

# ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAFICA

Editor: G. WOLF

---

*E 1902/1973*

**Tylenchorhynchus dubius (Nematoda)**  
**Saugen an Wurzeln von Sämlingen (Rübsen)**

Mit 1 Abbildung

GÖTTINGEN 1973

---

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

## **Tylenchorhynchus dubius (Nematoda)** **Saugen an Wurzeln von Sämlingen (Rübsen)**

U. WYSS, Hannover

### **Allgemeine Vorbemerkungen<sup>1</sup>**

In fast jeder auf Nematoden untersuchten Bodenprobe ist die pflanzenparasitäre Gattung *Tylenchorhynchus* COBB 1913 vertreten. In Niedersachsen wurde sie z. B. in 90% von insgesamt 142 Erdbeeranbauflächen auf leichten und auch auf schweren Böden gefunden (WYSS [11]). 1966 wurden der Gattung 83 Arten zugerechnet, von denen 21 in der BRD nachgewiesen wurden (STURHAN [7]). In der BRD und in der DDR ist *T. dubius* die am häufigsten vorkommende Art. Sie ist, wie die meisten *Tylenchorhynchus*-Arten, sehr polyphag (SHARMA [6]).

Allgemein wird den *Tylenchorhynchus*-Arten eine geringe Pathogenität zugeordnet. Vermutlich werden Pflanzen erst bei extrem hohen Populationsdichten von mehreren Tausend Nematoden pro 100 ml Erde direkt geschädigt (STURHAN [7]). Bei sehr hoher Individuenzahl beeinträchtigt *T. dubius* u. a. das Wachstum von Bohnen, Erbsen, Rübsen (SHARMA [6]), Sitkafichtensämlingen (GOWEN [2]) und Puffbohnen (WHITEHEAD u. FRASER [10]). *Tylenchorhynchus* spp. leben ektoparasitisch; sie parasitieren in der Regel nur Rhizodermiszellen und Wurzelhaare. Einige Arten, z. B. *T. icarus* und *T. macrurus*, durchdringen jedoch mit dem Kopf die Wurzelrhizodermis und ernähren sich an Rindenzellen (BRIDGE [1]). Nach Angaben aus der Literatur (KLINCKENBERG [3]; BRIDGE [1]; SHARMA [6]) und nach eigener Erfahrung (WYSS [13]) besaugt *T. dubius*, wie die am häufigsten untersuchte Art *T. claytoni*, (KRUSBERG [4]; ZUCKERMAN [15]; SUTHERLAND u. ADAMS [8]; TROLL u. ROHDE [9]) nur Rhizodermiszellen und Wurzelhaare. Beide Arten halten sich nur kurze Zeit, kaum länger als 30 Minuten, an einer Zelle auf. Sie stehen darin im Gegensatz zu Rhizodermisaußern der

<sup>1</sup> Angaben zum Film und kurzgefaßter Filminhalt (deutsch, englisch, französisch) s. S. 13 u. 14.

Gattung *Paratylenchus*, die stunden- (BRIDGE [1]), ja sogar tagelang (RHOADES u. LINFORD [5]) ununterbrochen an der gleichen Zelle saugen. Das Saugverhalten dieser und auch anderer *Tylenchorhynchus*-Arten ist dem von *Trichodorus*-Arten ähnlich, die Rhizodermiszellen und Wurzelhaare auch nur kurzfristig parasitieren (WYSS [12]). Dennoch bestehen zwischen *Tylenchorhynchus*- und *Trichodorus*-Arten wesentliche Unterschiede im Mechanismus der Nahrungsaufnahme. Der Saugvorgang von *Trichodorus similis* an Rhizodermiszellen und Wurzelhaaren wurde im Film E 1763 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1971, festgehalten (WYSS [16]). Die wesentlichsten Vorgänge seien hier, um sie später mit *Tylenchorhynchus dubius* vergleichen zu können, noch einmal zusammengefaßt: Nachdem der lumenlose Mundstachel mit schnellen Anstichstößen die Zellwand durchbohrt hat, wird er bis zum Verlassen der Saugstelle weiterhin kontinuierlich vor- und zurückgezogen. Er wird während der Speichelabgabe jeweils 2—3  $\mu\text{m}$  tief durch die Stichwunde in die Zelle vorgeschoben. Das Cytoplasma strömt gerichtet zur Einstichstelle und reichert sich dort an. Es wird kurz vor der Nahrungsaufnahme mit tiefen Stachelstößen durchstoßen und dann in kurzer Zeit fast vollständig aufgesaugt. Bei Kontraktion der Protraktormuskeln des Mundstachels kontrahieren sich gleichzeitig die Muskeln im Basalbulbus des Ösophagus. Die Injektion von Speichel in die Zelle und die Aufnahme der Nahrung aus der Zelle erfolgen durch fortlaufend wechselnde Druckverhältnisse im Pharynx- und Ösophaguslumen.

