

Jahre 1933 aus einem Versuch in Umeå, wo die Gerste damals auf stark saurem Boden mit dem p_{H} -Werte von 4,5 ausgesät war. Gleich nach dem Auflaufen zeigte Dore Krankheitssymptome mit schwacher Entwicklung und gelblichen Blättern. Die Halme waren sehr niedrig und schwach, und man sah deutlich, daß die Sorte sich nicht normal zu entwickeln vermochte. Der Ertrag wurde nur 40% von dem der Vegagerste, welche letztere ebenso wie Stella und die übrigen Sorten eine befriedigende Ernte gaben. Auch in der Entwicklung des Kornes war die Differenz auffallend. Dore gab im Verhältnis zu den übrigen Sorten nur kleine und schwache Körner. Im Jahre 1934 wurden die Versuchsfelder mit Kalk gedüngt, und in diesem Jahre entwickelte sich die Doregerste ganz normal und gab einen etwas höheren Ertrag als Vega.

Man scheint nach den angeführten Versuchsergebnissen berechtigt zu sein, den Schluß zu ziehen, daß die genannten Gerstensorten ein verschiedenes Anpassungsvermögen an die mit der Bodenreaktion zusammenhängenden physiologischen Verhältnisse haben. Bei geringeren

Differenzen in den Reaktionszahlen treten keine augenfälligen Verschiedenheiten hervor, aber bei sehr niedrigem p_{H} -Wert wird Dore deutlich von einer Bodenkrankheit angegriffen.

Die Resultate dieser Versuche zeigen also mit Bestimmtheit, daß auch bei der Gerste erbliche Unterschiede in der Anpassung an saure Bodenreaktion vorkommen. Eine spezielle Anpassung an eine gewisse Bodenreaktion ist schon in den natürlichen Populationen vorhanden, die durch Kreuzung auf neue Sorten übergeführt werden kann. Eine Berücksichtigung der Bodenreaktion bei der Auslese erscheint dadurch als unbedingt notwendig.

Literatur.

NILSSON, F.: Sveriges Utsädesförenings substation vid Umeå Lantbruksskola. Tidsskr. för Västerbottens län. 1934.

SIDÉN, J. E.: Redogörelse för några förädlings- och försöksresultat vid Sveriges Utsädesförenings Jämtlandsfilial. Sveriges Utsädesförenings tidsskrift 1935.

ULANDER, A.: Berättelse över verksamheten vid Kemisk-Växtbiologiska anstalten och Frökontrollanstalten i Luleå 1929. Luleå 1933.

Verschiedene Rassen bei *Heterodera Schachtii* SCHMIDT.

Von I. Wälstedt, Linköping.

Seitdem durch KÜHNs grundlegende Untersuchungen in den siebziger Jahren des 19. Jahrhunderts festgestellt wurde, daß die sogenannte Rübenmüdigkeit von der Nematode *Heterodera Schachtii*, die auf den Rübenwurzeln schmarotzt, verursacht wird, hat man durch eine umfassende Forschungsarbeit versucht, die Biologie des Schädlings klarzulegen und Mittel zu seiner Bekämpfung zu finden. Sowohl KÜHN als auch mehrere andere Forscher nach ihm fanden, daß die Nematode nicht nur an die Rübe gebunden war, sondern daß sie auch andere Kulturpflanzen als auch Unkraut angreifen und sich auf ihnen entwickeln kann. Vorzugsweise waren es Vertreter der Familien *Chenopodiaceae*, *Cruciferae* und *Gramineae*, die ihr als Wirtspflanzen dienten. Man fand außerdem bald, daß in mehreren Fällen eine Spezialisierung auf bestimmte Pflanzenarten vorlag. Über die Bedeutung und den Grad dieser Spezialisierung oder die Anpassung haben sich aber ganz verschiedene und einander widersprechende Ansichten geltend gemacht. In der Literatur, wenigstens in der älteren, scheint einige Unklarheit zu herrschen, was teils die modifikative, teils die genetische Seite der sog. Anpassung betrifft. Es gilt also zu ermitteln, einmal in wel-

chem Maße die Wirtspflanze eine selektierende Wirkung und eine genetische Verschiebung ausüben kann und dann innerhalb welcher Grenzen die für die Geschmacksrichtung und das Angriffsvermögen der Nematoden bestimmenden erblichen Faktoren eine zufällige Änderung zulassen. Sind diese Grenzen sehr weit, ist begrifflicherweise eine genetische Veränderung schwer festzustellen und von praktisch untergeordneter Bedeutung.

Die bis jetzt erreichten Resultate über die Fortpflanzung von *Heterodera Schachtii* weisen darauf hin, daß diese auf bisexuellem Weg geschieht. Erwähnenswert ist, daß sehr wenige Daten über sie vorliegen (STRUBELL 1888, SENGBUSCH 1927, TRIFFITT 1929). Eine geschlechtslose Fortpflanzung ist meines Wissens durch Versuche nicht nachgewiesen. *Heterodera Schachtii* eignet sich schlecht für cytologische Untersuchungen (STRUBELL, HAECKER zit. HORNBERG 1928). Auf dem gegenwärtigen Stand der Untersuchung kann begrifflicherweise die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden, daß geschlechtslose Fortpflanzung in irgendeiner Form vorkommen kann (siehe MOLZ' Versuche das Geschlechtsverhältnis zu verschieben 1927).

