschnittene Waldtäler beschränkt.

Charakterarten der Fauna des Randengebietes (eigene Beobachtungen) sind unter den Vögeln Rotmilan *(Milvus milvus*), Hohltaube (*Columba oenas*), Schwarzspecht (*Dryocopus martius*), Baumpieper (*Anthus trivialis*), Misteldrossel (*Turdus viscivorus*), Berglaubsänger (*Phylloscopus bonelli*), Waldlaubsänger (*Phylloscopus sibilatrix*), Waldbaumläufer (*Certhia familiaris*), Neuntöter (*Lanius collurio*) und Goldammer (*Emberiza citrinella*) und in Einzelpaaren Wespenbussard (*Pernis apivorus*), Wendehals (*Jynx torquilla)*, Heidelerche (*Lullula arborea*) und Tannenhäher (*Nucifraga caryocatactes*); unter den Reptilien Schlingnatter (*Coronella austriaca*) und Zauneidechse (*Lacerta agilis*); unter den Tagfaltern *Carterocephalus palaemon, Hesperia comma, Ochlodes venatus, Erynnis tages* und *Spialia sertorius, Leptidea sinapis* und *Colias alfacariensis, Limenitis camilla, L. reducta, Argynnis paphia, Mesoacidalia aglaja, Fabriciana adippe, Clossiana euphrosyne, C. dia, Melitaea didyma* und *Mellicta parthenoides, Melanargia galathea, Erebia ligea, E. aethiops, E. medusa, Coenonympha arcania, C. glycerion* und *Lasiommata maera, Hamaeris lucina, Callophrys rubi, Cupido minimus , Maculinea arion, Cyaniris semiargus, Plebicula thersites, Lysandra coridon, L. bellargus* und *Polyommatus icarus,* zusätzlich *Zygaena fausta* und *Z. carniolica* u.a.; unter den Heuschrecken *Phaneroptera falcata, Barbitistes serricauda, Leptophyes punctatissima, Polysarcus denticauda, Meconema thalassinum, Tettigonia cantans, Decticus verrucivorus, Platycleis albopunctata, Metrioptera bicolor, Pholidoptera aptera (*H. Schiess, mdl. Mitt.*), Gryllus campestris, Nemobius sylvestris, Tetrix tenuicornis, T. bipunctata, Psophus stridulus, Chrysochraon brachyptera, Stenobothrus lineatus, Omocestus ventralis, Gomphocerus rufus, Chorthippus apricarius* (H. Schiess, mdl. Mitt.), *C. brunneus, C. biguttulus* u.a. Als weitere typische Insekten sind der Schmetterlingshaft (*Libelloides coccajus)* und die Bergzikade *Cicadetta montana* zu erwähnen.

Im Randengebiet wurden die folgenden vier Flächen auf die Zusammensetzung ihrer Bienenfauna hin untersucht (Abb.1):

Gräte

Die Gräte, eine grossenteils bewaldete und in Nord-Süd-Richtung verlaufende Hügelkuppe direkt östlich von der Randengemeinde Merishausen, ist mit gesamthaft über 40 ha Grösse das grösste Naturschutzgebiet im Randen; es befindet sich im Besitz des Kantons Schaffhausen. Den unteren Hügelflanken des steilabfallenden West- und Osthanges der Gräte entlang zieht sich ein breites Band von mosaikartig miteinander verzahnten, sehr mageren Wiesen-, Gebüsch- und Saumformationen mit einem hohen Angebot an unterschiedlichsten Kleinstrukturen (Totholz, Lesesteinhaufen, Einzelbäume, Zaunpfähle, Erdanrisse); mehrere unversiegelte Wege durchziehen die offenen Hangbereiche. Während die offenen Wiesenpartien am Westhang grösstenteils in unterschiedlichen Versaumungsstadien brach liegen, werden grössere Flächen am Osthang regelmässig in ein- bis mehrjährigem Turnus geschnitten. An dieses Band der offenen Pflanzenformationen schliessen sich oberseits in breitem Übergang teils lichte, teils dunklere Waldgesellschaften an, die mit Ausnahme der Hochfläche den übrigen Teil der Hügelkuppe einnehmen. Auf der Hochfläche befinden sich grossflächige Trespen-Halbtrockenrasen, die alljährlich einmal im Frühsommer gemäht werden.
Für die vorliegende Untersuchung wurde nur ein Teil des Gesamtgebietes der Gräte bearbeitet. Die eigentliche Untersuchungsfläche war rund 16,5 ha gross und umfasste die Wiesen- und Saumpartien der Hügelflanken des Ost- und Westhanges, die Hochfläche sowie die lichten, südwestlich exponierten Waldgesellschaften (*Coronilleto-Quercetum, Pineto-Cytisetum nigricantis*) an der Südspitze der Gräte; der erfasste Höhenbereich lag zwischen 540 m und 720 m ü.M. ("ziemlich mild" bis "kühl" nach SCHREIBER et al. 1977).

Ladel

Die Untersuchungsfläche Ladel ist ein Schutzgebiet des Schweizerischen Bundes für Naturschutz (SBN); sie liegt 1,1 km nördlich von Merishausen und legt sich im Hangbereich der Randenkalkplatte als teils schmäleres, teils breiteres Band halbkreisförmig um die steil nach Süden abfallende Hügelzunge des Osterberges. Das Gebiet ist rund 9,5 ha gross und erstreckt sich in der Höhenlage von 600-670 m ü.M. ("ziemlich mild" bis "ziemlich kühl" nach SCHREIBER et al. 1977); es umfasst alle Expositionen von Westsüdwesten über Süden bis Ostsüdosten. Die Vegetation besteht aus einem ausgesprochen vielfältigen Mosaik aus grösstenteils mageren, zum Teil aber auch etwas frischeren Wiesen-, Strauch-, Saum- und lichten bis dichtgeschlossenen Waldgesellschaften. Zahlreiche Einzelbäume, viele Lesesteinhaufen, Totholzstrukturen und zwei durch das Gebiet führende, unversiegelte Wege mit Abbruchstellen erhöhen zusätzlich die kleinräumliche Vielfalt. Die Wiesenpartien sind in Parzellen aufgeteilt, die in regelmässigen Abständen von jeweils ein, zwei oder vier Jahren gemäht werden, so dass in jeder Vegetationsperiode Wiesen unterschiedlich weit fortgeschrittener Versaumung nebeneinander vorliegen. An das Untersuchungsgebiet grenzen im oberen Teil ausgedehnte Wälder, im unteren Teil landwirtschaftlich intensiver genutzte Flächen (Äcker, Futterwiesen, Weiden).

Oberberg

Die rund 13 ha grosse Untersuchungsfläche Oberberg liegt direkt nördlich der Randengemeinde Hemmental; sie erstreckt sich in der Höhenlage von 590-710 m ü.M. ("ziemlich mild" bis "kühl" nach SCHREIBER et al. 1977) und umfasst sowohl Hangbereiche als auch Hochflächen der Randenkalkplatte. Die Untersuchungsfläche setzt sich zusammen aus extensiv genutzten, mehrheitlich mageren und von Wäldern eingerahmten, einschürigen oder seltener zweischürigen Wiesen auf der Randenhochfläche, aus

einem von kleinen Kahlschlagflächen durchsetzten Waldstück und aus einer voll südexponierten Steilhalde, die durch eine quer zur Hangneigung verlaufende Hochhecke in eine obere und eine untere Hälfte geteilt wird; der untere Teil des Hanges ist eine mit Heckengebüschen und Einzelbäumen durchsetzte Schafweide, deren Boden durch die Beweidung eine sehr lückige, steinige und verhältnismässig blütenarme Vegetation aufweist; der obere Teil der Steilhalde wird durch den SBN gepflegt und weist ein eng verzahntes Mosaik aus Hecken, Gebüschen, Einzelbäumen, Lesesteinhaufen, lichten Föhrenbeständen und nährstoffarmen Wiesenpartien auf, die parzellenweise alle ein, drei oder fünf Jahre gemäht werden. Zwei ungeteerte Wege mit randlichen Abbruchstellen bedingen zusammen mit vielen Totholzstrukturen und den oben erwähnten Landschaftselementen eine hohe kleinräumliche Vielfalt.

Mülital

Das Mülital ist ein schmales, maximal 120 m breites und tiefeingeschnittenes Waldtal, das sich von der Randengemeinde Bargen aus über eine Länge von 2 km in Richtung Westsüdwest erstreckt. Die Talsohle, die landwirtschaftlich genutzt wird, steigt vom 630 m hoch liegenden Taleingang kontinuierlich leicht bis auf 720 m an. Die gesamte Talsohle liegt in der Wärmestufe "ziemlich kühl" (SCHREIBER et al. 1977). Zuhinterst im Tal liegt das knapp 3 ha grosse Naturschutzgebiet "Galliwies" mit einem typisch ausgebildeten Bestand der Herbstzeitlosen-Trespenwiese *(Colchiceto-Mesobrometum)*. Ein von Weidengebüsch, Erlen und Hochstauden gesäumter Bachlauf durchzieht das kleine Tal; an den Bachrändern sind stellenweise feuchtere Wiesenflächen ausgebildet. Bedingt durch die tiefgründigeren und nährstoffreicheren Böden sind die Wiesenbestände in grossen Bereichen der Talsohle deutlich frischer und fetter als in weiten Teilen des Randengebietes üblich. Magere und trockenere Wiesen- und Saumformationen sind zur Hauptsache auf die "Galliwies" und auf die schmalen Böschungen der südseitig exponierten Waldränder beschränkt. An den steilen Hängen beidseits des Tales, die sich bis auf eine Höhe von 850 m erheben, stocken ausgedehnte Waldungen. Das Angebot an Kleinstrukturen ist im Gegensatz zu den drei anderen Untersuchungsflächen im Randen verhältnismässig gering: die wenigen Totholzstrukturen werden von einigen Zaunpfählen und von einem Weideunterstand gebildet, entlang der beiden durch das Gebiet führenden unversiegelten Wege sind einige Abbruchstellen vorhanden.
Die Untersuchungsfläche umfasste die gesamte Talsohle und die angrenzenden Waldränder (14,5 ha).

Die folgenden zwei Gebiete wurden für die Charakterisierung der Bienenfauna des Schaffhauser Randens als Kontrastgebiete zu den vier oben beschriebenen Untersuchungsflächen ausgewählt; beide liegen ausserhalb des Randens (Abb. 1).

Brand

Die 5 ha grosse Untersuchungsfläche Brand liegt am nördlichen Stadtrand von Schaffhausen in einer Höhe zwischen 490 m und 530 m ü.M.; sie wird nach SCHREIBER et al. (1977) den Wärmestufen "mild" (mittlere Obst-Ackerbaustufe) bis "ziemlich mild" (obere Obst-Ackerbaustufe) zugerechnet.
Beim bearbeiteten Gebiet handelt es sich um eine Giessereisanddeponie der Georg Fischer AG, die bereits seit mehreren Jahrzehnten in Betrieb ist. Die Deponie liegt über Malmkalken und ist von Wald umgeben; ihre höchsten Erhebungen ragen über die Waldkulisse hinaus.

Das Deponiematerial besteht mehrheitlich aus dunklen Sanden, die aus Belgien stammen und für die Modellierung von Gussformen in der Giessereiindustrie +GF+ verwendet wurden. Durch die jahrzehntelange Ablagerung der Abfallsande sind grosse Halden entstanden, deren Südhänge sich bei Besonnung sehr stark aufheizen und ein extremes Mikroklima bilden. Durch die ständige Sandablagerung und die Überschüttung verbuschender Flächen wurden während Jahrzehnten immer wieder offene Pionierstellen geschaffen. Entsprechend zeichnet sich das Deponieareal botanisch durch ein Mosaik verschiedener, lückiger Ruderalpflanzengesellschaften magerer, warmer und trockener Standorte auf unterschiedlich alten Schüttungsflächen aus; kennzeichnende Arten sind hier unter anderen *Reseda lutea, Erigeron annuus, Tanacetum vulgare, Lepidium ruderale, Erysimum cheiranthoides, Sisymbrium altissimum, Isatis tinctoria, Echium vulgare, Oenothera biennis, Lactuca serriola, Melitotus albus, M. officinalis, Tripleurospermum maritimum, Cirsium vulgare, C. arvense, Carduus crispus, Daucus carota*; grosse Fluren von *Lotus corniculatus* überziehen stellenweise ältere Schüttungsbereiche. Gewisse Hangbereiche im Deponieareal wurden mit Robinien, mehrheitlich aber mit Föhren aufgeforstet, an anderen Stellen stocken Weidengebüsche. Brombeergestrüppe, Gebüsche, Totholzstrukturen in Form von abgestorbenen Bäumen, herumliegenden Baumstämmen und Zaunpfählen sowie grobes Schutt- und Blockmaterial, das zeitweise neben den Giessereisanden im Brand abgelagert wurde, bedingen einen grossen Reichtum an Kleinstrukturen.
Mit in die Untersuchungsfläche einbezogen wurde eine im Südwesten direkt an das Deponieareal grenzende, 0,4 ha grosse, einschürige Trespen-Halbtrockenwiese auf Kalkuntergrund, die an ihrem nordwestlichen Rand über einen gut ausgebildeten Kraut- und Strauchsaum in einen lichten und nach Südosten exponierten Waldrand mit vielen Föhren übergeht. Die Wiesen- und Saumvegetation setzt sich aus so typischen Arten zusammen wie *Salvia pratensis, Onobrychis viciifolia, Hippocrepis comosa, Teucrium chamaedrys, Medicago falcata, M. sativa, Campanula rotundifolia, C. rapunculus, Scabiosa columbaria, Anthyllis vulneraria, Orchis militaris, Ononis spinosa, Centaurea scabiosa, Stachys recta, Helianthemum nummularium, Linum tenuifolium, Thesium bavarum, Anthericum ramosum* u.a.
In bezug auf die Fauna der Untersuchungsfläche ist unter den Tagfaltern *Coenonympha arcania*, unter den Heuschrecken *Oedipoda coerulescens* erwähnenswert; Brutvögel im Deponieareal sind Baumpieper *(Anthus trivialis)* und Goldammer (*Emberiza citrinella*); die Zauneidechse (*Lacerta agilis*) ist im Brand sehr häufig und A. Krebs, Winterthur, (mündl. Mitt.), beobachtete hier vor wenigen Jahren die Schlingnatter (*Coronilla austriaca).*

Berg

Die Untersuchungsfläche Berg liegt an einem steil gegen den Rhein abfallenden, nach Osten exponierten Hang südlich von Rüdlingen/SH; geologisch wird sie von sandigen Molasseablagerungen des Tertiärs (Untere Süsswassermolasse und Obere Meeresmolasse) geprägt (WEBER 1928); die Böden in deren Bereich sind tiefgründig und nährstoffreich und weisen eine sandig-lehmige Struktur auf.
Das bearbeitete Gebiet umfasst eine 9 ha grosse Fläche in der unteren Hälfte des Flussabhanges. In die Untersuchungsfläche miteingeschlossen wurde zusätzlich ein Weichholzauenbestand, der sich nordöstlich des Ostabfalles als schmales Band ein Stück weit dem Rheinlauf entlang zieht. Die Untersuchungsfläche liegt zwischen 350 m (Rheinufer) und 410 m ü.M. hoch und wird von SCHREIBER et al. (1977) als "sehr mild" (untere Obst-Ackerbaustufe) bis "mild" (mittlere Obst-Ackerbaustufe) eingestuft. Im Süden begrenzen Wälder, im Norden das Siedlungsgebiet von Rüdlingen die Untersuchungsfläche.

