

Aufgaben der Erforschung der primär-flügellosen Insekten¹

Von JOSEF NOSEK

Virologisches Institut der Tschechoslowakischen Akademie
der Wissenschaften, Bratislava

(Direktor: Prof. Dr. D. Blaškovič)

Mit 1 Karte und 1 Abbildung

Die Forschung hat in den letzten Jahrzehnten erkannt, daß das biologische Geschehen im Boden für dessen Entwicklung und Erhaltung eine viel größere Bedeutung besitzt, als man früher angenommen hat. Die Versuche, mit ausschließlich physikalischen und chemischen Mitteln die Ertragsfähigkeit des Kulturlandes zu erhalten, führten immer wieder zu dem Ergebnis, daß dies auf die Dauer unmöglich war. Die mineralischen Komponenten des Bodens können wir nur wenig beeinflussen, dafür können wir auf die lebendige Komponente Einfluß nehmen. Die Erforschung der Bodenfauna vermag zweifellos der ganzen Bodenforschung neue Impulse zu geben.

Die Apterygoten bilden einen integrierenden Teil der Bodenfauna. Über Art und Umfang der Leistungen, welche die Apterygoten für die Bodenbildung und -entwicklung vollbringen, liegen schon zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen vor. Ein großer Teil der Arbeiten wurde leider entweder ausschließlich vom zoologisch-autökologischen resp. biozöologischen oder vom rein bodenkundlichen Gesichtspunkt aus durchgeführt, was zur Folge hat, daß viele interessante Feststellungen bisher nur einseitig und damit unvollständig ausgewertet worden sind. Um die Bedeutung dieser zwei Gebiete ins richtige Licht zu setzen, möchte ich im folgenden die Aufgaben der Forschung kurz erörtern.

¹ Vortrag zum Bodenzoologischen Kolloquium am 6. und 7. April 1961 in Görlitz.

Vom Standpunkt der Bodenbiologie sind in erster Linie die produktions-biologischen Fragestellungen vorherrschend. Die hohe Individuendichte von 10 000 bis einige 100 000/m² der Streu- und Humusschicht läßt auf eine starke Beteiligung der Collembolen an der Zersetzung des Bestandesabfalles, insbesondere der Laubstreu, schließen. Experimentelle Untersuchungen über indirekte und direkte Laubstreuersetzung durch Collembolen wurden schon von DUNGER (1956) durchgeführt. Die Resultate sind mehr als interessant, sie sind wichtig und sehr wertvoll für eine weitere Forschung in dieser Richtung. Es ist wichtig, die Verbreitung der Apterygotenformen in der Streu- und Humusschicht und ihre Beziehungen zur Bodentiefe und Bodenstruktur kennen zu lernen (HAARLÖV, 1955, 1960), ebenso die Wirkung der Apterygoten auf den Verlauf der mikrobiellen Prozesse im Boden. Nicht ganz so augenfällig wie die mechanischen sind die chemischen Leistungen der Apterygoten im Zusammenwirken mit Bakterien und Pilzen. Zahlreiche Mikroben können nicht bloß in den Verdauungsorganen der Collembolen und Proturen, sondern auch außerhalb deren im Boden leben. Das bedeutet, daß durch die Apterygoten ständig Bakterien und Pilzkeime von einem Nährboden zum anderen übertragen werden können. Über die Antibiotika der Apterygoten wissen wir noch nichts. Wir dürfen diese Stoffe auch bei einigen Collembolen und Proturen voraussetzen. Vom Standpunkt der Bodenbiologie ist es notwendig, auch die Lebensweise und Populationsdynamik der einzelnen Arten zu kennen. Dies ist möglich durch Zucht der Tiere im Labor. Ich betone ausdrücklich, daß auch viele systematische Fragen auf diese Weise geklärt werden können. Das Studium dieser Probleme kann in naher Zukunft unsere Kenntnisse vor allem über die Bionomie, Morphologie und Systematik der erwachsenen, aber auch der juvenilen Formen ergänzen. Der einfachste Weg wäre die Anwendung der Aulichtmikroskopie nach KUBIENA (1943) zur Untersuchung der Lebensbedingungen der Collembolen und Proturen in den einzelnen Mikrostandorten des lebenden Bodens. Wir konnten viele Bodenorganismen bei ihrer Tätigkeit unmittelbar mit aller Ausführlichkeit beobachten, sowie ihrer trophischen Beziehungen feststellen. Die Interpretation der Bedeutung physikalischer Faktoren verlangt aber große Vorsicht wegen ihrer eventuellen indirekten Wirkung über die Mikroflora, so z. B. wenn eine Zucht von *Onychiurus fimatus* in der Zimmerwärme bei starker Düngung oder mit Penicillin plötzlich gelingt, sonst nur bei niederen Temperaturen (G. GISIN, 1952).

