

am Lande weit einförmigere und daher ungünstigere waren als in andern Ländern.

Zwar unterbraeh, wie meine Untersuchungen gezeigt haben, eine Eiszeit auch in Australien die Monotonie der Verhältnisse aufeinanderfolgender Zeiträume, aber dennoch blieben sie viel gleichartiger wie anderwärts: während die Alpen Eurasiens und Amerikas nach der Juraperiode aufgetürmt wurden, ist die Faltung der von mir untersuchten australischen Alpen in die Devonperiode zu verlegen.

Dementgegen bot die isolierte Lage Australiens und boten die mannigfaltigen und wechselnden Meeresströmungen die nötigen Bedingungen zu einer reichen Entfaltung der Meerestiere, die sich ebenso in der Fülle der südlichen Cetaceenformen wie der Cölenteraten kundgibt.

## Untersuchungen über *Tylenchus devastatrix* Kühn,

von Dr. J. Ritzema Bos,

Dozent der Zoologie und Tierphysiologie an der landwirtschaftlichen Schule in Wageningen (Niederlande).

[Zweite Mitteilung<sup>1)</sup>]

### III. Biologische Untersuchungen.

c) Der Einfluss von *Tylenchus devastatrix* auf die von ihr bewohnten Pflanzen.

Ueber diesen Punkt will ich mich hier kurz fassen, weil ich später ausführlichere und speziellere Mitteilungen machen werde über die von *Tylenchus devastatrix* verursachten Pflanzenkrankheiten.

Ein fremder Körper, der in die im Wachstum befindlichen Gewebe einer Pflanze eindringt, verursachte oft in der Umgebung der durch ihn verursachten Wunde abnorme Wachstumserscheinungen<sup>2)</sup>. Insbesondere ist dies der Fall, wenn solch ein fremder Körper ein lebender Organismus ist; denn das Eindringen eines toten oder leblosen Körpers wirkt nur einmal als starker Reiz, d. h. im Augenblicke des Eindringens in die Pflanzengewebe, später nur durch den Raum, den er für sich bedingt. Ein lebender Organismus hingegen übt bleibend auf seine Umgebung eine Wirkung aus, entweder durch die von ihm ausgeführten Bewegungen und durch die von ihm verursachten mechanischen Reize, oder durch die von ihm ausgeschiedenen Stoffe.

Beyerinck's<sup>3)</sup> Untersuchungen haben es sehr wahrscheinlich gemacht, dass die Ursache der Gallbildung durch Cynipiden nicht in einem Stoffe liegt, der von der weiblichen Wespe zu-

1) Die erste Mitteilung ist enthalten im Biolog. Centralbl. Bd. VII, Nr. 9.

2) Vergl. W. Hofmeister, „Allgemeine Morphologie der Gewächse“, (1863), S. 633, 634.

3) Beyerinck, „Beobachtungen über die ersten Entwicklungsphasen einiger Cynipidengallen“, (1882), S. 177—181.

gleich mit den Eiern in die Pflanze gebracht wird und ebenso wenig in den Reizen, welche die Cynipiden-Larve mit ihren Mundteilen oder durch sonstige Bewegungen auf das umgebende Gewebe ausübt, sondern in irgend welchem Stoff, den die Larve selbst ausscheidet.

Obgleich *Tylenchus devastatrix* niemals eine eigentliche Gallbildung verursacht, so veranlasst sie doch eine verwandte Erscheinung: die Hypertrophie der Gewebe. Im allgemeinen lässt sich sagen, dass durch die Wirkung unserer Nematode auf die im Wachstume befindlichen Gewebe der Stengel und Blätter zunächst eine Vergrößerung der Zellen, eine Zellstreckung, stattfindet, wobei oft große Vakuolen in diesen Zellen entstehen. Oft hat es hierbei sein Bewenden; allein in andern Fällen, und zwar gewöhnlich, findet später eine starke Zellteilung statt. Während jedoch das Parenchym der Stengel und der Blätter durch Zellstreckung und durch Zellteilung einen größeren Raum einnimmt, behaupten die Gefäßbündel denselben Umfang bleibend; dabei wird ihr Längenwachstum geringer, und dieses kann sogar gänzlich zum Stillstehen kommen. Es versteht sich, dass hierdurch die angegriffenen Pflanzen gänzlich missbildet werden. Doch begreift man, dass die Art und Beschaffenheit dieser Pflanzen von größtem Einfluss auf die äußerlich wahrnehmbaren Missbildungen sein muss. Hierüber berichte ich jedoch später bei der Behandlung der von *Tylenchus devastatrix* verursachten Pflanzenkrankheiten.

Die Analogie zwingt zu der Annahme, dass man die Ursache der von dieser Nematode veranlassten Hypertrophie in dem Vorhandensein eines Stoffes, den dieser Parasit ausscheidet, suchen muss. Doch ist die Thatsache, welche Beyerinck anführt zum Beweise, dass die Bildung der Cynipidengalle nicht von einem von den Larven ausgehenden mechanischen Reize herrührt, hier nicht zutreffend: Beyerinck zeigte, dass das Wachstum des Gallplastems schon ziemlich weit vorgeschritten ist, wenn die Cynipiden-Larven, welche die Ursache davon sind, noch innerhalb der Eiwand sich befinden, also wenn von einem Nagen mittels der dann schon zu findenden Chitin-Kiefern gar noch nicht die Rede sein kann. Bei *Tylenchus devastatrix* kann man die Wirkung des Eies nicht für sich studieren; denn niemals findet man Eier dieses Würmchens in einem Gewebe, wenn nicht zuvor das Tier selbst sich hineingewirkt hat. Also kann man auch gar nicht erforschen, ob nur der Wurm oder auch die Eier die Hypertrophie verursachen. Dass die letztern nicht allein die Ursache sind, ergibt sich aus der Thatsache, dass oftmals Pflanzenteile hypertrophisch sind, in welchen man ausschließlich Aelchen aber keine Eier findet.