Auf grossen Teilen des Hangbereiches wird Wein angebaut, die restliche Fläche nehmen Schafweiden und Wiesen ein, die mit einzelnen Obstbäumen bestanden und verhältnismässig nährstoffreich sind. Der meist lückige Unterwuchs der Rebberge weist im Frühjahr eine prächtige Unkrautflora auf mit verschiedenen, mehrheitlich stickstofflie-benden Arten wie *Lamium purpureum, L. maculatum, Veronica persica, Senecio vulgaris, Taraxacum officinale, Glechoma hederacea, Ajuga reptans, Stellaria media, Capsella bursa-pastoris, Muscari racemosum, Ornithogalum umbellatum* u.a.; den Sommeraspekt der Rebbergvegetation bilden zur Hauptsache *Achillea millefolium, Erigeron annuus, Daucus carota, Crepis capillaris, Galinsoga parviflora* u.a.
Eine auf halber Höhe des Flussabhanges quer zur Hangneigung verlaufende, mehrere Meter hohe Steilstufe, die mit einer artenreichen Baum- und Buschhecke bewachsen ist, grenzt die Untersuchungsfläche nach oben ab; stellenweise treten an nicht bewachsenen bzw. nicht überwucherten Partien der Geländestufe nackte Steilwände aus Molassesandstein zu Tage, die nach Osten exponiert sind und hervorragende Nistplätze für zahlreiche Stechimmen bilden.
Mehrere, teilweise ungeteerte Wege kreuzen den Hang. Bedingt durch die starke Landnutzung ist das Angebot an Kleinstrukturen nur gering; Totholzstrukturen sind nur wenige vorhanden und beschränken sich mit Ausnahme zweier Holzschuppen auf das schattige Innere des Weichholzauenbestandes.
An die Weichholzaue, deren Baumschicht grossenteils aus Weiden, Pappeln und Erlen zusammengesetzt ist, schliesst sich am Rheinufer ein schmaler Schilfsaum an.
Charakteristische Brutvögel des Untersuchungsgebietes sind Hänfling (*Acanthis cannabina*) und Girlitz (*Serinus serinus*); am gegenüberliegenden Rheinufer brütete im Untersuchungsjahr der Eisvogel (*Alcedo atthis*) und in der weiteren Umgebung horstete ein Baumfalken-Paar *(Falco subbueto*); der schmale Schilfgürtel ist Nistplatz des Teichrohrsängers (*Acrocephalus scirpaceus*).

2.2. Material und Methoden

Da für die Charakterisierung der Bienenfauna des Schaffhauser Randens eine flächendeckende faunistische Bearbeitung des gesamten Gebietes nicht in Frage kam, wurden in den beiden Untersuchungsjahren 1988 und 1989 insgesamt sechs Untersuchungsflächen ausgeschieden (vgl. 2.1.). Vier davon (Gräte, Ladel, Oberberg, Mülital) liegen im Randengebiet selber, zwei Flächen (Brand, Berg) befinden sich ausserhalb des eigentlichen Randens; sie sind im Sinne von Kontrastgebieten ausgewählt worden. Bei der Auswahl der vier Flächen im Randen wurde darauf geachtet, dass alle charakteristischen Lebensraumtypen des Randengebietes, die für die Bienen von Wichtigkeit sind, in mindestens einer der Untersuchungsflächen vorhanden waren. 1988 sind vier (Gräte, Ladel, Mülital, Brand), 1989 zwei Flächen (Oberberg, Berg) auf die Zusammensetzung ihrer Bienenfauna hin untersucht worden. Dazu wurde jede Fläche zwischen Ende März und Ende August bei günstiger Witterung zehnmal während jeweils 3-6 h begangen; die jahreszeitliche Verteilung der einzelnen Begehungen ist

aus Tab. 1 ersichtlich. Mit der faunistischen Erfassung der Hummeln (*Bombus*) und Schmarotzerhummeln (*Psithyrus*) wurde in beiden Untersuchungsjahren jeweils erst im Lauf des Juni begonnen.

	März		April					Mai						Juni						Juli						August			
	25	30	05	10	15	20	25	30	05	10	15	20	25	30	05	10	15	20	25	30	05	10	15	20	25	30	05	10	15	20
1988																														
Gräte				x		x		x		x			x			x			x			x			x			x	x	
Ladel					x	x				x		x			x			x				x		x			x		x	
Mülital					x	x				x		x				x			x				x		x		x		x	
Brand				x	x			x		x			x			x			x			x			x				x	
1989																														
Oberberg			x			x		x			x					x			x		x			x					x	
Berg		x				x		x			x		x				x			x			x				x		x	

Tab.1: Jahreszeitliche Verteilung der Begehungen in den sechs Untersuchungsflächen im Untersuchungszeitraum

Die Bienen fing ich mit Hilfe eines Insektennetzes an Blüten, an potentiellen und tatsächlichen Nistplätzen, an Schwarmplätzen usw. Leicht kenntliche und bereits im Gelände sicher bestimmbare Arten wurden nach dem Fang wieder freigelassen (Kontrollfänge); unbekannte oder nur mit optischen Hilfsmitteln sicher anzusprechende Arten wurden im Tötungsglas mit Essigsäureethylester ("Essigether") narkotisiert und zu Hause genadelt und etikettiert (Sammelfänge). Die für die Determination der ♂ oft unerlässlichen Kopulationsapparate wurden bei allen ♂ der Gattungen *Colletes, Hylaeus, Andrena, Halictus, Lasioglossum, Sphecodes*, *Bombus* und *Psithyrus* herauspräpariert, ebenso bei den ♂ einiger *Osmia*- und *Megachile*-Arten.

In den vier Untersuchungsflächen, die 1988 faunistisch bearbeitet worden sind, wurden im Vorfrühling an besonnten Stellen an Baumstämmen, Baumstubben und Holzwänden, an Sträuchern und entlang von Hecken Kunstnester aufgehängt. Zum Einsatz kamen insgesamt rund 60 Holzblöcke aus Eiche (16 x 8 x 12 cm) mit jeweils 21 Bohrlöchern verschiedener Weite (0,2 - 1 cm) und Tiefe (4,5 - 10,5 cm) und 40 dichtgepackte, in Konservendosen untergebrachte Bündel aus markhaltigen und hohlen Pflanzenstengeln. Holzblöcke, deren Bohrlöcher grösstenteils belegt waren, wurden im Lauf des Sommers durch neue ersetzt. Die Kunstnester wurden im Herbst eingesammelt, an einem regengeschützten Platz im Freien überwintert und bis zum Schlüpfen der Imagines getrennt aufbewahrt. Da der Erfolg der Methode des Aushängens von Kunstnestern vom faunistischen Standpunkt aus sehr bescheiden war, verzichtete ich im zweiten Jahr auf das erneute Ausbringen von Holzblöcken und Pflanzenstengelbündeln. Von ganz vereinzelten Ausnahmen abgesehen (*Chelostoma florisomne* und *Osmia*

coerulescens in den Untersuchungsflächen Brand bzw. Ladel) wurden alle durch Zucht belegten Arten bereits auf den Sammelbegehungen nachgewiesen.
Für die Untersuchungsfläche Oberberg sind für die Auswertung auch vereinzelte Funde aus dem Jahr 1987 berücksichtigt worden. Ebenfalls mitberücksichtigt habe ich einige wenige Funde aus den Jahren 1988 und 1989, welche bei zufälligen Besuchen der Untersuchungsflächen ausserhalb der regulären Begehungen gemacht wurden.
Durch die erwähnten Fang- und Zuchtmethoden kamen insgesamt rund 3500 Individuen zur Auswertung; davon entfallen 3000 auf Sammelfänge, 400 auf Kontrollfänge und 100 auf Zuchten. Alle gesammelten Bienen befinden sich in meiner Sammlung.
Während der Jahre 1988, 1989 und 1990 stiess ich in der Region Schaffhausen auf einige Bienenarten, die in den sechs Untersuchungsflächen nicht aufgefunden werden konnten. Da es sich bei den betreffenden Arten aus faunistischer Sicht um interessante Nachweise handelt, sind diese in 3.3. aufgelistet worden.
Die Determination der Bienen erfolgte mit Hilfe eines Stereomikroskopes bei 10 und 40facher Vergrösserung. Als Grundlage für die Bestimmung der Arten diente der Apoidea-Teil in SCHMIEDEKNECHT (1930) in Kombination mit der Arbeit von WESTRICH (1984), mit deren Hilfe die oft verwirrende Nomenklatur gelöst werden konnte. Da die Bestimmungstabellen im Werk von SCHMIEDEKNECHT für einzelne Gattungen veraltet und nicht mehr ausreichend sind, wurden die folgenden Originalarbeiten herangezogen: für *Hylaeus* DATHE (1980); für *Halictus* und *Lasioglossum* EBMER (1969-1971; 1974); für *Sphecodes* SUSTERA (1959) und LOMHOLDT (1977); für *Andrena* DYLEWSKA (1987); für *Megachile* DORN & WEBER (1988); für *Osmia* (pt.) TKALCU (1975); für *Nomada* (pt.) STOECKHERT (1941); für *Bombus* und *Psithyrus* MAUSS (1986) und AMIET (1989a).
Die Bestimmung zahlreicher Arten, darunter alle problematischen und faunistisch interessanten, wurde von Felix Amiet, Solothurn, und Paul Westrich, Karlsruhe, überprüft (vgl. Tab. 2).
Die Nomenklatur der Bienen richtet sich nach WESTRICH (1989).

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Die Artenzusammensetzung in den sechs Untersuchungsflächen

Das Artenspektrum der einzelnen Untersuchungsflächen ist in Tab. 2 angegeben, die zusätzlich durch Angaben zu Nistweise, Sozialverhalten und Blütenbesuch ergänzt wurde. Die Zusatzangaben, die aus der Literatur entnommen wurden, werden später in 3.2. für die Charakterisierung der Bienenfauna des Schaffhauser Randens verwendet.

Tab. 2: Liste der in den sechs Untersuchungsflächen nachgewiesenen Bienenarten im Untersuchungszeitraum (vgl. Erläuterungen am Fuss der Tabelle)

