

ERGEBNISSE DER FORSCHUNGSREISE AUF DIE AZOREN 1969

Internationales Forschungsprojekt Makaronesischer Raum

II. Zur Nematodenfauna der Azoren

Von Dieter Sturhan *

Mit 2 Tabellen

Untersuchungen über bodenbewohnende und pflanzenparasitische Nematoden waren bisher auf den Azoren nicht durchgeführt worden. Einige wenige Zufallsfunde von insgesamt neun Gattungen und zwölf determinierten Arten fast ausnahmslos phytoparasitärer Nematoden, die zumeist an von der Inselgruppe exportierten Pflanzen oder Pflanzenteilen nachgewiesen werden konnten, wurden von Macara (1963) zusammengefasst. An weiteren Veröffentlichungen über Azorennematoden scheinen nur noch die kurze Mitteilung von Noack (1902), dass von Canavarro (laut Agricultura Contemporanea 1901) *Heterodera schachtii* an Zuckerrüben gefunden worden sein soll, sowie die Angabe von Barrois (1896) über das Vorkommen von *Dorylaimus stagnalis* Duj. und *Dorylaimus* nov. spec. in Azorengewässern vorzuliegen.

Während einer sechswöchigen Forschungsreise im Frühsommer 1969 wurden Nematoden auf sechs der insgesamt neun Azoreninseln gesammelt. Besucht werden konnten die Inseln Santa Maria und São Miguel der Ostgruppe sowie die Inseln Terceira, São Jorge, Pico und Faial der zentralen Gruppe. Aus insgesamt 135 Bodenproben wurden während der Reise mittels einer einfachen Siebmethode terrikole Nematoden extrahiert. Daneben wurde eine Anzahl von Bodenproben speziell auf *Heterodera*-Cysten untersucht und etliche Pflanzenproben auf endoparasitäre Nematoden. Hauptziel der Untersuchungen war zunächst die Erfassung der Nematodenfauna in ihrer ganzen Breite, und es wurden daher Bodenproben von möglichst verschiedenen Regionen der besuchten Inseln, in unterschiedlichen Vegetationszonen und Höhenlagen sowie aus dem Wurzelbereich verschiedener Pflanzenarten gesammelt.

Die Sichtung des umfangreichen Sammlungsmaterials ist noch nicht abgeschlossen, insbesondere die spezielle Bearbeitung einzelner Nematodengruppen. Daher seien hier zunächst einige allgemeine Befunde zusammengefasst, besonders im Hinblick auf die von Evers, Ohm und Remane (1973) dargelegten Probleme der Biogeographie der Azoren.

* Biologische Bundesanstalt, Münster/Westf., Deutschland.

DIE NEMATODENFAUNA DER AZOREN IM ÜBERBLICK

Die Nematodenfauna der Azoren ist überraschend reich und vielseitig, was seinen Grund teilweise in der grossen ökologischen Vielfalt der Inseln haben dürfte. Bisher wurden mehr als 100 Gattungen bodenbewohnender Nematoden erfasst. Die Anzahl der Arten dürfte nach vorläufigen Schätzungen weit über 200 liegen. Trotz breiter Streuung der Untersuchungsstellen — vom Meeresstrand bis zum Gipfel des 2351 m hohen Pico, von Trockenhängen bis zu Gewässerrändern, Kulturland bis zu weitgehend ungestörten Hartlaubwäldern, vulkanischen Quellen und Moospolstern — war bei der nur relativ geringen Zahl untersuchter Proben jedoch nur eine stichprobenartige Erfassung der Nematodenfauna möglich, und die Anzahl tatsächlich vorkommender Nematodenformen wird noch weit höher liegen.

Die meisten Familien terrikoler Nematoden mit weiter Verbreitung sind auch auf den Azoren vertreten. Der Anteil an Feuchtbewohnern und limnischen Formen ist hoch. Bemerkenswert häufig sind unter anderem Teratocephalida, Araeolaimida, Monhysterida und Chromadorida. An im allgemeinen als selten geltenden Gattungen wurden z. B. *Ecphyadophora*, *Ecphyadophoroides*, *Odontopharynx*, *Drilocephalobus*, *Aulolaimus*, *Odon-tolaimus*, *Cryptonchus*, *Thorneella* und *Campydora* nachgewiesen.

