

Der Vektornematode *Xiphinema diversicaudatum* und das Arabismosaikvirus der Erdbeere im Schweizer Mittelland¹

J. Klingler, P. Kunz und A. Buser, Wädenswil

Die Verbreitung von *X. diversicaudatum* in der Schweiz wird anhand einer neuen Karte dargestellt. Sie zeigt den Stand bis Ende 1989. Gegenüber früheren Karten sind weitere Fundorte hinzugekommen, das bisherige Verbreitungsmuster bleibt jedoch grundsätzlich unverändert. Die Ostschweiz östlich von Walensee – Zürichsee – Limmattal (nach Sturhan auch der angrenzende süddeutsche Raum) bleibt nach wie vor ohne Funde; solche konnten ausschliesslich westlich der genannten Achse registriert werden. Eine früher formulierte Hypothese über mögliche geologische und pedologische Ursachen für dieses Verbreitungsmuster wird deshalb aufrechterhalten.

Das Auftreten des Arabismosaikvirus, welches durch *X. diversicaudatum* übertragen wird, steht in enger Beziehung zur Abundanz dieses Vektors. Bei Populationen von über 400 Nematoden pro Liter Erde konnte das Virus immer, bei Dichten unter 100 dagegen nie nachgewiesen werden. Im Zwischenbereich gab es positive wie auch negative Befunde. Geographische Schwerpunkte des AMV-Auftretens können der Verbreitungskarte entnommen werden. Die dargelegten Beziehungen ermöglichen eine Prognose über die Gefährdung von Erdbeerkulturen durch das Arabismosaikvirus in Böden, in denen der Vektornematode vorkommt.

Das Auftreten des Vektornematoden seinerseits steht in Beziehung zu den Bodeneigenschaften. Es beschränkte sich in allen unseren Untersuchungen auf deutlich saure bis neutrale Böden. Unter den Bodentypen verzeichnen «sandiger Lehm» und – weniger häufig – «Lehm» die meisten Funde.

The Vector Nematode *Xiphinema diversicaudatum* and the Arabis Mosaic Virus of Strawberries on the Swiss Plateau

The distribution of *X. diversicaudatum* in Switzerland is shown in a map (figure). Compared with earlier maps new finds have been added, but the known geographical distribution pattern remains unchanged: East of the Walensee and Zürichsee basins and of the Limmat valley, Switzerland remains void of any finds of this species. According to Sturhan, the same is true for the adjacent south German area. *X. diversicaudatum* has been found west of the just mentioned geographical axis exclusively. The hypothesis therefore is maintained that this species is not occurring in soils originating from deposits of the eastern Alps which are rich in chalk, whereas it occurs in soils derived from deposits of the central and western Alps, which are rich in silicates.

The occurrence of the arabis mosaic virus (AMV), which is vectored by *X. diversicaudatum*, is strongly related to the abundance of the vector. The virus has always been found if populations exceeded 400 nematodes per liter of soil; it has never been detected in places where vector densities were below 100. In between, the virus has sometimes been found and sometimes not been found (table). These relations enable prognoses to be made regarding the risk run by strawberry plantations to be damaged by the arabis mosaic virus.

The occurrence of *X. diversicaudatum* is related to soil parameters. It was confined to clearly acid to neutral soils. Among the soil types, most findings were made in sandy loam and – less frequently – in loam.

¹ Wir danken Dr. F. Jäggli, Reckenholz, bestens für die Korngrössenanalysen der Böden zur Bestimmung der Bodenarten und Frau S. Spycher für ihre Hilfe bei der Nematodenextraktion und dem ELISA-Verfahren.

1. Einleitung

Über die Verbreitung von *Xiphinema diversicaudatum* in der Schweiz wurde bereits früher berichtet (J. Klingler et al., 1983; J. Klingler & R. Vallotton, 1985). Die vorliegende Arbeit ergänzt die Verbreitungskarte für *X. diversicaudatum* (X. d.) mit einigen neuen Fundstellen, vor allem vermittelt sie aber erstmals Untersuchungsergebnisse über das Vorkommen des Arabismosaikvirus (AMV), welches durch eben diesen Nematoden übertragen wird (A. Jha & A. F. Posnette, 1959; B. D. Harrison & C. H. Cadman, 1959). Untersucht werden weiter die Beziehung zwischen dem Auftreten von AMV und der Abundanz des Vektornematoden einerseits sowie der Einfluss einiger Bodenparameter auf das Vorkommen dieses Nematoden andererseits.