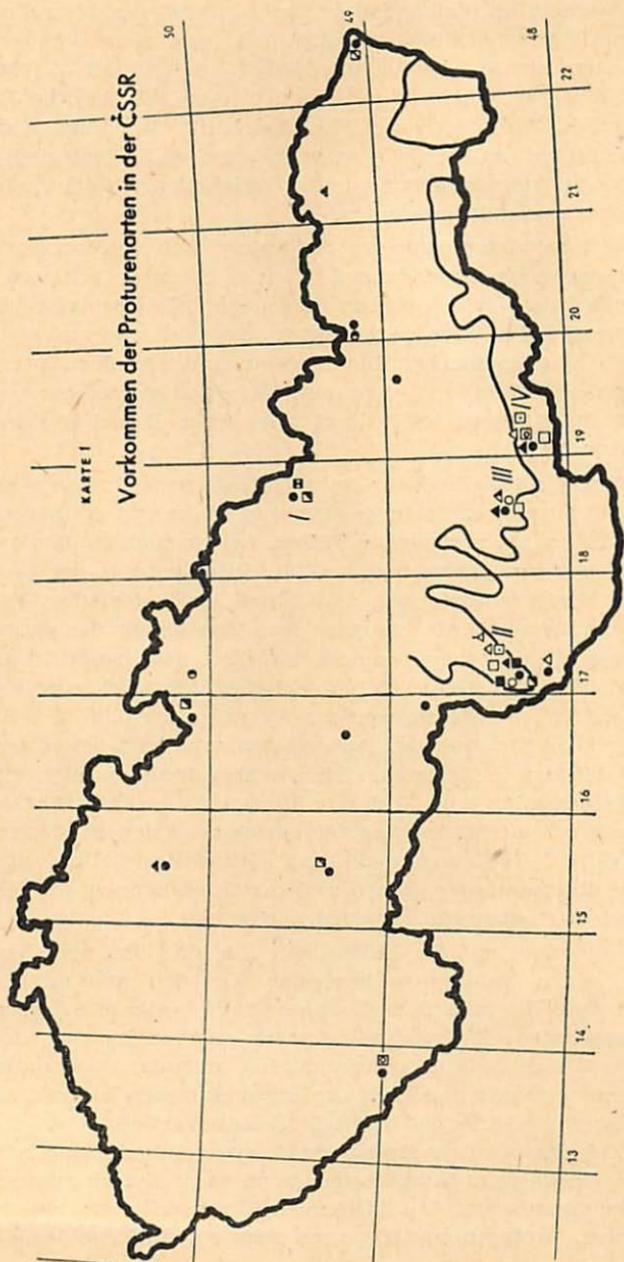
Die ökologischen Verhältnisse bei Collembolen und Proturen sind nur selten einfach. Bei den Collembolen gibt es oft sehr feine Spezialisierungen der Arten auf bestimmte, schwer einschätzbare mikroklimatische Bedingungen des Milieus, sowie in Hinsicht auf die Bindung der saprophenen Collembolen an die biochemischen mikrobiellen Prozesse im

Boden. Es ist wahrscheinlich, daß zwischen der Aktivität der Mikroflora im allgemeinen und der Entwicklung und Aktivität der Collembolen enge Beziehungen bestehen. Einige Arbeiten von NOSEK und AMBROŽ (1957) sowie MALDAGUE (1958) in tropischen Böden weisen auf ähnliche Beziehungen zwischen der Mikroflora und Mikrofauna hin. Wir müssen die Wirkung der Apterygoten auf die Bodenentwicklung und die biologischen Prozesse im Boden gut kennen, damit wir die Tätigkeit der Apterygoten für die Bodenbelebung ausnützen können.

