

Aus der Sektion Biologie/Chemie der Pädagogischen Hochschule  
„Wolfgang Ratke“ Köthen (Direktor: Prof. Dr. H. Dost)  
und der Sektion Biologie/Chemie der Pädagogischen Hochschule  
„N. K. Krupskaja“ Halle (Saale) (Direktor: Prof. Dr. F. Tietze)

## **Struktur und Abundanzdynamik der Nematodenfauna in einem Schwarzerde-Lößboden**

Von **A. Kästner** und **K. Germershausen**

Mit 24 Abbildungen und 2 Tabellen

(Eingegangen am 5. Juli 1987)

### **1. Einleitung**

Eine wesentliche Grundlage für die Analyse der Agroökosysteme sind umfassende, mehrjährige Untersuchungen über die Struktur und Dynamik ihrer Faunen- und Florenelemente. Innerhalb der Stoffkreisläufe und deren Wechselbeziehungen zwischen pflanzlichen und tierischen Organismen haben Nematoden eine vielschichtige Bedeutung. Unter dieser Zielstellung erfaßten wir von 1976–1980 die Nematodenfauna in einem Schwarzerde-Lößboden ohne Einfluß von Herbiziden und Stickstoffdüngung. Der folgende Beitrag soll einen Einblick in das Artenspektrum, die verschiedenen trophischen Gruppen und in die zeitliche und räumliche Entwicklung der Nematodenfauna geben. Die Arbeit ist Teil einer komplexen Untersuchung eines Agroökosystems mit fortgesetztem Getreideanbau. Helmecke et al. (1977) begannen diese mit der Analyse der Ackerunkrautphytozönose, Pilze und Collembolen 1971. Von 1976 bis 1980 wurden die Nematoden regelmäßig, ab 1980 in begrenztem Umfang mit berücksichtigt (vgl. Mahn et al. 1983, Mahn und Kästner 1985).

### **2. Methodik**

Die Untersuchungen wurden auf einem speziell für Agroökosystem-Versuche angelegten Feld mit 100% Getreideanteil auf Schwarzerde-Löß bei Etzdorf (Steden, Saalkreis) durchgeführt (Mahn et al. 1983). Die Versuchsfläche (1 ha, aufgeteilt in  $20 \times 4$  Teilflächen) befindet sich im Randgebiet der Querfurter Platte, 134 m NN, Bodenwertzahl 92–94. Die Fruchtfolge wurde bis zum Untersuchungsbeginn 1975 praxisüblich im Wechsel von Hackfrucht- und Getreidekulturen eingehalten. Von 1976 bis 1980 wurden in der Reihenfolge Hafer, Winterweizen, Wintergerste, Hafer, Winterweizen angebaut. Die Nematodenfauna wurde anhand der Bodenproben von markierten Punkten über die Gesamtfläche und aus verschiedenen Tiefen eines Bodenprofils erfaßt.

Aus den Ergebnissen der vertikalen Besiedlungsdichte (Tab. 1, Abb. 2–5) konnte zugleich die für diese Untersuchungen günstige Bodentiefe zur Entnahme der Bodenproben für die Flächenuntersuchungen festgestellt werden. Bodenprofile wurden dazu am Rand der Versuchsfläche auf einem markierten Streifen von 1976–1978 1–2mal jährlich, vom September 1979 bis September 1980 monatlich bis 170 cm Tiefe in festgelegter Reihenfolge ohne Berührung zum vorhergehenden Bodenaushub gegraben.

Vom tiefsten Punkt des Bodenaushubs ausgehend, erfolgte in der Reihenfolge 150, 120, 100, 80, 60, 50, 40, 30, 20, 10 und 5 cm Tiefe sowie im Bereich der Bodenoberfläche mittels Pflanzkelle an mehreren Stellen durch 4–6 Einstiche die Entnahme des Bodens, der in Foliebeuteln verpackt zur weiteren Aufarbeitung vorbereitet wurde.

Die Flächenuntersuchungen erfolgten auf der Grundlage von  $5 \times 10$  Proben mittels Rillenbohrer aus 15–20 cm Bodentiefe von markierten Stellen. Die Proben wurden monatlich in zeitlich gleichen Abständen nach der folgenden Übersicht entnommen: 1976 April bis Oktober, 1977 Februar bis November, 1978 März bis November, 1979 März bis Dezember, 1980 März bis November. Mittels Baermann-Trichter-Anlage wurden die Nematoden aus je  $2 \times 10^3$  cm Boden pro Entnahmestelle bei 5 Tage Standzeit (unter Zusatzbeleuchtung) ausgeködert und unter Verwendung einer leistungsfähigen optischen Einrichtung ausgezählt, den systematischen Gruppen zugeordnet und die Ergebnisse in einer Diagrammübersicht abgetragen.

Die Stabilität der Gesamtnematodenfauna konnte entsprechend den Angaben zur Verrechnung und Bestimmung der Dominanzstruktur nach Stöcker und Bergmann (1977) vorgenommen werden.

In Diagrammen (Abb. 9–24) wurde die durchschnittliche Besiedlungsdichte über mehrere Jahre abgetragen, die einen Einblick in die Jahresrhythmik der Nematodenfauna gewährleisten sollen. Zugleich wurden die Nematodenarten in ökologische Gruppen, nach Paramonow (1959), Yeates (1971, 1981), Siddiqi (1983) zusammengefaßt.

Für einen Teil der feldpraktischen Arbeit danken wir Herrn W. Urban und Herrn U. König. Wichtige Hinweise für die Determination nahmen wir mit besonderem Dank von Herrn Prof. Dr. Decker, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, und Frau Dr. Turlygina, Institut für Helminthologie der Akademie der Wissenschaften der UdSSR in Moskau, entgegen.

### 3. Übersicht Arten und ökologische Gruppen

Im Verlaufe des Untersuchungszeitraumes wurden mehr als 40 Arten ermittelt. Dem trophischen Verhalten nach zählen sie zu den ökologischen Gruppen, Pararhizobionte, Prädatoren, Eusaprobionte, Devisaprobionte, Ektoparasiten, Entoparasiten und Myko- (inkl. Bakterio-)phage (vgl. Yeates 1971).

#### 1. Pararhizobionte

*Plectus communis* BÜTSCHLI 1873 (*geophilus?*), DE MAN 1880  
*Monhystera* spec. BASTIAN 1865  
*Wilsonema otophorum* DE MAN 1880

#### 2. Prädatoren

*Discolaimus (Nygolaimus) bulbiferus* (COBB 1906) THORNE et SWAGER 1935  
*Discolaimus major* THORNE 1936  
*Aporcelaimus superbus* (DE MAN 1880) GOODEY 1951  
*Dorylaimus opisthohystera* ALTHERR 1953  
*Dorylaimus tritici* BASTIAN 1865  
*Tripyla* spec. BASTIAN 1865

#### 3. Eusaprobionte

*Mesorhabditis monhystera* (BÜTSCHLI 1873) DOUGHERTY 1955  
*Chaenorhabditis elegans* (MAUPAS 1899) DOUGHERTY 1953  
*Teratocephalus terrestris* (BÜTSCHLI 1873) DE MAN 1876  
*Diploscapter coronata* (COBB 1893) COBB 1913  
*Mononchus papillatus* BASTIAN 1865

#### 4. Saprobionte

*Panagrolaimus rigidus* (SCHNEIDER 1966) THORNE 1937  
*Cervidellus insubricus* (STEINER 1914) THORNE 1937  
*Cephalobus persegnis* BASTIAN 1865 (*thanus?* DE MAN 1880)  
*Eucephalobus oxyuroides* (DE MAN 1876) STEINER 1936  
*Eucephalobus striatus* (BASTIAN 1865) THORNE 1937

*Acrobelloides emarginatus* (DE MAN 1880) THORNE 1937  
*Acrobelloides bütschlii* (DE MAN 1884) STEINER et BUHRER 1933  
*Acrobeles ciliatus* LINSTOW 1877  
*Chiloplacus symmetricus* (THORNE 1925) THORNE 1937 (*bisexualis*?)

#### 5. Ektoparasiten

*Ditylenchus* spec. FILIPJEV 1934  
*Helicotylenchus erythrinae* (ZIMMERMANN 1904) GOLDEN 1956 (*digonicus*?)  
*Tylenchorhynchus dubius* (BÜTSCHLI 1873) FILIPJEV 1936  
*Tylenchorhynchus maximus* ALLEN 1955  
*Merlinius* spec. SIDDIQI 1970  
*Hemicycliophora typica* DE MAN 1921  
*Paratylenchus* spec. MICOLETZKY 1922  
*Criconemoides* spec. TAYLOR 1936  
*Longidorus elongatus* (DE MAN 1876) THORNE et SWANGER 1936  
*Xiphinema diversicaudatum* (MIKOLETZKY 1927) THORNE 1939

#### 6. Endoparasiten

*Pratylenchus neglectus* (RENSCH 1924) FILIPJEW, SCHUURMAN et STEKHOVEN 1941  
*Pratylenchus thornei* SHER et ALLEN 1933  
*Heterodera avenae* WOLLENWEBER 1924

#### 7. Mykophage

*Tylenchus davainei* BASTIAN 1865) (inkl. *Filenchus filiformis* BÜTSCHLI 1873) MEYL 1961  
*Neotylenchus abulbosus* STEINER 1931  
*Aphelenchoides limberi* STEINER 1936  
*Aphelenchoides parietinus* (BASTIAN 1865) STEINER 1932  
*Aphelenchoides subtenuis* (COBB 1926) STEINER et BUHRER 1932  
*Aphelenchus avenae* BASTIAN 1865

### 4. Vertikale Besiedlung

Aus der vertikalen Besiedlungsdichte leitet sich ein Verteilungsmuster ab, das im Zusammenhang mit ökologischen Ansprüchen, insbesondere mit dem trophischen Verhalten steht. Die Besiedlung der Bodenschichten konnte bis 150 cm Bodentiefe verfolgt werden (vgl. auch Richter 1969, Wassilewska 1974). Im Bodenprofil selbst treten aber beachtliche Unterschiede auf. Unmittelbar an der Grenze zwischen der Bodenoberfläche und 5 cm Tiefe sind nur 7–8 % der Gesamtdichte zu verzeichnen. Von 10 bis 30 cm wurden 14 % der Gesamtnematodenfauna festgestellt. Unterhalb 40 cm Bodentiefe ist nur noch eine geringe Arten- und Individuendichte vorhanden. Zwischen 50 bis 80 cm verringert sie sich auf 4 %. Unterhalb 80 cm treten Nematoden nur noch in sehr geringer Zahl (1–0,5 %) auf (Abb. 1).

Diese beachtlichen Unterschiede der Arten- und Individuendichten im Bodenprofil spiegeln sich im Verteilungsmuster der ökologischen Gruppen wider (Abb. 2–5, Tab. 1).

Für Saprobionte (zusammengefaßt: Parahizobionte, Eu- und Devisaprobionte) ist gleichmäßig nach der Gesamtindividuenzahl eine abnehmende Besiedlung bis in tiefergelegene Bodenschichten festzustellen. Bis 30 cm sind die Populationsdichten relativ hoch, in den folgenden nehmen sie stärker ab. Unterhalb 80 cm wurden nur wenige Individuen aufgefunden (bei 150 cm im Durchschnitt 3 Individuen/100 cm<sup>3</sup>) (Abb. 2).