	Gräte	Ladel	Oberberg	Mülital	Brand	Berg	Nistweise	Sozialverhalten	Blütenbesuch
Colletidae									
Colletes cunicularius (Linnaeus 1761)					I	I	1a	solitär	Salix
C. daviesanus Smith 1846						II	1	solitär	Asteraceae
×*C. similis* Schenck 1853	I		I		III	I	1	solitär	Asteraceae
Hylaeus annularis (Kirby 1802)	I				I	I	2a/3	solitär	polylektisch
H. brevicornis Nylander 1852 / *gredleri* Förster 1871[1)]	III	II	II	I	II	I	2a/3	solitär	polylektisch
H. clypearis (Schenck 1853)					I		2a/3	solitär	polylektisch
H. communis Nylander 1852	II	II	I	II	II	I	2a/3	solitär	polylektisch
H. confusus Nylander 1852	II	III	I	II	I	II	2a/3	solitär	polylektisch
H. cornutus Curtis 1831		I			II		2a/3	solitär	polylektisch
H. difformis (Eversmann 1852)						I	2a/3	solitär	polylektisch
×*H. gracilicornis* (Morawitz 1867)					I	I	2a/3	solitär	polylektisch?
H. hyalinatus Smith 1842)	I				II	II	2a/3	solitär	polylektisch
H. nigritus (Fabricius 1798)	I	I	I		I	II	3	solitär	Asteraceae
H. signatus (Panzer 1798)	I	I			III	III	2a/3	solitär	Reseda
×*H. sinuatus* (Schenck 1853)	I		I		I		2a/3	solitär	polylektisch
H. styriacus Förster 1871)	I	III	I	I	II		2a/3	solitär	polylektisch
Andrenidae									
Andrena barbilabris (Kirby 1802)					III		1a	solitär	polylektisch
A. bicolor Fabricius 1775	II	II	II	II	I	I	1	solitär	polylektisch
×*A. bucephala* Stephens 1846		I	I				1	kommunal	polylektisch
A. chrysosceles (Kirby 1802)	I	I	I	I		I	1	solitär	polylektisch
A. cineraria (Linnaeus 1758)						I	1	solitär	polylektisch
×*A. combinata* (Christ 1791)	I	II	II	I	I		1	solitär	polylektisch
×*A. dorsata* (Kirby 1802)					I		1	solitär	polylektisch
A. falsifica Perkins 1915	II	I	I				1	solitär	polylektisch
A. flavipes Panzer 1799			I		II	II	1	solitär	polylektisch
A. florea Fabricius 1793	I	II				III	1	solitär	Bryonia
A. fucata Smith 1847					I		1	solitär	polylektisch
A. fulva (Müller 1766)			I		I	I	1	solitär	polylektisch
A. fulvago (Christ 1791)						I	1	solitär	Asteraceae
A. fulvata Stoeckhert 1930	I	I	I	II		I	1	solitär	polylektisch
A. gravida Imhoff 1832	I	II	II	I	I	I	1	solitär	polylektisch
A. haemorrhoa (Fabricius 1781)	I	I	I	III	II	III	1	solitär	polylektisch
A. hattorfiana (Fabricius 1775)						I	1	solitär	Dipsacaceae
A. helvola (Linnaeus 1758)	I	I	I	II	II	I	1	solitär	polylektisch
A. humilis Imhoff 1832	I	I	I	I	I	I	1	solitär	Asteraceae
×*A. intermedia* Thomson 1872			I		II		1	solitär	Fabaceae
A. jacobi Perkins 1921			I	I	I	I	1	kommunal	polylektisch
×*A. minutula* (Kirby 1802)	II	II		I	I	II	1	solitär	polylektisch
A. minutuloides Perkins 1914	II	I	I	II	I	I	1	solitär	polylektisch
A. mitis Schmiedeknecht 1883						I	1a	solitär	Salix
A. nana (Kirby 1802)	I				I		1	solitär	polylektisch
A. nigroaenea (Kirby 1802)		I		I	II		1	solitär	polylektisch
A. nitida (Müller 1776)	II	II	II	II	I	II	1	solitär	polylektisch
A. ovatula (Kirby 1802)					I		1	solitär	polylektisch
A. pandellei Pérez 1895			I				1	solitär	Campanula
×*A. praecox* (Scopoli 1763)						II	1a	solitär	Salix
A. proxima (Kirby 1802)	I	I	II	I		I	1	solitär	Apiaceae
×*A. rugulosa* Stoeckhert 1935			I	I			1	solitär	polylektisch
A. strohmella Stoeckhert 1928	III	II	III	III	II	II	1	solitär	polylektisch?
×*A. subopaca* Nylander 1848	II	II	II	II	I	I	1	solitär	polylektisch
A. tibialis (Kirby 1802)					I		1a	solitär	polylektisch
A. vaga Panzer 1799				I	I	II	1a	solitär	Salix
A. ventralis Imhoff 1832						I	1	solitär	Salix
A. viridescens Viereck 1916	I	I	I			II	1	solitär	Veronica
×*A. wilkella* (Kirby 1802)	I				I		1	solitär	Fabaceae

Panurgus calcaratus (Scopoli 1763)						I	1	kommunal	Asteraceae
Halictidae									
Halictus maculatus Smith 1848	I		I			I	1	prim.-eusoz.	polylektisch
H. rubicundus (Christ 1791)				I	I	I	1	prim.-eusoz.	polylektisch
H. sexcinctus (Fabricius 1775)					III		1a	solitär	polylektisch
H. simplex Blüthgen 1923	III	III	III	II	II		1	prim.-eusoz.?	polylektisch
×*H. subauratus* (Rossi 1792)					I		1a	prim.-eusoz.	polylektisch
×*H. tumulorum* (Linnaeus 1758)	III	III	III	II	I	II	1	prim.-eusoz.	polylektisch
×*Lasioglossum albipes* (Fabricius 1781)	III	II	II	III		II	1	solitär?	polylektisch
×*L. calceatum* (Scopoli 1763)	III	III	III	III	II	II	1	prim.-eusoz.	polylektisch
L. fulvicorne (Kirby 1802)	III	III	III	III	I	I	1	solitär?	polylektisch
×*L. intermedium* (Schenck 1868)					II		1a	solitär?	polylektisch
L. laevigatum (Kirby 1802)	I	I	I	I		I	1	solitär	polylektisch
L. laticeps (Schenck 1868)	II	II	III	I	III	II	1	prim.-eusoz.	polylektisch
L. lativentre (Schenck 1853)			I	I	I	I	1	solitär	polylektisch
L. leucopus (Kirby 1802)	I	I		I			1	solitär?	polylektisch
L. leucozonium (Schrank 1781)	II	II	II	I	I	II	1	solitär	polylektisch
×*L. limbellum* (Morawitz 1876)					II		1	solitär?	polylektisch
×*L. lucidulum* (Schenck 1861)					I	I	1a	solitär?	polylektisch
L. malachurum (Kirby 1802)			I			I	1	prim.-eusoz.	polylektisch
×*L. minutissimum* (Kirby 1802)						I	1	solitär?	polylektisch
L. minutulum (Schenck 1853)	I	II					1	solitär?	polylektisch
L. morio (Fabricius 1793)	III	III	III		II	II	1	prim.-eusoz.	polylektisch
L. nitidiusculum (Kirby 1802)	I			I		III	1	solitär	polylektisch
L. nitidulum (Fabricius 1804)						II	1	solitär?	polylektisch
L. parvulum (Schenck 1853)		I	I	I		II	1	solitär?	polylektisch
L. pauxillum (Schenck 1853)	III	III	III	I	I	III	1	prim.-eusoz.	polylektisch
L. politum (Schenck 1853)					III		1a	prim.-eusoz.	polylektisch
L. punctatissimum (Schenck 1853)	I	I	I	I	I	I	1	solitär?	polylektisch
L. rufitarse (Zetterstedt 1838)	I		I	II			1	solitär	polylektisch
×*L. semilucens* (Alfken 1914)		I			I	I	1	solitär?	polylektisch?
×*L. sexstrigatum* (Schenck 1868)						I	1a	solitär	polylektisch
L. villosulum (Kirby 1802)	III	III	II	I	II	II	1	solitär	polylektisch
L. xanthopus (Kirby 1802)	II	II	II				1	solitär	polylektisch
×*L. zonulum* (Smith 1848)		I				II	1	solitär	polylektisch
×*Sphecodes crassus* Thomson 1870		I	I	I			P		
×*S. ephippius* (Linnaeus 1767)	II	III	II	II	II	I	P		
×*S. ferruginatus* Hagens 1882	I	I	III		I	I	P		
×*S. geofrellus* (Kirby 1802)		I		I		I	P		
×*S. gibbus* (Linnaeus 1758)	I	I	I		I		P		
×*S. hyalinatus* Hagens 1882	I	II	II	I	I		P		
×*S. longulus* Hagens 1882					I	I	P		
×*S. miniatus* Hagens 1882 / *marginatus* Hagens 1882 [1]	I	I				II	P		
×*S. monilicornis* (Kirby 1802)		I	I	I	I	II	P		
S. niger Hagens 1882						I	P		
×*S. puncticeps* Thomson 1870	I	I		I	I	I	P		
Dufourea dentiventris (Nylander 1848)		I					1	solitär	Campanula
Melittidae									
Melitta haemorrhoidalis (Fabricius 1775)	II	II	I	II	I	I	1	solitär	Campanula
M. leporina (Panzer 1799)					II		1	solitär	Fabaceae
Megachilidae									
Trachusa byssina (Panzer 1798)	II	II	I	I	II		1	solitär	Fabaceae
Anthidium manicatum (Linnaeus 1758)	II		I			I	3	solitär	polylektisch
A. oblongatum (Illiger 1806)	I		I		I		3	solitär	polylektisch
A. punctatum Latreille 1809	II				I		3	solitär	polylektisch

A. strigatum (Panzer 1805)	I	I		I	II		5	solitär	polylektisch
Stelis minuta Lepeletier & Serville 1825	I						P		
S. ornatula (Klug 1807)	I	I					P		
S. punctulatissima (Kirby 1802)	I	I					P		
S. signata (Latreille 1809)	I						P		
Heriades truncorum (Linnaeus 1758)	II	II	II	I	I	I	3a	solitär	Asteraceae
Chelostoma campanularum (Kirby 1802)	I	I	I	I	I	II	3a	solitär	Campanula
C. distinctum Stoeckhert 1929	I		I			II	3a	solitär	Campanula
C. florisomne (Linnaeus 1758)	II	II	I	I	I	I	3a	solitär	Ranunculus
C. fuliginosum (Panzer 1798)	II	II	II	I	I	I	3a	solitär	Campanula
Osmia aurulenta (Panzer 1799)	II	II	II		I	I	4	solitär	polylektisch
O. bicolor (Schrank 1781)	III	III	III	II			4	solitär	polylektisch
O. claviventris (Thomson 1872)	I	I		I			2a	solitär	polylektisch
O. coerulescens (Linnaeus 1758)		I			I	I	3	solitär	polylektisch
O. cornuta (Latreille 1805)					I		3	solitär	polylektisch
O. gallarum Spinola 1808						I	3	solitär	Fabaceae
O. leaiana (Kirby 1802)	I			I			3a	solitär	Asteraceae
O. leucomelana (Kirby 1802)	I	I	I		I	I	2a	solitär	polylektisch
O. parietina Curtis 1828	I	I	I				3a	solitär	polylektisch
× *O. pilicornis* Smith 1846		I	I				?	solitär	polylektisch
O. ravouxi Pérez 1902	I						5	solitär	Fabaceae
O. rufa (Linnaeus 1758)	I	I	I		II	III	3	solitär	polylektisch
O. rufohirta Latreille 1811	II	II	II		I		4	solitär	polylektisch
O. spinulosa (Kirby 1802)	III	III	II				4	solitär	Asteraceae
× *O. xanthomelana* (Kirby 1802)	I	I	I	I	I		5	solitär	Fabaceae
Megachile centuncularis (Linnaeus 1758)	I						3	solitär	polylektisch
M. circumcincta (Kirby 1802)					I		1/3	solitär	polylektisch
M. ericetorum Lepeletier 1841	II				I	I	3	solitär	Fabaceae
M. ligniseca (Kirby 1802)						I	3a	solitär	polylektisch
M. nigriventris (Schenck 1870)	I	I		I	I		2b	solitär	Fabaceae
M. parietina (Geoffroy 1785) [2]		(I)					5	solitär	polylektisch
M. versicolor Smith 1844	I	I	I	I	II		2a/3	solitär	polylektisch
× *M. willughbiella* (Kirby 1802)	II	I	II		II		2b/3	solitär	polylektisch
Coelioxys aurolimbata Förster 1853	I						P		
× *C. inermis* (Kirby 1802)	I				I		P		
Anthophoridae									
Nomada alboguttata Herrich-Schäffer 1839					I		P		
N. atroscutellaris Strand 1921						I	P		
N. bifasciata Olivier 1811	I		I			I	P		
N. bifida Thomson 1872				I	I		P		
× *N. castellana* Dusmet 1913	I	I		I			P		
N. fabriciana (Linnaeus 1767)	I	I	I				P		
N. flava Panzer 1798	I	I	I	I	I	I	P		
N. flavoguttata (Kirby 1802)	II	II	II	I	I	I	P		
N. goodeniana (Kirby 1802) / *succincta* Panzer 1798 [1]	I	I	I				P		
× *N. hirtipes* Pérez 1884		I	II				P		
N. integra Brullé 1832			I				P		
N. marshamella (Kirby 1802)	I	I		I	I	I	P		
× *N. panzeri* Lepeletier 1841	I		I	I			P		
× *N. piccioliana* Magretti 1883		I					P		
N. sexfasciata Panzer 1799				I		I	P		
N. signata Jurine 1807				I			P		
× *N. striata* Fabricius 1793						I	P		
Anthophora acervorum (Linnaeus 1758)			II	I	I	III	1	solitär	polylektisch
A. furcata (Panzer 1798)					I	I	2b	solitär	Lamiaceae
Melecta punctata (Fabricius 1775)				I	I	III	P		

Abb. 1: Untersuchungsgebiet und Untersuchungsflächen (reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 15. 10. 1990

Eucera longicornis (Linnaeus 1758)						I	1	solitär	Fabaceae
E. tuberculata (Fabricius 1793)				I		II	1	solitär	Fabaceae
Ceratina cyanea (Kirby 1802)	I	I	I	I	II	I	2a	solitär	polylektisch
Apidae									
Bombus hortorum (Linnaeus 1761)	x	x	x	x	x		6	prim.-eusoz.	polylektisch
B. humilis Illiger 1806	x	x	x	x	x	x	6	prim.-eusoz.	polylektisch
B. hypnorum (Linnaeus 1758)	x	x	x	x	x		6	prim.-eusoz.	polylektisch
B. lapidarius (Linnaeus 1758)	x	x	x	x	x	x	6	prim.-eusoz.	polylektisch
×*B. lucorum* (Linnaeus 1761)	x	x	x	x	x	x	6	prim.-eusoz.	polylektisch
×*B. muscorum* (Linnaeus 1758)	x						6	prim.-eusoz.	polylektisch
B. pascuorum (Scopoli 1763)	x	x	x	x	x	x	6	prim.-eusoz.	polylektisch
B. pratorum (Linnaeus 1761)		x	x	x		x	6	prim.-eusoz.	polylektisch
×*B. subterraneus* (Linnaeus 1758)				x			6	prim.-eusoz.	polylektisch
B. sylvarum (Linnaeus 1761)	x	x	x				6	prim.-eusoz.	polylektisch
×*B. terrestris* (Linnaeus 1758)		x	x		x	x	6	prim.-eusoz.	polylektisch
B. wurfleini Radoszkowski 1859	x		x				6	prim.-eusoz.	polylektisch
Psithyrus barbutellus (Kirby 1802)		x		x	x	x	P		
P. bohemicus (Seidl 1837)	x	x	x	x	x		P		
P. campestris (Panzer 1801)						x	P		
P. rupestris (Fabricius 1793)	x			x			P		
P. sylvestris (Lepeletier 1832)	x	x		x	x		P		

Erläuterungen zu Tab. 2:

x Bestimmung oder Nachprüfung eines oder mehrerer Exemplare durch Felix Amiet, Solothurn, bzw. durch Paul Westrich, Karlsruhe.

