

FID Biodiversitätsforschung

Bioindikatoren

Ergebnisse des Symposiums: Tiere als Indikatoren für Umweltbelastungen
8. bis 11. März 1981 in Köln

Die Eignung der Bienen als Indikatoren für Umweltbelastungen

Drescher, Wilhelm

1982

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-173047](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-173047)

Die Eignung der Bienen als Indikatoren für Umweltbelastungen

Wilhelm Drescher

Kurzfassung

Eine Gefährdung der ca. 550 wildlebenden Bienenarten in Mitteleuropa ist, speziell durch landwirtschaftliche Kulturmaßnahmen gegeben, doch erschwert die geringe Zahl quantitativer Untersuchungen die ökologische Analyse und die Nutzung dieser Arten als Bioindikatoren. Die Honigbiene ist toxikologisch gut untersucht, ihre Bestandsschwankungen werden jedoch durch menschliche Einflüsse stark kompensiert und damit als Indikator für Umweltbelastungen unbrauchbar. Die Nutzung systematisch aufgestellter Bienenvölker für Wirkungs- und Trendkataster von Immissionen und Radionuklidenausbreitung beweist ihre Eignung und empfiehlt sie für den gezielten Einsatz als Bioindikatoren.

Summary

The hazard, especially by modern agricultural technics, for the about 550 central-European species of wild bees is obvious. However the lack of sufficient investigations of quantitative nature hampers the ecological analysis and the use of these species as bioindicators. While the honey bee, *Apis mellifera* L., has been thoroughly investigated in respect to its toxicology, its changing population density is much obscured by human care for the colonies and therefore unsuitable for indicator functions of environmental disturbances. Systematic utilisation of bee colonies as indicators of industrial immission and radionuclide distribution proved useful for the detection of the effects and the trends.

1. Wildlebende Bienen

Auf der Erde sind bisher ca. 20000 Arten der Familiengruppe der Apoidea bekannt. Von diesen liegen für den Bereich der heutigen Bundesrepublik und der DDR ca. 550 Arten als Meldungen vor (STOECKHERT 1954). Sie gliedern sich in 7 Familien mit ca. 49 Gattungen auf.

Gemeinsam ist allen Arten die imaginale Ernährung mit Pollen und Nektar bzw. Honigtau. Der größere Anteil der untersuchten Arten versorgt auch die Brut mit einem Nektar-Pollengemisch. Nahe mit ihnen verwandte Arten nutzen als Cleptoparasiten für ihre Brut die angehäuften Vorräte der Brutversorgung ihrer Wirtsarten aus.

Bei der Wahl der Nistorte und -materialien finden wir eine Vielfalt: Nester im Erdreich, in hohlen Stengeln, Holzspalten, Felsspalten und in leeren Schneckengehäusen sind bekannt.

Diese aufgeführten Nahrungsansprüche und Nistgewohnheiten — speziell im Erdreich mit ausgeprägter Bodenstruktur, Exposition und spezifischem Feuchtigkeitshaushalt — machen wahrscheinlich, daß die Apoidea stark durch Veränderungen der landwirtschaftlichen Kulturmethoden beeinflußt werden. Hier fallen besonders die Verringerung von ungenutzten Flächen, Agrochemikalien, sowie Bodenverdichtung und -versiegelung ins Gewicht.

Ein fundierter Nachweis dieser Artenverminderung oder Abundanzverringerung ist jedoch schwierig, selbst wenn erfahrene Apidologen (EMEIS 1964) aufgrund langjähriger Biotop- und Artenkenntnis eine erheblich negative Entwicklung glaubhaft machen können. Die Bienenfauna fand zwar in den vergangenen 100 Jahren in taxonomischer Hinsicht zahlreiche Bearbeiter, doch ist die Zahl der quantitativ und vergleichend-ökologisch ausgerichteten Arbeiten gering (KLUG 1965, HAESELER 1972, 1976, RÜHL 1973, 1978). Somit wird man die in den „Roten Listen“ (RÜHL 1977) in den unterschiedlichen Gefährdungsstufen angeführten 202 Arten mit einem gewissen Vorbehalt betrachten. Als Beispiel sei die als „ausgestorben oder verschollen“ angeführte boreal-alpine Art *Alpinobombus alpinus* angeführt, die nur in einem Exemplar von TRAUTMANN (1924) im Allgäu nachgewiesen wurde. Da bei zahlreichen Arten, außer ihrem Vorkommen und den von ihnen aufgesuchten Futterpflanzen, wenig von ihrer Biologie bekannt ist, lassen sich die ursächlichen Faktoren für Abundanz- und Distributionsverminderung der gefährdeten Arten nur recht pauschal angeben. Selbst so wichtige Eigenschaften wie Vagilität, Voltinismus, Wirt-Parasit-Beziehung und jahresmäßige Abundanzschwankungen sind vielfach unbekannt.