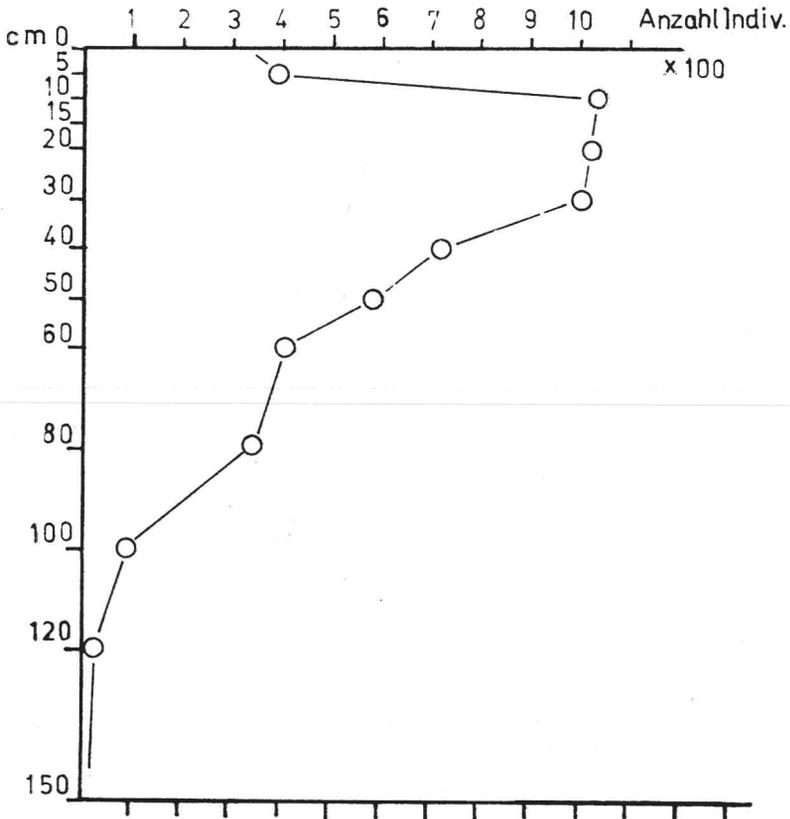


Abb. 1. Verteilung der Gesamtnematodenfauna im Bodenprofil. Durchschnittswerte September 1978 bis September 1979

Tabelle 1. Durchschnittliche Besiedlungsdichte im Bodenprofil bis 150 cm Tiefe. Untersuchungszeitraum September 1978 bis September 1979. A-Horizont 80 cm, darunter C-Horizont. Stichprobenentnahme regelmäßig monatlich

[cm]	Nem.		sapr.		Phy.		Myko.		räub.	
	10 cm <sup>3</sup>	[%]		[%]	wand.	[%]	bakt.	[%]		[%]
0	488	7,78	183	10,75	182	4,46	188	24,54	15	8,60
5	552	8,23	155	9,17	163	3,99	103	13,44	41	23,56
10	937	13,98	230	13,15	527	12,92	157	20,49	34	19,54
15	930	13,87	181	10,63	528	12,95	86	11,22	28	16,09
20	886	13,22	180	10,57	589	14,44	96	12,53	22	12,64
30	916	13,66	216	12,69	613	15,03	75	9,79	12	6,89
40	657	9,80	151	8,87	529	12,97	31	4,04	13	7,47
50	535	7,98	112	6,58	421	10,32	7	0,91	6	3,40
60	370	5,52	144	8,46	235	5,76	13	1,69	3	1,72
80	315	4,70	112	6,58	205	5,02	6	0,78	2	1,14
100	84	1,25	26	1,52	56	1,37	2	0,26	1	0,57
120	30	0,44	9	0,52	20	0,49	1	0,13	—	—
150	13	0,19	3	0,17	9	0,22	1	—	—	—

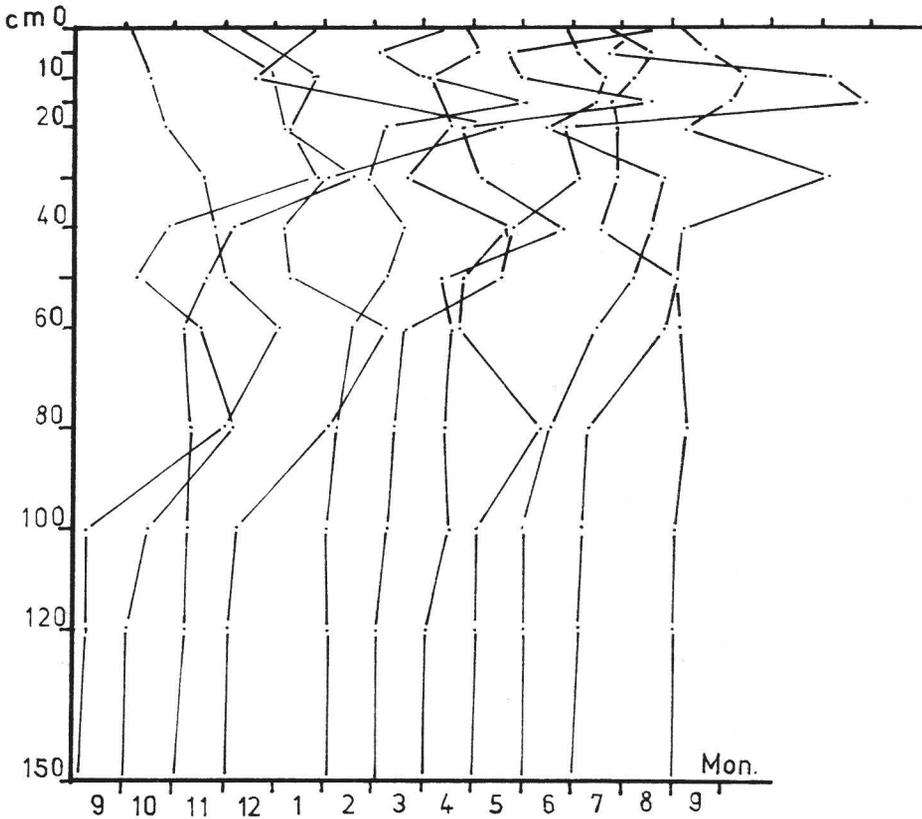


Abb. 2. Abundanz saprober Nematoden im Bodenprofil

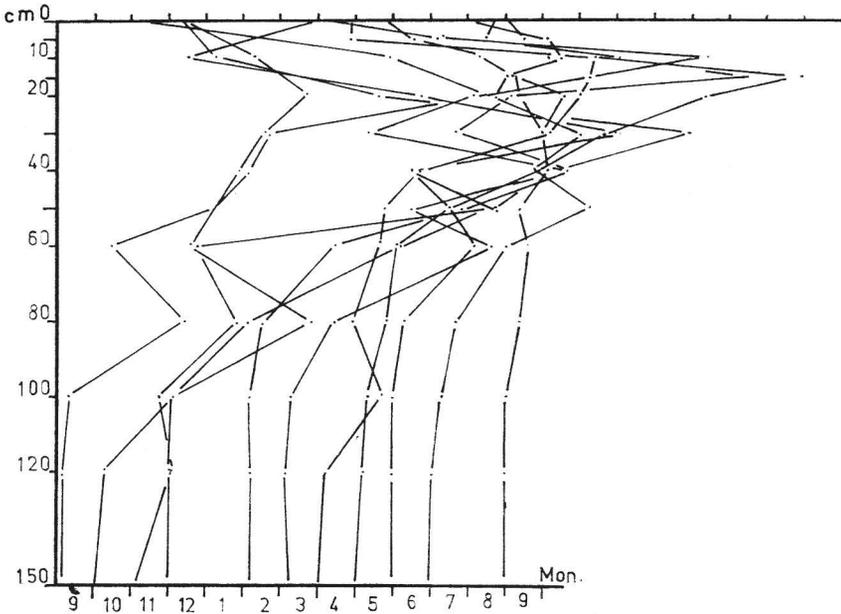


Abb. 3. Abundanz phytoparasitärer Nematoden im Bodenprofil

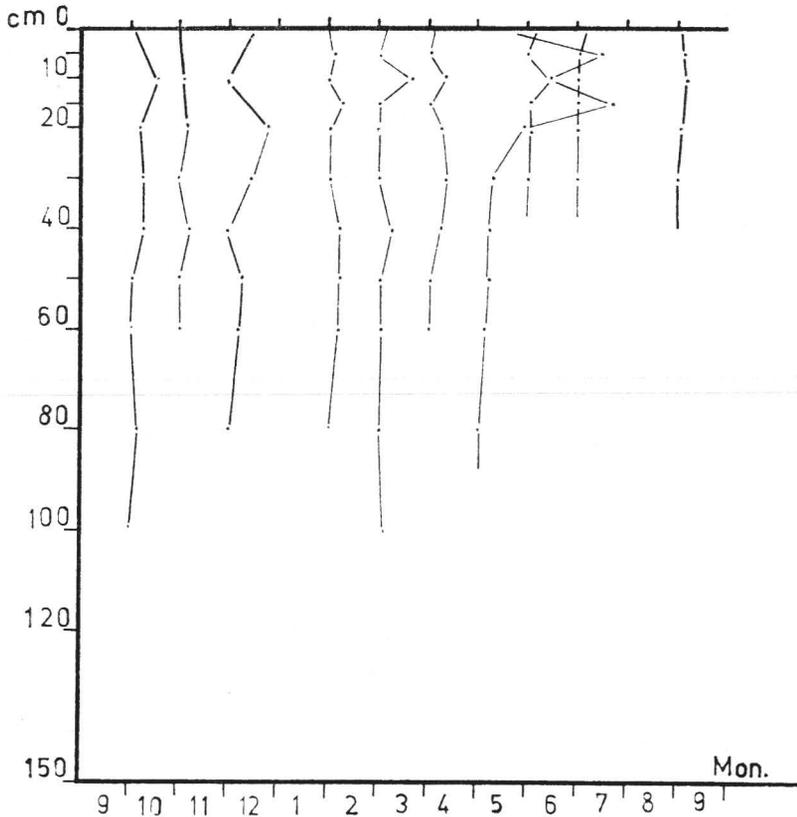


Abb. 4. Abundanz räuberischer Nematoden im Bodenprofil

Unter den Ekto- und Endoparasiten (wandernde und phytoparasitäre Arten) liegt die größte Dichte zwischen 10–50 cm, z. T. bis 80 cm Bodentiefe. An der Bodenoberfläche sind die Abundanzen relativ niedrig, auch unterhalb von 80 cm Tiefe gering. Unterschiede in der Besiedlungsdichte während des Jahresablaufes fallen durch relativ hohe Individuenzahlen z. T. in tieferen Bodenschichten im Herbst und Winter auf (Abb. 3).

Myko-(bakterio-)phage und räuberische Nematoden bevorzugen die oberen Bodenschichten (Abb. 4 und 5). Beide trophische Gruppen sind in Bodenschichten unterhalb 20 cm wenig, ab 30 cm meist nur noch in sehr geringer Zahl vertreten. Einzelne Individuen wurden maximal bis 100 cm Bodentiefe aufgefunden.

Bemerkenswerte Unterschiede sind in der vertikalen Verteilung einzelner Arten herauszustellen. Von den Pararhizobionten kommen *Plectus striatus* und *Monhystera* spec. nur bis 30 cm Bodentiefe vor. Unter 6 Prädatoren-Arten ist z. B. *Aporcelaimus superbus* nur bis 30 cm Bodentiefe vertreten. *Dorylaimus major* wurde nur in den Schichten zwischen 5 und 15 cm angetroffen. Eine Ausnahme macht *Discolaimus* (*Nygolaimus*) *bulbiferus*. Diese Art konnte noch bis 100 cm Tiefe nachgewiesen werden.