Die Gattung *Trichodorus* gehört zur Überfamilie Dorylaimoidea der Ordnung Dorylaimida. Nur Angehörige dieser Ordnung, drei von insgesamt vier pflanzenparasitären Gattungen, wurden als Überträger pflanzenpathogener Viren nachgewiesen. Alle übrigen pflanzenparasitären Nematoden gehören zur Ordnung Tylenchida. Sie sind, soweit bekannt, zur Virusübertragung nicht befähigt.

Ziel der Filmaufnahmen war, den Saugvorgang eines Rhizodermis-saugers der Ordnung Tylenchida zu analysieren, um ihn dann mit den bereits bekannten Einzelheiten eines kompletten Saugprozesses von *T. similis* zu vergleichen. Nach Vorversuchen erwies sich *Tylenchorhynchus dubius* als Untersuchungsobjekt besonders geeignet, da sich die Art an Sämlingswurzeln von Rüben ebenso gut ernährt wie *T. similis*. Die Gattung *Tylenchorhynchus* gehört, wie alle wurzelparasitären Nematoden der Ordnung Tylenchida, zur Überfamilie Tylenchoidea.

#### **Über den Bau und die Funktion des Saugapparates von *T. dubius* und zur Methodik**

Abb. 1 zeigt *T. dubius* maßstabgetreu an einem Wurzelhaar saugend (hier während der Speichelabgabe; Nr. 1). Der Bau des Verdauungsapparates ist für alle Tylenchoidea im Prinzip gleich. Der Mundstachel ist mit einem durchgehenden Lumen (Stl) versehen, durch das, nachdem

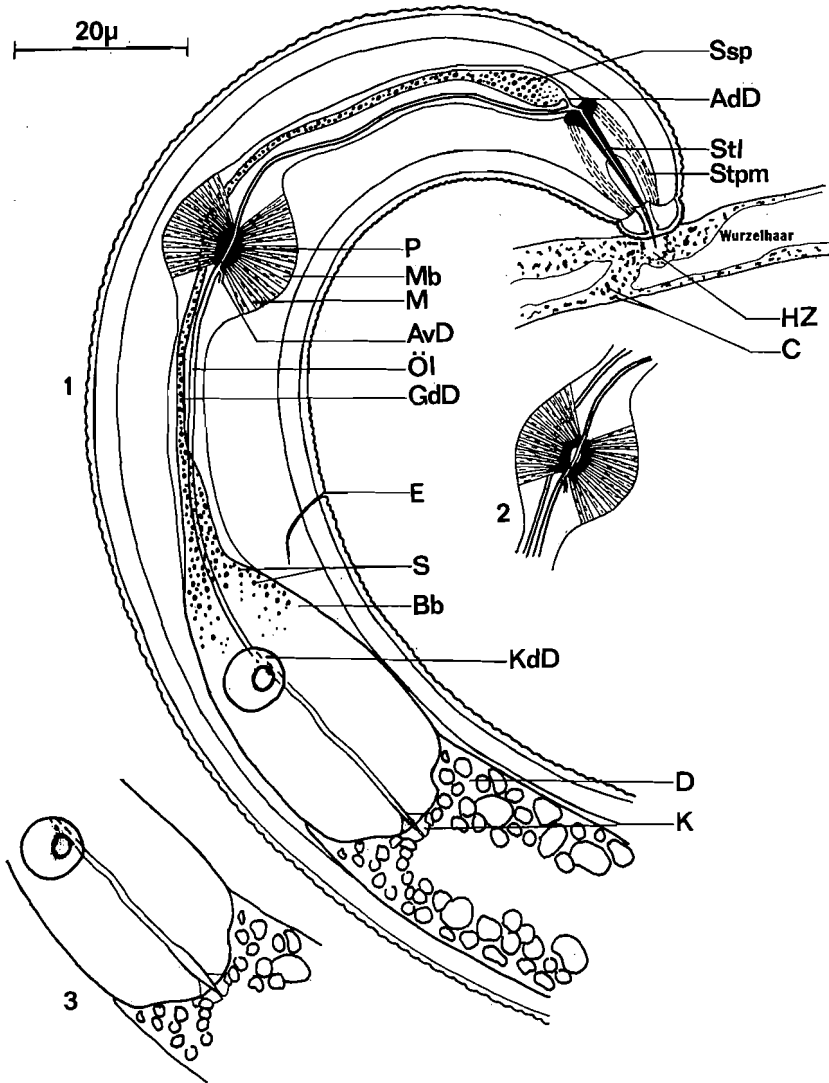


Abb. 1. *Tylenchorhynchus dubius* an einem Wurzelhaar saugend. 1 = Speichelabgabe, 2 u. 3 = Nahrungsaufnahme  
(Zu 2: Das Ösophaguslumen der Pumpe ist dreistrahlig)