Das Interesse an der Durchführung dieser Untersuchung wurde hervorgehoben durch die Beobachtung, dass in einigen Gegenden Erdbeerfelder durch das Arabismosaikvirus geschädigt werden. Neben anderen Orten wurden besonders im Bereich des Emmentals und angrenzenden Gebieten AMV-Befallsherde und hohe Populationen von *X. diversicaudatum* festgestellt. Es war auch aus diesem Gebiet, dass das Auftreten von AMV-Befall an Erdbeeren in der Schweiz erstmals beschrieben wurde (J. Klingler & P. Kunz, 1978). Das Vorkommen dieser nematodenübertragenen Viruskrankheit hat hier besonders unerfreuliche Auswirkungen, weil es die notwendigen Zusatzeinkünfte von Emmentaler Bauern aus dem Erdbeeranbau gefährdet.

2. Stichprobenentnahme, Material und Methoden

Die untersuchten Stichproben stammen einerseits von Orten, die uns wegen vermuteter Schäden an Erdbeeren gemeldet wurden, andererseits von Orten, an denen uns aufgrund der früheren Arbeiten das Vorkommen von *X. diversicaudatum* bereits bekannt war. Jede Stichprobe bestand aus zwei Teilen: a) aus Erde zwecks Extraktion und Auszählung des Vektornematoden, und b) aus Pflanzen im Bereich der Stichprobenstelle, welche Wirtspflanzen des AMV sind [Erdbeeren, Weissklee (*Trifolium repens*), Gänseblümchen (*Bellis perennis*) und Blacke (*Rumex obtusifolius*)]. Diese Pflanzen dienen zum Nachweis des AMV mittels dem ELISA-Verfahren. Die drei letztgenannten Arten sind verbreitet vorkommende, mehrjährige Pflanzen, deren Wirtseignung für das AMV von uns selbst festgestellt wurde, bzw. bereits aus der Literatur bekannt ist (M. Klinkowski, 1977): Sie eignen sich deshalb als Testpflanzen bei Abwesenheit der Erdbeeren.

An einem Erhebungsort wurde meist an mehreren Stellen Erde (bis ca. 25 cm tief) und Pflanzen entnommen und zu einer Mischprobe zusammengefasst. Die Extraktion von X. d. aus der Erde wurde nach der durch W. A. Coolen und C. J. d'Herde (1977) modifizierten Methode von A. T. de Grisse (1969) vorgenommen, bei welcher im zweiten Zentrifugationsschritt statt der

Zuckerlösung eine kolloidale Siliziumlösung («Ludox») verwendet wird. Die in der Tabelle enthaltenen Zahlen basieren somit auf dieser Methode. Der Nachweis des AMV geschah mittels einem serologischen Testprinzip. Das Verfahren trägt die Kurzbezeichnung «ELISA», für Enzyme Linked Immunosorbent Assay (M. F. Clark et al., 1976 a + b). Das Prinzip ist von mehreren Autoren beschrieben worden (z. B. R. Casper und S. Meyer, 1981), und beruht auf der Reaktion von virusspezifischen Antikörpern gegenüber den Virusantigenen. Das AMV-Antiserum wurde von der Firma Bioreba AG, Basel, bezogen.