Wenn die genannten Vertreter vor allem durch starke Populationsentwicklung in den obersten Bodenschichten ausgezeichnet sind, ist bei den Saprobionten das Bild deutlich differenzierter. Von zwei *Rhabditis*-Arten wurde *Mesorhabditis monhystera* vorzugsweise nur bis 40 cm Bodentiefe aufgefunden, ebenso Arten der Gattungen *Panagrobeles*, *Panagrolaimus*, *Chiloplacus* und *Eucephalobus*. Dagegen wurden

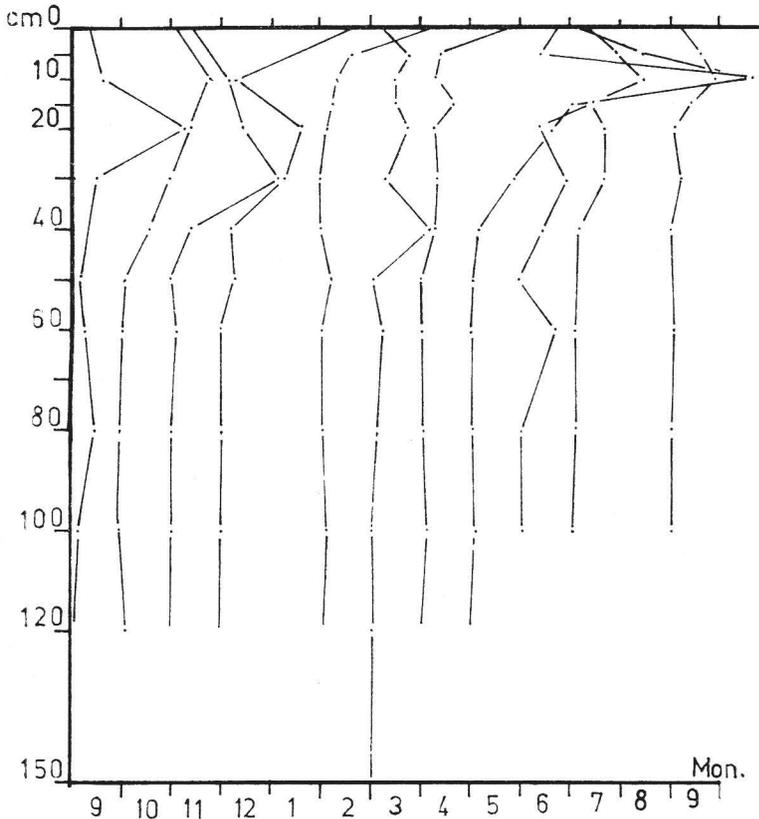


Abb. 5. Abundanz myko-bakteriophager Nematoden im Bodenprofil

*Chaenorhabditis* bis 80 cm, *Teratocephalus* sogar noch bis 100 cm ermittelt. Von den Vertretern der Acrobeloiden kommt *Acrobeloides bütschlii* häufiger als *Acrobeloides emarginatus* vor. Bis 5 cm Bodentiefe ist die Individuendichte beider Arten gering. Von 10 bis 80 cm beträgt sie 10–14 % der Gesamtnematodenfauna. Unterhalb 80 cm geht die Individuenzahl drastisch zurück. Sie beträgt hier im Durchschnitt bei *Acrobeloides bütschlii* etwa 20, bei *A. emarginatus* 4/100 cm<sup>3</sup> Boden. Gelegentlich fanden sich noch am Grunde des Bodenaushubs bei 150 cm einige Individuen, bevorzugt im Oktober und März.

Ein ähnliches Besiedlungsmuster wurde bei den meisten ekto- und entoparasitischen Arten festgestellt. *Heterodera avenae* konnte bis 40 cm Bodentiefe, gelegentlich auch noch bis 50 cm festgestellt werden (vgl. Germershausen und Kästner 1975). Bei den Pratylenchiden (zusammengefaßt *P. neglectus*, *P. thornei*) betrug die Besiedlungsdichte bis 10 cm Bodentiefe 120–380, zwischen 15 und 30 cm 410–420, zwischen 40 und 50 cm etwa 350 Individuen/100 cm<sup>3</sup> Boden. Unterhalb 60 cm bis 100 cm geht die Individuendichte von 160 auf 20 Individuen stark zurück. Bis 150 cm Tiefe wurden regelmäßig noch einzelne Individuen angetroffen. Ein ähnliches Bild zeigte sich bei *Tylenchorhynchus dubius*. Sehr zu beachten ist, daß die nahe verwandte Art *T. maximus* die obersten Bodenschichten bis 10 cm wenig oder nicht besiedelt. Zwischen 15–100 cm, z. T. auch bis 150 cm Bodentiefe kommt die Art aber häufig vor (gleiches scheint für *Merlinius* sp. zu gelten).

Das Besiedlungsmuster der Gattung *Paratylenchus* ist etwa mit dem der meisten Saprobionten zu vergleichen. Die Artengruppe scheint nicht tiefer als 50 cm in den Boden vorzudringen.

Ein deutlicher quantitativer Unterschied in der Besiedlungsstruktur zeigt sich im Vergleich mit den meisten myko-(bakterio-)phagen Arten. Während *Aphelenchus avenae* im gesamten Bodenprofil noch mit höheren Abundanzwerten bis 80 cm Tiefe, in einzelnen Exemplaren sogar noch bis 150 cm Bodentiefe angetroffen wurde, waren dagegen die Vertreter der Gattungen *Tylenchus*, *Neotylenchus* und *Aphelenchoides* mit hoher Individuenabundanz hauptsächlich unmittelbar im Bereich der oberflächennahen Bodenschichten vertreten. Nur selten wurden einzelne Individuen in Bodenschichten bis 60 cm festgestellt.

### 5. Abundanzdynamik Flächenuntersuchungen

Unter Flächenbesiedlung verstehen wir die Besiedlungsdichte in der oberen Bodenschicht während eines längeren Zeitraumes. Im folgenden sollen das Artenspektrum und die Abundanzdynamik einzelner Vertreter (nach ökologisch-trophischen Gruppen geordnet) erörtert werden.

Das äußerst differenzierte, z. T. vielschichtige Bild der Massenentwicklung entspricht in erster Linie dem Kurzzeitverhalten (r-Strategie) der Populationsentwicklung kleiner und massenhaft auftretender Organismen wie der Nematoden, die sich geradezu explosionsartig vermehren können, um nach kurzer Zeit wieder auf ein Minimum reduziert zu werden. Dabei spielen die z. T. intensiven anthropogenen Einflüsse, wie sie in dem Agroökosystem gegeben sind, eine besondere Rolle.

Die Individuenabundanz der Pararhizobionten ist im Jahresablauf sehr niedrig. *Plectus striatus* wurde nur gelegentlich im Frühjahr und im Herbst festgestellt. *Monhystera spec.* und *Wilsonema otophorum* wurden regelmäßiger aufgefunden. Die jahreszeitliche Individuenabundanz läßt ein Herbst- und Frühjahrsmaximum erkennen (Abb. 6). Niedrige Populationsdichte zeigt *Wilsonema otophorum*.

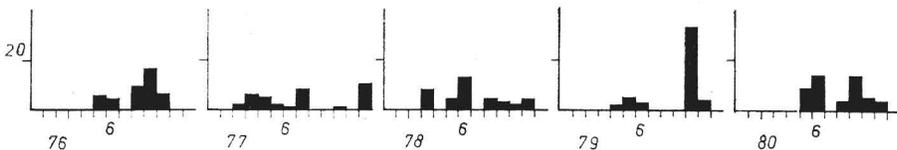
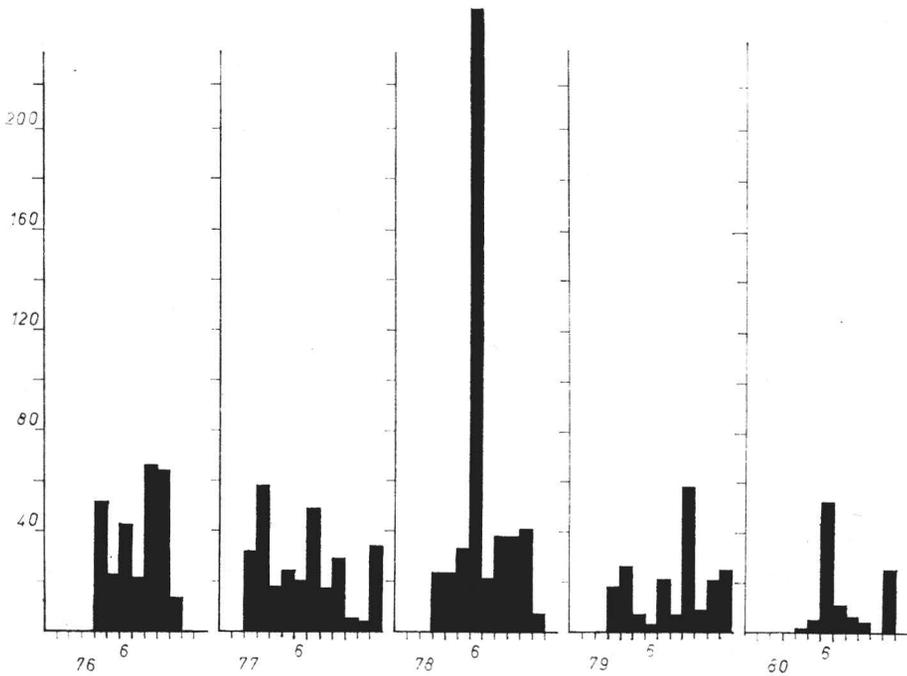
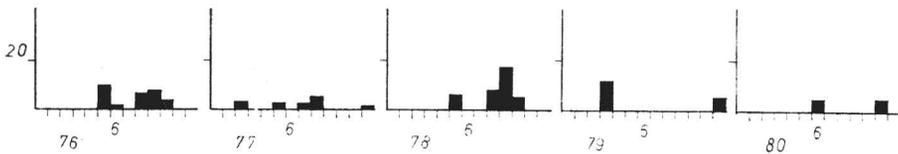


Abb. 6. Abundanzdynamik von *Wilsonema otophorum* im Verlauf von 5 Beobachtungsjahren

Unter den Prädatoren ist *Aporcelaimus superbus* die häufigste Art, die während des ganzen Jahres aufgefunden wurde. Die jahreszeitliche Individuenabundanz läßt auf eine Populationsdynamik mit z. T. ein- bis zweimonatigem Rhythmus schließen (Abb. 7). Wesentlich geringer sind die Individuendichten bei *Discolaimus (Nygolaimus) bulbiterus* und *Dorylaimus tritici*. Beide Arten zeigen ein Frühjahrs-(Früh-sommer-) und Herbstmaximum (Abb. 8). *Dorylaimus opisthohystera*, *Dorylaimus major* und *Tripyla spec.* wurden nur gelegentlich, vorwiegend im Juni bis August, in Einzelfällen noch im Herbst beobachtet. Als wahrscheinlich mehr thermophile Vertreter benötigen die *Dorylaimus*-Arten möglicherweise eine längere Entwicklung, bevor sie gegen Ende der Vegetationsperiode deutlicher in Erscheinung treten.

Die Abundanzdynamik der eusaprobionten Arten-Gruppe zeichnet sich durch eine mehr oder weniger regelmäßige Folge von Abundanzmaxima aus, so daß der Eindruck eines beständigen Auf- und Abbaus innerhalb kurzer Zeiträume entsteht.