Die Abhängigkeit des Artenspektrums der Apterygoten von den Eigenschaften ihres Standortes wird erst dann deutlich zu erkennen sein, wenn eine größere Anzahl von Versuchsproben ökologisch möglichst verschiedener und entlegener Lokalitäten ausgewertet sein wird, worauf schon KSENEMAN (1938) hingewiesen hat. Die Zusammensetzung der Apterygotenfauna ist durch die geographischen und ökologischen Bedingungen und Eigenschaften ihres Standortes bedingt, wie wir z. B. bei Proturen sehen können (Karte 1).

Die Umweltansprüche verschiedener Apterygotenformen sind sehr unterschiedlich. Es gibt Formen mit sehr großem und solche mit geringerem Anpassungsvermögen an ein verändertes Milieu. Leider sind die ökologischen Ansprüche der Arten meist noch unklar. Die Kenntnis der Ökologie der einzelnen Apterygotenformen und deren „synökologisches Verhalten“ sind die wichtigsten Voraussetzungen zum Verständnis der ganzen Biozönose. In dieser Hinsicht wird es noch viel Zeit und hauptsächlich viele Experimente erfordern, bevor die ökologischen Ansprüche der einzelnen Apterygotenformen erkannt werden. Es ist notwendig, die Beziehungen zwischen der Struktur der Apterygotenfauna und den Eigenschaften ihres Standortes zu kennen. Die Apterygotenfauna der einzelnen Pflanzengesellschaften soll nicht nur durch die charakteristischen Arten, sondern auch mit der Dominanz der einzelnen Arten charakterisiert werden. G. GISIN (1952) meint, daß auf Grund der Collembolenfauna verschiedene Komposttypen unterschieden werden können, die sehr wahrscheinlich auch gartenbaulich verschiedenartig sind.

GILJAROW (1956) wies auf die Möglichkeit hin, daß aus dem Vorhandensein oder Fehlen bestimmter terricoler Tierarten und aus der Artenzusammensetzung der gesamten Zoozönose auf bestimmte Boden- und Standortseigenschaften Rückschlüsse gezogen werden können. Auf diesem Gebiet lassen sich gesicherte Erkenntnisse nur dann gewinnen, wenn man eine exakte Bestimmung der Apterygotenformen bis zur Art durchführt. Wir benötigen dringend nicht bloß eine Vertiefung unseres Wissens über die Lebensansprüche der einzelnen Apterygotenformen, sondern vielmehr ein eingehendes Studium der trophischen Beziehungen zu den übrigen Bodenorganismen. Die bisherigen Untersuchungen zeigen, daß die Collembolen, Proturen und Dipluren sehr empfindliche Indika-



I

BESKIDEN 900 m ü. M.

Buchen-, Tannenbestand

Petasites und *Dentaria*-Variante

Eosentomon transitorium Berl.

Acerentomon gallicum Ionescu

Fichtenbestand *Rubus-*

Variante

Eosentomon transitorium Berl.

Acerentomon dispar (Stach, 1954)

Tux.

II

KLEINE KARPATEN

500 m ü. M.

Buchenbestand

Eosentomon transitorium Berl.

Acerentulus confinis Berl.

Acerella remyi (Condé)

Acerentomon giganteum Condé

Acerentomon carpathicum Nosek

Acerentomon campestre Ionescu

Eichenbestand

Eosentomon transitorium Berl.

Eosentomon germanicum Prell

Acerentulus confinis Berl.

Acerella remyi (Condé)

Acerentomon giganteum Condé

Acerentomon gallicum Ionescu

Acerentomon carpathicum Nosek

III

FRONTAL 350 m ü. M.

Buchenbestand

Eosentomon transitorium Berl.

Eosentomon germanicum Prell

Acerentulus confinis Berl.

Acerentulus trägtårdhi Ionescu

Acerentomon giganteum Condé

IV

SLOWAKISCHES

WALDSTEPPENGEBIET

Eichen-, Hainbuchen-

bestand

Eosentomon transitorium Berl.

Acerentulus confinis Berl.

Acerella remyi (Condé)

Acerentomon campestre Ionescu

Acerentomon giganteum Condé

Acerentomon tureni Nosek

Festuca

pseudomalatica-Bestand

Eosentomon transitorium Berl.

Acerentulus confinis Berl.