Ausgehend davon, daß *Heterodera Schachtii*

kreuzbefruchtend ist, und daß Möglichkeit für fortwährende Panmixie vorliegt, wird von vielen behauptet, daß man es in der Regel nicht mit einer völlig reinen Rasse zu tun hat, weil ein einseitiger Anbau von ein und derselben Pflanzenart selten so lange vorkommt, daß eine solche voll ausgebildet werden kann (MARCINOWSKI 1910, FUCHS 1911, BAUNACKE 1922, STEINER 1925, HORNBURG 1928 u. a. m.). Es wird doch von einigen Forschern hervorgehoben, daß die Anpassung an und die Spezialisierung auf eine gewisse Wirtspflanze oder einen Wirtspflanzenkreis manchmal so weit gehen kann, daß eine Übertragung auf einen anderen nicht möglich ist (MARCINOWSKI 1910, STEINER 1925, GOFFART 1930). Der rein modifikativen Anpassung wird außerdem oft eine entscheidende Bedeutung beigelegt (STEINER 1925, GOFFART 1928).

Die Rassen von *Heterodera Schachtii*, die bisher in der Literatur erwähnt wurden, sind folgende:

Erbsennematode, Kartoffelnematode und zuletzt Rüben- und Hafernematode.

LIEBSCHEER entdeckte um 1890 bei Göttingen eine spezifische Erbsennematode, die weder Rüben noch Hafer angriff. Er wies nach, daß diese Nematode sich auch in gewissen morphologischen Charakteren von der gewöhnlichen *Heterodera Schachtii* unterschied. Er glaubte deshalb recht zu haben, sie als eine besondere Art, *Heterodera göttingiana*, aufstellen zu müssen. Dies wurde jedoch von anderen Forschern (HOLLRUNG 1890, THELEN), die fanden, daß die Rübenematode bis zu einem gewissen Grad Erbsen angreifen kann und bei einem wiederholten Anbau dieser Pflanzenart sich denselben anpassen könnte, bestritten. Wenn dies nun auch der Fall sein sollte, kann es doch an und für sich nicht als ein wirklicher Beweis angesehen werden, daß LIEBSCHEER nicht mit einer spezifischen Leguminosennematode zu tun hatte. Diese muß jedoch sehr selten sein, da sie meines Wissens nach LIEBSCHEER von niemand zu näherer Untersuchung aufgenommen wurde.

Eine besondere Kartoffelnematode wurde von ZIMMERMANN 1913 in Deutschland festgestellt. Kartoffelnematoden sind sowohl in Deutschland als auch in England und Schweden zum Gegenstand näherer Untersuchungen geworden (ZIMMERMANN 1922—1928, WOLLENWEBER 1924, 1927, D. O. MORGAN und PETERS 1929, TRIFFITT 1929, GOFFART 1928, 1930, KEMNER 1929, REINMUTH 1929 u. a. m.). Diese unterscheidet sich in gewissen morphologischen Charakteren, besonders im Cystenstadium, deutlich von Rüben- und Hafernematoden und wird von WOLLENWEBER

als eine besondere Art, *Heterodera rostochiensis*, aufgestellt. ZIMMERMANN und GOFFART sind zu dem Resultat gekommen, daß die Kartoffelnematode sich auf Rübenpflanzen überführen läßt. Der letztere hat sogar in einem Versuch konstatiert, daß die Cyste der Kartoffelnematode nach dem Übergang auf Rüben die Form der Rübenematodencyste mit sichtbarer Vulva angenommen hat, welche sie, wenn sie sich auf Kartoffeln entwickelt, dagegen nicht hat. Wenn dies richtig ist, so sollte diese Kartoffelnematode eine rein modifikative Anpassungsform sein und die genannte morphologische Eigenschaft jede systematische Bedeutung entbehren. GOFFART hat seitdem (1930) einen Kartoffelnematodenstamm untersucht, den er auf einer Reihe Pflanzen, unter anderem Zuckerrüben, prüfte, ohne einen anderen Angriff als auf Tomaten zu erhalten, welches wie er sagt: . . . „ein deutliches Zeichen für die weitgehende Spezialisierung dieses Stammes“ ist. Seine Auffassung scheint die zu sein, daß es andere Kartoffelnematodenstämme geben kann, die nicht so spezialisiert sind. Überführungsversuche von Rübenematoden auf Kartoffeln sind nicht gelungen. Alle Versuche in England und Schweden die dort vorhandenen Kartoffelnematoden auf Rüben zu überführen, haben bis jetzt negative Resultate ergeben (KEMNER 1929). Auf Grund dieses und auf Grund der deutlichen morphologischen Verschiedenheiten, die die Kartoffelnematode im Vergleich zu Rüben- und Hafernematoden aufzuweisen hat, ist KEMNER der Ansicht, daß die Kartoffelnematode als eine Art oder in jedem Falle als eine gute Unterart bezeichnet werden kann, die er bis auf weiteres *Heterodera Schachtii* subsp. *rostochiensis* nennt. Er sagt an einer Stelle, daß die Entscheidung in der Artenfrage bei der betreffenden Nematodengruppe zum größten Teil auf dem biologischen Gebiete liegt. REINMUTH (1929) hat bedeutungsvolle biologische Unterschiede zwischen Kartoffel- und Rübenematoden gezeigt. Selbst habe ich mich nicht näher mit den Kartoffelnematoden beschäftigt. Ich habe nur einen kleineren Überführungsversuch auf Rüben ausgeführt, der ein negatives Resultat gab. Meiner Auffassung nach ist die Kartoffelnematode eine von den Rüben- und Hafernematoden ganz getrennte, ausgeprägt monophage Form.