Abb. 7. Abundanzdynamik von *Aporcelaimus superbus* im Verlauf von 5 BeobachtungsjahrenAbb. 8. Abundanzdynamik von *Discolaimus (Nygolaimus) bulbiterus* im Verlauf von 5 Beobachtungsjahren

*Mesorhabditis monhystera* bildet deutlich ausgeprägte Frühjahrs- und Herbstmaxima (Abb. 9).

Die niedrigste Populationsdichte liegt im Juli, z. T. auch noch im August vor. Zwischenzeitliche Populationsmaxima (Aug. 1979) treten bei *Mesorhabditis* wahrscheinlich nur gelegentlich auf. Ähnlich *Mesorhabditis* ist die jahreszeitliche Individuenabundanz bei *Chaenorhabditis elegans* vorwiegend durch höhere Besiedlungsdichte im Frühjahr und Herbst ausgezeichnet. Teilweise kann man bei dieser Art ab Februar/März bis November/Dezember 4 Abundanzmaxima bzw. -minima feststellen, was auf einen relativ häufigen Wechsel in der Populationsentwicklung schließen läßt (Abb. 10).

*Teratocephalus terrestris* wurde in den Beobachtungsjahren nahezu über die gesamte Vegetationsperiode aufgefunden (Abb. 11). Die Individuendichte ist im Sommer, manchmal auch im Frühherbst sehr niedrig. Abundanzmaxima liegen im Frühjahr oder Herbst. Von *Monochus papillatus* wurden nur gelegentlich einzelne Individuen erfaßt.

Deutliche Änderungen oder Verschiebungen in der Populationsentwicklung konnten bei den Eusaprobionten während des gesamten Untersuchungszeitraumes nicht festgestellt werden.

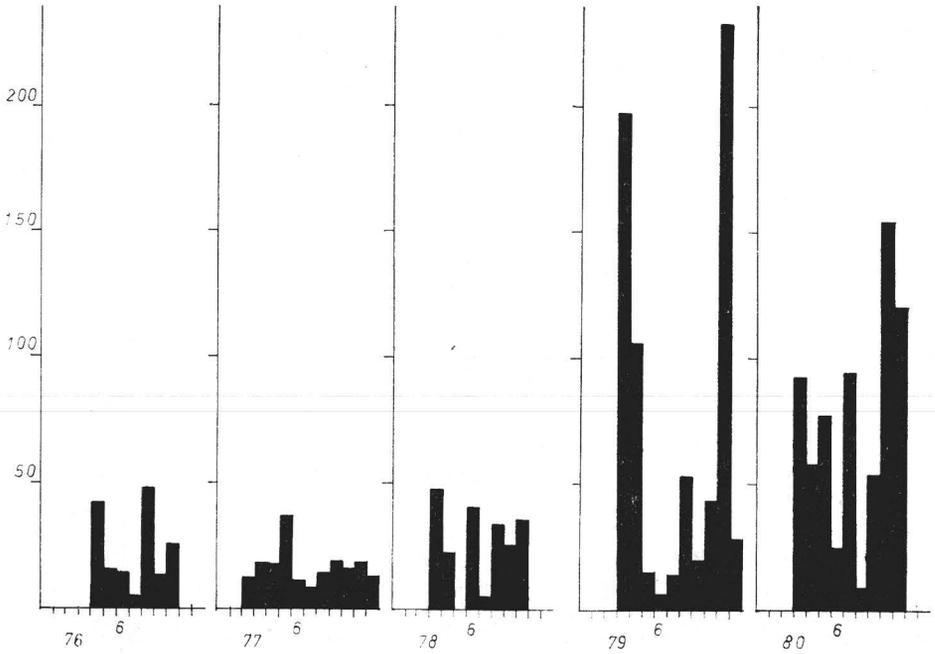


Abb. 9

Abundanzdynamik von *Mesorhabditis monhystera* im Verlauf von 5 Beobachtungsjahren

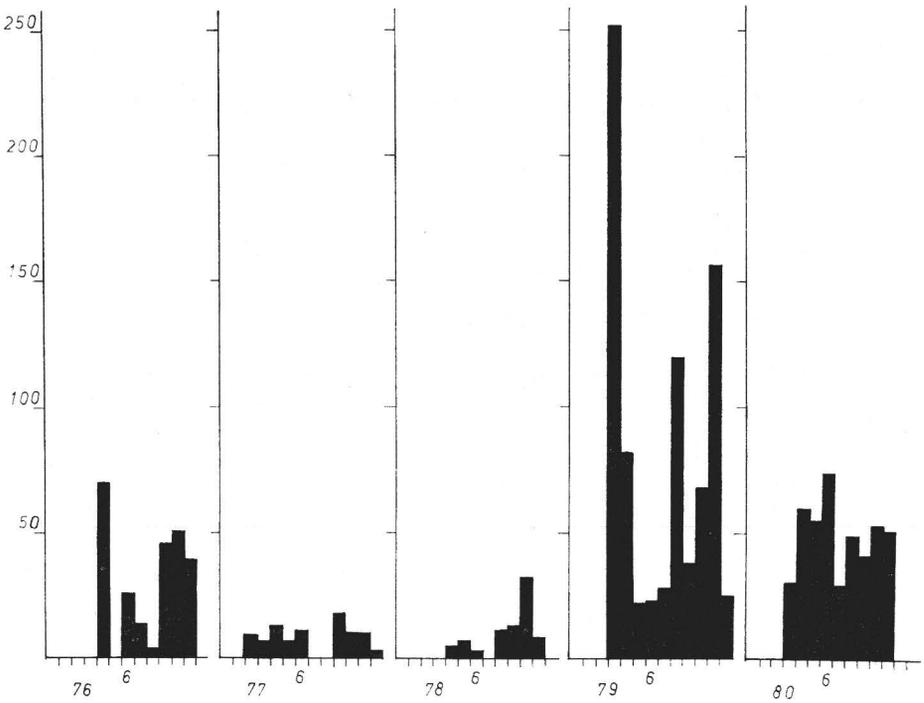


Abb. 10

Abundanzdynamik von *Chaenorhabditis elegans* im Verlauf von 5 Beobachtungsjahren

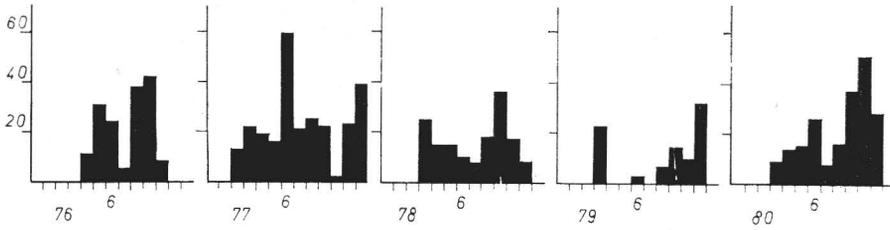


Abb. 11  
Abundanzdynamik von *Teratocephalus terrestris* im Verlauf von 5 Beobachtungsjahren

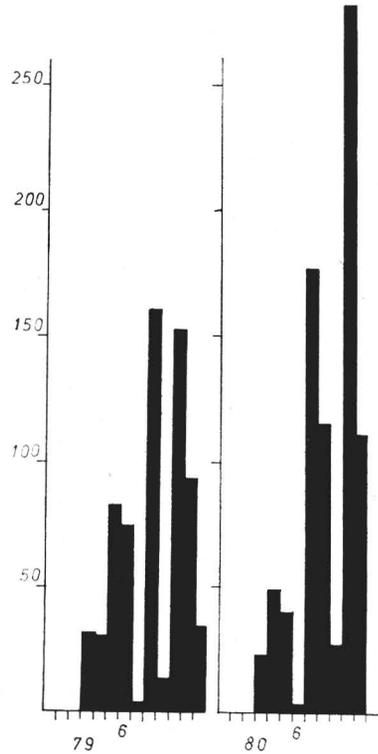
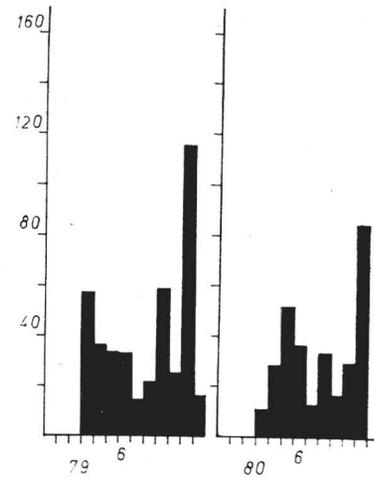


Abb. 12 (links)  
Abundanzdynamik von *Cephalobus*  
*persegnis* im Verlauf von 2 Beobach-  
tungsjahren

Abb. 12 (rechts)  
Abundanzdynamik von *Panagrolaimus*  
spec. im Verlauf von 2 Beobach-  
tungsjahren



Die Abundanzdynamik von *Panagrolaimus*, *Cervidellus* und *Cephalobus* zeigt im Vergleich mit obengenannten Beispielen ein weitgehend ähnliches Bild. Als charakteristisches Beispiel soll Abb. 12 darauf verweisen. Die Individuenabundanz dieser Arten zeichnet sich im Jahresablauf durch mehrfachen Wechsel hoher und niedriger Abundanzmaxima aus. Meist sind bei diesen Arten die Populationsmaxima erst in der zweiten Jahreshälfte stärker ausgebildet. Eine Generationsfolge mit steter Zunahme der Populationsdichte bis zum Herbst scheint für diese Artengruppen charakteristisch zu sein, was im Rahmen spezieller bodenbiologischer Fragestellungen von Interesse sein könnte. Zu beachten ist bei dieser Arten-Gruppe auch das meist kurzzeitig auftretende Populationsmaximum während des Sommers. Weitgehend ähnlich verhält sich die Populationsentwicklung von *Chiloplacus symmetricus* mit 3-4 Abundanzmaxima während eines Jahres. Die Vertreter von *Eucephalobus* sind dagegen nur durch eine deutlich zweiphasige Abundanzdynamik ausgezeichnet (Abb. 13, links).