Besonders bemerkenswert ist das häufige Vorkommen von *Stenonchulus troglodytes* Schneider, der in insgesamt 21 Bodenproben auf sämtlichen untersuchten Inseln festgestellt wurde (vgl. Tabelle I). Die 1940 aus einer jugoslawischen Höhle beschriebene Art scheint bislang nur noch im Psammon der Etsch (Andrássy 1962) sowie in einem Wassergraben in den Niederlanden (Loof, pers. Mitt.) gefunden worden zu sein. Auf den Azoren wurde die als Grundwasserbewohner geltende Art nicht nur an Feuchtplätzen festgestellt, sondern vielmehr in verschiedensten Biotopen, überwiegend in Wald- und Wiesenböden und sogar auf den fast vegetationslosen Hängen des Pico-Gipfels. Nach eigenen Untersuchungen kommt *St. troglodytes* auch verbreitet auf Madeira vor. Die mittelatlantischen Inseln sind möglicherweise Refugialgebiet der Art.

Die Fundhäufigkeit einiger Gattungen (überwiegend phytoparasitäre Tylenchida und Dorylaimida) ist aus Tabelle I ersichtlich. Hervorzuheben ist insbesondere die weite Verbreitung der Gattung *Helicotylenchus*, die in 72% aller untersuchten Bodenproben festgestellt wurde, das häufige Vorkommen von *Xiphinema*-Arten in fast 39% aller Proben und die bemerkenswert zahlreichen Nachweise z. B. auch der beiden Gattungen *Meloidogyne* und *Heterodera*.

Ein grosser Teil der Gattungen ist in mehreren Arten auf den Azoren vertreten. Der Anteil noch unbeschriebener Arten scheint hoch zu sein. Wieviele von diesen echte Endemiten darstellen, ist noch nicht

zu übersehen, da die Nematoden insgesamt — und auch die der benachbarten Kontinentalgebiete — noch unzureichend erforscht sind. Je eine neue Art befindet sich z. B. unter den insgesamt nachgewiesenen sechs *Tylenchorhynchus*- und den vier *Trichodorus*-Arten. Die Gattung *Xiphinema* ist mit den Arten *X. brevicolle*, *X. americanum*, *X. mediter-*

TABELLE I

Verbreitung und Häufigkeit einiger Nematodengattungen auf den Azoren
(Anzahl der Bodenproben mit Präsenz der Gattungen)

Nematodengattung	Insel (mit Anzahl untersuchter Bodenproben)						Azoren insgesamt. (135)
	Santa Maria (14)	S. Miguel (35)	Terceira (19)	S. Jorge (21)	Pico (17)	Faial (29)	
<i>Tylenchus</i> (s. l.)	11	29	19	18	15	26	118
<i>Ditylenchus</i>	4	4	3	—	1	8	20
<i>Tylenchorhynchus</i>	6	2	1	—	—	—	9
<i>Rotylenchus</i>	—	1	1	—	—	—	2
<i>Helicotylenchus</i>	8	27	14	18	12	18	97
<i>Pratylenchus</i>	7	13	12	5	2	10	49
<i>Tylenchulus</i>	—	—	—	1	—	1	2
<i>Heterodera</i>	5	8	8	1	1	3	26
<i>Meloidogyne</i>	7	10	8	7	2	9	43
<i>Paratylenchus</i>	2	11	2	2	3	6	26
<i>Hemicycliophora</i>	—	1	2	—	—	—	3
<i>Criconema</i>	1	3	1	1	—	2	8
<i>Criconemoides</i>	3	11	9	5	8	9	45
<i>Aphelenchus</i>	7	13	14	9	2	8	53
<i>Aphelenchoides</i>	9	25	16	17	14	16	97
<i>Xiphinema</i>	6	14	11	12	2	7	52
<i>Trichodorus</i>	—	4	3	—	—	2	9
<i>Diphtherophora</i>	6	14	11	6	2	11	50
<i>Stenonchulus</i>	4	1	2	4	4	6	21

raneum, einer noch unbeschriebenen Art der *diversicaudatum*-Gruppe («species a») und zwei weiteren Formen vertreten, die einige morphologische Unterschiede zum typischen *X. mediterraneum* aufweisen («species b») und «c»; vgl. Tabelle II).