Wir gehen nun zu den Hafer- und Rübenematodenrassen über. In der älteren Literatur werden diese von den meisten Forschern als identisch (KÜHN, HOLLRUNG, THELEN u. a.) aufgefaßt. VOIGT (1892) fand, daß Hafer- und Rübenematoden physiologisch verschieden

waren und wies auch gewisse morphologische Verschiedenheiten nach. Einen bestimmten Standpunkt zu ihrer systematischen Stellung nahm er jedoch nicht ein. Neuere Forschungen haben seine Untersuchungen und Beobachtungen den Rassenunterschied betreffend bestätigt. Eine besondere Hafernematode wurde schon 1898 in Dänemark konstatiert (K. HANSEN 1904). NILSSON-EHLE ist bei seinen Untersuchungen (1903, 1904, 1908, 1920) zu dem Resultat gekommen, daß die in der südschwedischen Provinz Skåne (Schonen) heimische Hafernematode stark auf Gramineen spezialisiert ist und nicht auf Rüben übergeht. Er hat auch festgestellt, daß man deutliche Unterschiede in Bezug auf Resistenz gegen Hafernematodenangriffe bei verschiedenen Gerstensorten findet, was dänische Untersuchungen bestätigen (JÖRGENSEN und THOMSEN 1928). NILSSON-EHLE (1920) sagt: „Natürlich wäre denkbar, daß neben den spezialisierten Getreide- und Rübenälchen auch eine davon getrennte dritte erbliche Art vorkommen könnte, die in der Lage wäre, sowohl Getreide als Rüben anzugreifen. Ich will mich hier auf diese Andeutung beschränken, weil, insofern ich die Sache überblicken kann, eine solche Annahme vorläufig keine reale Grundlage hat. Zur Erklärung der Frage sollte man dann vor allem wissen, ob die Getreide- und Rübenematoden sich kreuzen lassen; in dem Falle wäre unter Umständen eine Verwischung der Grenzen zwischen den beiden Formen möglich.“

Vor kurzem ist es SCHMIDT (1930, 1931) gelungen, tiefgehende und ohne Zweifel für die Artenfrage entscheidende biologische Unterschiede zwischen Hafer- und Rübenematoden nachzuweisen. In den wichtigsten Teilen ergänzen und bestätigen meine unten referierten Untersuchungen die Resultate, zu denen er gekommen ist.

I. Wie verhalten sich Hafer- und Rübenematoden, wenn sie Gelegenheit haben, sich gleichzeitig in demselben Boden zu entwickeln?

Um den beiden Nematodenrassen Möglichkeit zu geben, sich gleichzeitig zu entwickeln, sind umfassende Versuche ausgeführt worden, bei denen die Erde mit beiden infiziert und mit Hafer (Svalöfs Siegeshafer) und Zuckerrübe (Klein-Wanzleben) besät wurde. Die beiden Pflanzenarten sind auf diese Weise in demselben Topf zusammengewachsen. Als die Zeit zur Prüfung der Wurzeln gekommen war, wurde die Erde bei geeignetem Trockenheitsgrad aus den Töpfen ausgeschüttet und die Wurzeln der

Pflanzen so sorgfältig wie möglich von den Erdpartikeln befreit. In allen Versuchsserien sind gleichzeitig bei Hafer und Rüben Cysten aufgetreten. Direkt von den Wurzeln gepflückte Cysten sind in eine Hafer- und eine Rüben-cystengruppe eingeteilt worden. Diese beiden Gruppen sind dann jede für sich auf verschiedene Serien verteilt und in Töpfe mit steriler Erde gelegt worden, die mit Hafer und Rüben teils ungemischt und teils gemischt besät wurden. In Kontrolltöpfen mit uninfizierter steriler Erde ist ein Angriff auf Hafer oder Rüben niemals vorgekommen. Für die Versuche ist teils unsterilisierte Ackererde von Orten, an denen Angriffe auf Hafer und Rüben vorgekommen, teils sterilisierte Erde infiziert mit einer gleichen Anzahl Hafer- und Rüben-cysten, die direkt von den Wurzeln der resp. Pflanzen gepflückt wurden, verwendet worden. Die Ackererde wurde teils von Halle, Deutschland, durch ein freundliches Entgegenkommen von O. SCHMIDT, teils von einer Gegend in Skåne (Schonen) erhalten. Die sterilisierte Erde wurde in einer Untersuchungsserie mit Cysten infiziert, die man auf Hafer in Hafernematodenerde von Alnarp (Skåne) erhalten und mit Cysten, die man auf Rüben in Rübenematodenerde von Linköping (Östergötland) erhalten hatte. In einer anderen Serie wurden Cysten verwandt, die man auf Hafer in Alnarpserde und solche, die man auf Rüben in Erde von Berlin-Dahlem erhalten hatte. Die letzterwähnte Erde wurde mir von GOFFART freundlichst zur Verfügung gestellt. Die Untersuchungen sind von 1930—1934 im Treibhaus ausgeführt worden. Im ersten Jahre wurden Versuche im Winter gemacht, aber die schwachen Beleuchtungsverhältnisse hatten eine schlechte Pflanzenentwicklung zur Folge. Demgemäß entwickelten sich auch die Nematoden schlecht, d. h. die Cystenbildung war spärlich bei der Rübenematode. Bei der Hafernematode erhielt man gar keinen Angriff. Deshalb wurden die Untersuchungen später nur während des Sommers fortgesetzt.

Die Resultate von sämtlichen Versuchsserien waren folgende. Die auf Rüben erhaltenen Cysten verursachten bei isolierter Prüfung in sterilisierter Erde sofort Angriffe und neue Cystenbildung auf Zuckerrüben, aber nicht auf Hafer, sei es, daß Rüben und Hafer je für sich oder zusammen in Töpfen wuchsen. Mit dieser neuen Cystengeneration auf Rüben wurden die Versuche wiederholt, sie gaben dabei dasselbe Resultat. Die auf Hafer erhaltenen Cysten verursachten, wenn man sie in demselben Jahre, in dem die Cysten entstanden,

prüfte, keine Angriffe auf Hafer oder Rüben. Wenn man dagegen die Versuche mit denselben Töpfen im folgenden Frühjahr wiederholte, erhielt man Angriffe und neue Cystenbildung auf Hafer, aber nicht auf Rüben. Wiederholte Versuche mit dieser neuen Hafercystengeneration gaben die gleichen Resultate.