Eine Schwierigkeit für die stärker quantitativ orientierte Bearbeitung der Arten ist durch erschwerte Fangmethoden gegeben, die nur bei den Gattungen *Bombus* und *Psithyrus* entfällt. Der Einsatz von Farbschalen liefert ein zu selektives Artenspektrum und ist in seiner Anwendung bedenklich. Nestfallen sind unter unseren klimatischen Bedingungen wegen der durch die recht hohe Luftfeuchtigkeit bedingte Schimmelbildung noch stärker eingeschränkt.

Die wenigen vorgenannten stärker quantifizierenden Untersuchungen konnten für einige Bienenarten synanthropes Verhalten nachweisen. So stuft KLUG (1965) ca. 12%, RÜHL (1978) ca. 15% seiner Apidenarten als synanthrop ein. Diese Arten finden sich in den vom Menschen geschaffenen Bereichen — Obstanlagen, Feldfrucht- und Gartenkulturen — in größerer Dichte als in weniger stark beeinflussten, naturnäheren Biotopen mit vergleichbaren geographischen und großklimatischen Bedingungen.

Die vorgenannten Fakten lassen erkennen, daß solitäre und parasoziale Apiden vorerst nur in sehr geringem Ausmaß als Indikatororganismen genutzt werden können.

2. Nutzinsekt *Apis mellifera*

Die Schwierigkeiten bei der Verwendung der Wildbienen entfallen weitgehend beim Einsatz der Honigbiene. Daher soll ihre Eignung als Bioindikator beurteilt werden. Die Biologie der Biene ist gut erforscht, ihre Verbreitung ubiquitär, in anderen Erdteilen wird sie durch die allopatrische, ihr recht ähnliche Art *Apis cerana* vertreten.

2.1. Veränderungen des Bestandes

Abb. 1 zeigt die Veränderung der Völkerzahl in der Bundesrepublik Deutschland zwischen 1951 und 1980. Die Verminderung ist offenkundig. Eine biologische Ursache hierfür ist die erhebliche Verschlechterung des Trachtangebotes seit dem Einsatz der Herbizide im landwirtschaftlichen, zeitweise auch im Forst- und Brachland-Bereich. Die resultierende Ausschaltung der Unkrautflora war in den Auswirkungen auf den Völkerbestand wahrscheinlich folgenreicher als die direkte Bedrohung der Völker durch unsachgemäßen Insektizideinsatz.

Hier sollen aber auch andere sozio-ökonomische Gründe für die Verminderung der Völkerzahl erwähnt werden: Verschiebungen in der Einkommens- und Familiengröße bestimmter Bevölkerungsgruppen, Spezialisierung der landwirtschaftlichen Betriebe, Veränderungen in der Siedlungsstruktur und in der Freizeitnutzung.