3 Resultate und Diskussion

3.1 Verbreitung von *X. diversicaudatum*:

Die Abbildung gibt den Stand bis Ende 1989 wieder. Gegenüber unseren früheren Verbreitungskarten sind einige neue Funde hinzugekommen. Nicht immer wirkt sich dies in einem zusätzlichen Punkt auf der Karte aus, da ein neuer Fundort in einem bereits markierten 5-km-Quadrat liegen kann. Aus Bild 1 ist ersichtlich, dass die gesamte Ostschweiz östlich der Linie Walensee – Zürichsee – Limmattal auch weiterhin keine Funde von *X. d.* aufweist, obwohl in diesem Gebiet ein verbreiteter Erdbeeranbau besteht und auch weitere Proben auf Nematoden untersucht wurden. Am Verbreitungsmuster von *X. d.* in der Schweiz hat sich somit seit unseren früheren Erhebungen grundsätzlich nichts geändert. Das heisst, die Art wurde weiterhin nur westlich der genannten Linie gefunden, nicht aber östlich davon, in der Ostschweiz. Auch im angrenzenden süddeutschen Raum, südlich der Donau, sind noch immer keine *X. d.*-Funde gemacht worden, obgleich dort andere *Xiphinema*-Arten registriert werden konnten (D. Sturhan, in lit., 1989). Ins gleiche Bild würde passen, wenn *X. d.* auch im österreichischen Vorarlberg fehlte, was wir denn auch vermuten (J. Klingler et al., 1983). Nun haben aber D. J. F. Brown und C. E. Taylor (1987) in Bild 1 ihrer Publikation einen Fund dieser Art im vorarlbergisch-schweizerischen Grenzgebiet markiert, welcher H. Franz (1942) zugeschrieben wird. Eine Konsultation von dessen Arbeit hat jedoch ergeben, dass der eingetragene Fund keinesfalls am markierten Ort, sondern weit östlich bei Admont liegen müsste, wenn es sich dabei überhaupt um *X. d.* gehandelt hat, was D. Sturhan (1963) ursprünglich für möglich hielt, heute aber in Frage stellt (D. Sturhan, in lit., 1989). Somit gilt unsere frühere Arbeitshypothese, wonach *X. d.* in der Ostschweiz, dem angrenzenden süddeutschen Raum und wahrscheinlich auch im – bisher nicht untersuchten – Vorarlberg als nicht vorkommend eingestuft werden kann, nach wie vor (J. Klingler et al., 1983). Geologische und bodenkundliche Aspekte, die eine mögliche Erklärung für diese Hypothese abgeben, wurden in der eben zitierten Arbeit erläutert.