Acerella remyi (Condé)

Acerentomon campestre Ionescu

toren der biologischen Aktivität des Bodens sind. Viele Apterygoten reagieren sehr rasch bei Milieuänderungen. Sobald Änderungen in den Lebensbedingungen eintreten, denen sie sich nicht anzupassen vermögen, verschwinden sie aus der Biozönose, oder sie vermehren sich stark, falls die Umweltverhältnisse für sie günstiger werden. Dadurch läßt sich die Gesamtwirkung eines menschlichen Eingreifens in Wald-, Wiesen- und Feldbestände ablesen. Sehr wichtig ist es in dieser Hinsicht, die tierischen Sukzessionen zu erkennen (JANETSCHKEK, 1958).

Über die ökologischen Beziehungen der Bewohner verschiedener Lebensräume soll das folgende Schema Aufschluß geben (Abb. 1).

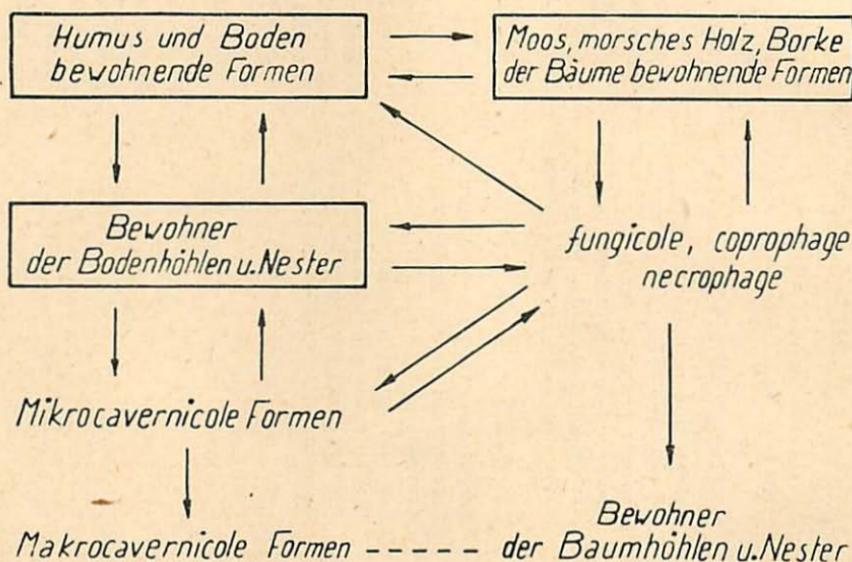


Abb. 1. Ökologische Beziehungen der Bewohner verschiedener Lebensräume

Wenn auch unsere Kenntnisse über die Systematik dieser primitiven Insekten in den letzten Jahren enorme Fortschritte gemacht haben, so ist doch vieles noch unbekannt. In dieser Situation kann nur eine exakte Revision des Typenmaterials, wie sie z. B. TUXEN (1956—1960) bei Procturen durchgeführt hat, Klarheit bringen. Viele bisher für ubiquistisch gehaltene Collembolenarten haben sich erst neuerdings als heterogen erwiesen. Auf der anderen Seite sind viele von bisher beschriebenen Arten nur Variationen oder Ökomorphosen und es ist deshalb erwünscht, ihre Variabilität zu erkennen. Vom Standpunkt der Systematik und Zoogeographie ist zu empfehlen, die Beschreibungen und Neubeschreibungen ebenso wie die Dokumentation genauer und ausführlicher zu gestalten.

Dies ist ebenso wichtig bei ökologischen Arbeiten grundsätzlicher Bedeutung, welche Arten verschiedener Länder vergleichen. Eine ökologische Bewertung der Apterygoten setzt eine sichere taxonomische Einordnung voraus. Wegen der labilen Nomenklatur (z. B. Genus *Onychiurus* oder *Entomobrya*) ist aber eine eingehende Dokumentation notwendig. Ein ausgezeichneter Vorstoß in dieser Richtung wird von STACH (1947—1960) in seiner Monographie der Apterygoten Polens, weiter von PALISSA (1960) unternommen. Dagegen sind die heutzutage häufigen formalistischen Revisionen und die Artmacherei ohne Studium des Typenmaterials und ohne Dokumentation nichts anders als ein Spiel mit Synonymen, welches schädlich und wertlos ist. Ein modernes Bestimmungswerk, „Collembolenfauna Europas“ von GISIN (1960), ist bereits erschienen, und auch für Proturen sind Bestimmungstabellen in Vorbereitung (TUXEN, 1960, briefl.).