Warum verursachten die jungen Hafercysten nicht in dem Jahre, in dem sie sich bildeten, sondern erst im darauffolgenden Angriffe? Die Erklärung dafür erhält man in den von O. SCHMIDT 1930 und 1931 veröffentlichten Abhandlungen. Diesem Forscher ist es geglückt, zu beweisen, daß die Hafernematoden eine bestimmte Periodizität in bezug auf die Auswanderung der Larven aus den Cysten aufweisen. Sie haben eine maximale Auswanderungsperiode während der Frühjahrs- und Hochsommermonate, allem Anschein nach ganz unabhängig davon, ob der Acker bewachsen ist oder nicht. Dann kommt die Auswanderung ganz schnell während des Hochsommers ins Stocken und hört nach und nach fast ganz auf. Von neugebildeten Jahrescysten von Hafernematoden hat man also keinen Larvenangriff auf Hafer im ersten Jahr zu erwarten. Erst im darauffolgenden Frühjahr fangen die Larven an auszuwandern. Wie bei der Rübennematode entleeren sich die Cysten nicht vollständig. Eine gewisse Auswanderung aus älteren Hafercysten scheint im Herbst stattfinden zu können. GOFFART (1932) hat in seinen Hafernematodenuntersuchungen gezeigt, daß aufkeimende Herbstsaat und gekeimte ausgefallene Haferkörner angegriffen werden können, und daß sich auch Cysten im Herbst ausbilden können. Junge Jahrescysten von Hafernematoden verbleiben jedoch unbedingt untätig bis zum nächsten Frühjahr und dies trotzdem sie voll ausgebildeter Larven sind, was eben SCHMIDT's Untersuchungen bewiesen und die meinigen weiter bestätigten. In der Hauptsache bilden die Hafernematoden nur eine vollständige Generation im Jahr. Eine mit der Hafernematode vergleichbare Periodizität hat die Rübennematode nicht, was als ein wichtiger biologischer Unterschied betrachtet werden muß. Hat man geeignetes Wurzelmaterial zur Verfügung, veranlassen auch die während des Jahres neugebildeten Cysten der Rübennematode allmählich neue Angriffe. Dies beweisen die Resultate von meinen Topfversuchen. Bei den Feldverhältnissen ist es zuerst die niedrige Temperatur, die eine Unterbrechung zustande bringt. Die Anzahl Generationen, die die Rübennematoden in einem Jahr bilden können, sind direkt von den Witterungs-

verhältnissen abhängig. Bemerkenswert ist nun, daß der genannte Rassenunterschied in oben erwähnten Topfversuchen sich vollständig unverändert verhielt, obgleich die Versuchsanordnungen derart waren, daß Möglichkeit für Paarung zwischen den beiden Rassen vorlag. Eine solche hatte offenbar nicht stattgefunden, denn sonst hätte man irgendeine Cyste erhalten müssen, deren Larven eine Spaltung in der berührten Eigenschaft zeigten, so daß Angriffe auf beiden, sowohl Hafer als Rüben, auftraten. Es ist also nicht gelungen, einige Zwischenformen zwischen Hafer- und Rübennematoden in dem Untersuchungsmaterial, das mir zur Verfügung stand, zu erhalten, ein weiterer Beleg dafür, daß Hafer- und Rübennematoden streng verschiedene sind.

II. Untersuchung von gewissen morphologischen Eigenschaften bei Hafer- und Rübennematoden.

KEMNER (1929) hat konstatiert, daß die Hafernematoden etwas größere Eier haben als die Rübennematoden. Für die Hafernematode erhielt er eine durchschnittliche Eilänge von 0,1186 mm, für die Rübennematode 0,1052 mm im Material von Skåne (Schonen). Zu einem nahe damit übereinstimmenden Resultat sind SCHMIDT (1931) und GOFFART (1930) im deutschen Material gekommen. Selbst habe ich eine große Anzahl Messungen von Eiern in ungefähr 150 Cysten von Rübennematoden und 100 Cysten von Hafernematoden gemacht. Gewöhnlich sind einige 20 Eier ohne Auswahl in jeder Cyste gemessen worden. Meistens habe ich mich darauf beschränkt, die Länge zu messen und habe im Durchschnitt für die Rübennematode 0,1024 mm und für die Hafernematode 0,1115 mm gefunden. Die Variation der Eiergröße kann ziemlich groß sein. Man kann Cysten mit offenbar kleinen Eiern, solche mit einem wechselnden Maß der Eier und Cysten mit verhältnismäßig großen Eiern antreffen. Diese Variation ist bei beiden Rassen vorgekommen, trat aber bei der Rübennematode am meisten auf. Um darüber ins klare zu kommen, wieweit diese Variation rein zufällig sei oder nicht, wurden eine große Anzahl Topfversuche ausgeführt. Jeder Topf wurde mit einer einzigen Cyste infiziert. Die Cyste wurde zuerst mit einem Tropfen Wasser auf dem Objektglas zerquetscht. Ein Deckglas wurde darüber gelegt. Eine gewisse Anzahl Eier wurden gemessen, worauf das Ganze in einen Topf gegossen wurde. Wie gewöhnlich haben die Rübencysten niemals Angriffe und neue Cysten-

bildung auf etwas anderem als Rüben und die Hafercysten niemals auf etwas anderem als Hafer verursacht. Die neugebildeten Cysten wurden dann auf ihren Eierinhalt untersucht. Nach den bis jetzt erhaltenen Resultaten ist die erwähnte Variation der Eiergröße modifikativer Natur. Eine Tendenz zu erblicher Variation ist nicht aufgetreten.