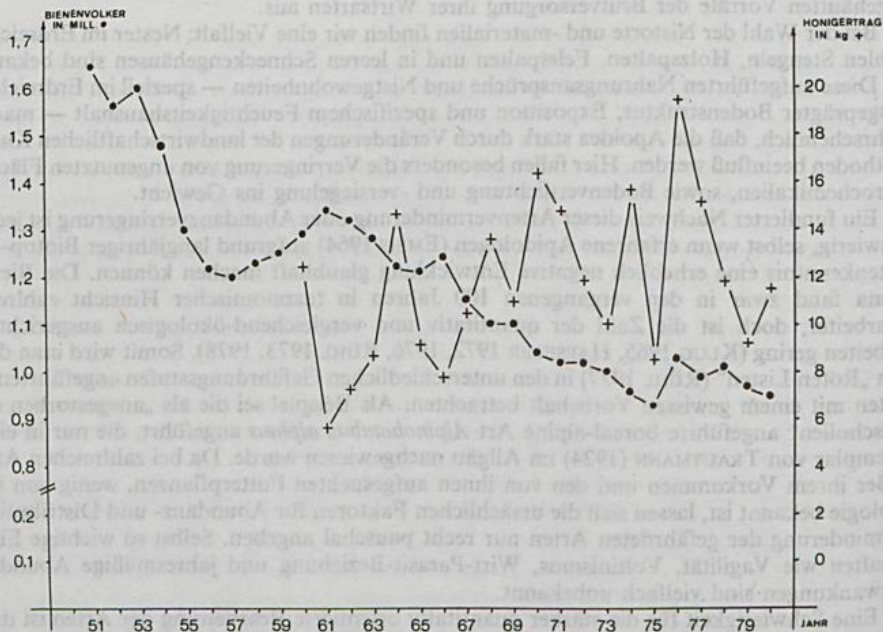


Abbildung 1. Vom Deutschen Imkerbund erfaßte Bienenvölker (ca. 85–90% des Gesamtbestandes) in Mio (· — ·) der Bundesrepublik Deutschland zwischen 1951–1980. Die 2. Kurve (+) gibt die Schwankungen der durchschnittlichen Honig-Jahreserträge zwischen 1960–1979 wieder; Angaben in kg (rechte Skala).

Würde man die vorgenannten biologischen Faktoren allein für den Rückgang der Völkerzahl verantwortlich machen, so wäre schwer erklärbar, daß trotz Verschlechterung der Trachtverhältnisse der Durchschnittsertrag an Honig pro Volk im Verlauf der vergangenen 25 Jahre von ca. 8 kg auf ca. 14 kg gestiegen ist. Ursächlich für diese Entwicklung sind u. a. veränderte imkerliche Betriebsweise, leistungsfähigeres Bienenmaterial und erhöhte Mobilität der Imker. Sie führt zu einer stärkeren Nutzung des Waldes mit seiner Honigtautracht und zur kurzfristigen Anwendung von reichem Nektar- und Pollenangebot landwirtschaftlicher Kulturen (Obst, Ölfrüchte, Futterleguminosen).

Die zwischenzeitliche Verödung von landwirtschaftlich intensiv genutzten Bereichen an Bienenvölkern läßt sich nur schwer ermitteln, da die in diesen Bereichen statistisch erfaßten Imker ihre Bienenvölker häufig in bewaldeten Arealen der näheren oder weiteren Umgebung aufgestellt haben. In ortsnahen Siedlungsräumen ist derzeit wieder eine Zunahme der Bienenvölker zu beobachten.

Die zweifellos vorhandene nachteilige Wirkung biologischer Veränderungen auf den Bestand der Bienenvölker im landwirtschaftlich intensiv genutzten Bereich wird durch die menschliche Betreuung der Völker weniger gut faßbar und offenkundig.

2.2. Prüfung und Einwirkung toxischer Substanzen

Bei der Honigbiene liegt wohl, im Vergleich zu anderen Insektenarten, das umfangreichste Material in toxikologischer Hinsicht vor. Die vom Gesetzgeber erlassene „Bienenschutzverordnung“ hat die Prüfung und Klassifizierung zahlreicher zur Zulassung angemeldeter Pflanzenbehandlungsmittel zur Folge. Neben den Insektiziden und Akariziden gelangen auch Herbizide, Fungizide, Wildverbißmittel, Wachstumsregulatoren und Zusatzstoffe zur Prüfung. Umfangreiche Prüfungen im Ausland vermehren für viele dieser Mittel noch das Datenmaterial.

Die Prüfungen reichen von gut standardisierbaren Laborprüfungen über Prüfungen im Zeltversuch bis zu den Praxisbedingungen völlig entsprechenden Freilandversuchen. Im Gang der Laborprüfung erlaubt die Honigbiene die Ermittlung der oralen Dosis letalis in einer Genauigkeit, wie sie keine andere Insektenart liefert. Die Freilandprüfungen haben einen reichen Erfahrungsschatz im Hinblick auf die Schwierigkeiten und den Aufwand bei ökosystemaren Toxizitätsprüfungen erbracht. Die Grundlage der Prüfung ist niedergelegt in den „Richtlinien für die Prüfung von Pflanzenbehandlungsmitteln auf Bienengefährlichkeit“ (Biologische Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft 1981). Entscheidungen aufgrund dieser Prüfungen finden ihren Niederschlag in dem jährlich neu herausgegebenen „Pflanzenschutzmittelverzeichnis“ (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 1980). Die angeführten Prüfmethode n reichen zur Ermittlung einer akuten Schädigung aus, sie sind jedoch unzureichend für den Nachweis von Brutschädigungen sowie subletalen, schleichenden Vergiftungen und Verhaltensänderungen, wie sie in den Untersuchungen von SCHRICKER (1974), BARKER & WALLER (1978) und VAN PRAAGH (1980) nachgewiesen wurden. Derzeit entwickelte Prüfverfahren zur Ermittlung von Brutschädigungen und systemischer Mittelwirkung werden für Routineuntersuchungen kaum geeignet sein. Nicht abschätzbar ist zur Zeit noch eine Gefährdung von Bienenvölkern durch die synergistische Wirkung von kombinierten „nicht bienengefährlichen“ Mitteln.