Die Wahl der Untersuchungsorte auf pflanzensoziologischer Grundlage bietet nach bisherigem Wissen und Erfahrungen den zuverlässigsten Zutritt zu den zoözöologischen Arbeiten. Wir müssen aber im Auge behalten, daß bei der Bodenentwicklung die Mikroflora, Bodenfauna und Bodenvegetation einen großen Einfluß ausüben, wobei diese Aktivität nur durch Bestimmung aller drei erwähnten lebenden Komponenten festgestellt werden kann. Die Dauerversuchsflächen sind sehr bedeutungsvoll für biozöologische Arbeiten. Über die Anzahl und Größe der Versuchsproben möchte ich hier nur sagen, daß größere Proben als 1 dm³ schwer zu bearbeiten sind. Es ist besser, eine größere Anzahl kleiner Versuchsproben (1 dm × 1 dm Förna und Humusschicht) unter Berücksichtigung unterschiedlicher Mikrostandorte zu entnehmen. Die kleinen Versuchsproben können ziemlich gut nach der Tullgrenmethode bearbeitet werden, und die Resultate sind in qualitativer und quantitativer Hinsicht vergleichbar, besonders, wenn die Proben in unversehrttem Zustand untersucht werden. Sehr gute Resultate wurden aber mit der einfachen Ausschwemmungsmethode erzielt.

Für die mikroskopische Untersuchung und weitere Bearbeitung sehr wichtig sind die Fixier- und Einbettungsmittel. Folgende sind zu empfehlen: Fixier-Gemisch nach GISIN (1960): 95%iger Alkohol 750 cm³, Schwefeläther 250 cm³, Eisessig 30 cm³, 40%iges Formol 3 g. Nach 3 Tagen werden die mit Watte verpfropften Epruvetten in 70%igen Alkohol übergeführt, der das Fixiergemisch langsam verdrängt. Polyvinyl-Lactophenol-Medium nach LIPOWSKI (Dauerpräparate für Immersionsbeobachtungen): 56 Teile 15%ige wäßrige Polyvinyllösung, 22 Teile Phenol, 22 Teile Milchsäure. SWANS Medium: 20 g dest. Wasser, 60 g Chloralhydrat, 15 g Gummiarabicum, 3 g Glukose, 2 g Eisessig. Die Präparate sind in beiden Fällen nach einigen Tagen

manipulierbar. Gute Ergebnisse sind auch mit Euparal und Caedax erzielt worden.

Zusammenfassung

Die Zusammensetzung der Apterygotenfauna ist durch die geographischen und ökologischen Bedingungen und Eigenschaften ihres Standortes bedingt. Die Umweltansprüche der verschiedenen Apterygotenformen sind sehr verschieden. Es gibt Formen mit sehr großem und solche mit geringerem Anpassungsvermögen an ein verändertes Milieu. Die Kenntnis der Ökologie der einzelnen Apterygotenformen und deren „synökologisches Verhalten“ sind die wichtigsten Voraussetzungen zum Begreifen der ganzen Biozönose. In dieser Hinsicht wird es noch viel Zeit und hauptsächlich viele Experimente erfordern, bevor die ökologischen Forderungen der einzelnen Apterygotenformen erkannt werden. Vom Standpunkt der Bodenbiologie ist es notwendig, die Beziehungen zwischen der Struktur der Apterygotenfauna und den Eigenschaften ihres Standortes zu erkennen. Die Apterygotenfauna der einzelnen Pflanzengesellschaften soll nicht nur mit den charakteristischen Arten, sondern auch mit der Dominanz der einzelnen Arten charakterisiert werden.

Nicht ganz so augenfällig wie die mechanischen sind die chemischen Leistungen der Apterygoten im Zusammenwirken mit Bakterien und Pilzen. Zahlreiche Mikroben können nicht bloß in den Verdauungsorganen, sondern auch außerhalb deren im Boden leben. Das bedeutet, daß durch die Apterygoten ständig Bakterien und Pilzkeime von einem Nährboden zum anderen übertragen werden können. Ebenfalls wichtig ist die Wirkung der Apterygoten auf den Verlauf der mikrobiellen Prozesse im Boden.