VERBREITUNG DER NEMATODEN INNERHALB DER INSELGRUPPE

Das Nematodenspektrum der untersuchten sechs Inseln zeigt weitgehende Übereinstimmung. Die überwiegende Zahl der Gattungen und auch der Arten ist auf sämtlichen Inseln vertreten (vgl. auch Tabellen I und II). Da die Bodenproben auf den einzelnen Inseln nicht immer in vergleichbaren Biotopen und ausserdem in unterschiedlicher Anzahl entnommen wurden, sind die Befunde über die Präsenz der Nematoden nur bedingt vergleichbar.

Einige Gattungen und Arten scheinen nur auf den östlichen Inseln vorzukommen (*Tylenchorhynchus*, *Rotylenchus*, *Hemicyclophora*, *Xiphinema mediterraneum* u. a.), andere treten z. B. auf São Jorge und Pico zurück oder fehlen dort ganz (*Pratylenchus*, *Heterodera*, *Trichodorus*, *Diphtherophora*), andere auf Santa Maria (z. B. *Xiphinema americanum*).

TABELLE II

Xiphinema — Vorkommen auf den Azoren
(Anzahl der Bodenproben mit Präsenz der Arten)

<i>Xiphinema</i> -Art	Santa Maria	S. Miguel	Terceira	S. Jorge	Pico	Faial	Azoren insgesamt
species a	2	6	6	4	1	3	22
<i>brevicolle</i>	—	2	1	1	—	1	5
<i>americanum</i>	—	6	5	9	1	5	26
<i>mediterraneum</i>	5	5	2	—	—	—	12
species b	—	—	—	1	—	1	2
species c	1	—	—	—	—	—	1

Ditylenchus dipsaci wurde — als Endoparasit in *Plantago lanceolata* — nur in den höheren Lagen von Santa Maria und São Miguel festgestellt. *Aphelenchoides fragariae* kam, endoparasitär in mehreren Pflanzenarten lebend, auf denselben Inseln in Kultur- wie in natürlichen Biotopen vor, zusätzlich auf Faial, doch dort nur in unmittelbarer Nähe von Ansiedlungen. Deutliche Unterschiede zwischen der Nematodenfauna der Ostinseln und jener der zentralen Gruppe sind im ganzen nicht erkennbar.

Die Verteilung der Nematoden auf den einzelnen Inseln zeigt — gemäss den ökologischen Ansprüchen der einzelnen Arten — gewisse Unterschiede. Manche Gattungen sind in zahlreichen Biotopen vom Meeresstrand bis zum höchsten Gipfel des Pico vertreten (z. B. *Rhabdolaimus*), während andere ausschliesslich in Küstennähe (*Tylenchorhynchus* u. a.) oder im Kulturland (z. B. *Tylenchulus semipenetrans*) gefun-

den wurden. *Helicotylenchus*, vertreten insbesondere durch *H. pseudo-robustus*, zeigt eine geringe Häufigkeitszunahme vom Küstenbereich zu den höheren Inselregionen. Während *Meloidogyne* ziemlich gleichmässig in allen Höhentufen aufzutreten scheint, ist die verwandte Gattung *Heterodera* weitgehend auf die Kulturzone der unteren bis mittleren Lagen beschränkt. *Xiphinema americanum* wurde ausschliesslich im Küstenbereich und in wenig höher gelegenen Teilen der Inseln festgestellt, nie jedoch z. B. in Ackerland. *Xiphinema mediterraneum* und *X. «spec. a.»* wurden dagegen sowohl nahe der Küste als auch in Acker-, Weide- und Waldböden sowie auf Trockenhängen und an Feuchtstellen gefunden.

Das Vorkommen mancher Nematoden beschränkt sich offensichtlich auf eng begrenzte Spezialbiotope (z. B. *Monochoides* und *Chronogaster* im Bereich heisser Schwefelquellen auf São Miguel). Aber auch Arten mit grösserer ökologischer Potenz, darunter vermutlich endemische Formen, sind nicht selten auf bestimmte Inseln oder sogar Teile einer einzigen Insel beschränkt. So scheint eine noch unbeschriebene *Tylenchorhynchus*-Art nur auf den Trockenflächen im Westteil von Santa Maria vorzukommen. *Trichodorus* n. sp. wurde an nur zwei Lokalitäten auf São Miguel und Terceira gefunden. Die Gründe für das sporadische Vorkommen bestimmter Arten sind zunächst nicht ersichtlich.