der Stachel die Zellwand durchbohrt hat, Speichel in die Zelle abgegeben und Nahrung aus der Zelle in das Ösophaguslumen (Öl) aufgesaugt werden. Drei Stachelknöpfe, die Telorhabdionen, bilden die Stachelbasis, an der die Stachelprotraktormuskulatur (Stpm) inseriert ist. Der sich dem Mundstachel anschließende Ösophagus enthält Muskel-, Drüsen-, Nerven- und Stützzellen. Im Mittelbulbus (Mb) des Ösophagus befinden sich Muskelzellen. Die Muskelfasern (M) inserieren am besonders kräftig sklerotisierten und dreistrahligen Ösophaguslumen, das die Pumpe (P) bildet. Für diese, von YUEN [14] an *Ditylenchus dipsaci* (Tylenchoidea) eingehend untersuchte Struktur hat sich in der Literatur der Begriff 'valvular apparatus' oder 'Klappenapparat' eingebürgert. Diese Bezeichnung ist jedoch für *T. dubius*, und vermutlich die meisten Tylenchoidea, nicht sehr zutreffend, da der Durchfluß der Nahrung durch das Pumpenlumen nicht durch das Öffnen und Schließen von Klappen reguliert wird. Analysen des Films (WYSS [13]) zeigten, daß bei Kontraktion der Muskelfasern im Mittelbulbus und der damit verbundenen Erweiterung des Pumpenlumens, das Ösophaguslumen beim Pumpenausgang schwach verengt wird (Abb. 1; Nr. 2). Es wird nie ganz geschlossen, so daß Nahrung nicht nur von vorn, sondern auch von hinten in das erweiterte Pumpenlumen gesaugt wird. Dies wird deutlich aus der 8. Einstellung des Films. Ein Partikel unbekannter Herkunft befindet sich im Ösophaguslumen hinter der Pumpe, wenige  $\mu\text{m}$  vor dem Darmanfang (D). Es wird, bevor es schließlich in den Darm gelangt, synchron mit jeder Erweiterung und Verengung des Pumpenlumens nach vorn gezogen und wieder nach hinten gedrückt. Das kräftig sklerotisierte Ösophaguslumen beim Pumpeneingang bleibt erweitert, auch dann, wenn die Mittelbulbusmuskulatur erschlafft. Nahrung wird somit bei Verengung des Pumpenlumens in beiden Richtungen aus der Pumpe gepreßt. Doch es gelangt vermutlich nur ein geringer Teil in das vor der Pumpe gelegene Ösophaguslumen. Dieses ist nach ANDERSON (pers. Mitteilung) seiner ganzen Länge nach rund und weist einen Durchmesser von ca.  $0,2 \mu\text{m}$  auf. Es bietet der Nahrung mehr Widerstand als das hinter der Pumpe liegende dreistrahlige Lumen, das, wenn erweitert, zu einem Durchmesser von  $0,6-0,9 \mu\text{m}$  ausgedehnt wird.

Während der Nahrungsaufnahme bleibt das scheinbar kräftiger sklerotisierte Ösophaguslumen ca.  $6 \mu\text{m}$  vor dem Darmanfang kontinuierlich erweitert (Abb. 1; Nr. 3). Es wird erst wieder verengt, nachdem der Nematode die Saugstelle verlassen hat (s. 10. Einstellung des Films). Ein Zurückfließen der Nahrung aus dem Darm in das Ösophaguslumen wird durch die sogenannte Kardialmuskulatur (K) verhindert. Das Kardiallumen bleibt durch den Druck, der vom Darminhalt auf die Kardialwand ausgeübt wird, verengt. Es wird nur während der Nahrungsaufnahme durch die einzelnen Nahrungsschübe erweitert, wenn sich das Pumpenlumen im Mittelbulbus verengt.