1) Bei den betreffenden Artenpaaren ist noch unklar, ob es sich um zwei eigenständige Arten handelt (WESTRICH 1989); sie werden in der vorliegenden Arbeit deshalb nicht getrennt.

2) Vgl. Kapitel 3.3.

Häufigkeit: Die einzelnen Bienenarten werden grob drei Häufigkeitsklassen zugeordnet. Für die Einteilung einer Art in eine der drei Klassen war einzig die Summe der gefangenen und der beobachteten Individuen (Sammel- und Kontrollfänge) während der zehn Begehungen ausschlaggebend, welche pro Untersuchungsfläche und Untersuchungsjahr durchgeführt wurden (vgl. 2.2.). Die drei Häufigkeitsklassen sind folgendermassen definiert:

I = 1-5 Individuen pro Untersuchungsjahr (Einzeltiere bis kleine Population)
II = 6-18 Individuen pro Untersuchungsjahr (kleine bis mittelgrosse Population)
III = 19 - Individuen pro Untersuchungsjahr (mittelgrosse bis grosse Population)

Bei der Interpretation der Häufigkeiten ist Vorsicht am Platz, zu grob sind die Einteilungskriterien. Die Angaben sollen nur oberflächliche Vergleiche der relativen Häufigkeiten zwischen Bienenarten innerhalb und zwischen den Untersuchungsgebieten ermöglichen. Bei der Einteilung konnte die Fang- bzw. Beobachtungswahrscheinlichkeit (Kleinheit, Auffälligkeit) nicht berücksichtigt werden, ebensowenig wie die Biologie der einzelnen Arten (Generationenverhältnisse, Sozialverhalten); so wurde, um ein Beispiel zu geben, bei bivoltinen Arten die gefangenen und beobachteten Individuen beider Generationen zusammengezählt; oder: bei den sozialen Halictiden ist die Zahl der überwinterten ♀ und die Zahl ihrer noch im gleichen Jahr schlüpfenden Nachkommen aufsummiert worden. Obwohl dieses Vorgehen von der unterschiedlichen Bionomie der einzelnen Arten her nicht gerechtfertigt erscheint, ist es doch dadurch begründet, dass vom Habitat her gesehen (Ressourcennutzung etc.) einzig die Zahl der Individuen wichtig ist.

Da die faunistische Erfassung der Hummeln (*Bombus*) und Schmarotzerhummeln (*Psithyrus*) erst ab Mitte Juni begann (vgl. 2.2.), wurde bei ihnen auf eine Einteilung in Häufigkeitsklassen verzichtet.

Nistweise: Der grossen Vielfalt an unterschiedlichen Nistweisen der einheimischen Bienen versuchte ich mit der folgenden Einteilung gerecht zu werden:

1 selbstgegrabene Nester im Erdboden oder in Steilwänden
  1a ausgeprägte Vorliebe für sandige Böden
2 selbstgenagte Nester
  2a im Mark dürrer Pflanzenstengel
  2b in Morschholz
3 Nester in Hohlräumen der verschiedensten Art (Erd-, Felsspalten, Spalten in Steilwänden, Mauerritzen, Mörtelfugen, verlassene Stechimmennester, Geröll, Pflanzengallen, Käferfrassgänge, hohle Pflanzenstengel)
  3a ausgeprägte Vorliebe für Käferfrassgänge in Altholz oder (seltener) für hohle Pflanzenstengel
2/3 selbstgenagte Nester in Mark/Morschholz und/oder in vorgefundenen Hohlräumen wie Käferfrassgängen oder hohlen Pflanzenstengeln (diese Kombination ist für viele Arten der Gattung *Hylaeus* und einige *Megachile*-Arten gültig)
4 Nester in leeren Schneckengehäusen
5 Nester aus Pflanzenharz oder mineralischem Mörtel frei an einem Substrat (Steine, Mauern, Baumstämme, Zweige, Erdboden)
6 Nester aus Wachszellen in grösseren Hohlräumen in Kleinsäugernestern, Baumhöhlen, unter Moospolstern und Grasbüscheln etc. (Hummeln)
P Kuckucksbienen

Die Nistweisen 2-5 werden als hypergäisch bezeichnet und der endogäischen Nistweise 1 gegenübergestellt, auch wenn die vereinzelten Arten, die bespielsweise in Erdspalten o.ä. nisten (Nistweise 3) streng genommen als endogäisch zu gelten hätten.
Die Zuordnung der einzelnen Arten zur obigen Einteilung erfolgte mittels der Angaben in WESTRICH (1989); allerdings ist von zahlreichen Arten (z.B. innerhalb der Gattung *Hylaeus* oder innerhalb der Megachilidae) das gesamte Spektrum der benutzten Substrate zur Nestanlage noch zu wenig bekannt, so dass die erfolgte Einteilung teilweise provisorisch ist.

Sozialverhalten: Die Angaben zum Sozialverhalten stammen aus WESTRICH (1989); für die Definitionen der unterschiedlichen Sozietätsstufen (kommunal, primitiv-eusozial) vgl. MICHENER (1974). Für überraschend viele einheimische Furchenbienen (Halictidae) ist noch unklar, ob sie eine solitäre oder soziale Lebensweise besitzen; die betreffenden Arten sind in Tab. 2 mit "solitär ?" bezeichnet; sie wurden für die Bestimmung des Prozentsatzes an sozialen Arten in den Untersuchungsflächen in 3.2.3. vorläufig zu den solitären Arten gezählt.

Blütenbesuch: Beim Blütenbesuch wird zwischen oligolektischen (Pollenspezialisierung auf eine bestimmte Pflanzengattung bzw. Pflanzenfamilie) und polylektischen (Pollenquellen gehören zu zwei bis vielen Pflanzenfamilien) Bienenarten unterschieden (WESTRICH & SCHMIDT 1986). Allerdings ist die Trennung zwischen den beiden Gruppen nicht so scharf, wie dies die zwei Begriffe scheinbar zum Ausdruck bringen, denn auch polylektische Arten können in Bezug auf das Pollensammeln mehr oder weniger eingeschränkt sein und sammeln längst nicht auf allen verfügbaren Pflanzenarten Pollen; mangels genügender Kenntnisse wurde aber darauf verzichtet, die polylektischen Arten weiter zu unterteilen. Die Angaben zum Blütenbesuch spezialisierter Bienenarten wurden dem Werk von WESTRICH (1989) entnommen.

Der Versuch, die einzelnen Arten je nach ihren Wärmeansprüchen bestimmten ökologischen Typen zuzuordnen, wie dies PITTIONI & SCHMIDT (1942, 1943) für das niederösterreichische Flachland und WESTRICH (1979, 1980) für das Tübinger Gebiet gemacht haben, musste leider in der vorliegenden Arbeit aufgegeben werden; zu wenig ist über die ökologischen Ansprüche der einzelnen Arten und ihre genaue Verbreitung im bearbeiteten Gebiet bekannt, als dass eine derartige Einteilung hätte gewagt werden können.

Im Untersuchungszeitraum wurden in den sechs faunistisch bearbeiteten Gebieten insgesamt 182 Bienenarten nachgewiesen; dazu kommen noch 17 weitere Arten, die ausserhalb der Untersuchungsflächen für die Region Schaffhausen zusätzlich belegt werden konnten (vgl. 3.3.). Die ermittelte Artenzahl für die Region Schaffhausen ist mit 199 Bienenarten mit den Verhältnissen in den faunistisch gut untersuchten Gebieten im süddeutschen Raum und in der Westschweiz vergleichbar: GAUSS (1971, 1974) gibt für das Wutachgebiet 177 Arten und für das Taubergiessengebiet 166 Arten an, KLUG (1965) listet gesamthaft 163 Arten für seine drei Untersuchungsgebiete in der Umgebung von Freiburg i. Br. auf, WESTRICH (1979, 1980) ermittelte im Raum Tübingen 186 Arten und BRECHTEL (1986) 210 Arten für sein Untersuchungsgebiet in der Südpfalz nach; in knapp zehnjähriger Sammelzeit fand AMIET (1977) in der Umgebung von Solothurn 238 Arten und die Auswertung des in 30jähriger Sammeltätigkeit zusammengetragenen Bienenmaterials durch DE BEAUMONT (1955) ergab 261 Arten für das Gebiet zwischen Neuenburg und Biel.
Die festgestellten Artenzahlen für die sechs Untersuchungsflächen schwanken zwischen 82 und 107 Arten (Tab. 3). In Tab. 3 ist die Anzahl Arten zusätzlich noch nach ihrer Familienzugehörigkeit aufgeschlüsselt.
Berücksichtigt man nur die vier Gebiete Gräte, Ladel, Oberberg und Mülital, die alle im Randen selber liegen, kommt man für das Randengebiet auf eine Gesamtzahl von 142 Bienenarten.

	Gräte (1)	Ladel (2)	Oberberg (3)	Mülital (4)	Brand (5)	Berg (6)	"Randen" (1-4)	total (1-6)
total	107	98	94	82	106	104	142	182
Colletidae	10	7	7	4	14	12	11	16
Andrenidae	19	19	22	18	24	26	28	40
Halictidae	24	28	24	23	26	31	34	45
Melittidae	1	1	1	1	2	1	1	2
Megachilidae	32	22	19	12	21	13	34	39
Anthophoridae	9	9	10	12	9	13	18	23
Apidae	12	12	11	12	10	8	16	17

Tab.3: Artenanzahlen in den sechs Untersuchungsflächen

Um die Verwandtschaft der sechs Untersuchungsflächen in Hinsicht auf ihre Artenzusammensetzung zu ermitteln, wurden die Ähnlichkeitskoeffizienten nach Jaccard berechnet (UDVARDY 1969):

$$S = \frac{c}{a+b-c}$$

c = Anzahl Arten, die beiden Gebieten a und b gemeinsam ist
a, b = Anzahl Arten in den Gebieten a bzw. b

Die erhaltenen Ähnlichkeitskoeffizienten wurden einer Cluster-Analyse unterzogen; das resultierende Dendrogramm ist in Abb. 2 dargestellt.

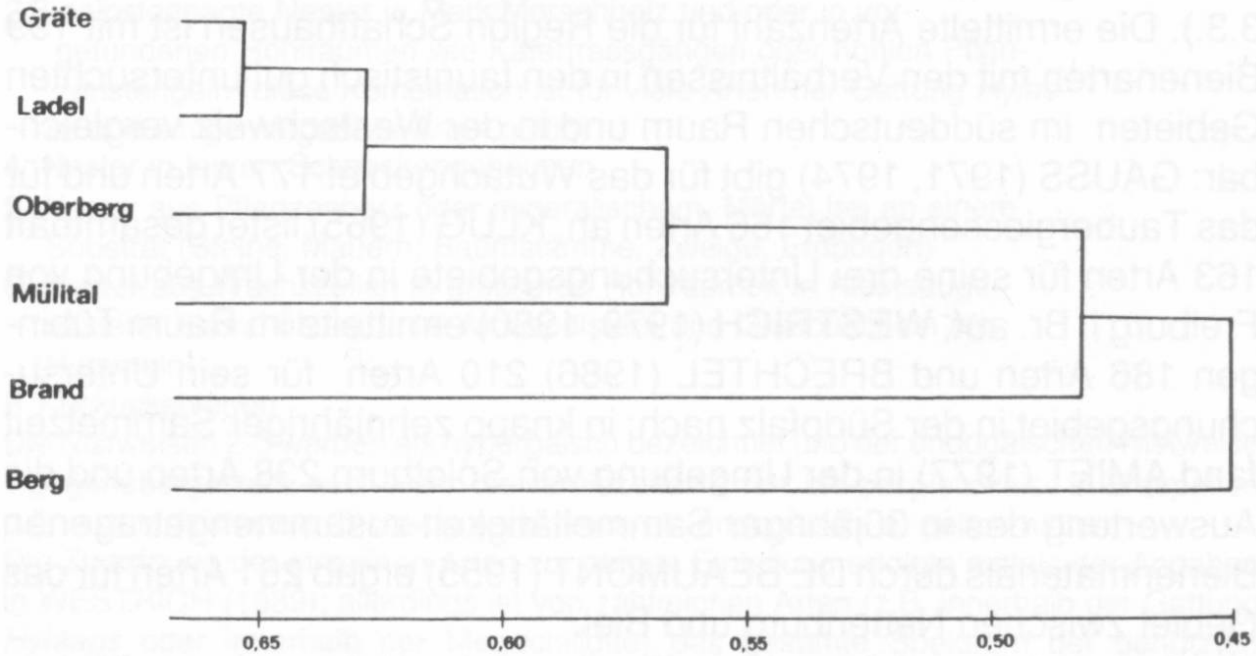


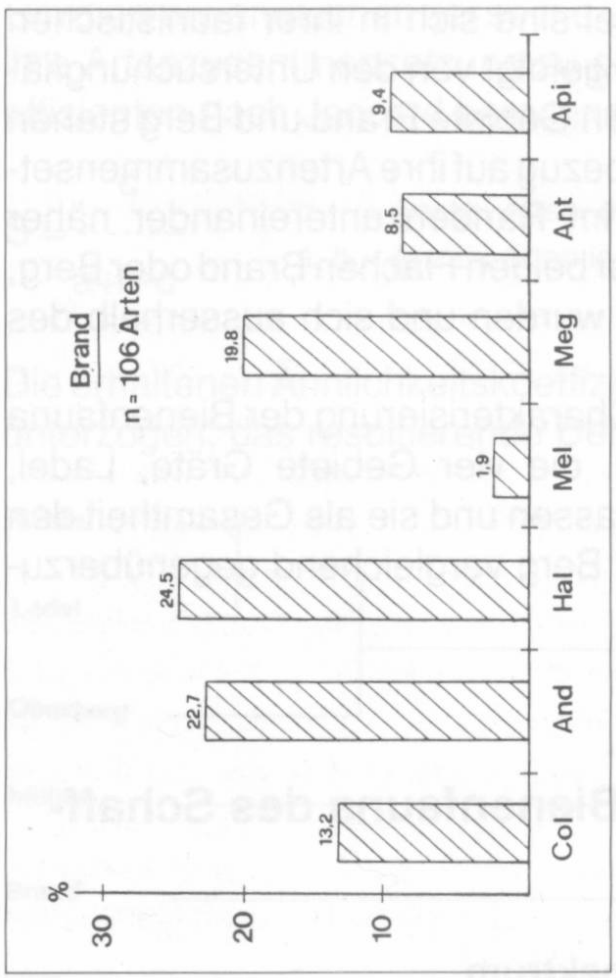
Abb. 2: Dendrogramm der faunistischen Ähnlichkeiten der sechs Untersuchungsgebiete auf der Grundlage der Ähnlichkeitskoeffizienten nach Jaccard ("single linkage cluster analysis")