O. SCHMIDT (1930) hat gefunden, daß ein Teil der Hafercysten eine gewisse Kategorie kleiner, mehr oder weniger defekter Larven enthält. Die Variationskurve für die Länge der Larven in diesen Cysten war zweigipfelig. Die eine Spitze lag ungefähr zwischen 0,442—0,504 mm und umfaßte zum großen Teil die genannten defekten Individuen. Die andere Spitze lag zwischen 0,540—0,600 mm. SCHMIDT hat festgestellt, daß die Larven der Hafernematoden durchschnittlich länger sind (0,575 mm) als die der Rübenematoden (0,470 mm). Die Variationskurve der Rübenematodenlarven schien ihm symmetrisch zu sein. Er machte die Bemerkung, daß die genannten Hafercysten als Kreuzungscysten gedeutet werden könnten. Das Verhältnis kleine Larven zu großen Larven näherte sich 1:3. Eine so einfache Spaltungszahl für die Größe der Larven erscheint doch unwahrscheinlich. SCHMIDT meint auch, daß die Ursache der kleinen Larven in den Hafercysten auf schlechten Nahrungsverhältnissen beruhen kann. Ich bin geneigt, diese Auffassung als die richtige anzusehen. Im Gegensatz zu SCHMIDT hat GOFFART (1932) gefunden, daß eine Anzahl der kleinen Larven in den Hafercysten lebensfähig ist. Er meint, konstatiert zu haben, daß ein Teil dieser kleinen Larven eine Tendenz hat, in die Rübenwurzeln zu gehen. GOFFART nimmt hypothetisch an, daß die selektive Wirkung, die ein wiederholter Anbau von Rüben auf die übrigen Larven der Hafercysten, welche diese Tendenz nicht haben, ausüben muß, schließlich dazu führt, daß die kleinen Larven allein herrschend werden. Auf diese Weise sollte ein Übergang zur Rübenematode vor sich gehen. Ein so unbedingter Zusammenhang zwischen Larvengröße und Geschmackrichtung (Angriffstendenz) scheint mir aber sehr unwahrscheinlich. Im übrigen kann man sagen, daß, auch wenn ohne Zweifel ein durchschnittlicher Größenunterschied zwischen Hafer- und Rübenematoden, was Eier und Larven betrifft, vorliegt, morphologische Charaktere von so modifikativer Natur wie die fraglichen von geringerer systematischer Bedeutung angesehen werden müssen als die großen biologischen Unterschiede, die augenscheinlich vorliegen.

In diesem Zusammenhang möchte ich schließlich eine eigentümliche Beobachtung erwähnen, die ich machte. In der von Skåne erhaltenen Erde, die beide Rassen enthielt, habe ich drei Cysten gefunden, eine auf Rüben und zwei lose in der Erde, welche auffallend große Eier und Larven hatten. Die durchschnittliche Länge der Eier war 0,1245, 0,1345 und 0,1357 mm, und die Larven hatten eine Länge von 0,519—0,608 mm. Also Maße, die die für die Hafernematoden gefundenen überschreiten. Die zwei losen Cysten sind jede für sich in Töpfen geprüft worden. Bis jetzt hat man nur Angriffe auf Rüben erhalten, und die neuen Cysten, die man bis jetzt untersucht hat, haben ungefähr dasselbe Größenmaß für Eier und Larven gehabt wie die Ursprungscysten. In einigen Cysten hat eine augenscheinlich große Anzahl Larven defekt ausgesehen. Wie Rüben-cysten mit dieser bemerkenswerten Größenordnung in Eiern und Larven ursprünglich entstanden sind, ist unmöglich zu sagen.

III. Das Verhältnis der Rüben- und Hafernematoden zu verschiedenen Unkräutern.

Sowohl Topf- als Feldversuche haben als Resultat ergeben, daß die Rübenematoden folgende Unkrautarten angreifen und mit gutem Resultat sich auf ihnen vermehren können: *Raphanus raphanistrum*, *Sinapis arvensis*, *Lamium amplexicaule*, *Lamium rubrum*, *Galeopsis speciosa* und *bifida*, *Stellaria media*. Diese werden auch in der Literatur als nematodenempfindlich bezeichnet. Als die genannten Unkräuter einzeln in Topfversuchen geprüft wurden, hat man ziemlich reichliche Cystenbildung erhalten. Bei Aussaat zusammen mit Rüben ist immer Cystenbildung, doch nicht so reichlich wie auf Rüben, vorgekommen. Ein paar Cysten auf *Stellaria media*, erhalten in Erde, die beide Rassen enthielt, hatten ungewöhnlich große Eier mit einer durchschnittlichen Länge von resp. 0,1310 und 0,1222 mm. Man könnte deshalb den Verdacht hegen, daß es Hafernematoden wären. In Topfversuchen wurden sie auf Hafer geprüft, aber keine Cysten traten auf. Als man sie auf Rüben prüfte, erhielt man jedoch Angriffe und neue Cysten. Die Länge der Eier war 0,1084—0,1173 mm. Die *Stellaria*-Cysten waren also deutlich Rübenematoden. Cysten auf *Sinapis arvensis* wurden in einem Versuch auf Rüben und Hafer geprüft. Reichlich neue Cysten waren auf Rüben, aber keine auf Hafer. Diese Cysten wurden ihrerseits auf *Sinapis* geprüft, der wieder mit Cysten besetzt

wurde. Cysten der Rübenematode sind auf *Chenopodium* konstatiert worden, aber in sehr kleiner Anzahl. Auf *Triticum repens* sind niemals Cysten von Rübenematoden vorgekommen.