Im Basalbulbus (Bb) des Ösophagus befinden sich drei Drüsen. Die Gänge der beiden subventral liegenden Drüsen münden unmittelbar hinter der Pumpe in das Ösophaguslumen (AvD). Sie sind im Film nicht so deutlich erkennbar wie die dorsale Drüse, speziell ihr Kern (KdD) von ca. 7  $\mu\text{m}$  Durchmesser mit dem auffallend großen Nukleolus. Während der Speichelabgabe, die sofort nach dem Anstechen der Zellwand eintritt, strömen Speichelgranula durch den Gang der dorsalen Drüse. Sie werden fortlaufend vor dem Kern synthetisiert und reichern sich im Speichelspeicher (Ssp) an, einer Erweiterung des Drüsenganges, der ca. 1—2  $\mu\text{m}$  hinter der Mundstachelbasis in das Ösophaguslumen mündet (AdD). Gleichzeitig kontrahiert sich die Muskulatur im Mittelbulbus in unregelmäßigen Abständen. Die Kontraktionen sind nicht koordiniert, so daß die Pumpe hin- und herbewegt, aber nicht erweitert wird (s. 6. Einstellung des Films). Unmittelbar vor der Nahrungsaufnahme erfolgt die erste koordinierte Muskelkontraktion, die das Pumpenlumen erweitert. Dabei wird der zwischen den Muskelzellen liegende Drüsengang so stark zusammengedrückt, daß die Speichelgranula schlagartig nach vorn und nach hinten aus dem Drüsengang herausgepreßt werden. In den kurzen Pausen bis zur nächsten Muskelkontraktion fließt der Speichel von hinten wieder nach. Der Nachschub wird erst dann endgültig unterbrochen, wenn die Kontraktionen in den für die Nahrungsaufnahme charakteristischen schnellen und regelmäßigen Rhythmus übergehen. Solange die Nahrungsaufnahme fortgesetzt wird, bleibt der Drüsengang im Mittelbulbus leer (Abb. 1; Nr. 2).

In der besaugten Zelle bildet sich während der Speichelabgabe um die 2—3  $\mu\text{m}$  tief vorgeschobene Stachelspitze eine hyaline Zone (Abb. 1; Nr. 1). Das Cytoplasma reichert sich an dieser Zone auch später während der Nahrungsaufnahme an. Cytoplasmagranula (C) werden vermutlich an dieser Zone abgebaut; sie gelangen jedenfalls nicht zur Stachelspitze. Die an der Einstichstelle angereicherte Cytoplasmamasse wird nie vollständig aufgesaugt. Nach dem Abbruch der Nahrungsaufnahme wird der Mundstachel aus der Zelle herausgezogen. Die Lippen trennen sich mühelos von der Saugstelle. Anschließend werden, vermutlich zur Reinigung der Mundhöhle, noch mehrere Stachelstöße ausgeführt. Synchron mit der Kontraktion der Stachelprätraktormuskeln kontrahieren sich zunächst noch die Muskeln im Mittelbulbus. Später werden nur noch einige Stachelstöße fortgesetzt.

Für die Filmaufnahmen unter Ölimmersion wurde die Interferenzkontrast-Einrichtung verwendet. Zur Herstellung niedriger Beobachtungskammern wurden nicht mehr einzelne Wurzelstücke, an denen sich Nematoden befanden, aus dem Agar herausgeschnitten (s. Wyss [16]), sondern das Verfahren war wie folgt: Auf ein ca. 0,1 mm dickes, in eine Plastikschaale (90 mm  $\varnothing$ ) gelegtes Deckglas (80 mm  $\varnothing$ ) wurde eine

dünne 0,8%ige Aqua dest.-Agarschicht gegossen. Danach wurden auf den erhärteten Agar drei *Brassica rapa* var. *silvestris*-Sämlinge gelegt und einige Tropfen Hoagland-Nährlösung auf die Sämlingswurzeln aufgetropft. Die Schalen wurden anschließend unter Licht gestellt, bis die Sämlingswurzeln auf der Deckglasoberfläche entlangwuchsen. Einen Tag nach dem Aufpipettieren der äußerlich sterilen Nematoden (WYSS [12]) in Wurzelnähe wurde das ganze Deckglas mit einer Pinzette sorgfältig aus der Schale herausgehoben. Dann wurde ein zweites Deckglas von gleicher Dicke und gleichem Durchmesser auf die Sämlinge gelegt, deren Stengel zuvor abgeschnitten wurden. Die so hergestellten Kammern wurden zur Beobachtung des Saugvorganges umgekehrt auf den Mikroskopisch aufgelegt. Diese Methode hat den Vorteil, daß die Nematoden nach dem Aufpipettieren nie mehr gestört werden.