Was hat dieses Bemühen von seiten der bienenkundlichen Prüfstellen und des Gesetzgebers für die Praxis bisher an Resultaten gebracht bzw. was ist an potentiellen Schäden verhindert worden? Die von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BRASSE 1980) veröffentlichten Zahlen geben einen Anhaltspunkt (Tab. 1). Man kann sie stellvertretend für die letzten 20 Jahre analysieren, da in dieser Periode keine erheblichen Veränderungen im jährlichen Schadensumfang angefallen sind. Wenn man den recht hohen Anteil an vermutetem Frevel außer Betracht läßt, so fällt die große Anzahl der Schadensfälle auf, die „ohne nähere Angaben“ deklariert sind, d. h. der Einsender der Proben, zumeist der Imker, konnte keinen begründeten Hinweis auf Ursache oder Verursacher des Schadens liefern. Diesen Mangel muß man berücksichtigen bei den Überlegungen, die Honigbiene als Indikatororganismus zu nutzen.

Jeder Schadensfall repräsentiert ca. 10 Bienenvölker. Die Anzahl der Teilschäden und von Entwicklungsstagnation liegt jedoch höher als die oben angeführte Zahl. Aufgrund von

Vermuteter Schadensbereich	Anzahl Schadensfälle	%
Wein	16	6,1
Raps	18	6,8
Obst	33	12,5
Unkraut	14	5,3
Verschiedenes	24	9,0
Frevel	56	21,2
ohne nähere Angaben	103	39,0
Summe	264	

Tabelle 1. Gemeldete Bienenschäden im Jahr 1979. Schadensursachen nach Angaben der Einsender. (Verändert n. BRASSE 1980.)

Hinweisen muß mit der doppelten bis dreifachen Anzahl von Schadensfällen gerechnet werden.

Hier interessiert noch, ob die toxikologischen Befunde, die an *Apis mellifera* gewonnen wurden, auch auf andere bestäubungsbiologisch wichtige Bienenarten übertragbar sind. In den USA verglich man den Residualeffekt von Spritzbelägen von 25 Insektiziden bei vier Apidenarten (JOHANSEN 1972):

Megachile rotundata (Blattschneiderbiene)

Nomia melandri (Alkalibiene)

Apis mellifera

Bombus centralis

Eine Zunahme der Empfindlichkeit in der Reihenfolge *Bombus* < *Apis* < *Nomia* < *Megachile* wurde festgestellt. Die Abstufung variierte etwas bei den verschiedenen Mitteln, lag aber in der Konzentrationsabstufung unter dem Faktor 2. Eine Korrelation zwischen dem Gewicht der Tiere und der toxischen Empfindlichkeit konnte nachgewiesen werden, doch waren auch Behaarungsunterschiede und die Verschlechterung des Volumen : Oberfläche-Quotienten von Einfluß.

2.3. Verwendung der Honigbiene als Wirkungs- oder Trendindikator

Im vorausgehenden Abschnitt stand die orts- und zeitmäßig zufällige und in der Ursache häufig ungeklärte Einwirkung auf Bienenvölker im Vordergrund.

Wieweit eignet sich das Bienenvolk für systematisches Monitoring, und wieweit hat man es schon dafür genutzt?

2.3.1. Genetische Homogenität des Prüfmaterials

Die bei anderen Testorganismen z. T. störend wirkende genetische Heterogenität, u. a. bei Laufkäfern (STEINIGER 1978) und der Schneckenart *Physa acuta* (ZADORY 1980), liegt derzeit auch beim Völkerbestand vor. Sie ist beim heutigen Stand der Bienenzüchtung leicht zu umgehen, da mit Hilfe der instrumentellen Besamung genetisch einheitliches Material in ausreichendem Umfang aufzubauen ist.