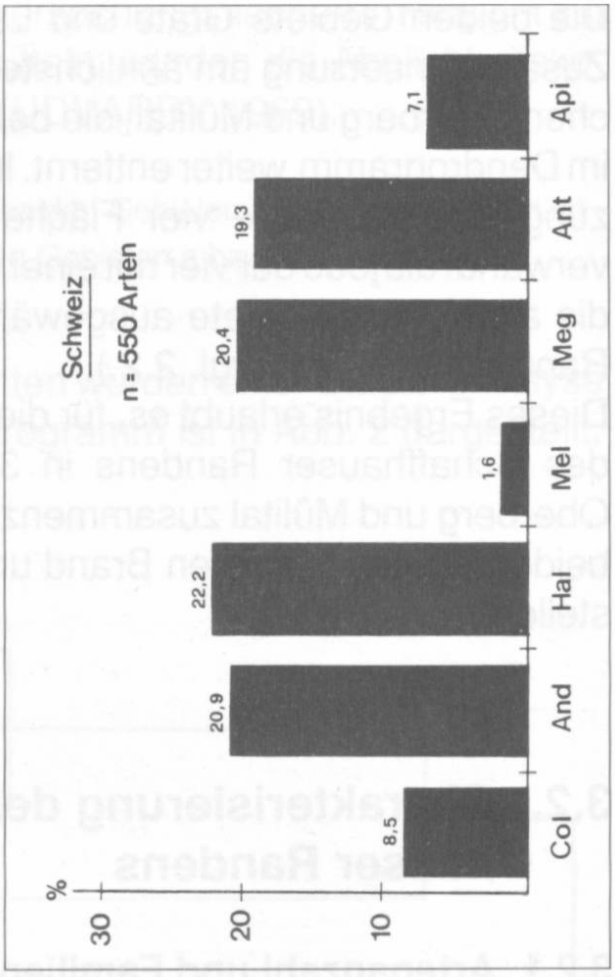
Die beiden Gebiete Gräte und Ladel sind sich in ihrer faunistischen Zusammensetzung am ähnlichsten, gefolgt von den Untersuchungflächen Oberberg und Mülital; die beiden Gebiete Brand und Berg stehen im Dendrogramm weiter entfernt. In bezug auf ihre Artenzusammensetzung sind damit die vier Flächen im Randen untereinander näher verwandt als jede der vier mit einer der beiden Flächen Brand oder Berg, die als Kontrastgebiete ausgewählt wurden und sich ausserhalb des Randens befinden (vgl. 2.2.).
Dieses Ergebnis erlaubt es, für die Charakterisierung der Bienenfauna des Schaffhauser Randens in 3.2. die vier Gebiete Gräte, Ladel, Oberberg und Mülital zusammenzufassen und sie als Gesamtheit den beiden Kontrastgebieten Brand und Berg vergleichend gegenüberzustellen.

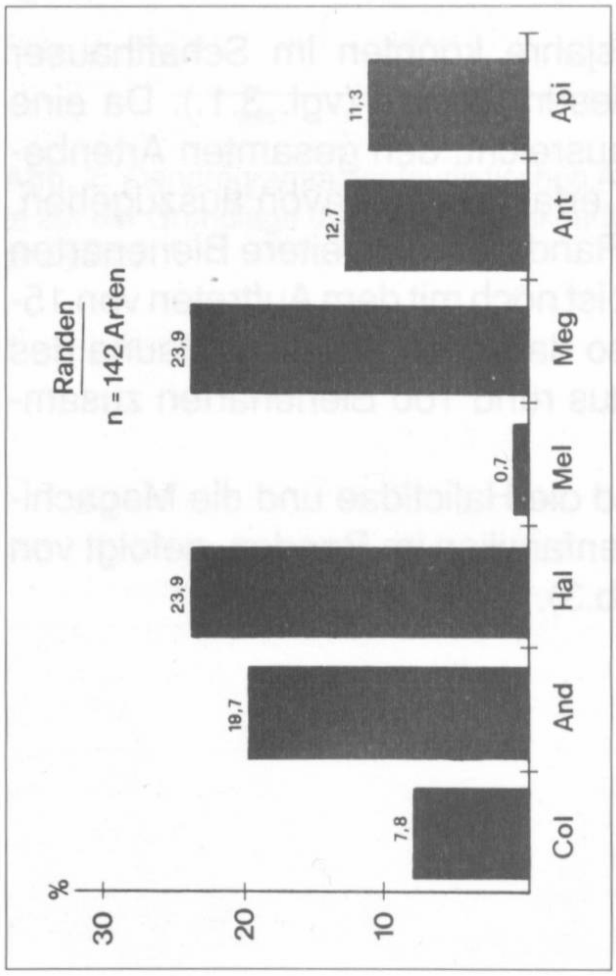
3.2. Charakterisierung der Bienenfauna des Schaffhauser Randens

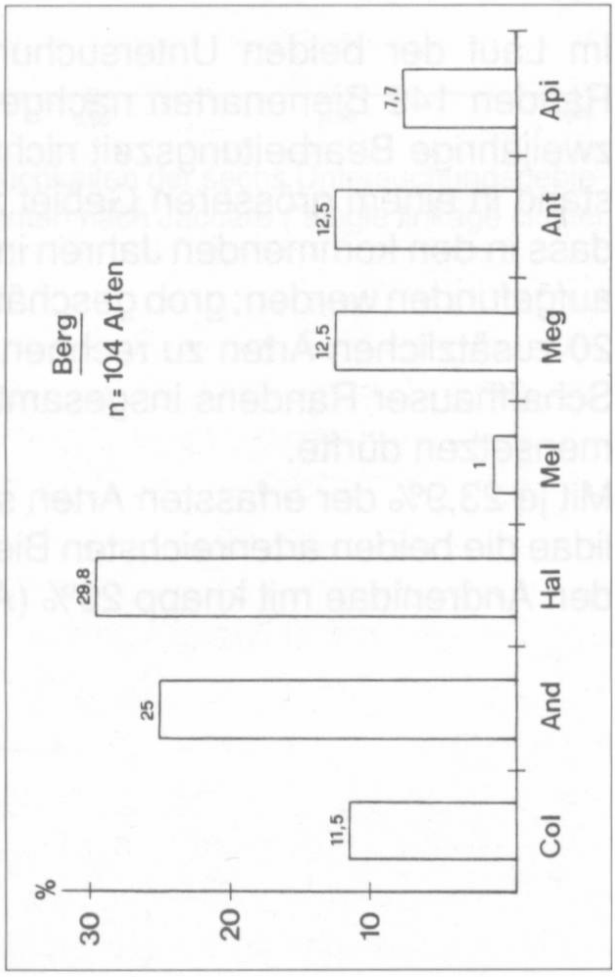
3.2.1 Artenanzahl und Familienspektrum

Im Lauf der beiden Untersuchungsjahre konnten im Schaffhauser Randen 142 Bienenarten nachgewiesen werden (vgl. 3.1.). Da eine zweijährige Bearbeitungszeit nicht ausreicht, den gesamten Artenbestand in einem grösseren Gebiet zu erfassen, ist davon auszugehen, dass in den kommenden Jahren im Randen noch weitere Bienenarten aufgefunden werden; grob geschätzt ist noch mit dem Auftreten von 15-20 zusätzlichen Arten zu rechnen, so dass sich die Bienenfauna des Schaffhauser Randens insgesamt aus rund 160 Bienenarten zusammensetzen dürfte.
Mit je 23,9% der erfassten Arten sind die Halictidae und die Megachilidae die beiden artenreichsten Bienenfamilien im Randen, gefolgt von den Andrenidae mit knapp 20% (Abb.3).


Brand
n = 106 Arten
%
30
20
10
13,2
22,7
24,5
1,9
19,8
8,5
9,4
Col
And
Hal
Mel
Meg
Ant
Api


Schweiz
n = 550 Arten
%
30
20
10
8,5
20,9
22,2
1,6
20,4
19,3
7,1
Col
And
Hal
Mel
Meg
Ant
Api


Randen
n = 142 Arten
%
30
20
10
7,8
19,7
23,9
0,7
23,9
12,7
11,3
Col
And
Hal
Mel
Meg
Ant
Api


Berg
n = 104 Arten
%
30
20
10
11,5
25
29,8
1
12,5
12,5
7,7
Col
And
Hal
Mel
Meg
Ant
Api

In der Untersuchungsfläche Berg stellen die Halictidae mit knapp 30% und die Andrenidae mit 25% die wichtigsten Bienenfamilien; die Megachilidae sind mit nur 12,5% der erfassten Arten deutlich seltener vertreten.
Die unterschiedliche prozentuale Vertretung der drei artenreichsten Familien Andrenidae, Halictidae und Megachilidae, die beim Vergleich der Familienspektren des Randens und der Untersuchungsfläche Berg deutlich wird, dürfte in Zusammenhang mit den unterschiedlichen Nistweisen und Blütenpräferenzen der drei Familien stehen. Alle nichtparasitischen Vertreter der Andrenidae und Halictidae sind Bodennister und schachten ihre Nester im Erdboden selber aus, während die Megachilidae mehrheitlich Hohlraumbezieher (Käferfrassgänge in Totholz, Pflanzenstengel, Schneckengehäuse u.ä.) sind oder ihre Nester frei an einem Substrat (Felsen, Steine, Baumstämme, Äste, Erdboden) mörteln. In Hinsicht auf die Nestanlage ist für die ersteren beiden Familien demnach ein günstiges Bodensubstrat, für die Megachilidae dagegen ein grosses Angebot an unterschiedlichen Kleinstrukturen wichtig. Zahlreiche Megachilidae sind zudem auf Fabaceae spezialisiert oder zeigen in ihrem Pollensammelverhalten zumindest eine deutliche Vorliebe für Schmetterlingsblütler.
In der Untersuchungsfläche Berg herrschen sandige Böden vor, die für die Nestanlage günstig sind; Kleinstrukturen sind hier aufgrund der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung selten und auf den nährstoffreichen Böden der Rebberge blühen nur wenige Schmetterlingsblütler (vgl. 2.1.). All dies mag die starke Präsenz den Andrenidae und Halictidae und die verhältnismässige Seltenheit der Megachilidae im Gebiet Berg erklären.
Ganz anders sind die Verhältnisse im Randen (vgl. 2.1.): die mehrheitlich steinigen und flachgründigen, nährstoffarmen, im trockenen Zustand krümeligen und im feuchten Zustand klebrigen Kalkböden (Kalk- und Mergel-Rendzinen) sind für die bodennistenden Andrenidae und Halictidae eher ungünstig, fördern aber das Wachstum der durch ihre Knöllchenbakterien an magere Standorte angepassten Fabaceae und begünstigen damit wiederum die Megachilidae, welche zusätzlich auch von einem höheren Angebot an Kleinstrukturen (Totholz, Schnecken-

---

Abb. 3: Verteilung der im Randen, in den beiden Vergleichsflächen Brand und Berg sowie in der Schweiz vorkommenden Bienenarten auf die sieben europäischen Bienenfamilien (Familiennamen abgekürzt)
Angaben für die Schweiz aus AMIET (1989b); nicht berücksichtigt wurden die in seiner Liste als fraglich angeführten Bienenarten.

gehäuse, Felsstrukturen) in den vier bearbeiteten Randengebieten profitieren.
In bezug auf die prozentuale Präsenz der drei dominierenden Bienenfamilien liegen die Verhältnisse in der Untersuchungsfläche Brand zwischen denjenigen im Randen und denen im Gebiet Berg (Abb. 3). Auch hier ist das Bodensubstrat für die im Erdboden nistenden Bienenarten hervorragend geeignet (industrielle Sande; vgl. 2.1.); die grosse Vielfalt an Kleinstrukturen in der "vernachlässigten" Deponie und die weiten Fluren von *Lotus corniculatus* auf den nährstoffarmen Sandböden ermöglichen gleichzeitig auch das Vorkommen zahlreicher Vertreter der Megachilidae.
AMIET (1989b) führt in einer provisorischen Liste rund 550 Bienenarten für die Schweiz auf; deren prozentuale Verteilung auf die sieben einheimischen Bienenfamilien ist aus Abb. 3 ersichtlich. Es zeigt sich, dass das Familienspektrum des Randengebietes einen mehr oder weniger repräsentativen Ausschnitt aus der Schweizer Bienenfauna bildet; einzig die Anthophoridae sind im Randen im Vergleich zur gesamten Schweiz etwas untervertreten, was seinen Grund darin haben dürfte, dass über zwei Drittel der einheimischen Anthophoridae Kuckucksbienen sind, die oft nur in sehr geringen Populationsdichten auftreten und deshalb in einer nur zwei Jahre dauernden Untersuchung kaum vollständig erfasst werden können.