### Filmbeschreibung<sup>1</sup>

24 B/s

1. Zur Einleitung werden drei Nematoden bei ca. 900facher Vergrößerung vorgestellt. Der Nematode in der Bildmitte saugt Nahrung auf. Die Nahrungsaufnahme ist erkennbar an den kontinuierlich fortgesetzten schnellen und regelmäßigen Kontraktionen der Muskulatur im Mittelbulbus. Ein zweiter Nematode hat sich nach der Häutung noch nicht aus seiner alten Larvenhaut befreit. Er versucht dennoch, eine Rhizodermiszelle anzustechen. Die Lippen rutschen aber, ohne daß dabei die Anstichstöße unterbrochen werden, der Zellwand entlang nach hinten und verharren erst gegen Ende der Einstellung an einer Stelle.  
Bildfeldbreite 0,25 mm

#### *Anstechen* *Speichelfluß*

2. Die Kutikula eines saugenden Nematoden wird von einem zweiten Individuum abgetastet. Die Lippen gleiten der Kutikula entlang nach vorn. An jeder neuen Kontaktstelle werden einige Stachelstöße ausgeführt. Deutlich erkennbar sind in dieser Einstellung die Protraktormuskeln des Mundstachels. Bei Kontraktion dieser Muskeln wird die umgebende Leibeshöhlenflüssigkeit zusammengedrückt und nach hinten gepreßt.  
Bildfeldbreite 0,10 mm

3. Eine Rhizodermiszelle wird angestochen. Der Fokus ist zunächst auf die drei Stachelknöpfe, dann auf den mit Speichelgranula gefüllten Speichelspeicher und schließlich auf die Protraktormuskeln des Mund-

<sup>1</sup> Die *Kursiv*-Überschriften entsprechen den Zwischentiteln im Film.

stachels gerichtet. Auf einige sehr schnell aufeinanderfolgende Stachelstöße, bei denen der Stachel meist nicht ganz zurückgezogen wird, folgen kurze Pausen von weniger als 0,5 Sekunden. Die Lippen werden noch kurz bevor die Stachelspitze die Zellwand durchstoßen hat, bei jedem Stachelstoß von der Kontaktstelle getrennt. Nach dem Durchbruch durch die Zellwand bleibt die Stachelspitze unbeweglich in der Zelle vorgeschoben.

Bildfeldbreite 0,10 mm

4. Die letzten Anstichstöße. Sofort nach dem Durchbruch des Stachels in die Zelle fließen die im Speichelspeicher angereicherten Speichelgranula zur Ausmündung des Drüsenganges in das Ösophaguslumen. Im Mittelbulbus sind zwei sehr schwache Muskelkontraktionen erkennbar.

Bildfeldbreite 0,10 mm

5. Auch diese Einstellung zeigt die letzten Anstichstöße. Schon zu dieser Zeit kontrahiert sich die Muskulatur im Mittelbulbus. Die Intensität der Kontraktionen verstärkt sich wesentlich, nachdem die Stachelspitze die Zellwand durchbohrt hat. Durch nicht koordinierte Muskelkontraktionen wird die Pumpe heftig in alle Richtungen gezogen, ohne daß dabei ihr Lumen erweitert wird.

Bildfeldbreite 0,10 mm

### *Pumpbewegungen des Oesophagus*

#### *Verlassen der Saugstelle*

6. Während der Speichelabgabe fließen Speichelgranula vom Ort der Synthese, der sich vor dem Kern der dorsalen Ösophagusdrüse befindet, durch den Drüsengang nach vorn in Richtung Speichelspeicher. Der Drüsengang verjüngt sich vor dem Mittelbulbus. Im Mittelbulbus selbst liegt der Drüsengang zwischen den Muskelfasern. Er wird bei den nicht koordinierten Muskelkontraktionen nicht zusammengedrückt. Die Speichelgranula durchfließen den Gang mit einer Geschwindigkeit von ca.  $1 \mu\text{m}$  pro Sekunde. Kurz vor Beginn der Nahrungsaufnahme werden die Speichelgranula durch eine Muskelkontraktion, die den Drüsengang zusammendrückt, nach vorn und nach hinten gepreßt. Danach fließen die Granula sofort wieder von hinten nach vorn nach. Gleichzeitig sind im Mittelbulbus, trotz des leeren Drüsenganges, heftige Muskelzuckungen sichtbar. Bevor die Granula den im Mittelbulbus liegenden Teil des Drüsenganges erreicht haben, erfolgt die erste koordinierte Muskelkontraktion. Diese erweitert nun das Lumen der Pumpe. Der dabei auf den Drüsengang ausgeübte Druck ist so groß, daß die Speichelgranula schlagartig nach vorn in den Speichelspeicher und nach hinten in den erweiterten Drüsengang gepreßt werden. In der kurzen Pause bis zur nächsten koordinierten Kontraktion fließt der Speichel von hinten



wieder nach. Der Nachschub wird aber endgültig unterbrochen, sobald die Muskelkontraktionen in den für die Nahrungsaufnahme charakteristisch schnellen und sehr regelmäßigen Rhythmus von bis zu acht Kontraktionen pro Sekunde übergehen.