2.3.2. Prüfung von Immissionswirkungen

Nachdem Emissionen von Hüttenwerken, Kohlekraftwerken und chemischen Betrieben Bienenschäden vor allem durch Fluor-, Schwefel- und Arsenverbindungen in verschiedenen europäischen Ländern (Bundesrepublik Deutschland, DDR, Frankreich, Österreich, Schweiz) und den USA bewirkt hatten, untersuchte man in Labortests und systematisch plazierten Völkern die Schadensfälle (TOUMANOFF 1962, 1964; BÖRTITZ & REUTER 1977; BROMENSHENK

1979). Imaginale Bienen, Bienenbrut, eingetragener Pollen und Nektarproben dienten als Untersuchungssubstrat; Gesamtentwicklung und Sammelerfolg der Völker wurden registriert und in Beziehung zur Immissionsbelastung in unterschiedlichen Entfernungen und in Abhängigkeit zur Windrichtung gesetzt. Die Toxizitätsermittlung brachte für NaF einen LD 100-Wert (oral) von 20 µg/Biene (24 st), für HF dagegen einen von 10 µg/Biene (TRAUTWEIN, BUCHNER & KOPP 1968). Die Untersuchungen von MAURIZIO & STAUB (1956) ergaben etwas niedrigere Werte.

Wirkungsvolle technische Maßnahmen zur Verringerung der Emission bewirkten eine drastische Verminderung der Schadensfälle. BROMENSHENK (1979) und MÜLLER (1980) verwenden daraufhin Bienenvölker bei großflächigem Immissions-Monitoring.

2.3.3. Monitoring von Radionuklid-Quellen

Kernkraftwerke und Wiederaufbereitungsanlagen können gasförmige, flüssige und feste umweltbelastende Produkte liefern, die z. T. direkt mit dem eingetragenen Wasser oder in gesammeltem Pollen, Nektar oder Honigtau nach Metabolisierung von Gas, Wasser oder Bodenkomponenten durch die Pflanzen nachgewiesen werden können. Ältere Arbeiten berichten von Registrierungen von radioaktivem Fallout zwischen 1959–1970, die aufgrund von Bienen- und Honigproben gewonnen wurden (SVOBODA, PICHA & PINKAS 1968; BARABAS, LUPSAN, COJOCARN & BALOGH 1969; HERMANN 1970). Diese Angaben sind schwer vergleichbar durch die Anwendung uneinheitlicher Meßmethoden. Nach 1974 gewonnene und auf 19 Radionuklide untersuchte Honigproben aus dem Umkreis von Grundremmingen erbrachten einen eindeutigen Gehalt an Kobalt 58 und 60 vom Betrieb des Kernkraftwerkes; alle Werte lagen unter der kritischen Grenze (MEYER 1977). Ähnliche Honiguntersuchungen führten GILDERT & LISH (1978) im Umkreis bis zu 5 Meilen um eine Aufbereitungsanlage im Staate New York durch. In noch größerem Umfang nutzten HAKONSON & BOSTICK (1976) Bienenvölker, um die Ausbreitung radioaktiver Komponenten auf Deponien von Los Alamos zu prüfen. KIRKHAM & COREY (1977) wiesen nach ihren Untersuchungen in Verbindung mit den Nuklear-Anlagen in S. Carolina darauf hin, daß Pollen ein geeigneteres Untersuchungsobjekt sei als Honig, da bei ersterem eine stärkere Anreicherung von Radionukliden erfolge.

3. Bewertung der Indikatoreigenschaften der Honigbiene

Nach der Auswertung der Literaturangaben und unter Berücksichtigung der eigenen Erfahrung lassen sich für die Verwendung der Honigbiene als Indikatororganismus folgende Stärken zusammenstellen:

- Bienenvölker sind in unterschiedlicher, aber zumeist ausreichender Dichte überall vorhanden oder lassen sich kurzfristig an gewünschte Standorte verbringen;
- moderne züchterische Maßnahmen erlauben den Aufbau von genetisch einheitlichem Material;
- Bienen sind die in toxikologischer Hinsicht am besten erforschten Insekten;
- die Probenentnahme ist leicht zu bewerkstelligen und stört die Bienenpopulation nicht nachhaltig;
- die Bienenvölker arbeiten flächendeckend;
- innerhalb des Volkes bieten sich mehrere Testsubstrate mit unterschiedlicher Empfindlichkeit sowohl für einen Wirkungskataster, als auch für einen Trendkataster an (Imagines, Brut, Pollen, Honig, Wachs).