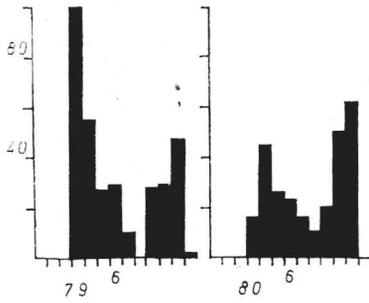


Abb. 13 (links)  
Abundanzdynamik von *Eucephalobus*  
spec. im Verlauf von 2 Beobachtungs-  
jahren

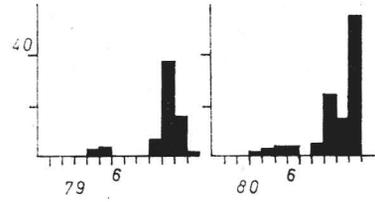


Abb 13 (rechts)  
Abundanzdynamik von *Acrobelioides*  
*ciliatus* im Verlauf von 2 Beobachtungs-  
jahren

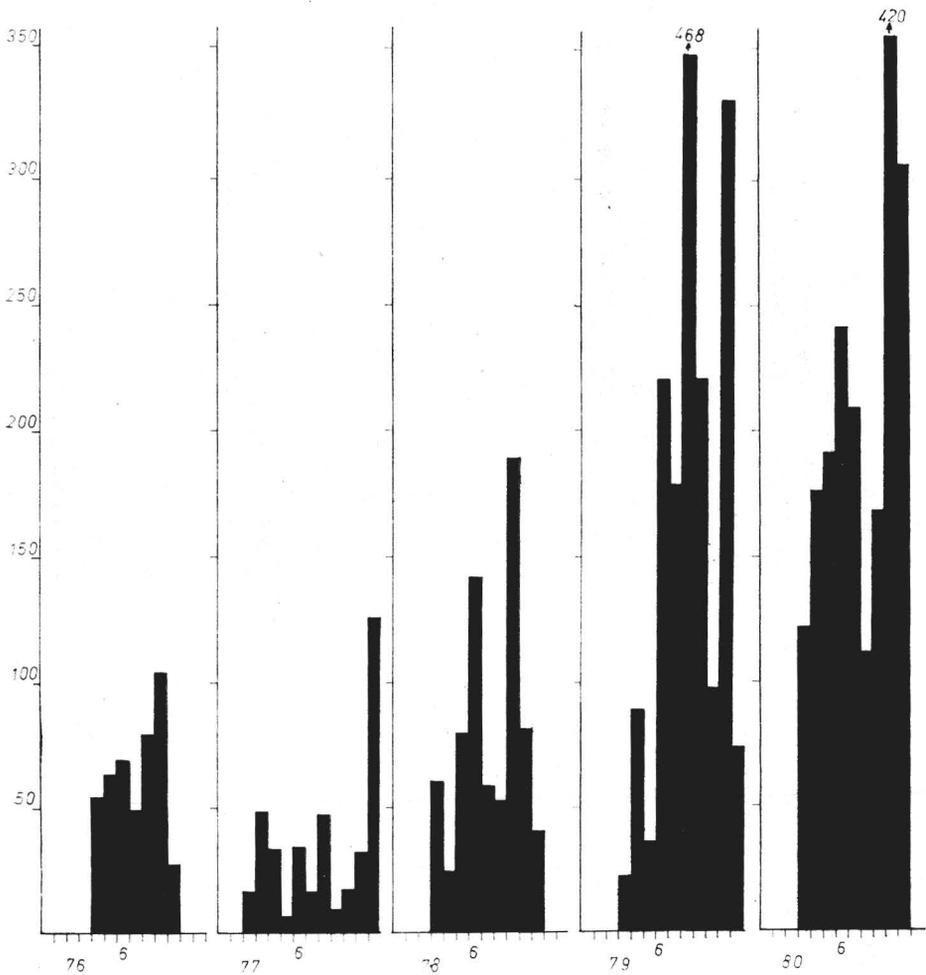


Abb. 14  
Abundanzdynamik von *Acrobelioides bütschlii* im Verlauf von 5 Beobachtungsjahren

Anders verhält sich *Acrobeloides ciliatus*, eine nur in geringer Anzahl vorkommende saprobe Art. Von ihr wurden i. d. R. im Frühjahr einzelne Individuen aufgefunden. Im Verlaufe des Sommers ist sie mehr oder weniger regelmäßig vertreten; ab Herbstbeginn steigt in allen Untersuchungsjahren die Populationsdichte deutlich an (Abb. 13, rechts). Mit deutlich größerer Individuenabundanz (z. T. bis 450 Individuen/100 cm<sup>3</sup> Boden) ist *Acrobeles bütschlii* vertreten (Abb. 14). Die Abundanzdynamik weist bis zu 4 Maxima im Verlaufe eines Jahres auf mit deutlichem Populationsminimum im Sommer, was auf rasch vollziehende Massenvermehrung schließen läßt. Weitgehend ähnlich verläuft die Entwicklung von *Acrobeles emarginatus* (Abb. 15). Die Siedlungsdichte ist niedriger als bei *Acrobeles bütschlii* (max. 230 Indiv./100 cm<sup>3</sup> Boden). Erkennbare Veränderungen konnten im Untersuchungszeitraum weder in der Entwicklungsdynamik noch in der Struktur der trophischen Gruppe festgestellt werden.

Handelte es sich bei den bisher vorgestellten Gruppen der Prädatoren und Saprobionten um vorwiegend in geringer bis mäßig hoher Zahl vorkommende Arten, ist die Gruppe der wandernden phytoparasitären Arten mit z. T. sehr hohen Abundanzen besonders zu beachten. Bei *Pratylenchus* (zusammengefaßt, *P. neclectus* = 90<sup>0/0</sup>, *P. thornei* = etwa 10<sup>0/0</sup>) weist die jahreszeitliche Individuenabundanz eine ausgesprochene Massenvermehrung während des Spätsommers und im Frühherbst auf (Abb. 16). Bei dieser Arten-Gruppe beginnt im Juli/August, manchmal auch erst im September ein starker Populationsanstieg. Im Frühjahr auftretende Populationsmaxima bestehen nur über einen kurzen Zeitraum. Sie liegen erheblich unter denen der Herbstmaxima. Insgesamt ist bei *Pratylenchus* die starke Massenvermehrung am Ende der Vegetationsperiode herauszustellen, die als ein wichtiger Hinweis auf die parasitische Lebensweise und das Massenwechsel-Verhalten der Arten-Gruppe wahrscheinlich mit der zeitlichen Rhythmik im Getreide-Ökosystem im Zusammenhang steht. Gelegentliche zeitliche Verschiebungen der Massenentwicklung mit einer Depressionsphase im Sommer (1978) führen wir auf den allgemeinen Einfluß des Witterungsverlaufs und die Fruchtfolge z. B. durch zweimaligen Anbau von Wintergetreide zurück. Zeitlich anders

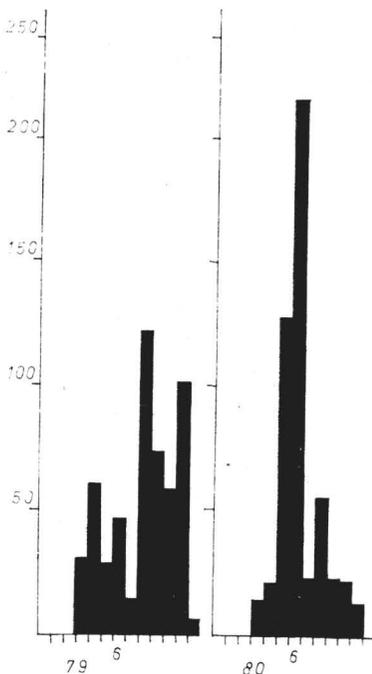


Abb. 15  
Abundanzdynamik von *Acrobeloides emarginatus* im Verlauf von 2 Beobachtungsjahren

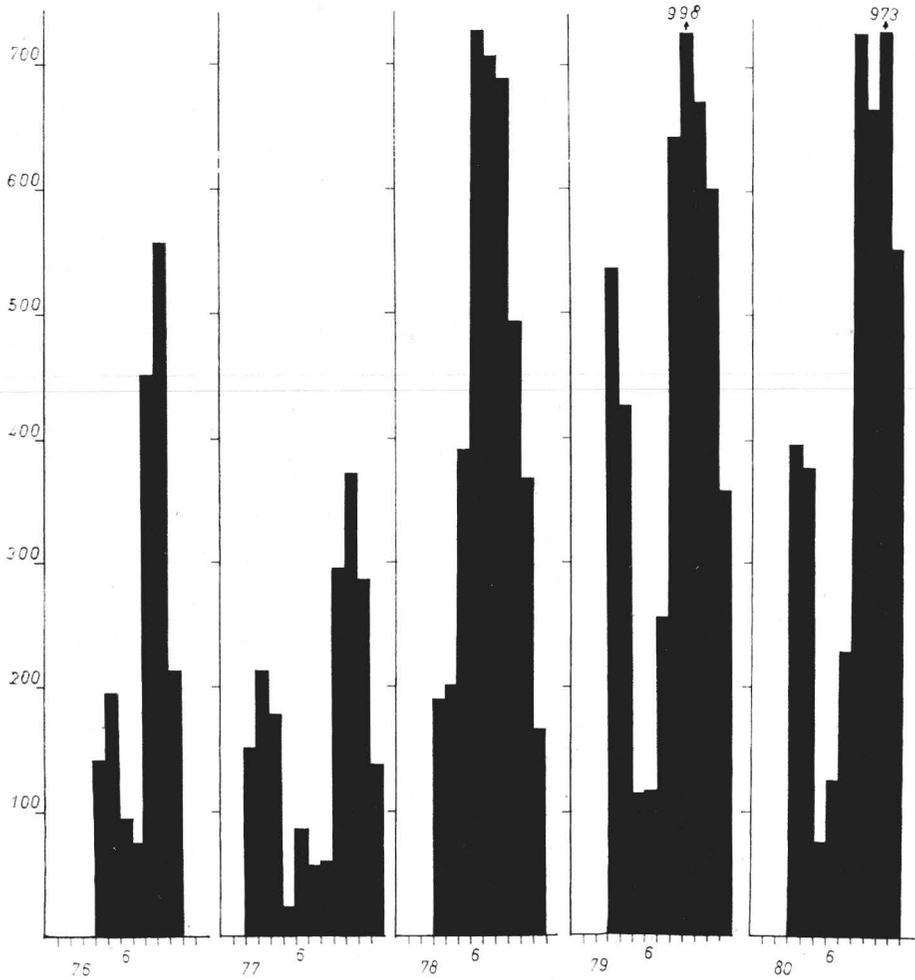


Abb. 16. Abundanzdynamik von *Pratylenchus neglectus* und *P. thornei* im Verlauf von 5 Beobachtungsjahren

im Vergleich zu *Pratylenchus* verläuft die Abundanzdynamik bei *Tylenchorhynchus dubius*. Hier liegt die größte Massenentwicklung in der Regel von Juni bis August (Abb. 17). Im Frühjahr wurde nur einmal (1979) ein stärkerer Populationsanstieg beobachtet. Im Herbst sinkt die Populationsdichte meist auf ein niedriges Niveau ab.

Vergleicht man die jahreszeitliche Abundanzdynamik von *Tylenchorhynchus dubius* mit der von *Tylenchorhynchus maximus* (inkl. *Merlinius*), so liegen zwei z. T. deutlich verschiedene Entwicklungsstrategien vor (Abb. 18). Die jahreszeitliche Individuenabundanz von *Tylenchorhynchus maximus* unterscheidet sich von *T. dubius* z. T. durch zwei ausgeprägte Maxima. Das erste Abundanzmaximum liegt bei der ersten Art meist schon zu Beginn der Vegetationsperiode. In deren Verläufe stellten wir teilweise auch kurzzeitig auftretende Massenentwicklungen (1977) fest. Am Ende des Sommers ist i. d. R. noch einmal ein weiterer kräftiger Populationsanstieg zu beobachten. Vergleicht man den Verlauf der Abundanzen von *T. maximus* in den einzelnen Untersuchungsjahren miteinander, so fällt die relativ niedrige Abundanz im letzten Beobachtungsjahr auf (vgl. auch S. 86).