Bildfeldbreite 0,10 mm

7. Während der Nahrungsaufnahme. Zuerst wird auf die schnellen Muskelkontraktionen im Mittelbulbus fokussiert. Das dreistrahlige Pumpenlumen ist deutlich erkennbar. Dann richtet sich der Fokus auf den Basalbulbus des Ösophagus, speziell auf das Ösophaguslumen, das ca. 6  $\mu\text{m}$  vor der Kardialia kontinuierlich erweitert bleibt. Es erscheint stärker sklerotisiert als das übrige Lumen, das sich nach jedem Nahrungsschub leicht verengt und somit im Gleichtakt mit den Muskelkontraktionen im Mittelbulbus vibriert.

Bildfeldbreite 0,10 mm

8. Ein Partikel unbekannter Herkunft, ca. 1  $\mu\text{m}$  lang und 0,5  $\mu\text{m}$  breit, befindet sich im kontinuierlich erweiterten Ösophaguslumen, wenige  $\mu\text{m}$  vor der Kardialia. Es wird zunächst im gleichen Rhythmus wie sich die Pumpe erweitert und verengt um ca. 1  $\mu\text{m}$  nach vorn gezogen und wieder zurückgedrückt. Allmählich gelangt es in das unmittelbar vor der Kardialia verengte Ösophaguslumen. Dort bleibt es mehrere Sekunden lang stecken. Zu dieser Zeit ist das Kardialumen am deutlichsten sichtbar. Es wird so schnell erweitert und verengt wie die Pumpe im Mittelbulbus pulsiert. Der Druck der sich über dem Partikel anstauenden Nahrung erhöht sich schließlich so sehr, daß das Partikel im Bruchteil einer Sekunde durch das Kardialumen in den Darm gepreßt wird.

Bildfeldbreite 0,10 mm

9. Zeigt *T. maximus*, eine der größten *Tylenchorhynchus*-Arten bei Beginn der Nahrungsaufnahme. Charakteristisch dafür sind die noch unregelmäßigen Kontraktionen der Muskeln im Mittelbulbus, die das Lumen der Pumpe bereits erweitern. Das dreistrahlige Lumen ist hier besonders gut erkennbar. Der Fokus wird dann auf das Ösophaguslumen vor der Kardialia gerichtet. Dieses ist zunächst noch verengt (Pfeil), doch kurz darauf wird es erweitert durch die aufgesaugte Nahrung, die mit jeder Verengung des Pumpenlumens zum Darm gedrückt wird. Das ca. 8  $\mu\text{m}$  vor der Kardialia stark sklerotisierte Lumen, das teilweise noch in die Kardialia hineinragt, bleibt stets erweitert. Der Rest des Lumens wird hingegen synchron mit den Pulsationen der Pumpe nach jedem Nahrungsschub wieder schwach verengt. Zu Beginn der zweiten Einstellung, kurz vor Abschluß der Nahrungsaufnahme, wird der Fokus erneut auf den Mittelbulbus gerichtet. Nach der letzten Muskelkontraktion, die das Pumpenlumen noch erweitert, beginnt der Nematode abzuwandern. Der Fokus richtet sich dann auf den Basalbulbus des Ösophagus. Dort sind drei schwer zu deutende Kontraktionen sichtbar.

Auch die Muskulatur im Mittelbulbus kontrahiert sich mehrmals. Die Kontraktionen im Mittelbulbus werden auch bei *T. dubius* nach Beendigung der Nahrungsaufnahme immer ausgeführt.

Bildfeldbreite 0,10 mm

10. *T. dubius* beim Abwandern. Im Mittelbulbus sind noch zwei Muskelkontraktionen erkennbar. Anschließend wird der Fokus für den Rest der Einstellung auf das Ösophaguslumen vor der Kardia gerichtet. Dieses bleibt zunächst noch wenige Sekunden lang erweitert, dann wird es allmählich verengt. Die Umrisse des Kerns und des Nukleolus der dorsalen Ösophagusdrüse treten beim Fokussieren besonders deutlich hervor. Sie können als Anhaltspunkte genommen werden, daß die Verengung des Lumens nicht auf einem Fokussierungseffekt beruht.