3.2.2. Nistweise

Rund 40% der Bienen im Schaffhauser Randen besitzen eine endogäische Nistweise, graben sich ihre Nester im Erdboden also selber aus (Nistweise 1 in Tab. 2; Abb. 4). Über ein Viertel legt die Brutzellen über dem Erdboden (hypergäisch) an (Nistweisen 2-5 in Tab. 2); die betreffenden Arten benutzen dazu hohle Pflanzenstengel, Käferfrassgänge in Totholz, Schneckenhäuser und weitere Hohlräume der verschiedensten Art, nagen ihre Nestgänge in markhaltigen Pflanzenstengeln oder Morschholz selber aus oder bauen Freinester aus Pflanzenharz oder mineralischem Mörtel an Fels- und Pflanzenstrukturen. 8,5% der Arten entfallen auf die Hummeln (Nistweise 6 in Tab. 2) und knapp ein Viertel aller im Randengebiet vertretenen Bienen verzichten auf Nestbau und Verproviantierungsarbeiten und schmarotzen bei anderen Bienenarten (Nistweise P in Tab. 2).
Beim Vergleich zwischen dem Randen und den beiden Untersuchungsflächen Brand und Berg in bezug auf die Nistweise der Bienen fallen zwei Unterschiede ins Auge (Abb. 4). Zum einen sind die endogäisch

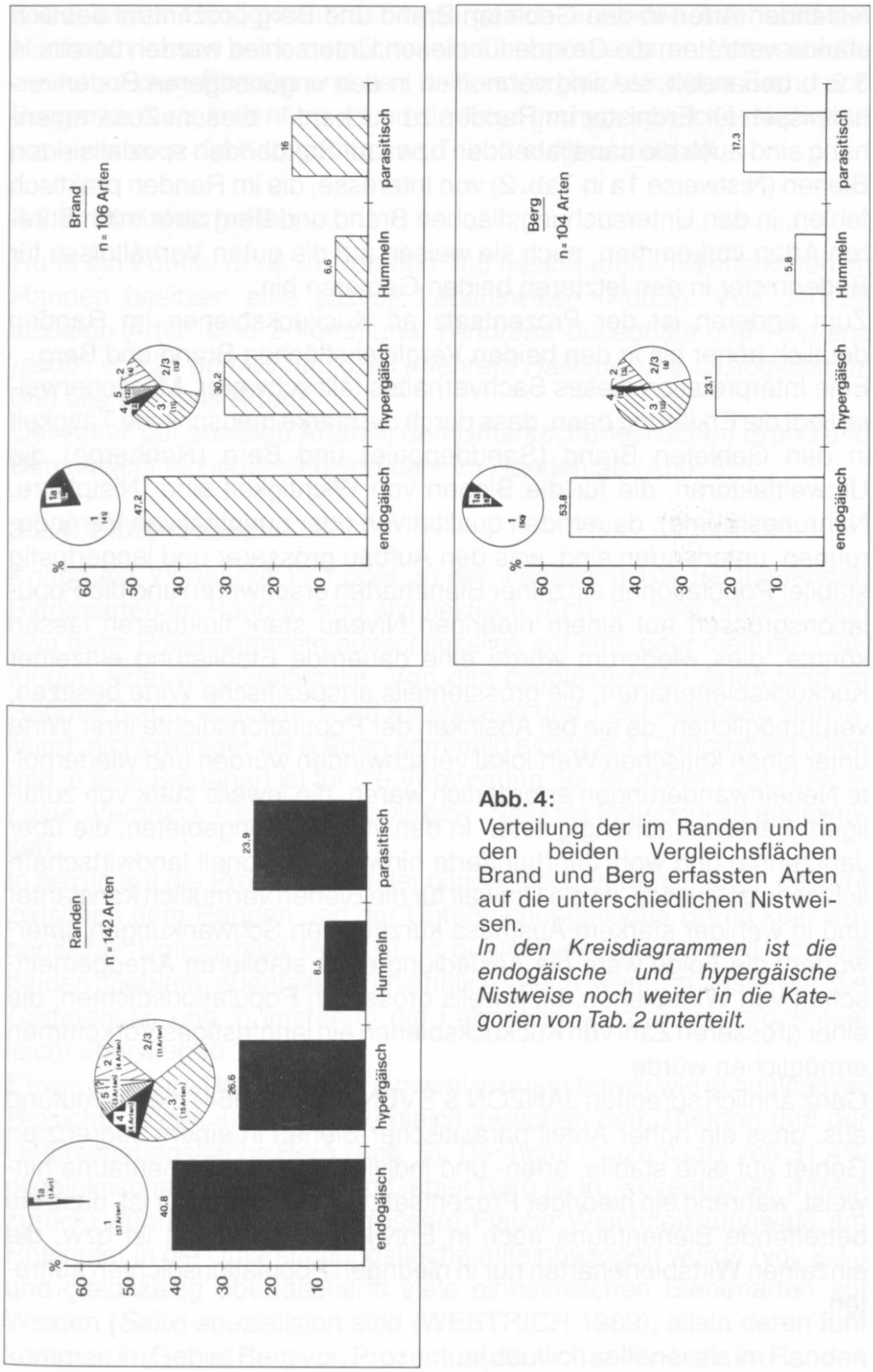


Abb. 4:
Verteilung der im Randen und in den beiden Vergleichsflächen Brand und Berg erfassten Arten auf die unterschiedlichen Nistweisen.
In den Kreisdiagrammen ist die endogäische und hypergäische Nistweise noch weiter in die Kategorien von Tab. 2 unterteilt.

nistenden Arten in den Gebieten Brand und Berg prozentual deutlich stärker vertreten; die Gründe für diesen Unterschied wurden bereits in 3.2.1. behandelt, sie sind vermutlich in den ungünstigeren Bodenverhältnissen für Erdnister im Randen zu suchen. In diesem Zusammenhang sind auch die sandliebenden bzw. auf Sandböden spezialisierten Bienen (Nistweise 1a in Tab. 2) von Interesse, die im Randen praktisch fehlen, in den Untersuchungsflächen Brand und Berg aber mit mehreren Arten vorkommen; auch sie weisen auf die guten Verhältnisse für Bodennister in den letzteren beiden Gebieten hin.
Zum anderen ist der Prozentsatz an Kuckucksbienen im Randen deutlich höher als in den beiden Vergleichsflächen Brand und Berg.
Eine Interpretation dieses Sachverhaltes fällt schwerer. Möglicherweise liegt die Erklärung darin, dass durch die starke menschliche Tätigkeit in den Gebieten Brand (Sanddeponie) und Berg (Rebberge) die Umweltfaktoren, die für die Bienen von Wichtigkeit sind (Nistplätze, Nahrungsräume), dauernden qualitativen oder quantitativen Veränderungen unterworfen sind, was den Aufbau grösserer und längerfristig stabiler Populationen einzelner Bienenarten erschweren und die Populationsgrössen auf einem niedrigen Niveau stark fluktuieren lassen könnte; dies wiederum würde eine dauernde Etablierung einzelner Kuckucksbienenarten, die grösstenteils artspezifische Wirte besitzen, verunmöglichen, da sie bei Absinken der Populationsdichte ihrer Wirte unter einen kritischen Wert lokal verschwinden würden und wiederholte Neueinwanderungen erforderlich wären, die jeweils stark von zufälligen Faktoren abhängig sind. In den vier Randengebieten, die über Jahrzehnte und wohl Jahrhunderte hinweg traditionell landwirtschaftlich genutzt wurden, ist die Umwelt für die Bienen vermutlich konstanter und in weniger starkem Ausmass kurzfristigen Schwankungen unterworfen; die Folge wäre die Ansiedlung einer stabileren Artengemeinschaft von Wirtsbienen mit jeweils grösseren Populationsdichten, die einer grösseren Zahl von Kuckucksbienen ein langfristiges Vorkommen ermöglichen würde.
Ganz ähnlich sprechen JANZON & SVENSSON (1984) die Vermutung aus, dass ein hoher Anteil parasitischer Bienen in einem begrenzten Gebiet auf eine stabile, arten- und individuenreiche Bienenfauna hinweist, während ein niedriger Prozentsatz ein Zeichen dafür ist, dass die betreffende Bienenfauna noch in Entwicklung begriffen ist bzw. die einzelnen Wirtsbienenarten nur in niedrigen Populationsdichten auftreten.

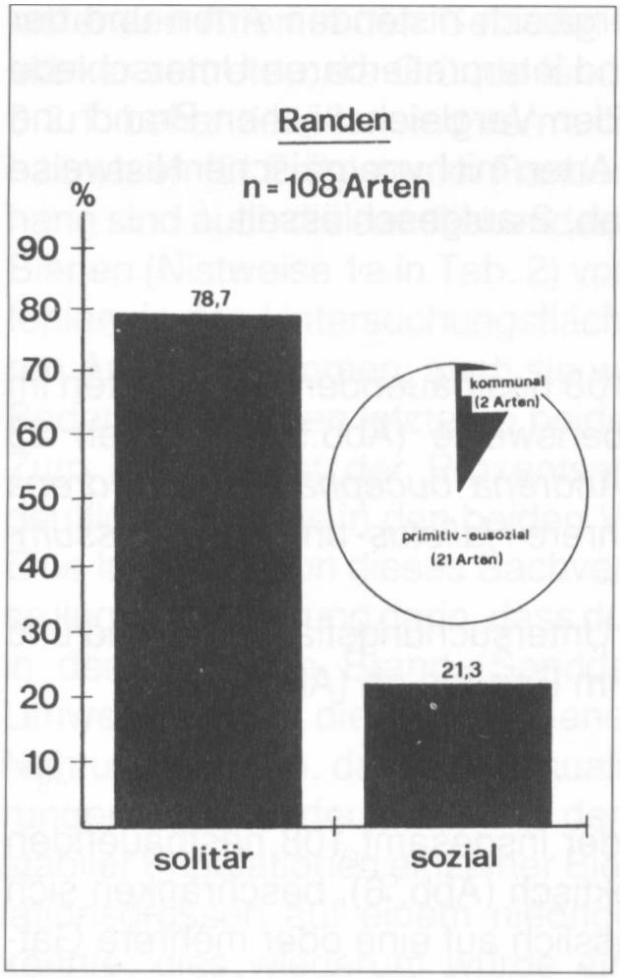
Die relativen Häufigkeiten der hypergäisch nistenden Arten und der Hummeln lassen keine deutlichen und interpretierbaren Unterschiede zwischen dem Randen und den beiden Vergleichsflächen Brand und Berg erkennen. In der Abb. 4 sind die Arten mit hypergäischer Nistweise noch weiter in die Kategorien von Tab. 2 aufgeschlüsselt.

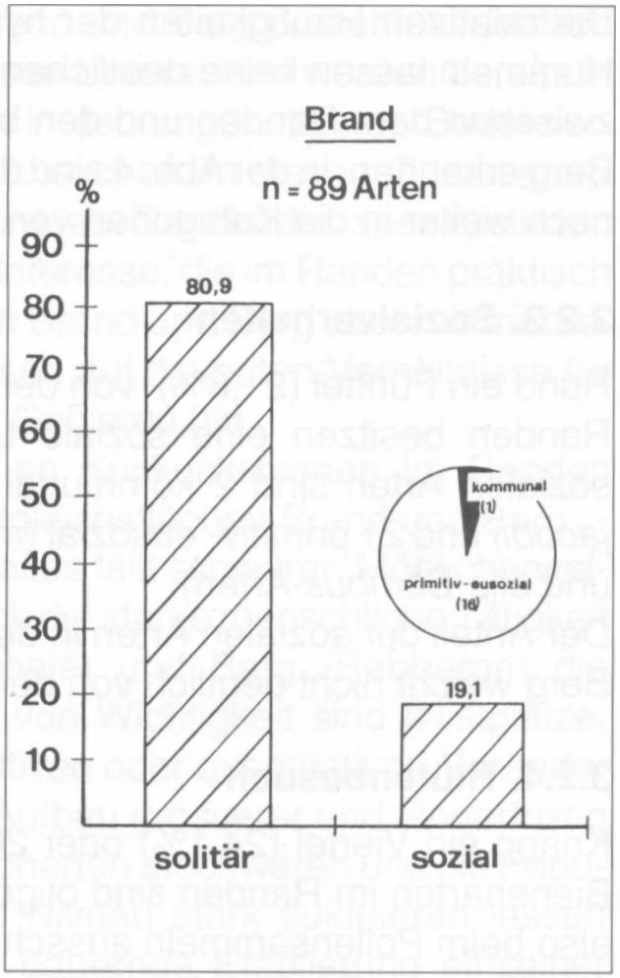
3.2.3. Sozialverhalten

Rund ein Fünftel (21,3%) von den 108 nestbauenden Bienenarten im Randen besitzen eine soziale Lebensweise (Abb.5). Von den 23 sozialen Arten sind 2 kommunal *(Andrena bucephala* und *Andrena jacobi*) und 21 primitiv- eusozial (mehrere *Halictus*- und *Lasioglossum*- und alle *Bombus*-Arten).
Der Anteil der sozialen Arten in den Untersuchungsflächen Brand und Berg weicht nicht deutlich von dem im Randen ab (Abb. 5).