BEZIEHUNGEN ZU DEN NEMATODENFAUNEN BENACHBARTER GEBIETE

Da im Jahr 1966 auf den Kanaren und 1967 auf den Madeiren eigene nematologische Untersuchungen durchgeführt worden waren und ausserdem Bello (1969) eine Liste der von ihm auf den Kanarischen Inseln gefundenen Nematoden veröffentlichte, ist ein Vergleich der Nematodenfauna der Azoren mit denen der benachbarten Inselgruppen möglich.

Die azorische Nematodenfauna stimmt weitgehend mit jenen der anderen mittelatlantischen Inselgruppen wie auch mit der kontinental-europäischen überein. Einige der vereinzelt auf dem nächstgelegenen Madeira-Archipel gefundenen Gattungen scheinen auf den Azoren zu fehlen, darunter *Paratrophurus*, *Pratylenchoides* und *Rotylenchulus*. Daneben sind Verschiebungen im Artenspektrum zu verzeichnen. Die Anzahl der Arten scheint jedoch, trotz grösserer Entfernung des Archipels vom Festland, nicht geringer zu sein als auf den übrigen makaronesischen Inseln, sondern durch das starke Auftreten hydrophiler Formen eher höher.

Bemerkenswert ist, dass sich zwischen den drei mittelatlantischen Inselgruppen innerhalb mehrerer Gattungen ein deutliches Häufigkeitsgefälle feststellen lässt. So nimmt die Häufigkeit im Vorkommen der Gattungen *Helicotylenchus*, *Heterodera*, *Meloidogyne*, *Criconemoides*

und *Xiphinema* von den Kanaren bis zu den Azoren wesentlich zu, während z. B. *Tylenchorhynchus*, *Rotylenchus* und *Hemicycliophora* deutlich schwächer vertreten zu sein scheinen als auf dem benachbarten Madeira und auch auf den Kanarischen Inseln.

Nordeuropäische Faunenelemente treten in der Nematodenfauna der Azoren noch stärker hervor als auf Madeira (z. B. fehlen *Tylenchorhynchus dubius* und *Trichodorus primitivus* offensichtlich auf beiden südöstlicher gelegenen Inselgruppen). Formen tropischer und subtropischer Gebiete treten fast ganz zurück. Dagegen kommen vereinzelt Arten nearktischer Herkunft vor. Die auf den Azoren häufigste *Xiphinema*-Art *X. americanum* (sensu stricto), die in Nordamerika weit verbreitet ist, fehlt auf Madeira vermutlich völlig und ist für Europa bisher wohl nur lokal in Portugal (Lima, pers. Mitt.) nachgewiesen worden.

BESIEDLUNG DER AZOREN DURCH DIE NEMATODEN

In den meisten Fällen lässt sich nicht entscheiden, was natürlicher Bestandteil der Nematodenfauna der Azoren ist. Diejenigen Arten, die mehrfach und auf verschiedenen Inseln überwiegend in natürlichen Biotopen gefunden wurden, sind mit grosser Wahrscheinlichkeit als indigen anzusehen. Ein Teil der — z. B. mit bewurzeltem Pflanzenmaterial leicht verschleppbaren — Nematoden ist dagegen mit Sicherheit durch den Menschen importiert worden, darunter etliche Pflanzenparasiten tropischer bzw. subtropischer Gebiete. Dazu zählen *Tylenchulus semipenetrans*, der nur im Wurzelbereich von *Citrus* gefunden wurde, und der lediglich in einer Bananenplantage festgestellte *Trichodorus porosus* (auf Madeira von uns in der Rhizosphäre von Zuckerrohr beobachtet; Erstnachweise der Art für Europa). Ausschiesslich oder überwiegend im Kulturland nachgewiesene Arten dürften zumeist ebenfalls erst im Gefolge des Menschen auf die Inseln gekommen sein, wie *Rotylenchus robustus*, *Heterodera trifolii*, *Trichodorus primitivus*. Das Fehlen bzw. starke Zurücktreten von manchen Arten auf São Jorge und Pico lässt vermuten, dass die betreffenden Nematoden auf den anderen, intensiver und schon länger ackerbaulich genutzten Inseln durch den Menschen (früher) eingeschleppt sein mögen.