Unkräuter, die zur Familie *Labiatae* gehören, bieten ein besonderes Interesse, da ich gefunden habe, daß *Galeopsis* eine Wirtspflanze sowohl für die Rübenematode als auch für eine von mir konstatierte spezifische *Galeopsis*- oder *Labiatae*-Nematode ist. Bei einem Besuch im östlichen Östergötland riß ich zufälligerweise eine Pflanze von *Galeopsis peciosa* aus, die dort ein ganz allgemeines Unkraut auf Moor- und Humusböden ist. Diese Pflanze war mit Cysten besetzt. Seitdem habe ich mehrere Stellen in diesem Teil der schwedischen Provinz Östergötland besucht. Überall auf Moorböden war *Galeopsis* reichlich mit Cysten versehen. Es handelt sich um eine abgelegene Waldgegend, wo Rübenanbau niemals vorgekommen ist. Die auf den Feldern wachsende Ernte, Hafer und in gewissen Fällen weiße Rüben, wurden eingehend untersucht, ebenso zwei Unkräuter *Stellaria media* und eine *Polygonum*-Art. Trotz eifrigen Suchens konnten keine Cysten auf diesen Pflanzen entdeckt werden; dagegen waren die dicht daneben wachsenden *Galeopsis*-Pflanzen vollbesetzt. Untersuchte Eier und Larven von dieser Nematode hatten dasselbe Aussehen und ungefähr dieselbe Größe wie die der Rübenematode; möglicherweise etwas kleiner. Eingesammelte Cysten sind wiederholt auf Hafer, Rüben und *Galeopsis* geprüft worden. Doch hat man nur auf *Galeopsis* Cysten erhalten.

In Topf- und Feldversuchen mit Hafer- nematoden haben von allen untersuchten Unkräutern nur die Quecke Cysten aufgewiesen. GOFFART (1932) hat bei Untersuchungen von Queckenwurzeln gefunden, daß diese frei von Hafer- nematodenlarven waren. Die Hafer- nematode, mit der ich gearbeitet habe, hat die Quecke ziemlich reichlich angegriffen und Cysten, wenn auch in sehr geringer Anzahl, gebildet. GOFFART hat bewiesen, daß die Hafer- nematode, wie zu erwarten war, in die Wurzeln verschiedener Gräser einwandert. Bemerkenswerter ist, daß er eine nicht unbedeutende Einwanderung in verschiedene Unkräuter, wie *Thlaspi arvense*, *Erysimum cheiranthoides*, *Anagallis arvensis* und *Stellaria media* konstatiert hat. Eine Cystenbildung wurde jedoch, soviel mir bekannt, nicht konstatiert. Eingehendere Untersuchungen über die Einwanderungsfrequenz der Hafer- nematoden in Unkräutern habe ich nicht aus-

geführt. GOFFART hat Cysten auf Rotklee in Hafer- nematodenerde konstatiert und nimmt als Arbeitshypothese an, daß sie von Hafer- cysten mit inkonstantem Cysteninhalte herkommen können. Die weitgehende Inkonstanz, die diesem Forscher bei der Hafer- nematode vorzuliegen scheint, gilt nicht für die Hafer- nematode, die ich untersucht habe. Rotklee ist seit einigen Jahren in Hafer- nematodenerde mit bis jetzt negativem Resultat geprüft worden. Solche Unkräuter wie *Stellaria media*, *Sinapis arvensis* und gewisse Gänsefußgewächse kommen jährlich in nicht unbedeutender Menge auf dem Hafer- nematodenfelde wieder, auf dem ich meine Versuche habe. Wären Hafer- nematoden mit innewohnender Tendenz auf den erwähnten Unkräutern leben zu können, vorgekommen, hätte ein Übergang schon lange stattgefunden. Dies war jedoch nicht der Fall. Die Resultate meiner Unkraut- untersuchungen geben einen weiteren Beweis für den großen biologischen Rassen- unterschied, der zwischen den Hafer- und Rüben- nematoden besteht, mit denen ich gearbeitet habe. Die Rübenematode hat sich als ein ausgeprägt polyphages Tier gezeigt, obschon sie die Rüben am meisten liebt. Die Hafer- nematode ist dagegen ein ausgeprägter Graminaespezialist.

IV. Untersuchungen über die Einwanderungsfrequenz von Hafer- und Rüben- nematodenlarven in Getreide und Rüben (Resistenzproblem, Fruchtfolge).

Bei den mikroskopischen Wurzel- untersuchungen ist die von BAUNACKE (1922) ausgearbeitete Methode und Färbung mit Jod- Jodkalium angewandt worden. Ausgehobene junge Wurzelteile wurden so stark ausgepreßt, daß die Gewebe teilweise zerrissen. Man riskiert allerdings dabei, daß der eine oder andere Wurm beschädigt wird, aber man bekommt ein deutlicheres Präparat, und eine Schwierigkeit, die Zahl Würmer zu errechnen, lag bei genügender Übung nicht vor, ebensowenig war es schwer, die *Heterodera*-Larven von den in verschiedenen Wurzeln auftretenden Nematoden *Anguillulina pratensis* DE MAN zu unterscheiden.