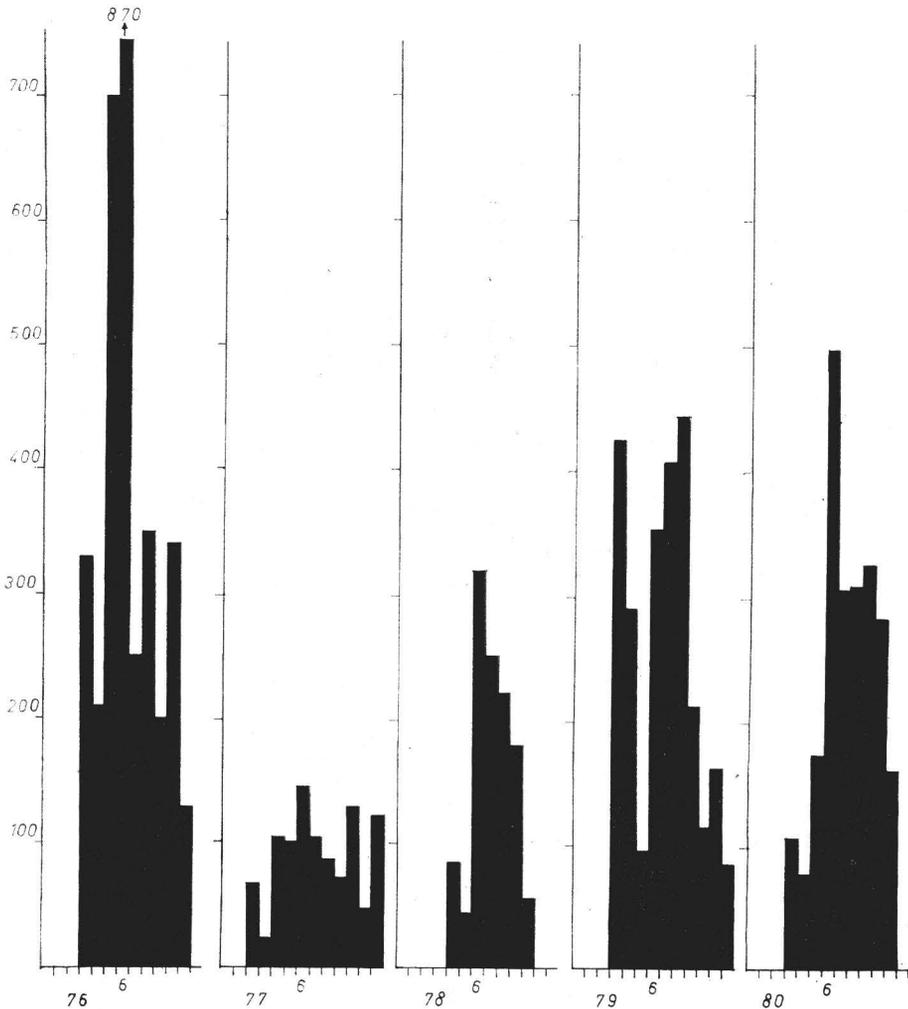


Abb. 17

Abundanzdynamik von *Tylenchorhynchus dubius* im Verlauf von 5 Beobachtungsjahren

Bei *Paratylenchus* ähnelt der Verlauf der Abundanzdynamik weitgehend dem von *Pratylenchus*. Die Art ist aber mit einer niedrigeren Populationsdichte vertreten (Abb. 19). Im zeitigen Frühjahr ist bei der Gattung *Paratylenchus* regelmäßig ein erster Anstieg der Individuendichte festzustellen. Einem Minimum von April bis Mai folgt, wahrscheinlich im Zusammenhang mit dem Vegetationsablauf und günstigeren Bodentemperaturen, ein kräftiger zweiter Populationsanstieg, der zu einem Maximum von Juli bis September führt. Im Herbst nimmt die Abundanzdichte wieder deutlich ab.

Wie zum großen Teil bei *Pratylenchus* ist bei *Paratylenchus* eine zweiphasige Massenvermehrung mit schwach ausgeprägtem Frühjahrs- und hohem Sommermaximum zu verzeichnen. Im Verlaufe des Beobachtungszeitraumes erwies sich die Populationsentwicklung bei *Paratylenchus* als recht stabil.

Die phytoparasitäre Bedeutung von *Heterodera avenae* in den Getreidekulturen ist in zahlreichen Arbeiten herausgestellt worden. Die jahreszeitliche Individualabun-

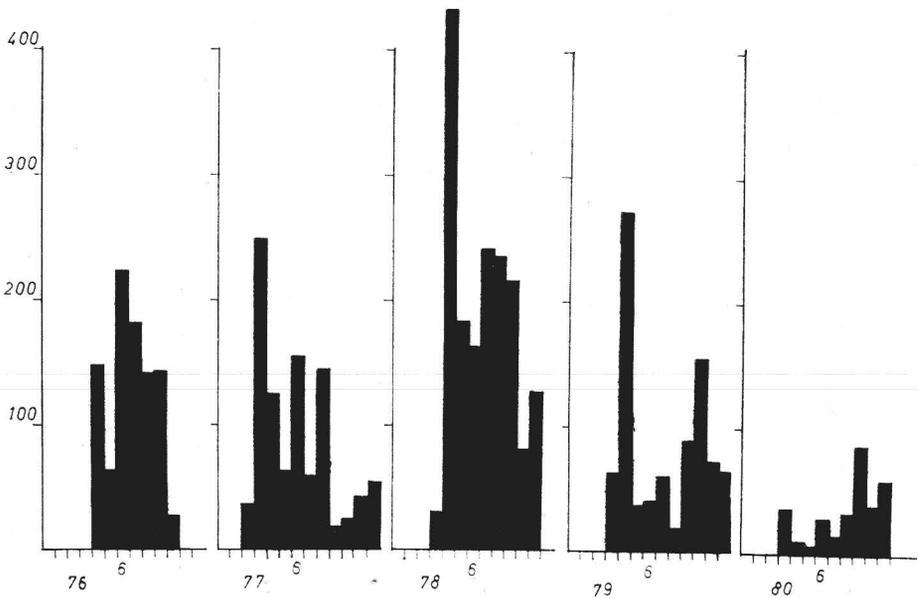


Abb. 18. Abundanzdynamik von *Tylenchorhynchus maximus* (inkl. *Merlinius*) im Verlauf von 5 Beobachtungsjahren

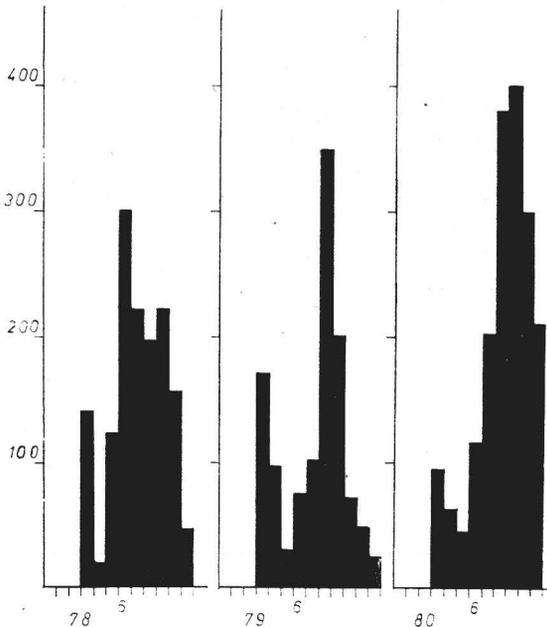
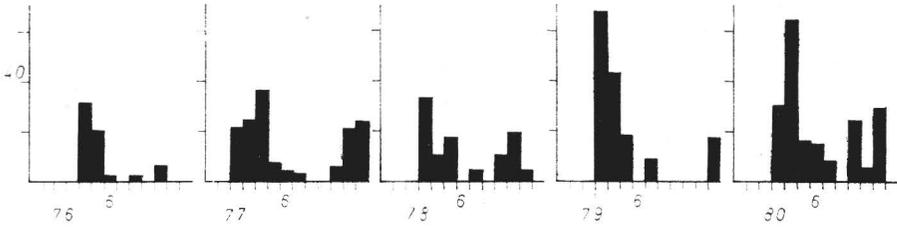
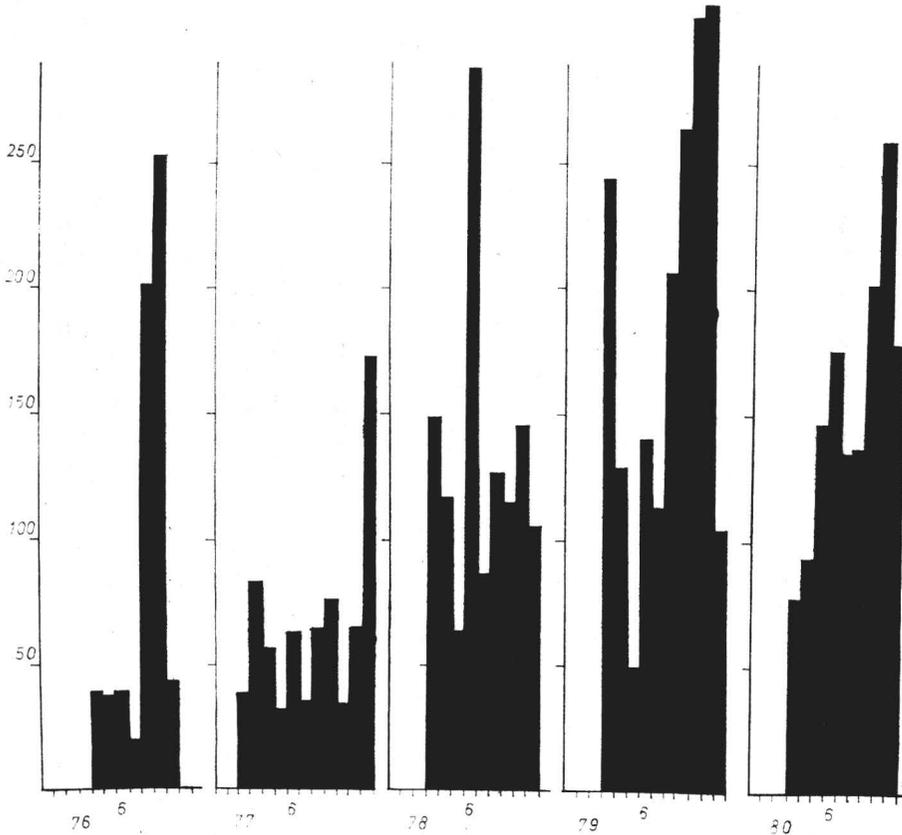


Abb. 19  
Abundanzdynamik von  
*Paratylenchus spec.* im Verlauf  
von 3 Beobachtungsjahren

danz von *H. avenae* ist an einen Entwicklungszyklus mit verschiedenen zeitlich aufeinanderfolgenden Larvenstadien und der Ausbildung von Zysten in der Reifephase der Getreidekulturen gebunden (Kästner 1981, Kästner und Germershausen 1982 a, b). Für die hier vorzunehmende Charakterisierung sind die Larven im 2. Entwicklungsstadium (L II) zu beachten (Abb. 20). Diese Larven befinden sich nach dem Schlupf

Abb. 20. Abundanzdynamik von *Heterodera avenae* im Verlauf von 5 BeobachtungsjahrenAbb. 21. Abundanzdynamik von *Tylenchus davaini* im Verlauf von 5 Beobachtungsjahren

aus den Zysten auf der Suche nach geeigneten Wurzeln der Wirtspflanzen. Die jahreszeitliche Abundanzdynamik zeigt demzufolge eine enge Beziehung zur Schlupfrhythmik, die mit einem höheren Frühjahrs- und einem niedrigeren Herbstmaximum festgestellt wurde. Im Sommer (Juli und August) wurden nur gelegentlich L II aufgefunden. Die jahreszeitliche Individuenabundanz läßt darauf schließen, daß der Larvenschlupf wahrscheinlich bei günstigem Witterungsverlauf (Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen) schon im frühen Herbst beginnt. Wie unter experimentellen Bedingungen nachgewiesen werden konnte (Kästner und Germershausen 1982 a, b), können aus Zysten der vorausgegangenen Vegetationsperiode schon Ende September/Oktobre L II schlüpfen. Die Larvendichte, die zugleich die Schlupfaktivität der L II wider-