Bildfeldbreite 0,10 mm

11. Aus einem Wurzelhaar wird Nahrung aufgenommen. Im Mittelbulbus kontrahiert sich die Muskulatur in dem für die Nahrungsaufnahme charakteristischen schnellen und regelmäßigen Rhythmus. Der Speichelspeicher hinter den Mundstachelknöpfen ist auch während der Nahrungsaufnahme mit Speichelgranula gefüllt. Deutlich erkennbar ist das Lumen des Mundstachels. Die Stachelspitze bleibt unbeweglich  $2\ \mu\text{m}$  tief im Wurzelhaar vorgeschoben. Sie ist von einer hyalinen Zone umgeben, an der sich Granula der proximalen Zellwand entlangströmenden Cytoplasmas anreichern. Einige Granula werden entlang der gegenüberliegenden Zellwand in einer sehr schwachen, kaum wahrnehmbaren Cytoplasmaströmung von der Saugstelle wegtransportiert und dann, von der Hauptströmung erfaßt, erneut zur Anreicherungszone befördert. Die hyaline Zone hält die Cytoplasmagranula wie eine Schranke von der Stachelspitze ab. Es ist anzunehmen, daß die Granula an dieser Zone abgebaut werden.

Bildfeldbreite 0,10 mm

12. Dasselbe Wurzelhaar, nach dem Abwandern des Nematoden. Die hyaline Zone ist an der Einstichstelle nicht mehr erkennbar. Die Cytoplasmagranula zeigen dort, ohne sich fortzubewegen, schwach agitierte Bewegung. Das Cytoplasma fließt weiterhin gerichtet zur ehemaligen Einstichstelle. Die in entgegengesetzter Richtung laufende Strömung ist sehr schwach, doch noch deutlich wahrnehmbar.

Bildfeldbreite 0,10 mm

13. Diese Einstellung zeigt die letzten Muskelkontraktionen im Mittelbulbus vor dem Abbruch der Nahrungsaufnahme. Ungefähr eine Sekunde nach der letzten Kontraktion wird der Mundstachel aus dem Wurzelhaar herausgezogen. Die Lippen trennen sich mühelos von der Saugstelle. Beim Abwandern sind vier Muskelkontraktionen im Mittelbulbus

zu sehen, die das Pumpenlumen jeweils erweitern. Gleichzeitig erfolgen Stachelstöße, die in charakteristischer Weise nach jedem Saugvorgang ausgeführt werden.

Bildfeldbreite 0,10 mm

### Literatur und Filmveröffentlichung

- [1] BRIDGE, J.: Ecology and biology of nematodes associated with grass. Ph. D. Thesis, Faculty of Science, University of London 1971.
- [2] GOWEN, S. R.: *Tylenchus emarginatus* and *Tylenchorhynchus dubius* associated with Sitka spruce (*Picea sitchensis*). Pl. Path. **20** (1971), 69—72.
- [3] KLINKENBERG, C. H.: Observations on the feeding habits of *Rotylenchus uniformis*, *Pratylenchus crenatus*, *P. penetrans*, *Tylenchorhynchus dubius* and *Hemicycliophora similis*. Nematologica **9** (1963), 502—506.
- [4] KRUSBERG, L. R.: Investigations on the life cycle, reproduction, feeding habits and host range of *Tylenchorhynchus claytoni* Steiner. Nematologica **4** (1959), 187—197.
- [5] RHOADES, H. L., and M. B. LINFORD: A study of the parasitic habit of *Paratylenchus projectus* and *P. dianthus*. Proc. Helminthol. Soc. Wash. **28** (1961), 185—190.
- [6] SHARMA, R. D.: Studies on the plant parasitic nematode *Tylenchorhynchus dubius*. Meded. LandbHoges. Wageningen, **71**—1 (1971), 154pp.
- [7] STURHAN, D.: Über Verbreitung, Pathogenität und Taxonomie der Nematodengattung *Tylenchorhynchus*. Mitt. biol. Bund Anst. Ld. u. Forstw. Berlin H. 118 (1966), 82—99.
- [8] SUTHERLAND, J. R., and R. E. ADAMS: The parasitism of red pine and other forest nursery crops by *Tylenchorhynchus claytoni*. Nematologica **10** (1964), 637—643.
- [9] TROLL, J., and R. A. ROHDE: Pathogenicity of *Pratylenchus penetrans* and *Tylenchorhynchus claytoni* on turfgrasses. Phytopathology **56** (1966), 995—998.
- [10] WHITEHEAD, A. G., and J. E. FRASER: Injury to field beans (*Vicia faba* L.) by *Tylenchorhynchus dubius*. Pl. Path. **21** (1972), 112—113.
- [11] WYSS, U.: Untersuchungen über das Schadauftreten wandernder Wurzelnematoden an Erdbeerkulturen in Niedersachsen. Mitt. biol. Bund Anst. Ld. u. Forstw. Berlin H. 136 (1969), 110—126.
- [12] WYSS, U.: Saugverhalten und Pathogenität von *Trichodorus* spp. in steriler Agarkultur. Nematologica **17** (1971), 501—507.
- [13] WYSS, U.: Feeding of *Tylenchorhynchus dubius*. Nematologica **19** (1973) (im Druck).
- [14] YUEN, P. H.: Electron microscopical studies on *Ditylenchus dipsaci*. II. Oesophagus. Nematologica **14** (1968), 385—394.
- [15] ZUCKERMAN, B. M.: Parasitism and pathogenesis of cultivated cranberry by some nematodes. Nematologica **6** (1961), 135—143.
- [16] WYSS, U.: *Trichodorus similis* (Nematoda) — Saugen an Wurzeln von Sämlingen (Rübsen). Film E 1763 des Inst. Wiss. Film, Göttingen 1971.