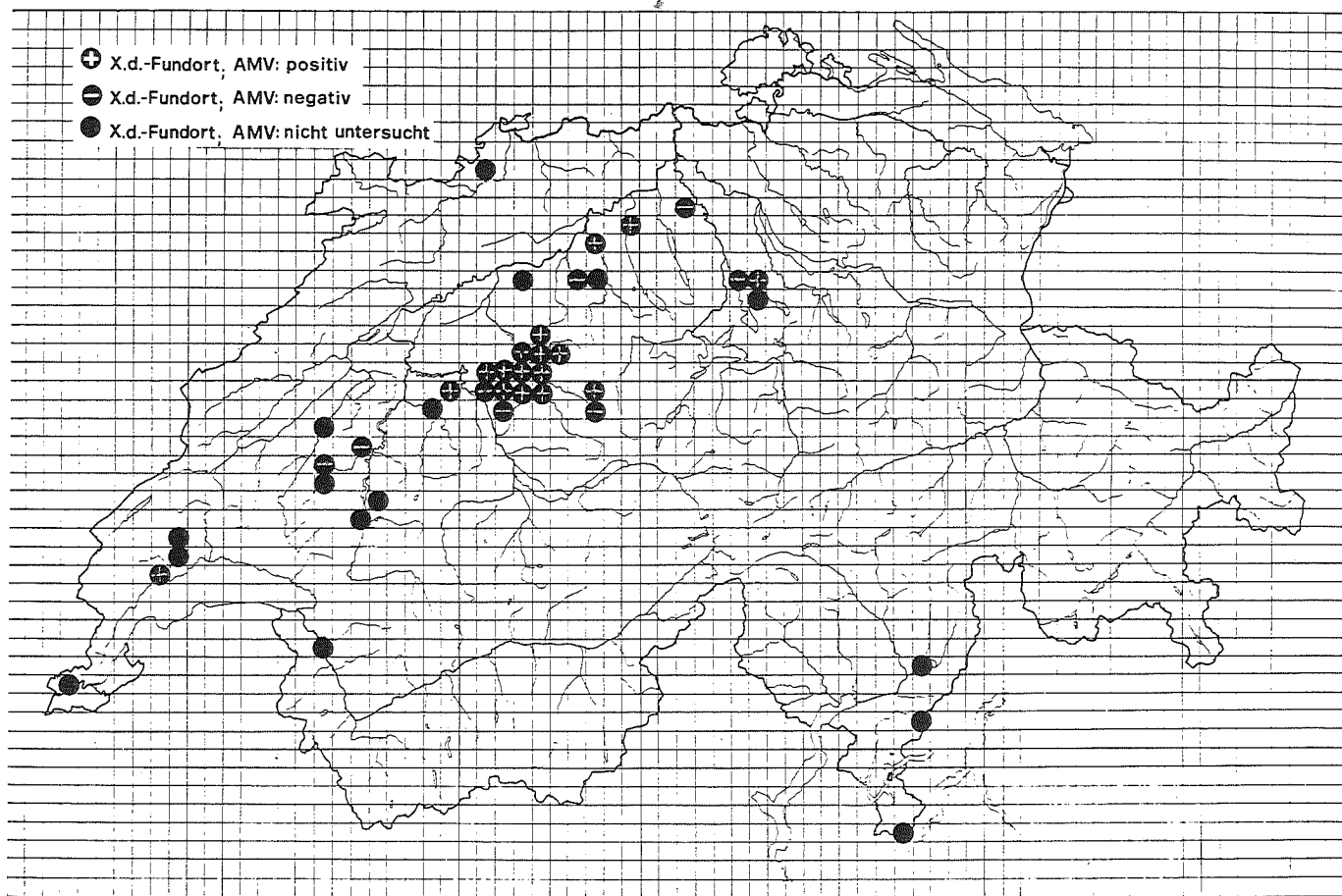


Bild 1 Verbreitung von *Xiphinema diversicaudatum* (X.d.) und Auftreten des Arabismosaikvirus (AMV) in der Schweiz.

Fig. 1 Distribution of *Xiphinema diversicaudatum* (X.d.) and occurrence of the arabis mosaic virus (AMV) in Switzerland.

3.2 Auftreten des Arabismosaikvirus:

Die Plus- und Minuszeichen (+, -) in der Abbildung verweisen auf einen positiven bzw. negativen AMV-Nachweis innerhalb eines 5-km-Koordinatenquadrates. Schwarze Punkte ohne ein solches Zeichen markieren Standorte, an denen zwar X. d. gefunden, aber kein Virustest gemacht wurde. Liegen aus einem 5-km-Quadrat sowohl positive wie negative Nachweise vor, so wurde dieses mit einem Pluszeichen markiert. Die grosse Häufigkeit des Auftretens der Viruskrankheit im Emmental ist unübersehbar. Sie fällt mit einer in diesem Bereich ebenfalls hohen Frequenz und Abundanz (Tabelle) des Vektornematoden zusammen. Der am Genfersee (bei Allaman) gelegene Fundort von *X. diversicaudatum* und Arabismosaikvirus entstammt einer Literaturangabe (R. Bovey et al., 1980). Dieser Fundort liegt in einem Rebberg und ist unseres Wissens der einzige bekannte AMV-Befall an Reben in der Schweiz.

Aus der Tabelle 1 können Beziehungen zwischen dem Auftreten des Vektornematoden und des Arabismosaikvirus ersehen werden. Bei hohen X. d.-Populationen war der AMV-Nachweis an Pflanzen der Probeentnahmestelle immer positiv, bei niederen Populationen war dieser Nachweis immer negativ und in einem mittleren Populationsbereich hielten sich positive und negative Resultate etwa die Waage. Etwas präziser formuliert: bei Abundanz des Vektornematoden von über 400 je Liter Erde war das Arabismosaikvirus immer nachzuweisen (n = 13); bei Abundanz unter 100 dagegen nie (n = 14). Im Zwischenbereich (100 bis 400 X. d./1 Erde) standen positive und negative Nachweise in einem relativ ausgeglichenen Verhältnis (n = 10; davon 6 positiv und 4 negativ). Mit dieser exakten Erhebung wird der im Laufe früherer Feldbeobachtungen gewonnene Eindruck über enge Beziehungen zwischen Abundanz des Vektors und Auftreten von AMV-Schäden an Erdbeeren quantitativ belegt. Diese Resultate sind pflanzenbaulich insofern von Bedeutung, als aufgrund der Höhe der im Boden vorhandenen X. d.-Population eine gute Prognose über die Gefährdung von Erdbeerkulturen durch AMV ermöglicht wird. Die Tatsache, dass die AMV-Krankheit der Erdbeere erst bei relativ hoher Vektorabundanz in Erscheinung tritt, deutet im übrigen darauf hin, dass X. d. kein sehr effizienter Vektor dieser Krankheit ist.

Die Tabelle 1 zeigt auch Zusammenhänge zwischen dem Auftreten von X. d. und den Bodeneigenschaften. Der Nematode wurde fast ausschliesslich in sauren, nur selten in neutralen, nie aber in alkalischen Böden gefunden, obwohl auch aus solchen viele Stichprobenuntersuchungen vorliegen. Diese Bevorzugung saurer Böden deckt sich mit unseren früheren Beobachtungen (J. Klingler, 1983; 1984) und jenen spanischer Kollegen (A. Navas et al., 1988). Weiter ist aus der Tabelle ersichtlich, dass der Bodentyp «sandiger Lehm» diesem Nematoden einen offenbar günstigen Lebensraum bietet. Er kommt aber, wie wir selber und andere (z. B. C. E. Taylor und D. J. F. Brown, 1976) festgestellt haben, auch in Lehmböden vor. Die Bezeichnung der Bodentypen in der Tabelle erfolgte nach der Klassierung von A. Kaufmann und P. Rod (1979).