3.2.4. Blütenbesuch

Knapp ein Viertel (24,1%) oder 26 der insgesamt 108 nestbauenden Bienenarten im Randen sind oligolektisch (Abb. 6), beschränken sich also beim Pollensammeln ausschliesslich auf eine oder mehrere Gattungen einer Pflanzenfamilie. Von den oligolektischen Arten sind im Randen 8 auf Fabaceae, 6 auf Asteraceae und 1 auf Apiaceae spezialisiert; nicht weniger als 6 Arten sammeln einzig auf *Campanula* Pollen und je eine Bienenart ist für die Versorgung der Brutzellen auf *Ranunculus, Veronica, Reseda, Bryonia* bzw. *Salix* als Pollenquelle angewiesen.
In bezug auf die Prozentsätze der oligolektischen Bienenarten besteht zwischen dem Randen und der Untersuchungsfläche Brand kein wesentlicher Unterschied (Abb. 6). In qualitativer Hinsicht sind sich die beiden Gebiete ebenfalls sehr ähnlich, auch wenn in ersterem die *Campanula*- und in letzterem die Fabaceae-Spezialisten prozentual leicht überwiegen.
Etwas grössere Unterschiede, sowohl in quantitativer wie in qualitativer Hinsicht, zeigen sich beim Vergleich zwischen dem Randen und der Untersuchungsfläche Berg (Abb. 6). Der hohe Prozentsatz von 31,4% oligolektischer Bienenarten im Gebiet Berg ist im wesentlichen darauf zurückzuführen, dass eine grössere Fläche Weichholzauenwald am Rheinufer in die Untersuchungsfläche miteinbezogen wurde (vgl. 2.1.) und gleichzeitig überraschend viele einheimischen Bienenarten auf Weiden (*Salix*) spezialisiert sind (WESTRICH 1989); allein deren fünf kommen im Gebiet Berg vor. Prozentual deutlich seltener als im Randen





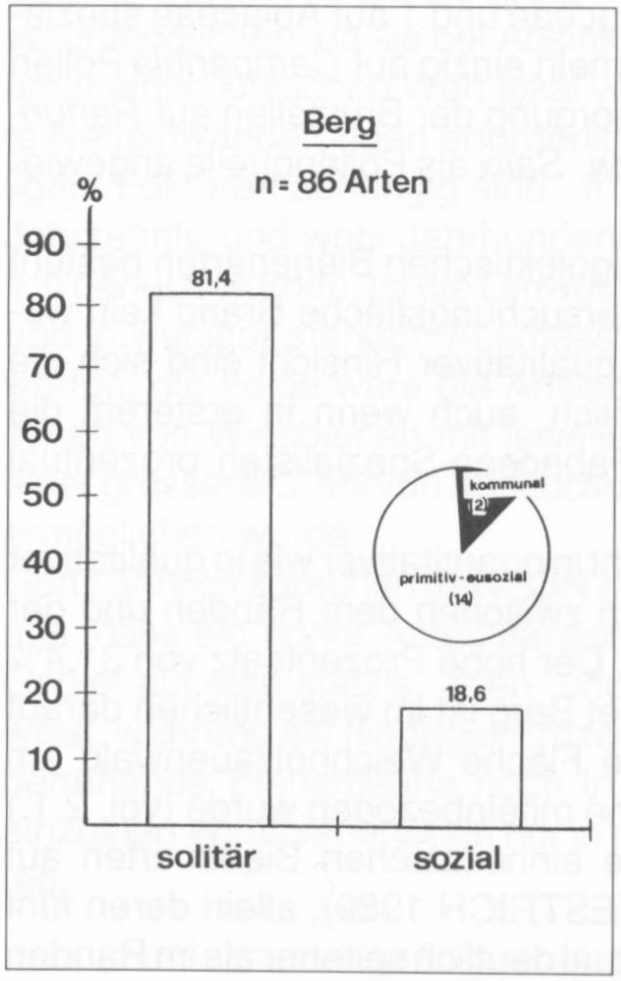
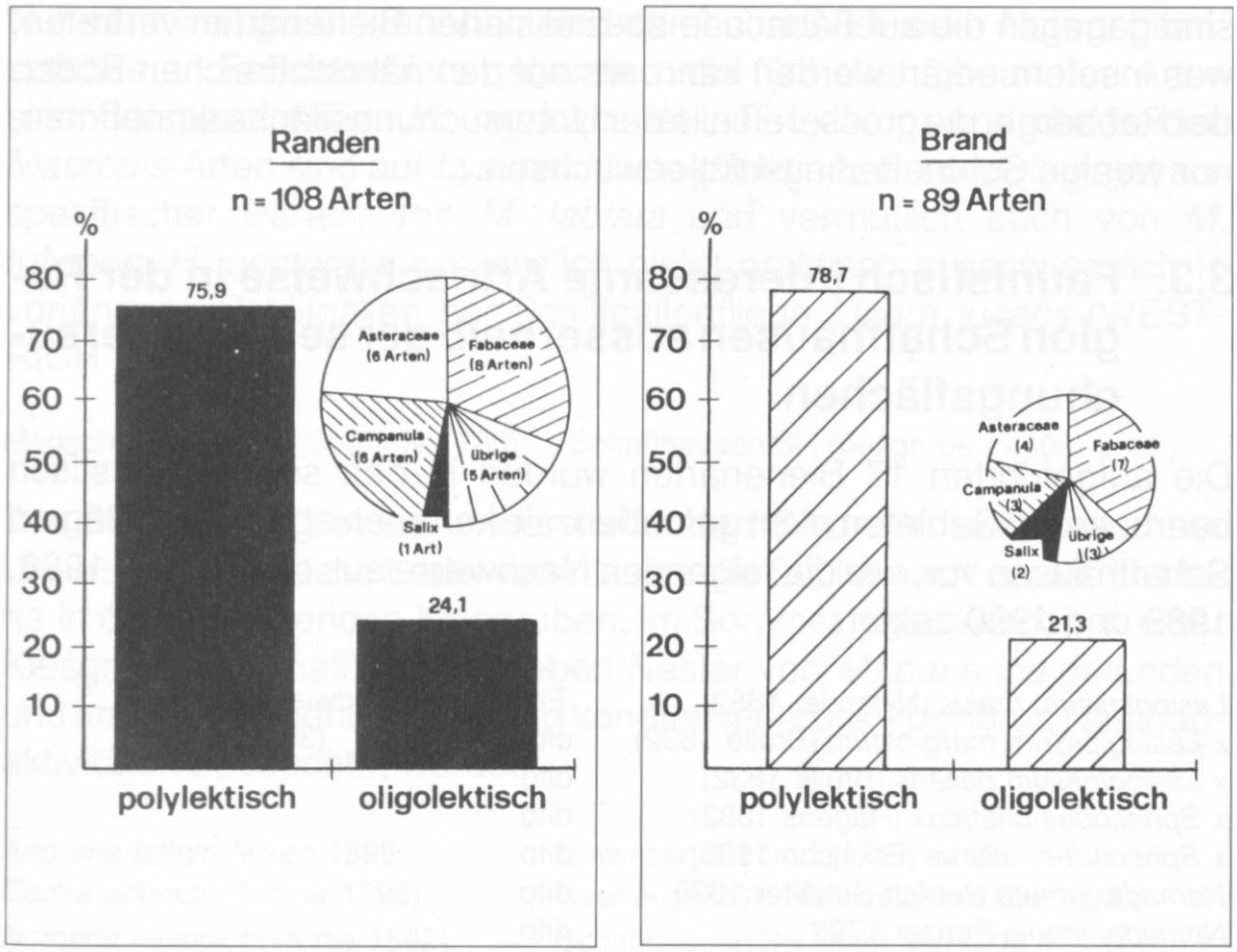


Abb. 5:
Anteile der sozialen und solitären Arten unter den nestbauenden Bienen im Randen und in den Vergleichsflächen Brand und Berg.
In den Kreisdiagrammen ist die soziale Lebensweise noch weiter aufgeschlüsselt.



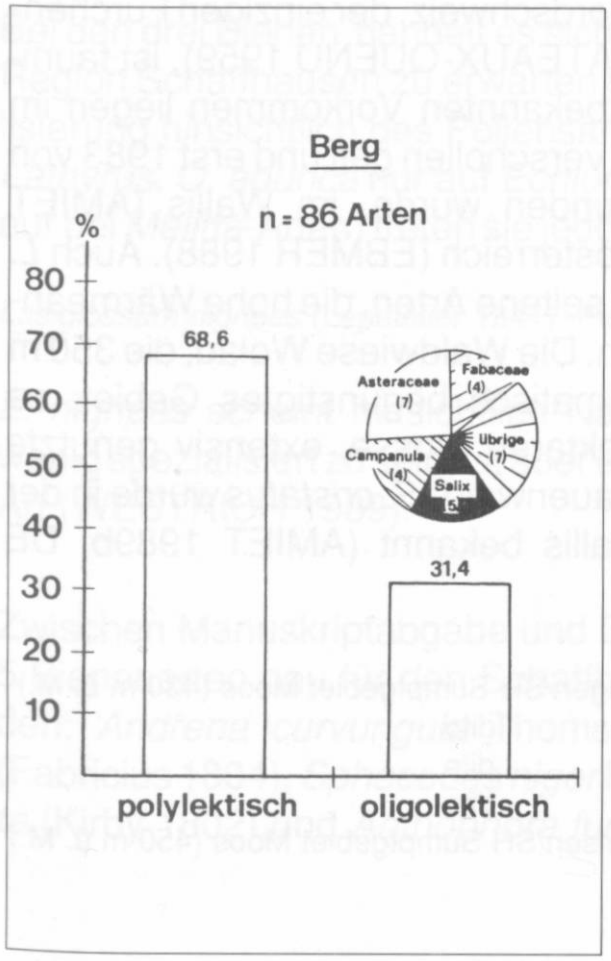


Abb. 6:
Anteile der oligolektischen und polylektischen Arten unter den nestbauenden Bienen im Randen und in den Vergleichsflächen Brand und Berg.
In den Kreisdiagrammen sind die spezialisierten Arten weiter aufgeschlüsselt.

sind dagegen die auf Fabaceae spezialisierten Bienenarten vertreten, was insofern erkärt werden kann, als auf den nährstoffreichen Böden der Rebberge, die grössere Teile der Untersuchungsfläche einnahmen, nur wenige Schmetterlingsblütler wuchsen.

3.3. Faunistisch interessante Artnachweise in der Region Schaffhausen ausserhalb der sechs Untersuchungsflächen

Die aufgeführten 17 Bienenarten wurden in den sechs faunistisch bearbeiteten Gebieten nicht gefunden; sie kommen aber in der Region Schaffhausen vor, wie die folgenden Nachweise aus den Jahren 1988, 1989 und 1990 zeigen.

Lasioglossum majus (Nylander 1852)	Flaach/ZH Waldwiese Wolau
x *Lasioglossum marginatum* (Brullé 1832)	dito (350m ü.M.)
x *Lasioglossum pallens* (Brullé 1832)	dito
x *Sphecodes cristatus* (Hagens 1882)	dito
x *Sphecodes ruficrus* (Erichson 1835)	dito
Nomada armata Herrich Schäffer 1839	dito
Nomada lineola Panzer 1798	dito

Der Fund von *L. marginatum* in der Nordschweiz, der einzigen Furchenbiene mit mehrjährigen Staaten (PLATEAUX-QUENU 1959), ist faunistisch überraschend; die nächsten bekannten Vorkommen liegen im Kaiserstuhl, wo die Art lange Zeit als verschollen galt und erst 1983 von WESTRICH (1984) wieder aufgefunden wurde, im Wallis (AMIET 1989b) und im Linzer Raum in Oberösterreich (EBMER 1988). Auch *L. majus, L. pallens* und *S. ruficrus* sind seltene Arten, die hohe Wärmeansprüche an ihren Lebensraum stellen. Die Waldwiese Wolau, die 350 m ü. M. liegt, erscheint damit als klimatisch begünstigtes Gebiet; es handelt sich um eine rund zwei Hektaren grosse, extensiv genutzte Wiese auf sandigem Boden im Thurauenwald. *S. cristatus* wurde in der Schweiz bislang erst aus dem Wallis bekannt (AMIET 1989b; DE BEAUMONT 1960).

Melitta nigricans Alfken 1905	Thayngen/SH Sumpfgebiet Moos (430 m ü. M.)
Macropis fulvipes (Fabricius 1804)	dito
Macropis labiata (Fabricius 1804)	dito
Epeoloides coecutiens (Fabricius 1775)	dito
Hylaeus pectoralis Förster 1871	Ramsen/SH Sumpfgebiet Moos (450 m ü. M.)

Nur sehr wenige Bienenarten sind durch ihre Nist- oder Nahrungsansprüche an Feuchtgebiete gebunden; die fünf oben genannten Arten sind Beispiele dafür: *M. nigricans* ist auf *Lythrum* und die beiden *Macropis*-Arten sind auf *Lysimachia* spezialisiert; *E. coecutiens* ist artspezifischer Parasit von *M. labiata* und vermutlich auch von *M. fulvipes*; *H. pectoralis* schliesslich nistet praktisch ausschliesslich in vorjährigen Schilfgallen der Schilfgallenfliege *Lipara lucens* (WESTRICH 1989).

Megachile parietina (Geoffroy 1785) Schaffhausen/SH Kiesgrube (440m ü. M.)

Die Beobachtung eines umherstreifenden ♂ von *M. parietina* in der Untersuchungsfläche Ladel veranlasste die Suche nach der Mörtelbiene in den umliegenden Kiesgruben; im Sommer 1988 wurden in einer Kiesgrube in Schaffhausen sieben Nester von *M. parietina* gefunden und im darauffolgenden Frühling konnten mehrere ♀ bei ihren Nestbauaktivitäten beobachtet werden.

Andrena lathyri Alfken 1899	Uhwiesen/ZH Dorf (470 m ü.M.)
Osmia adunca (Panzer 1798)	Neuhausen/SH Hausgarten (470 m ü.M.)
Nomada flavopicta (Kirby 1802)	Schaffhausen/SH Stadtrand (500 m ü.M.)

Bei den drei Bienen handelt es sich um weitverbreitete Arten, die in der Region Schaffhausen zu erwarten gewesen waren. Durch ihre Spezialisierung hinsichtlich des Pollensammelns (*A. lathyri* nur auf *Vicia* und *Lathyrus, O. adunca* nur auf *Echium*) bzw. der Wirtswahl (*N. flavopicta* nur bei *Melitta*-Arten) treten sie jedoch nur lokal auf (WESTRICH 1989).

Lasiglossum nigripes (Lepeletier 1841) Pfungen/ZH Lehmgrube (400 m ü. M.)

L. nigripes scheint hinsichtlich Nahrungsquellen und Bodensubstrat wenig spezialisiert zu sein, ist aber eine ausgesprochen wärmeliebende Art (WESTRICH 1989).

Zwischen Manuskriptabgabe und Drucklegung konnten die folgenden 5 Bienenarten neu für den Schaffhauser Randen nachgewiesen werden: *Andrena curvungula* Thomson 1870, *Lasioglossum nitidulum* (Fabricius 1804), *Sphecodes niger* Hagens 1882, *Megachile circumcinta* (Kirby 1802) und *Anthophora furcata* (Panzer 1798).