## Angaben zum Film

Das Filmdokument wurde 1973 zur Auswertung in Forschung und Hochschulunterricht veröffentlicht. Stummfilm, 16 mm, schwarzweiß, 58 m. 5 1/2 min (Vorführgeschw. 24 B/s).

Die Aufnahmen entstanden im Jahre 1971. Veröffentlichung aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz der Technischen Universität Hannover, Dr. U. WYSS, und dem Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. H.-K. GALLE; Aufnahme und Schnitt: C. LUDWIG.

## Inhalt des Films

Ein kompletter Saugvorgang von *Tylenchorhynchus dubius* an Sämlingswurzeln von Rüben setzt sich aus fünf Phasen zusammen: Abtasten, Anstechen, Speichelabgabe, Nahrungsaufnahme und Verlassen der Saugstelle.

Der Film zeigt charakteristische Einzelheiten der nach dem Abtasten eintretenden Phasen. Die Zellwand von Rhizodermiszellen und Wurzelhaaren wird mit schnellen und unregelmäßigen Stößen des Mundstachels durchbohrt. Während der Speichelabgabe fließen Speichelgranula vom Ort der Synthese, der sich vor dem Kern der dorsalen Ösophagusdrüse befindet, durch den Drüsengang nach vorn in Richtung Speichelspeicher. Die Nahrung wird durch regelmäßige und sehr schnelle Pulsationen der Pumpe im Mittelbulbus des Ösophagus aufgesaugt. Cytoplasmagranula gelangen nicht in das Stachellumen.

## Summary of the Film

A complete feeding process of *Tylenchorhynchus dubius* on seedling roots of rapeseed consists of five phases: probing, puncturing of the cell wall, salivation, ingestion and departure from the feeding site.

The film shows characteristic details of the phases that follow probing. The wall of epidermal cells and root hairs is punctured with rapid and irregular stylet thrusts. During salivation salivary granules flow continuously from the site of synthesis, in front of the dorsal gland-cell nucleus, through the gland duct towards the gland reservoir. Food is ingested by steady and very rapid pulsations of the metacorporeal pump. Granular constituents of the cytoplasm are not drawn into the stylet.

## Résumé du Film

Un processus complet de succion des racines provenant de semence de navette par *Tylenchorhynchus dubius* se décompose en cinq phases: exploration par palpation, percée, sécrétion de salive, ingestion et abandon du lieu de succion.

Le film montre des détails caractéristiques des phases qui surviennent après l'exploration. La paroi des cellules du rhizoderme et des poils absorbants est transpercée par des coups rapides et irréguliers donnés par l'aiguillon buccal. Au cours de la sécrétion de salive, des granules de salive s'écoulent vers l'avant, à partir du point de la synthèse qui se trouve avant le noyau de la glande dorsale de l'oesophage, par le canal glandulaire en direction du réservoir de la salive. La nourriture est aspirée par des pulsations régulières et très rapides de la pompe se trouvant dans le bulbe moyen de l'oesophage. Des granules de cytoplasme ne parviennent pas dans le lumen de l'aiguillon.