Schwierigkeiten entstehen durch folgende biologischen Eigenschaften des Bienenvolkes:

- als Prüfungsperiode stehen in Mitteleuropa nur die Monate April bis September zur Verfügung;
- der abgedeckte Flugbereich ist sehr variabel und kann sich sehr schnell in Größe und Richtung verändern;
- Kontamination von Imagines und Brut vermag durch Nektar und/oder Pollen zu erfolgen. Eine Kontrolle beider Sammelprodukte ist deshalb zur Herkunftsanalyse erforderlich, wobei der Pollen die präzisere zeitliche und herkunftsmäßige Bestimmung erlaubt;
- in ihrer Empfindlichkeit gegenüber bestimmten Belastungen - Fluor, SO₂ - hat die Honigbiene eine höhere Toleranz im Vergleich zu anderen, speziell pflanzlichen Organismen. Sie ist in diesen Fällen für Wirkungskataster weniger geeignet.

Unter Abwägung der Stärken und Schwächen der Honigbiene als potentiell Biindikator sollten die genannten Eigenschaften ihre Verwendung empfehlen.

Literatur

- BARABAS, B., LUPSAN, V., COJOCARU, D. & BALOGH, L. (1969): Investigations on the radioactivity of honey. Part II. - *Orvosi Szemle* 15, 211-15.
- BARKER, R. J. & WALLER, G. D. (1978): Sublethal effects of Parathion, Methyl Parathion or formulated Methoprene fed to colonies of honey bees. - *Environ. Entomol.* 7, 569-71.
- BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (1981): Richtlinien für die Prüfung von Pflanzenbehandlungsmitteln auf Bienengefährlichkeit; 23-1.
- BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (1980): Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis 1980, Teil 7; Wirkung auf Bienen. - 28. Aufl. 1980.
- BÖRLITZ, S. & REUTER, F. (1977): Untersuchungen über den Fluorgehalt von Blüten in Gebieten mit baumgefährdenden Immissionen. - *Arch. Gartenbau, Berlin* 25, 247-55.
- BROMENSHENK, J. J. (1979): Monitoring environmental materials and specimen banking using terrestrial insects with particular reference to inorganic substances and pesticides, in: *Monitoring Environmental Materials and Specimen Banking*, 132-155. - The Hague (Nijhoff).
- BRASSE, D. (1980): Bienenvergiftungen im Jahre 1979. - *Allg. Dtsch. Imkerztg.* 14, 312-13.
- EMEIS, W. (1964): Beobachtungen über den Rückgang häufiger Bienenarten in Schleswig-Holstein. - *Faun. Mitt. Norddeutshl.* 2, 152-54.
- GILBERT, M. D. & LISK, D. J. (1978): Honey as an environmental indicator of radionuclide contamination. - *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 19, 32-34.
- HAESLER, V. (1972): Anthropogene Biotope (Kahlschlag, Kiesgrube, Stadtgärten) als Refugien für Insekten, untersucht am Beispiel der Hymenoptera Aculeata. - *Zool. Jb. Syst.* 99, 133-212.
- (1976): Zur Aculeatenfauna der Nordfriesischen Insel Amrum. - *Schr. naturw. Ver. Schlesw.-Holst.* 46, 59-78.
- HAKONSON, T. E. & BOSTICK, K. V. (1976): The availability of environmental radioactivity to honey bee colonies at Los Alamos. - *J. Environ. Qual.* 5, 307-10.
- HERRMANN, H. (1970): Rest- β -Aktivitäts- und γ -spektrometrische Einzelnuclidbestimmungen in Bienen und Bienenhonigen. - *Z. Wasser- und Abwasser-Forsch.* 3, 152-53.
- JOHANSEN, C. A. (1972): Toxicity of field-weathered insecticide residues of four kinds of bees. - *Environ. Entomol.* 1, 393-394.
- KIRKHAM, M. B. & COREY, J. C. (1977): Pollen as indicator of radionuclide pollution. - *J. Nucl. Agric. Biol.* 6, 71-74.