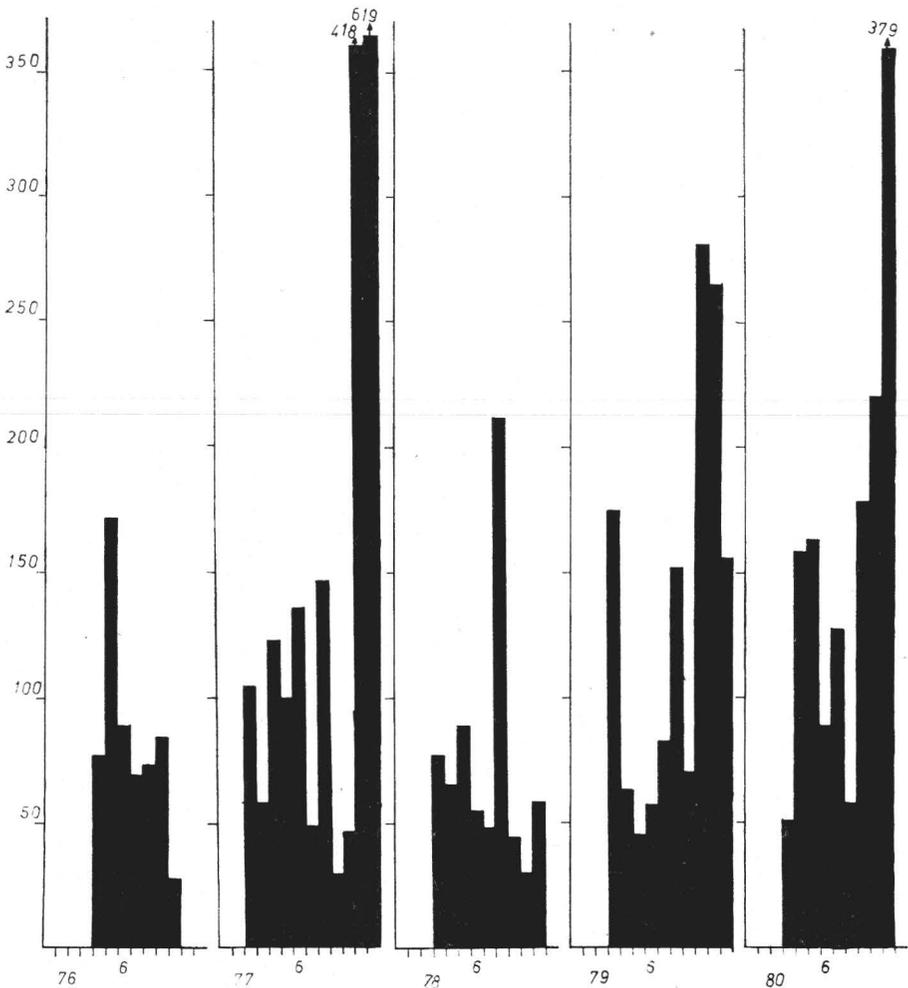


Abb. 22

Abundanzdynamik von *Aphelenchoides limberi* im Verlauf von 5 Beobachtungsjahren

spiegelt, nahm im Untersuchungszeitraum im 4. und 5. Untersuchungsjahr besonders nach der Aussaat von Hafer (einer guten Wirtspflanze) gegenüber den vorausgegangenen Jahren deutlich zu.

Im Gegensatz zu den genannten ekto- und entoparasitischen Nematoden wurden die Vertreter folgender Gattungen nur in geringer Anzahl bzw. nur gelegentlich beobachtet: *Hemicycliophora*, *Nothotylenchus*, *Longidorus*, *Criconemoides*, *Xiphinema* und *Helicotylenchus*. Sie sind innerhalb der Gesamt-Nematoden-Zönose als ausgesprochen rezedent zu bezeichnen. *Ditylenchus*, gleichfalls eine wenig vorkommende Gattung, wurde regelmäßig im Frühjahr und Herbst registriert.

Von den myko-(bakterio-)phagen Arten sind *Tylenchus davainei* und *Aphelenchoides limberi* sehr häufig vertreten (Abb. 21 und 22). Die Hauptentwicklungsphase beider Arten liegt fast immer in der zweiten Jahreshälfte. Häufig ist die jahreszeitliche Abundanz durch ein geringes Frühjahrsmaximum ausgezeichnet. Die Abundanzdynamik beider Arten ist i. d. R. von mehreren Oszillationen vom Frühjahr bis zum Beginn

des Herbstes begleitet. Nach einer Depressionsphase etwa ab Mai bis Juli (August) setzt meist explosionsartig (im September, gelegentlich schon im August) eine Massenvermehrungsphase ein. Mit hoher Populationsdichte gelangen beide Arten schließlich in den Winter.

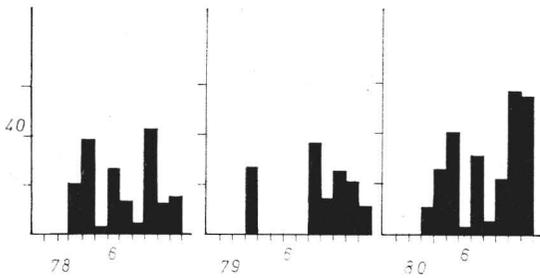


Abb. 23  
Abundanzdynamik von  
*Aphelenchus avenae* im Verlauf  
von 3 Beobachtungsjahren

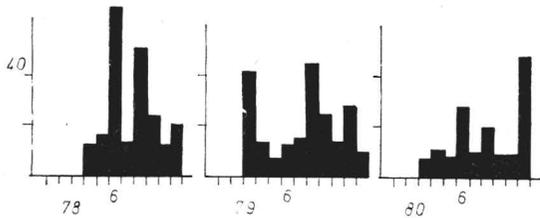


Abb. 24  
Abundanzdynamik von  
*Neotylenchus spec.* im Verlauf  
von 3 Beobachtungsjahren

Anders als bei den vorgenannten Arten verläuft die Abundanzdynamik von *Aphelenchus avenae* und *Neotylenchus abulbosus* (Abb. 23 und 24). Beide Arten wurden nur in geringer Zahl mehr oder weniger regelmäßig aufgefunden. Im Jahresrhythmus zeichnen sich beide Arten durch mehrfache Maxima im Frühjahr, Sommer und Herbst aus. Im Verlaufe des Untersuchungszeitraumes erwies sich die Populationsentwicklung beider Arten als recht stabil.

Weitgehend mit *Aphelenchoides limberi* stimmen Populationsdynamik und -entwicklung von *Aphelenchus parietinus* und *Aphelenchoides subtenuis* überein. Beide Arten wurden nur in sehr geringer Anzahl ermittelt.

## 6. Diskussion

Die Befunde über die jahreszeitliche Abundanzdynamik der Nematodenarten sind in die für viele Funktionsebenen innerhalb biologischer bzw. ökologischer Zeitreihen bekannten Vorgänge einzuordnen. Ein genauerer Einblick in den Phasenverlauf kurzzeitlicher Änderungen der Populationsdichte und bestimmte Trends von Massenvermehrungen gewährleisten gute Ansätze für die bisher oft nur pauschal beurteilten Populationsentwicklungen und deren vielschichtige Vernetzungen, wie das die äußerst komplexen Verhältnisse im Boden ausweisen. Die kurzzeitigen Änderungen im Abundanzverlauf und vielfach auftretender Massenwechsel, verbunden mit z. T. sehr unterschiedlichen jahreszeitlichen Verschiebungen zeigen, daß innerhalb der Entwicklungsstrategie und des ökologischen Verhaltens der Nematoden sehr große, oft ortsgebundene Unterschiede auftreten. Sie müssen bei der Beurteilung von Ökosystemstrukturen besonders beachtet werden. Damit ergeben sich sogleich auch wesentliche Hinweise für die genauere Beurteilung von Veränderungen bei anthropogengesteuerten Eingriffen. Zu beachten ist, daß die Nematoden im Schwarzerde-Löß-Boden die tieferen Bodenschichten z. T. noch intensiv besiedeln (vgl. dagegen Wassilewska 1974). Die ekto- und entoparasitischen phytoparasitären wandernden Nematoden, die im Verlaufe des

Herbstes bis zum Frühjahr Abundanzmaxima auch in den tiefer gelegenen Bodenschichten (60 bis 100 cm) ausbilden, sind in dieser Hinsicht von Bedeutung. Es liegt somit nahe, von einer Jahresperiodizität bestimmter Nematodengruppen auch in der vertikalen Besiedlung im Bodenprofil zu sprechen. Für die durch die Jahresperiodizität bedingten Besiedlungsunterschiede im Bodenprofil sind Vorstellungen über eine evtl. Vertikalwanderung der Nematoden aber nicht sicher abzuleiten.

Eine wichtige ökologische Kennziffer ist der Zustand der Populationsstruktur. Er wird neuerlich auf der Grundlage von Dominanzklassen gut gekennzeichnet, wie das von Stöcker und Bergmann (1977) vorgeschlagen wurde. Danach kann man aus den akkumulierten Negentropien ( $h_i$ ) der Populationen die Dominanzzuordnung der Arten ableiten, aus der die Dominanzrelationen überschaubar gemacht werden. Entsprechend vorliegenden Beobachtungsdaten haben wir folgende Individuen-Dominanz ermittelt:

Regelmäßig eudominant: *Pratylenchus*, *Tylenchus d.*, *Tylenchorhynchus d.*, *Aphelenchoides l.*, *Acrobeloides b.*

Vorwiegend dominant, eudominant und gelegentlich subdominant: *Chaenorhabditis e.*, *Mesorhabditis m.*, *Panagrolaimus r.*, *Tylenchorhynchus m.*, *Paratylenchus g.*

Dominant, subdominant und rezedent: *Ditylenchus d.*, *Eucephalobus o.*

Teilweise eudominant bis subrezedent: *Heterodera a.*, *Eucephalobus v.*

Dominant, subdominant, rezedent bis z. T. subrezedent: *Aporcelaimus s.*, *Acrobeloides e.*, *Chiloplacus b.*, *Aphelenchus a.*, *Dorylaimus t.*, *Acrobeles c.*, *Monhystera spec.*, *Discolaimus m.*

Subdominant, rezedent bis subrezedent: *Teratocephalus t.*, *Monhystera spec.*, *Discolaimus b.*, *Dorylaimus o.*, *Aphelenchoides t.*

Rezедent bis subrezedent: *Helicotylenchus e.*

Rezедent: *Mononchus p.*, *Xiphinema d.*

Die Unterschiede, die in der Struktur und Dynamik bei den Bodenorganismen auftreten können, werden vielfach im Zusammenhang mit den angebauten Kulturen, dem Klimaverlauf oder den agrotechnischen Maßnahmen gesehen (Dunger 1979). Die im Untersuchungszeitraum festgestellten Unterschiede bei der Populationsentwicklung und Besiedlungsdichte der Nematoden können wir als gering bezeichnen. Die jahreszeitliche Individuenabundanz ist wahrscheinlich bei den meisten Arten in den Klimablauf gut eingepaßt, soweit ausreichende Bedingungen für eine Entwicklung der Nematoden vorliegen (Rössner 1973). Bei drastischen Veränderungen im Faktorenkomplex Temperatur- und Feuchtigkeit kann aber ein deutlicher Einfluß auf den Verlauf der Populationsentwicklung auftreten. Wahrscheinlich ist in diesem Zusammenhang der Temperatur-Einfluß auf die Entwicklung der Nematoden höher als der der Bodenfeuchtigkeit zu bewerten. Beim Vergleich der relativen Bodenfeuchte mit der Individuenabundanz der Gesamtnematodenfauna wurde beobachtet, daß größere Differenzen im Bodenfeuchtebereich noch keinen Einfluß auf die Individuenzahl haben. Es bestehen aber über die Grenzbereiche der Toleranz hinaus insgesamt noch unklare Vorstellungen, wie Untersuchungen in jüngerer Zeit erkennen ließen (Meißner 1983). Die Prüfung der Stabilität der Nematodenfauna am Grad der Gleichförmigkeit (Evenness) nach Stöcker und Bergmann (1977) ergab, daß im Verlaufe des Untersuchungszeitraumes kaum Änderungen zu verzeichnen sind. Die niedrigsten Werte wurden im Juli, August oder September ermittelt. Damit bestand auch eine weitgehende Übereinstimmung mit dem Entwicklungsverlauf der Artengruppen (Tab. 2).