Ein typisches Krankheitssymptom bei Hafer- nematodenangriff ist, daß die Wurzelspitzen anschwellen (NILSSON-EHLE 1903). Bei näherer Untersuchung fand ich, daß die Hafer- nematodenlarven an den Wurzelspitzen einwandern. Es scheint, als ob sie besonders die meristematischen Gewebe der Wurzelspitzen aufsuchten. Sie kriechen nicht bei der Wurzelhaube hinein, sondern dringen in die Zonen unmittelbar darüber ein und setzen sich dann in den Geweben

bis zur Spitze fort, was man besonders deutlich bei der Gerste beobachten kann (Abb. 1). Dieser Verlauf und das Wachsen der Wurzeln machen wahrscheinlich, daß die Larven mit dem Kopf über die Wachstumsrichtung der Wurzel orientiert werden, eine Orientierung, die sie die ganze Zeit beibehalten, auch dann, wenn sie in ihr regungsloses Flaschenstadium gekommen sind. Die Wurzelspitzen des Hafers werden so stark geschädigt, daß sie oft nach einem Larveneinfall nicht weiter wachsen können. Eine Seitenwurzel wächst dann oft heraus, die ihrerseits infiziert wird. Auf diese Weise bildet sich ein Wirrwarr von durcheinanderstehenden Wurzelverzweigungen. Die Einwanderung der Larven geschieht etappenweise, je nachdem die Wurzel wächst, was am deutlichsten bei der Gerste auffällt, wo die Wurzelspitzen allerdings gehemmt, in der Regel doch weiter wachsen können, bis ein neuer Angriff kommt. Buschähnliche Wurzelverzweigungen bilden sich an jeder Angriffsstelle. Von

1832 untersuchten Individuen von Hafernematoden wahren 98,4% mit dem Kopf in der Wachstumsrichtung der Wurzel orientiert. Die wenigen Larven, die eine andere Stellung einnahmen, waren mehr oder weniger zusammengerollt oder desorientiert bei der Präparierung.

Von den Rübennematoden bekommt man nicht dasselbe Einwanderungsbild wie von den Hafernematoden. Die Rübennematodenlarven greifen allerdings in der Regel junge Wurzeln an, aber ohne besonders die Spitzen zu suchen. Ihr Ziel scheint allem Anschein nach das zu sein, auf möglichst kurzem Weg den Zentralcyylinder zu erreichen. Man trifft sie oft dort, wo eine Seitenwurzel die Wurzelepidermis gesprengt hat. Unter 1175 näher untersuchten Individuen von Steckrüben und Rüben waren 54% mit dem Kopf in der Zuwachsrichtung der Wurzel orientiert, während die anderen in entgegengesetzter Richtung lagen.

Da man nun über diese Verhältnisse Bescheid weiß, hat man eine bessere und der resp. Nematodenrasse angepaßte Methodik bei dem Bestimmen der Einwanderungsfrequenz der Larven anwenden können. Was die Hafernematoden betrifft, so gilt es bei einem geeigneten Zeitpunkt im Frühjahr, wenn der Larveneinfall maximal ist,

eine gleiche Anzahl Pflanzen je Sorte zu sammeln und dann die Larvenanzahl in einer ohne Auswahl gleichen Anzahl Wurzelspitzen je Pflanze zu untersuchen. Man muß sich natürlich auf eine gewisse Strecke von der Wurzelspitze aufwärts beschränken, innerhalb welcher man die Larven zählt. Auf diese Weise erhält man einen sichereren Ausdruck von der Einfallsfrequenz, als wenn man die Wurzellänge beliebig aus den Wurzeln herausnimmt, eine Methode, die jedenfalls ein viel größeres und zeitverschwendenderes Untersuchungsmaterial verlangt, um einen sicheren Vergleich zwischen den zu prüfenden Sorten zu ziehen.

Die Untersuchungen über die Einwanderungsfrequenz der Hafernematoden ging vor allem

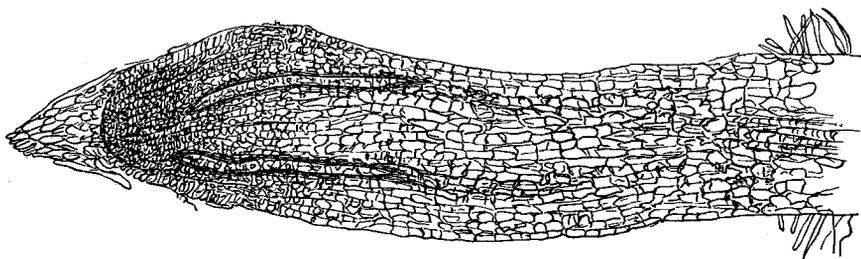


Abb. 1. Zwei Hafernematodenlarven in der Wurzelspitze von Gerste.

darauf aus, festzustellen, ob irgendein Unterschied zwischen resistenten und nichtresistenten Gerstensorten vorliegt. Es hat sich erwiesen, daß dies nicht der Fall war. Die Hafernematode greift die resistenten sowie die nichtresistenten Sorten in gleichem Grade an. Einen sicheren Unterschied hat man in keinem Fall feststellen können. Nicht einmal zwischen Hafer und einer resistenten Gerstensorte ist ein sicherer Unterschied aufgetreten. Eine hochresistente Gerstensorte, wie z. B. Chevalier, leidet jedoch nicht sichtbar unter dem Angriffe. Nur unbedeutende Symptome findet man an den Wurzeln. Aber wichtiger ist, daß trotz der Larvenangriffe keine Cysten entstehen. Die eingewanderten Larven können sich nicht zu voll ausgebildeten Tieren entwickeln. Von Feldversuchen habe ich zu verschiedenen Zeiten während des Sommers Wurzelmaterial von resistenten Gerstensorten eingesammelt und im Mikroskop feststellen können, daß die Larven sich im Anfang normal entwickeln. Im letzten, flaschenförmigen Stadium bleibt die Entwicklung jedoch stehen. Die Larve fällt mehr und mehr zusammen, degeneriert und stirbt. Nur in ganz seltenen Fällen hat man ein völlig ausgebildetes Weibchen auf einer hochresistenten Sorte konstatieren können. Völlig ausgebildete Männchen

kommen allem Anschein nach etwas öfter vor. Während einer Reihe von Jahren sind dieselben resistenten Sorten auf demselben Hafernematodenfeld angebaut worden, ohne daß ihre Immunität sich im geringsten geändert hat. Es scheint fast, als ob die Resistenz darauf beruhe, daß die fragliche Sorte einen für die Nematoden schädlichen Stoff enthält, der ihre Entwicklung verhindert. Eine immune Sorte kann deshalb als eine günstige Vorfrucht für Hafer angesehen werden. Dies hat man auch in den Fruchtfolgeversuchen beobachtet. Immune Gerstensorten senken den Infektionsgrad in der Hafernematodenerde.