Lokal begrenztes Vorkommen, vor allem im Küstenbereich, mag darauf hindeuten, dass die fraglichen Arten erst in jüngerer Zeit auf die Inseln gelangt sind. So wurde der im nördlichen Europa weit verbreitete *Tylenchorhynchus dubius* nur zweimal an Küstensteilhängen von Santa Maria und São Miguel gefunden, und die weltweit verbreitete, auf Madeira und den Kanaren häufige Art *T. brevidens* in nur einem einzigen Exemplar an der Südküste von Santa Maria.

Auf welche Weise die vom Menschen unbeeinflusste Nematodenbesiedlung der Azoren erfolgt sein mag, ist völlig ungeklärt (u. a. welche Rolle der Windverfrachtung und der Verschleppung durch Vögel

zukommt.) Die rasche Nematodenbesiedlung frischer, erst 12 Jahre zuvor entstandener Vulkanascheböden im Westen der Insel Faial (durch z. B. *Ditylenchus*, *Meloidogyne*, *Aphelenchoides*, *Drilocephalobus*, *Xiphinema*) sowie die reiche Nematodenfauna im Bereich um die vor gut 400 Jahren durch eine Eruption entstandene Lagoa do Fogo auf São Miguel zeigt recht eindrucksvoll, dass wirksame Verbreitungsmodi bestehen. Dafür spricht unter anderem auch, dass es aus vulkanisch erhitzten Biotopen anderer Gebiete bekannten Nematoden gelungen ist, z. B. die eng begrenzten vulkanischen Quellbereiche bei Furnas auf der Insel São Miguel zu besiedeln.

SUMMARY

From May to June 1969 six of the nine islands of the Azores were visited and 135 soil and several plant samples collected in a wide range of different biotopes and localities and examined for soil-inhabiting and plant-parasitic nematodes. The nematofauna of the archipelago proved to be rich comprising a great number of hydrophilic taxa: More than 100 genera and approximately over 200 species were found, among them several which are generally regarded rare. The number of species new to science — and probably endemic to the islands — seems to be high. There are no marked differences between the nematode faunas of the different islands, but the occurrence of several genera and species is apparently restricted to certain islands or even parts of one island.

The nematode fauna of the Azores is on the whole similar to that of Madeira and the Canary Islands as well as to the continental European one. The number of species is obviously not smaller than on the neighbouring groups of islands. On the Azores, however, still less nematodes with tropical or subtropical distribution are present, whereas more representatives of the northern European fauna are to be found and also some species of nearctic origin. Between the three central Atlantic groups of islands a distinct decrease resp. increase in the frequency of occurrence of some genera from North-West to South-East could be observed.

A great number of the nematode species, especially those found in cultivated soils on the islands only, among them several plant-parasites which are easily transported by plant material with roots, are obviously introduced to the islands by man. A very restricted distribution on the islands may be indicative of a more recent introduction. Nothing is known about the mode of natural colonization of the oceanic volcano islands by the nematodes.

LITERATUR

- Andrássy, I. :
1962. Nematoden aus dem Psammon des Adige-Flusses, II. — *Mem. Mus. Civ. Storia Nat. Verona* **10**, 1-35.
- Barrois, Th. :
1896. Recherches sur la faune des eaux douces des Açores. — Lille. 172 pp.
- Bello, A. :
1969. Estudio de las nematocenosis de las Islas Canarias e influencia del factor antropógeno sobre las mismas. — *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)* **67**, 35-52.
- Evers, A., Ohm, P. & Remane, R. :
1973. Allgemeine Gesichtspunkte zur Biogeographie der Azoren. — *Bol. Mus. Mun. Funchal* **27** (115), 5-17.
- Macara, A. Mendes :
1963. Aspectos sobre a importância dos nemátodos de interesse agrícola em Portugal e no Ultramar português. — *Agros* **46**, 367-384.
- Noack, F. :
1902. In Portugal und auf den Azoren beobachtete Pflanzenkrankheiten. — *Zeitschr. Pflanzenkrankh.* **12**, 349.