Weiter werden die Methodik der Erforschung der Apterygoten (Wahl der Untersuchungsorte, Entnahme etc.) und die Erfahrungen mit Auslesemethoden und Präpariertechnik angegeben.

Literatur

- AGRELL, I. (1941): Zur Ökologie der Collembolen. — *Opuscula Entomologica*, Supplementum 1941, S. 1—236.
- BOCKEMÜHL, J. (1956): Die Apterygoten des Spitzberges bei Tübingen, eine faunistisch-ökologische Untersuchung. — *Zool. Jahrb. Syst.* **84**, 2/3, S. 113—194.
- BÖDVARSSON, H. (1959): Studien über die Variation einiger systematischer Charaktere bei *Onychiurus armatus* (Tullberg, 1869). — *Opuscula Entomologica* **24**, S. 225—246.
- CASSAGNAU, P. (1955): L'influence de la température sur la morphologie d'*Hypogastrura purpurescens* (Lubbock), Collembole Poduromorphe. — *Comptes rendus d. séances de l'Acad. d. Sciences* **240**, S. 1483—1485.
- (1956a): L'influence de la température sur l'apparition du „genre“

- Spinisotoma (Collembola, Isotomidae). Comptes rendus d. séances de l'Acad. d. Sciences **242**, S. 1531—1534.
- (1956 b): Modifications morphologiques expérimentales chez Hypogastrura boldorii Denis (Collembola). — Comptes rendus d. séances de l'Acad. d. Sciences **243**, S. 603—605.
- (1956 c): Modifikations morphologiques expérimentales chez Hypogastrura manubrialis Tullberg (Collembola). — Comptes rendus d. séances de l'Acad. d. Sciences **243**, S. 1361—1363.
- DUNGER, W. (1956): Untersuchungen über Laubstreuersetzung durch Collembolen. — Zool. Jahrb. Syst. **84**, 1, S. 75—98.
- (1960): Zu einigen Fragen der Leistung der Bodentiere bei der Umsetzung organischer Substanz. — Zentralbl. f. Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten u. Hygiene, II. Abt. **113**, S. 345—355.
- FRANZ, H. (1956): Aufgaben der Bodenzoologie im Rahmen der Bodenkunde und Voraussetzungen für ihre Erfüllung. — Sixième Congrès de la Science du Sol — Paris 1956, S. 81—86.
- (1957): Die moderne Bodenwirtschaft im Lichte der Bodenbiologie. — Mitt. a. d. Staatsforstverw. Bayerns **29**, S. 29—49.
- GILJAROW, M. S. (1956): Investigations on soil insect fauna as a method of soil diagnostic. (russisch) — Ent. Obozrenie **35**, S. 495—502.
- GISIN, G. (1952): Oekologische Studien über die Collembolen des Blattkomposts. — Rev. Suisse Zool. **59**, 28, S. 543—578.
- GISIN, H. (1960): Collembolenfauna Europas. — Genf, 1960.
- HAARLØV, N. (1955): Vertical distribution of mites and Collembola in relation to soil structure. — Soil Zoology, S. 167—179, Butterworths Scientific Publications, London.
- (1960): Microarthropods from Danish Soils. — Oikos, Supplementum **3**, 1960, S. 1—176.
- HÖLLER-LAND, G. (1959): Über die Besiedlung des Bodens mit Collembolen bei Düngung mit verschieden behandeltem Klärschlamm. — Zeitschr. angew. Entomologie **44**, 4, S. 425—444.
- IONESCO, M. A. (1956): Sur la faune détritique et son importance pratique. — Sixième Congrès de la Science du Sol — Paris 1956, S. 299—306.
- JANETSCHKE, H. (1958): Über die tierische Wiederbesiedlung im Hornkees-Vorfeld (Zillertaler Alpen). — De Natura Tirolensi, S. 209—246.
- KEVAN, D. K. McE. (1958): Soil Entomology. — Annales de la Société Entomologique du Québec **4**, S. 33—46.
- KSENEMAN, M. (1938): Apterygota z rezervace „Pop Ivan“. — Sborník výzkumných ústavů zemědělských ČSR **152**, S. 511—524.
- KUBIENA, W. (1943): Die mikroskopische Humusuntersuchung. — Zeitschr. f. Weltforstwirtschaft **10**, 7/10, S. 387—410.