Was die Rübenematoden betrifft, muß man bei der Wurzeleinsammlung eine andere Methode anwenden. Die besten Resultate von Einwanderungsuntersuchungen erhält man, wenn man die Wurzeln zur Zeit des ersten Einfalles der Larven im Frühjahr einsammelt. Von jeder Rübenpflanze hatte man eine bestimmte Wurzellänge von der Hauptwurzel bis ungefähr zur selben Höhe im Humusboden genommen. Nur die Larven in der Hauptwurzel sind gezählt worden. Die Einwanderungsfrequenz der Rübenematode auf Gerste und Hafer ist weitaus geringer gewesen als auf Rüben. Sie kann etwas in verschiedenen Jahren wechseln. Die Rübenematodenlarven greifen Hafer und Gerste in größerem Maße an als die Hafernematodenlarven die Rüben. Einige sichere Unterschiede in der Einwanderungsfrequenz zwischen verschiedenen Gersten- und Hafersorten sind kaum vorgekommen. Eingewanderte Rübenematodenlarven scheinen selten über das Larvenstadium zu kommen. Eine Anpassung an Hafer und Gerste ist trotz langjährigen Anbaues derselben Sorten in denselben Parzellen nicht geschehen. Einwanderung von Rübenematoden in Erbsen ist bedeutend größer gewesen als in Getreide und auf Erbsen haben sich auch in gewissen Jahren Cysten gebildet. Die Fruchtfolge-

versuche haben als Resultate ergeben, daß Gerste und Hafer günstige Vorfrüchte für Rüben sind. Sie bewirken eine Senkung der Infektion der Rübenematoden. Die Brache hat schlechtere Resultate gegeben, weil die Infektion dort unverändert geblieben ist.

Meiner Meinung nach ist der Unterschied zwischen Hafer- und Rübenematoden so groß, daß man sie als zwei Arten betrachten kann. O. SCHMIDT stellt sie als zwei Unterarten auf, *Heterodera Schachtii* subsp. *maior* und *Heterodera Schachtii* subsp. *minor*, spricht aber an einer Stelle (1931) die Vermutung aus, daß sie ebenso wie *Heterodera Schachtii rostochiensis* als selbständige Arten zu rechnen sind.

Literatur.

GOFFART, H.: Verwandtschaftliche Beziehungen zwischen dem Rüben- und Kartoffelstamm von *Heterodera Schachtii* SCHM. Verh. dtsch. Zool. Ges. e. V. anlässlich der 32. Jahresversammlung. 1928.

GOFFART, H.: Rassenstudien an *Heterodera Schachtii* SCHM. Arb. biol. Reichsanst. Land- u. Forstw. 18, H. 1 (1930).

GOFFART, H.: Untersuchungen am Hafernematoden *Heterodera Schachtii* SCHM. Arb. biol. Reichsanst. Land- u. Forstw. 20, H. 1 (1932).

KEMNER, N. A.: Potatisnematoden eller potatisålen (*Heterodera Schachtii* subsp. *Rostochiensis* WOLL.) och dess framträdande i Sverige. Meddelande No. 355 från Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet. Entom. avd. No. 56 (1929).

NILSSON-EHLE, H.: Über Resistenz gegen *Heterodera Schachtii* bei gewissen Gerstensorten, ihre Vererbungsweise und Bedeutung für die Praxis. Hereditas (Lund) 1, H. 1 (1920).

SCHMIDT, O.: Sind Rüben- und Hafer-Nematoden identisch? Wiss. Arch. Landwirtschaft. 3, H. 3 (1930).

SCHMIDT, O.: Beiträge zur Rassenfrage bei *Heterodera Schachtii*. Wiss. Arch. Landwirtschaft. Abt. A: Arch. Pflanzenbau 7, H. 1 (1931).

TRIFFITT, M. J.: On the occurrence and significance of *Heterodera Schachtii* infesting certain weeds. J. of Helminth. 7, Nr. 4 (1929).

Übrige Literatur siehe Literaturverzeichnis in oben zitierten Arbeiten.

Über die Methodik der Rübenzüchtung.

Von P. A. Olsson, Svalöf.

Obgleich zu sehr verschiedenen Pflanzenfamilien gehörend, haben doch die verschiedenen Rübenarten (Zucker- und Runkelrüben, *Chenopodiaceae*, Kohl- und Wasserrüben, *Cruciferae* und Mohrrüben, *Umbelliferae*) vom Gesichtspunkt der Pflanzenzüchter aus sehr vieles gemeinsam, vor allem das, daß sie alle Fremdbefruchter sind. Für jeden, der sich mit der Züchtung dieser Pflanzen beschäftigt, ist es auch

eine bekannte Tatsache, daß gerade dieses Verhältnis eine Menge von Schwierigkeiten auf dem Weg zum Ziele — eine Verbesserung der praktisch-wichtigen Eigenschaften dieser Pflanzen — ergibt. Neue Züchtungsmethoden sind von Zeit zu Zeit geprüft worden, aber die alten Methoden, *Massenauslese* und *Familienauslese*, in letzter Zeit mit dem *Kreuzungsverfahren* vervollständigt, werden doch noch immer von Rüben-