Tabelle 1 Abundanz von *X. diversicaudatum* in Beziehung zum Auftreten des Arabismosaikvirus, zum pH und zum Bodentyp.Table 1 Abundance of *X. diversicaudatum* in relation to the occurrence of the arabis mosaic virus, to the pH and to the soil type.

Ort und Koordination	Zahl <i>X. div.</i> je 1 Erde	AMV-Test (ELISA)	pH	Bodentyp	Kulturpflanze, Bemerkungen
Liebefeld BE 598625/197575	1845	+	6.3	sL	Wiese
Landiswil BE 618850/200600	1120	+	4.9	sL	Erdbeeren, geschädigt ¹
Schlosswil BE 612600/195300	1000	+	5.6	sL	Erdbeeren, geschädigt
Bigenthal BE 615400/201600	840	+	5.3	L	Erdbeeren, geschädigt
Landiswil BE 619000/201300	820	+	5.0	sL	Erdbeeren, geschädigt
Sumiswald BE 625550/207900	735	+	5.6	L	Erdbeeren, geschädigt
Landiswil BE 619400/199000	730	+	4.5	L	Erdbeeren, geschädigt
Lützelflüh BE 619500/207100	690	+	5.0	sL	Erdbeeren, geschädigt
Allenwinden ZG 683625/225025	675	+	6.2	L	Kirschbäume, Grasunterwuchs
Holziken AG 645800/242000	600	+	6.0	sL-L	Erdbeeren, geschädigt
Rüderswil BE 620700/202000	425	+	5.1	sL	Erdbeeren (Einsendung)
Zofingen AG 638.../237500	420	+	6.2	sL	Wiese, früher Erdbeeren
Biembach BE 612450/204400	408	+	4.7	sL	Erdbeeren, geschädigt
Langnau BE 624350/199900	312	+	6.1	sL	Wiese, nach Erdbeeren
Chésopelloz FR 571700/184100	310	-	6.1	sL	Obstbäume, Grasunterwuchs
Stettlen BE 607350/202600	295	+	6.2	sL	Erdbeeren, geschädigt
Lauperswil BE 623200/201150	260	-	5.3	sL	Erdbeeren
Dürrenroth BE 624975/212600	220	+	6.4	sL	Wiese
Zug ZG 682500/225250	216	+	5.8	sL	Obstbäume, Grassstreifen
Bigenthal BE 615450/201850	215	-	6.1	sL	Erdbeeren, Wiese

Ort und Koordination	Zahl X.div. je 1 Erde	AMV-Test (ELISA)	pH	Bodentyp	Kulturpflanze, Bemerkungen
Lauperswil BE 623200/201150	160	+	5.7	sL	Wiese
Lussy FR 561100/178900	120	-	5.9	sL	Wiese
Escholzmatt LU 637900/196700	100 ²	+	5.5	sL	Erdbeeren, geschädigt
Wiggen LU 637250/192425	98	-	4.5	L	Erdbeeren
Ranflüh BE 622750/204450	88	-	5.1	sL	Erdbeeren
Hünenberg ZG 675900/225500	60	-	5.3	L	Obstbäume, Grasstreifen
Langnau BE 624350/199900	60	-	5.1	sL	Erdbeeren
Roggliwil LU 634950/229250	60	-	6.0	sL	Kirschbäume, Grasunterwuchs
Ranflüh BE 622900/204600	48	-	5.2	L	Erdbeeren
Freimettingen BE 614450/190650	44	-	6.0	sL	Wiese
Neyruz FR 572350/180300	43	-	5.9	sL	Wiese
Rüfenacht BE 608600/195650	28	-	7.0	sL	Wiese
Ranflüh BE 623350/204200	20	-	5.1	sL	Erdbeeren
Obergoldbach BE 617750/200800	15	-	6.3	sL	Erdbeeren
Freimettingen BE 614450/190650	10	-	4.6	sL	Erdbeeren
Niederwil AG 664250/247700	8	-	5.9	sL	Obstbäume, Grasunterwuchs
Oberwil ZG 676900/228550	4	-	6.2	L	Obstbäume, Grasunterwuchs