Gemessen an der Dominanzstruktur und Evenness läßt sich damit sagen, daß im Beobachtungszeitraum eine hohe Stabilität der Gesamtheit aller Nematoden im Schwarzerde-Löß-Boden zu verzeichnen ist. Wahrscheinlich sind dafür die nahezu

Tabelle 2. Vergleich evenness Gesamtnematoden 1976 bis 1980

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976	—	0,76	0,74	0,705	0,705	0,630	0,697	0,694	0,696	—	—
1977	0,749	772	758	744	755	739	635	603	609	644	—
1978	—	710	672	650	640	537	610	681	683	—	—
1979	—	725	701	719	645	610	647	600	661	691	657
1980	—	644	682	726	685	671	589	640	654	724	—

gleichmäßigen trophischen Verhältnisse in Verbindung mit dem regelmäßigen Getreideanbau die wichtigsten Voraussetzungen, die einer optimalen Entwicklung des Artenspektrums und der trophischen Gruppen entgegenkommen. Fortgesetzter Getreideanbau wirkt sich auf die Verschiebung einzelner Phasen der Massenvermehrung wahrscheinlich in bestimmten Grenzen der Populationsdynamik nur über sehr lange Zeiträume aus.

Wenn man die Ergebnisse von der Versuchsfläche mit Stichprobenuntersuchungen in Nichtscharzedegebieten vergleicht, ist die i. d. R. deutlich höhere Besiedlungsdichte des Schwarzerdestandortes besonders zu beachten (vgl. auch Wassilewska 1974).

Als einen Ausdruck der allgemein höheren biologischen Aktivität des Schwarzerde-Löß-Bodens dürfte dies von besonderem Belang sein. Hinsichtlich der Besiedlungsunterschiede in den Bodenschichten ist anzunehmen, daß die abiotischen und biotischen Faktoren zusammen mit dem Nahrungsangebot eine wichtige Rolle spielen, wenn man z. B. an die phytoparasitäre Lebensweise von *Pratylenchus* oder an die Spezialisierung von *Aphelenchoides* auf die Mykorrhiza im Boden denkt.

Im Einklang mit der z. T. engen Bindung der Populationsmaxima an bestimmte Jahreszeiten ist auch die jahreszeitlich unterschiedlich zur Verfügung stehende Biomasse und der Abbau der organischen Substanz zu beachten. Inwieweit die Nematodenfauna an dem stofflichen Ab- und Umbau bzw. an der Förderung der Humifizierung beteiligt ist, bedarf noch sorgfältiger Untersuchungen. Als begrenzender Faktor für die unterschiedliche Besiedlungsdichte und -tiefe muß sicher auch auf die Bodenluft (vgl. Kämpfe 1978) verwiesen werden.

### Zusammenfassung

Mehrjährige Untersuchungen der Nematodenfauna in einem Agroökosystem mit fortgesetztem Getreideanbau in einem Schwarzerde-Löß-Boden ergaben große Unterschiede in der räumlichen und zeitlichen Differenzierung des Artenspektrums und der trophischen Gruppen. Die vertikale Besiedlung reicht bis 150 cm Bodentiefe. Die größte Besiedlungsdichte liegt zwischen 10–40 cm. Unterschiede sind bei den trophischen Gruppen zu verzeichnen. Myko-(bakterio)phage und räuberische Arten kommen vorwiegend in der oberen Bodenschicht bis 20 cm vor.

Während eines Vegetationsjahres ist ein vielschichtiges Bild von Massenentwicklungen und Depressionsphasen (Frühjahrs- und Herbstmaxima) zu verzeichnen. Zeitlich treten deutliche Unterschiede zwischen den trophischen Gruppen auf. Wahrscheinlich steht die Massenvermehrung im Einklang mit der jahreszeitlich unterschiedlichen Verfügbarkeit von Biomasse und dem Abbau der organischen Substanz. Andere Faktoren wie Vegetationsrhythmik und Bodenbearbeitung sowie abiotische Faktoren können gleichermaßen eine wichtige Rolle spielen.

### Summary

Investigations of the nematods during some years in an agroecosystem with continuous corn-growing on black earth-loess soil revealed great differences in the differentiation of the species spectrum and the trophic groups with regard to space and time. The vertical coloni-

zation reaches up to the depth of 150 cm. The largest colonization degree was to be found between 10 and 40 cm. There are differences in the trophic groups.

Мико-(bacterio-)phagous and predatory species mainly occur in the uppermost layer of the soil up to 20 cm.

During a single season, there are various phenomenon of mass developments and depression phases, like maximum developments in spring and autumn. With regard to the time of appearing, there are obvious differences between the trophic groups. The mass development seems to be connected with the seasonally different availability of the biomass as well as the decay of the organic substances. Some other factors, e. g. rhythm of the vegetation, treatment of the soil or abiotic factors, may also play an important role.

### Резюме

Многолетние исследования фауны нематод в агроэкосистеме, где непрерывно возделывался зерновой хлеб на чернозёмно-лѣсных почвах, показали большую разницу в пространственной и временной дифференцию видового спектра и трофических групп. Вертикальное заселение достигает 150 см глубины почвы. Самая большая густота заселения составляет 10—40 см. Есть разница у трофических групп.

Мико-/бактерио/фаги и хищные виды существуют, главным образом, в самых верхних слоях почвы, в глубине до 20 см.

В течение вегетационного периода одного года можно обнаружить многослойные явления массовых развитий и фаз депрессии как весенние и осенние максимумы. Во временном отношении появляются ясные различия между трофическими группами. Возможно, размножение согласовывается с сезонно различным наличием биомассы и со снижением органической субстанции. Равным образом могут играть важную роль и другие факторы как ритмика вегетации и обработка почвы, а также абиотические факторы.

### Schrifttum

- Decker, H., A. Dowe und N. Seidel: Zur Kenntnis der Phytonematodenfauna des Graslandes in den Nordbezirken. Aktuelle Probleme der Phytonematologie. Rostock, Biol. Ges. d. DDR (1981) 43—56.
- Dunger, W.: Methodische Ansätze für populationsökologische Untersuchungen an Kleinarthropoden des Bodens. Arbeitstagung Populationsökologie d. Biol. Ges. d. DDR, Halle (1979) 48—54.
- Germershausen, K., und A. Kästner: Die vertikale Verteilung von Zysten von *Heterodera avenae* im Boden. Wiss. Zeitschr. Päd. Hochschule Halle 13 (1975) 2, 83.
- Helmecke, K., B. Hickisch, E.-G. Mahn, I. Prasse und G. Sternkopf: Beiträge zur Wirkung des Herbizideinsatzes auf Struktur und Stoffhaushalt von Agroökosystemen. Hercynia N. F. 14 (1977) 375—398.
- Kämpfe, L.: Der Sauerstoffverbrauch von Nematoden als Ausdruck zootischer Aktivität. Pedobiologia 18 (1979) 355—365.
- Kästner, A.: Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen zur Zystenbildung von *Heterodera avenae* Wollenweber an Getreidewurzeln. Arch. Phytopathologie u. Pflanzenschutz Berlin 17 (1981) 375—379.
- Kästner, A., und K. Germershausen: Beobachtungen über die Larvendichte von *Heterodera avenae* Wollenweber in einem Herbizid-Dauerversuch eines Getreide-Agroökosystems. Aktuelle Probleme der Phytonematologie. Rostock, Biol. Ges. d. DDR (1981) 8—11.
- Kästner, A., und K. Germershausen: Untersuchungen zur Populationsentwicklung des Getreidezystenälchens (*Heterodera avenae* Wollenweber) in einem Getreideökosystem. 3. Symposium Schaderreger in der industriefähigen Getreideproduktion. Kongreß- u. Tagungsber. Martin-Luther-Univ. Halle (1982 a) 294—297.
- Kästner A., und K. Germershausen: Beobachtungen über die Larvendichte, Schlupfaktivität und Zystenbildung von *Heterodera avenae* unter Feld- und Laborbedingungen. Wiss. H. Päd. Hochsch. Köthen (1982 b) (2), 85—100.

- Mahn, E.-G. et al.: Kurzzeitliche und längerfristige Veränderungen von Zönosestrukturen in Agro-Ökosystemen bei mehrjährigem Herbizideinsatz. *Wiss. Z. Univ. Halle XXXII* (1983 M) (3), 69–96.
- Mahn, E.-G., und A. Kästner: Effects of herbicide stress on weed communities and soil nematodes in agroecosystems. *OIKOS*, Copenhagen **44** (1985) 185–190.
- Meißner, H.: Die Beeinflussung von Populationsstruktur und -dynamik der Nematodenfauna einer Getreidekultur bei Anwendung verschiedener Herbizide. Diss. A Päd. Hochschule Halle 1983.
- Paramonow, A. A.: Die Phytohelminthologie, ihre Aufgaben und Entwicklungsperspektiven. *Naturwiss. Beiträge Sowjetwiss.* **7** (1959) 732–747.
- Richter, E.: Vertikale Verteilung von Nematoden im Sandboden. *Nematologica* **15** (1969) 44–54.
- Rössner, J.: Anpassung wandernder Wurzelnematoden an Trockenheit im Boden. *Nematologica* **19** (1973) 365–378.
- Siddiqi, M. R.: Ecological adaptations of plant – parasitic nematodes. *Pak. J. Nematol.* **1** (1983) (1) 63–67.
- Stöcker, G., und A. Bergmann: Ein Modell der Dominanzstruktur und seine Anwendung. 1. Modellbildung, Modellrealisierung, Dominanzklassen. *Arch. Natursch. Landschaftsforsch.* **17** (1977) 1–26.
- Wassilewska, L.: Vertical distribution of nematodes in the soil of dunes in the kampinos forest. *Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Polniczych* **154** (1974) 203–212.
- Yeates, G. W.: Feeding types and feeding groups in plant and soil nematodes. *Pedobiologia* **11** (1971) 173–179.
- Yeates, G. W.: Nematode populations in relation to soil environmental factors: a review. *Pedobiologia* **22** (1981) 312–338.

Prof. Dr. Arndt Kästner  
Pädagogische Hochschule  
„Wolfgang Ratke“ Köthen  
Sektion Biologie/Chemie  
Wissenschaftsbereich Botanik  
Lohmannstraße 23  
Köthen / Anh.  
DDR - 4370

Prof. Dr. Karl Germershausen  
Pädagogische Hochschule  
„N. K. Krupskaja“ Halle  
Sektion Biologie/Chemie  
Wissenschaftsbereich Zoologie  
Kröllwitzerstraße 44  
Halle (Saale)  
DDR - 4020