- KLUG, O. (1965): Die Hymenopteren am Tuniberg, im Mooswald und Rieselfeld; eine vergleichend faunistisch-ökologische Untersuchung dreier extremer Biotope des südlichen Oberrheintales. - *Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. B.* 55, 5-225.
- MAURIZIO, A. & STAUB, A. (1956): Bienenvergiftungen und fluorhaltige Industrieabgase in der Schweiz. - *Schweizer. Bienen-Z.* N. F. 79, 483-86.
- MEYER, P. (1977): Kernenergie und Umwelt. - *Kerntechnik* 19, 9-13.
- MÜLLER, P. (1980): Anpassung und Informationsgehalt von Tierpopulationen in Städten. - *Verh. Dtsch. Zool. Ges.* 1980, 57-77. - Stuttgart.
- PRAAGH, J. P. van (1980): Mögliche Einflüsse von bienenungefährlichen Pflanzenschutzmitteln auf das Bestäubungsverhalten der Honigbiene. - *Gartenbauwissenschaft* 45, 252-54.
- RÜHL, D. (1973): Faunistisch-ökologische Untersuchungen zur Hymenopterenfauna (Symphyta und Aculeata) der Naturschutzgebiete Siebengebirge und Rodderberg. - *Diplom-Arbeit, Mathem.-Naturw. Fak. Univ. Bonn*, 104 S.
- (1977): Rote Liste ausgewählter Gruppen der Hautflügler (Hymenoptera: Symphyta, Aculeata), 1. Fassung, - in: J. BLAB, E. NOWAK, W. TRAUTMANN, H. SUKOPP (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland; 68 S. - Greven (Kilda-Verl.).
- (1978): Untersuchungen an Hymenopteren eines naturnahen Lebensraumes, einer Brachfläche, sowie eines alternativ und konventionell bewirtschafteten Obstgutes (Hymenoptera: Symphyta, Aculeata). - *Arbeiten aus dem Inst. Landw. Zool. u. Bienenkunde, Univ. Bonn*, Nr. 4, 220 S.
- SCHRICKER, B. (1974): Der Einfluß sublethaler Dosen an Parathion (E 605) auf die Entfernungswegung bei der Honigbiene. - *Apidologie* 5, 149-175.
- STEINIGER, H. (1978): Genetische Variabilität bei Carabiden-Populationen inner- und außerstädtischer Standorte (Coleoptera). - *Diss. Univ. Saarbrücken*.
- STOECKHERT, F. K. (1954): *Fauna Apoideorum Germaniae*. - *Abh. Bayer. Akad. Wiss., Math.-Naturw. Kl.*, Heft 65, 1-87.
- SVOBODA, J., PÍCHA, S. & PINKAS, J. (1968): Recovery of radioactive Strontium 90 in experimental honey bee colonies and their products. - *Vedecké Práce Výzkumného Ústavu Včelařského Dole* 63-75.
- TOUMANOFF, C. (1962): Recherches expérimentales sur la toxicité du fluor pour les abeilles. - *Ann. Abeilles* 5, 247-260.

- (1964): Nouvelles recherches expérimentales sur la toxicité du fluor sur les abeilles. - Ann. Abeilles 7, 203-15.

TRAUTMANN, W. (1924): Beitrag zur Erforschung der Bienenfauna des Allgäus. ; Z. Wiss. Ins. Biol., 19, 224-25.

TRAUTWEIN, K., BUCHNER, R., KOPP, CH. (1968): Laboratoriums- und Felduntersuchungen über Fluorwirkungen bei Bienen. - Fluorwirkungen, Forschungsbericht Nr. 14, Dt. Forschungsgem. 134-41.

ZADORY, L. (1980): Allelpolymorphismus bei *Physa acuta* DRAP. (Pulmonata, Gastropoda) in Abhängigkeit von physikalisch-chemischen Wassereigenschaften der Saar. - Dipl.Arb. Univ. Saarbrücken (zit. b. P. MÜLLER 1980)

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Wilhelm Drescher, Institut für Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde der Universität Bonn, Melbweg 42, D-5300 Bonn 1.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: [BH_26](#)

Autor(en)/Author(s): Drescher Wilhelm

Artikel/Article: [Die Eignung der Bienen als Indikatoren für Umweltbelastungen 171-177](#)