¹ unter «geschädigt» sind Schäden durch das Arabismosaikvirus zu verstehen² unsicherer, vermutlich zu niedriger Wert (andere Extraktionsmethode)

+ = positiver AMV-Test - = negativer AMV-Test sL sandiger Lehm L Lehmboden

4 Literatur

- Bovey, R., Gärtel, W., Hewitt, W. B., Martelli, G. P. und Vuittenez, A. (1980). Virus and virus-like diseases of grapevines. Payot, Lausanne; La Maison Rustique, Paris; E. Ulmer, Stuttgart. 181 pp.
- Brown, D. J. F. and Taylor, C. E. (1987). Comments on the occurrence and geographical distribution of longidorid nematodes in Europe and the mediterranean region. *Nematol. mediterr.* 15, 333–373.
- Casper, R. und Meyer, S. (1981). Die Anwendung des ELISA-Verfahrens zum Nachweis pflanzenpathogener Viren. *Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd.* 33 (2), 49–54.
- Clark, M. F., Adams, A. N. und Barbara, D. J. (1976). The detection of plant viruses by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Acta Horticulturae* 67, 43–45.
- Clark, M. F., Adams, A. N., Tresh, J. M. and Casper, R. (1976). The detection of plum pox and other viruses in woody plants by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Acta Horticulturae* 67, 51–57.
- Coolen, W. A. und d'Herde, C. J. (1977). Extraction de *Longidorus* et *Xiphinema spp.* du sol par centrifugation en utilisant du silice colloïdale. *Nematol. mediterr.* 5, 195–206.
- de Grisse, A. T. (1969). Rédescription ou modifications de quelques techniques utilisées dans l'étude des nématodes phytoparasitaires. *Meded. Rijksfac. Landb. Wet. Gent*, 34, 351–369.
- Franz, H. (1942). Untersuchungen über die Kleintierwelt ostalpiner Böden. I. Die freilebenden Erdnematoden. *Zool. Jahrb., (Systematik)*, Bd. 75, 365–546.
- Harrison, B. D. and Cadman, C. H. (1959). Role of a dagger nematode (*Xiphinema sp.*) in outbreaks of plant disease caused by arabis mosaic virus. *Nature* 184, 1624–1626.
- Iha, A. und Posnette, A. F. (1959). Transmission of a virus to strawberry plants by a nematode. *Nature* 184, 962–963.
- Kaufmann, A. und Rod, P. (1979). Grundlagen für die Anwendung der Körnungsanalyse in der Landwirtschaft. *Bodenkundl. Ges. Schweiz, Bull. Nr. 3*, 86–88.
- Klingler, J. und Kunz, P. (1978). Beobachtungen und Versuche mit wurzelparasitischen und virusübertragenden Nematoden an Erdbeeren. *Schweiz. Z. Obst- und Weinbau*, 114, 342–350.
- Klingler, J., Güntzel, O. und Kunz, P. (1983). *Xiphinema*- und *Longidorus*-Arten (Nematoda) im schweizerischen Mittelland. *Vierteljahrsschrift Naturforsch. Ges. Zürich*, 128, 89–114.
- Klingler, J. (1984). Ecological Factors affecting the distribution of some *Xiphinema* and *Longidorus* species. *Proc. First Int. Congr. Nematology, Guelph, Ont., Canada*, 44–45.
- Klingler, J. und Vallotton, R. (1985). Distribution of *Longidoridae* and *Xiphinemidae*. in: *Prov. Atlas of Plant Parasitic Nematodes of Switzerland*, ed. by T. J. W. Alphey, SCRI, Dundee, 34 pp.
- Klinkowski, M., 1977. *Pflanzliche Virologie*. Bd. 4: Die Virosen an Zierpflanzen, Gehölzen und Wildpflanzen in Europa. Akademie-Verlag, Berlin, 337 pp.
- Navas, A., Bello, A. und Arias, M. (1988). Ecology and potential distribution of *Xiphinema diversicaudatum* and *X. pachticum* (Nematoda: *Longidoridae*) in continental Spain. *Nematologica* 34, 314–330.
- Sturhan, D. (1963). Beitrag zur Systematik der Gattung *Xiphinema* Cobb 1913. *Nematologica* 9, 205–214.
- Taylor, C. E. and Brown, D. J. F. (1976). The geographical distribution of *Xiphinema* and *Longidorus* nematodes in the British Isles and Ireland. *Ann. appl. Biol.* 84, 383–402.