Dank

Ganz herzlich bedanken möchte ich mich

- bei meinen Eltern, die mir das Studium auf dem so faszinierenden und spannenden Gebiet der Biologie ermöglichten;
- bei Dr. Gerhard Bächli für die Möglichkeit, das selber gewählte Thema unter seiner Leitung und mit seiner Unterstützung zu bearbeiten und für die Hilfe bei der Cluster-Analyse;
- bei Felix Amiet, Solothurn, und Dr. Paul Westrich, Karlsruhe, für ihre grosse Hilfsbereitschaft und fachliche Unterstützung, mit der ich trotz ihrer grossen zeitlichen Belastung stets rechnen durfte, für die gemeinsamen Exkursionen, die Überprüfung der Bestimmung zahlreicher Bienenarten und für ihr stetes Interesse an meiner Arbeit;
- bei Egon Knapp, Neuhausen, und Albert Krebs, Agasul, für die Hilfe bei der Gebietsauswahl und die fachliche und ideelle Unterstützung;
- bei meinen Studienkollegen Margret Gosteli, Bernhard Merz, Gisela Reiner und Michael Widmer für die Mithilfe bei der Feldarbeit, die Unterstützung im Labor und die Vermittlung von Literatur;
- bei Claude Meier, Goldingen, für die Überlassung einiger Bienenfänge zur Auswertung;
- bei Prof. Dr. W. Sauter für die Möglichkeit, die Hautflüglersammlung des Entomologischen Institutes für Vergleichszwecke zu benutzen;
- bei der Naturschutzvereinigung Schaffhausen (W. Oertel), der Randenvereinigung (W. Vogelsanger) und dem Kantonalen Planungs- und Naturschutzamt (W. Mettler) für die Erlaubnis, Teile der Feldarbeiten in Naturschutzgebieten durchzuführen.

4. Literatur

AGOSTI, D. (1983): Faunistisch-ökologische Untersuchungen über Ameisen (Hymenoptera: Formicidae) im Randen (Kanton Schaffhausen). - Diplomarbeit, Entomologisches Institut der ETH-Zürich; unveröffentlichtes Manuskript, 69 S.

AMIET, F. (1977): Die Bienenfauna in der Umgebung von Solothurn. - Mitt. Schweiz. Ent. Ges., 50, 307-320.

AMIET, F. (1980): Die Insektenfauna des Hochmoores Balmoos bei Hasle, Kanton Luzern. VIII. Hymenoptera 1: Apoidea (Bienen). - Ent. Berichte Luzern, 4, 20-22.

AMIET, F. (1989a): *Bombus* und *Psithyrus* - Bestimmungsschlüssel für die Schweiz. - Unveröffentlichtes Manuskript, 11 S.

AMIET, F. (1989b): Provisorische Liste der Bienen der Schweiz. - Unveröffentlichtes Manuskript, 26 S.

AMIET, F. & L. REZBANYAI (1982): Zur Insektenfauna der Umgebung der Vogelwarte Sempach, Kanton Luzern. V. Hymenoptera 1: Apoidea (Bienen). - Ent. Berichte Luzern, 7, 72-73.

BRECHTEL, F. (1986): Die Stechimmenfauna des Bienwaldes und seiner Randbereiche (Südpfalz) unter besonderer Berücksichtigung der Ökologie kunstnestbewohnender Arten. - Pollichia-Buch Nr. 9, 282 S.; Bad Dürkheim.

BRONHOFER, M. (1958): Die ausgehende Dreizelgenwirtschaft in der Nordostschweiz unter besonderer Berücksichtigung des Kantons Schaffhausen. - Mitt. Naturf. Ges. Schaffhausen, 26, 1-169.

BRUNNER, I. (1987): Pilzökologische Untersuchungen in Wiesen und Brachland in der Nordschweiz (Schaffhauser Jura). - Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 92, 241 S.

DATHE, H. (1980): Die Arten der Gattung *Hylaeus* in Europa (Hymenoptera: Apoidea, Colletidae). - Mitt. zool. Mus. Berlin, 56, 207-294.

DE BEAUMONT, J. (1955): Hymenoptères des environs de Neuchâtel. Deuxième partie. - Bull. Soc. Neuchât. Sc. nat., 78, 17-30.

DE BEAUMONT, J. (1958): Les hymenoptères aculéates du parc nationale suisse et des régions limitrophes. - Résult. rech. scient. Parc nat. suisse, 7, 145-236.

DE BEAUMONT, J. (1960): Apidés de Suisse romande (Hym). - Bull. Soc. Vaud. Sc. nat., 67, 349-356.

DORN, M. & D. WEBER (1988): Die Luzerne-Blattschneiderbiene. - Neue Brehm Bücherei 582, 110 S.; Wittenberg (A. Ziemsen).

DYLEWSKA, M. (1987): Die Gattung *Andrena* (Andrenidae, Apoidea) in Nord- und Mitteleuropa. - Acta Zool. Cracov., 3, 359-708.

EBMER, A.W, (1969-1971): Die Bienen des Genus *Halictus* s.l. im Grossraum von Linz (Hymenoptera, Apidae). - Naturkundl. Jb. Stadt Linz, 1969: 133-183; 1970: 19-82; 1971: 63-156.

EBMER, A.W. (1974): Die Bienen des Genus *Halictus* s.l. im Grossraum von Linz (Hymenoptera, Apidae). Nachtrag und zweiter Anhang. - Naturkundl. Jb. Stadt Linz, 1973: 123-158.

EBMER, A.W. (1988): Kritische Liste der nicht-parasitischen Halictidae Österreichs mit Berücksichtigung aller mitteleuropäischen Arten (Insecta: Hymenoptera: Apoidea: Halictidae). - Linzer biol. Beitr., 20, 527-711.

ENTOMOLOGISCHER VEREIN ALPSTEIN (1989): Inventar der Tagfalter -Fauna der Nordostschweiz seit der Jahrhundertwende. 132 S.; Eigenverlag des Entomologischen Vereins Alpstein, St. Gallen.

FREY-GESSNER, E. (1899-1912): Fauna insectorum helvetiae. Hymenoptera Apidae. Vol. 1 und 2. - Schaffhausen.
GAUSS, R. (1971): Stechimmen sowie Schlupf- und Gallwespen (Hymenoptera, Aculeata und Terebrantes) des Wutachgebietes. - In: Die Wutach. Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ., 6, 415-419.
GAUSS, R. (1974): Im Taubergiessengebiet ermittelte Hautflügler (Hymenoptera ohne Symphyta) und Netzflügler (Neuroptera). - In: Das Taubergiessengebiet. Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ., 7, 570-579.
HOFMANN, F. (1981): Geologischer Atlas der Schweiz (1: 25000), Atlasblatt 74, Neunkirch. - Schweiz. Geol. Kommission, Basel.
HOFMANN, F. & H. HÜBSCHER (1977): Geologieführer der Region Schaffhausen. - Rotary Club (Meier, Schaffhausen).
JANZON, L.-A. & B.G. SVENSSON (1984): Aculeate Hymenoptera from a Sandy Area on the Island of Oeland, Sweden. - Nova Acta Regiae Societatis Scientiarium Upsaliensis, Ser. V: C, 3, 181-188.
KELLER, H. (in Vorb.): Einfluss verschiedener Bewirtschaftungsformen auf die Laufkäfer -Fauna im Grünland.
KELLER, W. (1973): Uebersicht über die natürlichen Waldgesellschaften im Kanton Schaffhausen. - Der praktische Forstwirt für die Schweiz, 109, 154-163.
KELLER, W. (1976): Waldgesellschaften im Reservat Gräte. - Mitt. Naturf. Ges. Schaffhausen, 30, 105-121.
KLUG, B. (1965): Die Hymenopteren am Tuniberg, im Mooswald und Rieselfeld; eine vergleichend faunistisch-ökologische Untersuchung dreier extremer Biotope des südlichen Oberrheintales. - Ber. naturf. Ges. Freiburg, 55, 5-225.
LOMHOLDT, O. (1977): De danske blodbier, *Sphecodes* (Hymenoptera, Apidae).- Ent. Meddr., 45, 99-108.
MAUSS, V. (1986): Bestimmungsschlüssel für die Hummeln der Bundesrepublik Deutschland. - Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, 50 S; Hamburg.
MICHENER, C.D. (1974): The Social Behavior of the Bees. A Comparative Study. - XII + 404 S.; Cambridge, Mass. (Harvard University Press).
MÜLLER, A. (1987): Die Tagfalter und Heuschrecken des Schaffhauser Randen-Schutzgebietes "Ladel" (Gemeinde Merishausen). - Unveröffentlichtes Manuskript, 62 S.
MÜLLER, A. (1990): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Bienen (Hymenoptera, Apoidea) im Schaffhauser Randen (Nordschweizer Jura). A. Die Bienenfauna des Schaffhauser Randens. B. Die Bionomie der in leeren Schneckengehäusen nistenden Biene *Osmia spinulosa* (Hymenoptera, Megachilidae). - Diplomarbeit, Univ. Zürich, 148 S.
MÜLLER, A. (in Vorb.): Zur Insektenfauna von Gersau-Oberholz, Kanton Schwyz. VI. Hymenoptera 2: Apoidea (Bienen). - Entomologische Berichte Luzern.
NADIG, A. & E. STEINMANN (1972): Orthopteren (Geradflügler) und Apoiden (Bienen) am Fusse des Calanda im Churer Rheintal. - Jahresber. Naturforsch. Ges. Graubünden, 95, 1-88.
NOGER, P. (1985): Zur Insektenfauna von Rigi-Kulm, 1600-1797 m, Kanton Schwyz. III. Hymenoptera 1: Apoidea 1 (Bombinae: Hummelartige). - Ent. Berichte Luzern, 14, 91-92.
PITTIONI, B. & R. SCHMIDT (1942): Die Bienen des südöstlichen Niederdonau. I. Apidae, Podaliriidae, Xylocopidae und Ceratinidae. - Niederdonau/Natur und Kultur, 19, 1-69.

PITTIONI, B. & R. SCHMIDT (1943): Die Bienen des südöstlichen Niederdonau. II. Andrenidae und isoliert stehende Gattungen. - Niederdonau/Natur und Kultur, 24, 1-83.
PLATEAUX-QUENU, C. (1959): Un nouveau type de société d´ínsectes: *Halictus marginatus* (Hym., Apoidea). - Ann. Biol., 35, 352-444.
SCHMIEDEKNECHT, O. (1930): Die Hymenopteren Nord- und Mitteleuropas . - 2. Aufl., 1062 S; Jena.
SCHREIBER, K.F., N. KUHN, C. HUG, R. HÄBERLI & C. SCHREIBER (1977): Wärmegliederung der Schweiz aufgrund von phänologischen Geländeaufnahmen in den Jahren 1969 bis 1973. - Grundlagen für die Raumplanung. Eidgen. Drucksachen- und Materialzentrale Bern, 5 Karten, Deutschsprachiger Text 64 S.
STÖCKHERT, E. (1941): Ueber die Gruppe der *Nomada zonata* (Hym. Apid.). - Mitt. Münch. Ent. Ges., 31, 1072-1122.
SUSTERA, O. (1959): Bestimmungstabelle der tschechoslowakischen Arten der Bienengattung *Sphecodes*. - Acta Soc. Ent. Cechosl., 56, 169-180.
TKALCU, B. (1975): Revision der europäischen *Osmia* (Chalcosmia)- Arten der *fulviventris*-Gruppe (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae). - Vestnik Ceskosl. Spol. Zool., 39, 297-317.
UDVARDY, M.D.F. (1969): Dynamic Zoogeography with Special Reference to Land Animals. - 445 S; New York (Van Nostrand Reinhold).
WALTER, H. & H. LIETH (1960-1967): Klimadiagramm-Weltatlas. - Jena (Fischer).
WARNCKE, K. (1986): Die Wildbienen Mitteleuropas, ihre gültigen Namen und ihre Verbreitung (Insecta: Hymenoptera). - Entomofauna, Suppl. 3, 128 S.
WEBER, A. (1928): Geologische Karte des unteren Tösstales und unteren Glattales. - Mitt. Naturwiss. Ges. Winterthur, Heft 17/18; Beilage.
WESTRICH, P. (1979): Faunistik und Ökologie der Hymenoptera Aculeata des Tübinger Gebietes, vor allem des Spitzberges, unter besonderer Berücksichtigung der in Holz und Pflanzenstengeln nistenden Arten . - Dissertation, Univ. Tübingen, 295 S.
WESTRICH, P. (1980): Die Stechimmen (Hymenoptera Aculeata) des Tübinger Gebietes mit besonderer Berücksichtigung des Spitzberges. - Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 51/52, 601-680.
WESTRICH, P. (1984): Kritisches Verzeichnis der Bienen der Bundesrepublik Deutschland (Hymenoptera, Apoidea). - Courier Forsch.-Inst. Senckenberg, 66, 86 S.
WESTRICH, P. (1989): Die Wildbienen Baden-Württembergs. Vol. 1 und 2. - 972 S.; Stuttgart (Eugen Ulmer).
WESTRICH, P. & K. SCHMIDT (1986): Methoden und Anwendungsgebiete der Pollenanalyse bei Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea). - Linzer Biol. Beitr., 18, 341-360.
ZOLLER, H. (1954a): Die Typen der *Bromus erectus*-Wiesen des Schweizer Juras, ihre Abhängigkeit von den Standortbedingungen und wirtschaftlichen Einflüssen und ihre Beziehungen zur ursprünglichen Vegetation. - Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz, 33, 309 S.
ZOLLER, H: (1954b): Die Arten der *Bromus erectus*-Wiesen des Schweizer Juras, ihre Herkunft und ihre Areale mit besonderer Berücksichtigung der Verbreitung in ursprünglicher Vegetation. - Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 28, 283 S.
ZOLLER, H. (1958): Die Vegetation und Flora des Schaffhauser Randens, mit Vorschlägen zu ihrem Schutz. - Mitt. Naturf. Ges. Schaffhausen 26, 181-216.

Anschrift des Verfassers: Andreas Müller, Geisshaldenweg 12, 82oo Schaffhausen