- (1955): Animal activity in soils as a decisive factor in establishment of humus forms. — *Soil Zoology*, S. 73—82, Butterworths Scientific Publications, London.
- KÜHNELT, W. (1950): *Bodenbiologie*. — 1. Aufl. Verlag Hefold, Wien, 1950.
- MACFADYEN, A. (1952): The small Arthropods of a Molinia fen at Cothill. — *Journal of Animal Ecology* **21**, S. 87—117.
- MALDAGUE, M. (1958): Relations entre microfaune et microflore du sol dans la region de Yangambi (Congo-Belge). — *Agricultura* **6**, 2, S. 339—351.
- NEF, L. (1957): Etat actuel des connaissances sur le role des animaux dans la decomposition des litières de forets. — *Agricultura*, **5**, 3, S. 245—316.
- NOSEK, J. (1961): The Protura from Czechoslovakian Soils. — *Zoologické listy* **10** (24), S. 359—384
- u. Z. AMBROŽ (1957): Faune du sol et l'activité microbienne du sol forestier. — *Schweizerische Zeitschr. f. Forstwesen* **1957**, 10/11, S. 1—14.
- PACLT, J. (1954): Zur Taxonomie der paläarktischen Arten der Gattung *Eosentomon* Berlese (Protura). — *Beitr. Entomol.* **4**, 5/6, S. 556—559.
- (1954 b): Zur Taxonomie der paläarktischen Arten der Gattung *Acerentomon* Silvestri (Protura). *Beitr. Entomol.* **4**, 5/6, S. 665—668.
- PALISSA, A. (1960): Beiträge zur Ökologie und Systematik der Collembolen von Salzwiesen, 2. Teil. — *Deutsche Entomol. Zeitschr. N. F.* **7**, 4/5, S. 357—413.
- SACHSSE, J. (1960): Vergleichende Untersuchungen der Tierwelt bei verschiedenen Kompostierungsverfahren während des gesamten Rotteprozesses. — Verlag Welt und Wissen, Bidingen-Gettenbach, 1960.
- STACH, J. (1947): The Apterygotan Fauna of Poland in Relation to the World-fauna of this Group of Insects, Family: Isotomidae. — *Acta Monographica Musei Hist. Naturalis Krakau*, S. 1—488 mit LIII Tafeln.
- (1949 a): *Ibid.* Families: Neogastruridae and Brachystomellidae. — S. 1 bis 341 mit XXXV Tafeln.
- (1949 b): *Ibid.* Families: Anuridae and Pseudachorutidae. — S. 1—122 mit XV Tafeln.
- (1951): *Ibid.* Family: Bilobidae. — S. 1—97 mit XVI Tafeln.
- (1954): *Ibid.* Family: Onychiuridae. — Polish Academy of Sciences Zoological Institute Krakau, S. 1—219 mit XXVII Tafeln.
- (1956): *Ibid.* Family: Sminthuridae. — S. 1—287 mit XXXIII Tafeln.
- (1957): *Ibid.* Families: Neelidae and Dicyrtomidae. — S. 1—113 mit XXV Tafeln.
- (1960): *Ibid.* Tribe: Orchesellini. — S. 1—151 mit XXV Tafeln.
- TUXEN, S. L. (1956 a): Neues über die von Berlese beschriebenen Proturen. — *Redia* **41**, S. 227.

- (1956 b): Neues über die von Silvestri beschriebenen Proturen. — Boll. Lab. Zool. Gen. e Agr., Portici **33**, S. 718—729.
 - (1958): Neues über *Eosentomon armatum* Stach. — Acta Zoologica Cracoviensia **2**, 27, S. 621—636.
 - (1960 a): Neues über die von Rimsky-Korsakow, Prell, Stach, Denis, Ionescu, Strenzke und Gisin beschriebenen Arten von *Eosentomon* (Protura). — Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren. **123**, S. 1—32.
 - (1960 b): Ergänzendes über die von Silvestri und Berlese beschriebenen Proturen. — Entomologiske Meddelser **29**, S. 294—303.
- WITKAMP, M. (1960): Seasonal of the fungusflora in mull and mor of an oak forest. — Instituut voor toegepast biologisch onderzoek in de natuur (ITBON) Mededeling **46**, S. 1—51.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Josef Nosek,
 Virologisches Institut der Tschechoslowakischen
 Akademie der Wissenschaften,
 Bratislava-Patrónka ČSSR, Mlynská dolina