Bei den von *Tylenchus devastatrix* verursachten Krankheiten kann man nicht, wie bei der Bildung der Cynipidengallen, von den Mundteilen der Parasiten ausgeübte mechanische Reize mit Bestimmtheit von den mutmaßlichen Ursachen der Krankheit ausschließen; denn

der Parasit selbst dringt mit Hilfe seiner Mundteile in die Pflanzengewebe ein. Sobald von der Wirkung einer von dem Tiere ausgeschiedenen Flüssigkeit die Rede sein kann, kann auch die Rede sein von der Einwirkung des Stachels der *Tylenchus* auf eine oder mehrere Zellen. — Dass ich die Tylenchen-Krankheit der Gewächse der Wirkung einer ausgeschiedenen Flüssigkeit und nicht einem mechanischen Reize zuschreibe, hat seinen Grund hauptsächlich in der Thatsache, dass in andern Fällen Hypertrophie und Gallbildung sich nicht durch mechanische Reize erklären lassen<sup>1)</sup>. Ich kann nur eine einzige Thatsache erwähnen, aus welcher sich herleiten ließe, dass wirklich an keinen andern Einfluss als den der vom Tiere ausgeschiedenen Flüssigkeit gedacht werden könne. Askenasy fand (man vergleiche Seite 263 dieses Bandes des „Biologischen Centralblattes“) in dem Moose *Hypnum cupressiforme* Tylenchen, welche Bütschli<sup>2)</sup> unter dem Namen *T. Askenasyi* als neue Art beschrieb, die jedoch ziemlich gewiss von *T. devastatrix* artlich nicht verschieden ist (vgl. S. 240—242 dieses Bandes des „Biolog. Centralblattes“). Bütschli zufolge veranlassen diese Parasiten „eine abnorme Vergrößerung“, aber doch befänden sie sich „nicht etwa in das Gewebe der Knospe eingegraben, sondern (sie) liegen frei zwischen den innern Blättern, so dass beim Oeffnen derselben ein ganzes Knäuel unserer Würmer gewöhnlich herausfällt“. Zwar wird in Bütschli's Arbeit die Missbildung, welche seine *Tylenchus* an *Hypnum cupressiforme* verursacht, nicht en detail behandelt; doch scheint hier ebensowohl von Hypertrophie die Rede zu sein wie bei allen andern von *T. devastatrix* veranlassten Pflanzenkrankheiten. Und so wird im Falle Bütschli's Hypertrophie von Tylenchen verursacht, die nicht in den Geweben selbst sondern frei zwischen den Blättern liegen. Man kann hier nicht etwa an einen mechanischen Reiz denken, und so kann man wohl nicht umbin, die Missbildungen von der Wirkung einer von *Tylenchus* ausgeschiedenen Flüssigkeit herzuleiten.

Aehnliche Stoffe wie *T. devastatrix* scheinen die andern pflanzenparasitischen Tylenchen sowie die ihnen nächstverwandten Heteroderen auszuschneiden, denn die Krankheiten, welche diese Parasiten bei den verschiedensten Pflanzen verursachen, lassen sich alle in die Rubrik: Hypertrophie und Gallenbildung einreihen. Allein es versteht sich, dass selbst bei gänzlicher Gleichheit des von zwei Nematodenarten ausgeschiedenen Stoffes das Leben dieser Tierart (das von ihr erreicht werdende Alter, die Stärke der Fortpflanzung) sowie die von ihr bewohnten Pflanzenteile von größtem Einfluss auf die von ihr verursachte Pflanzenmissbildung sind.

1) Vergl. Beyerinck, „Beobachtungen über die ersten Entwicklungsphasen einiger Cynipidengallen“, S. 177—181; W. Hofmeister, „Allgemeine Morphologie der Gewächse“, S. 635.

2) O. Bütschli, „Beiträge zur Kenntnis der freilebenden Nematoden“, S. 40.

Es ist eine Thatsache, dass der von *T. devastatrix* ausgeschiedene Stoff bis in einiger Entfernung von dem Orte, wo der Parasit lebt, wirkt. Ich habe jedoch nicht ermitteln können, wie groß diese Entfernung sei.

Es versteht sich, dass ein Pflanzenteil um so größere Missbildungen zeigt, je nachdem er eine größere Anzahl von Tylenchen enthält. Jede an Stockkrankheit leitende Roggen- oder Kleepflanze, jede ringelkranke Schuppe einer Hyazinthenzwiebel kann es zeigen.

Eine sich schnell fortpflanzende *Tylenchus*-Art, welche jährlich mehrere Generationen liefert, veranlasst ceteris paribus größere Missbildungen als eine Art, die eine nur langsame Fortpflanzung besitzt. Von *Tylenchus devastatrix* treten jährlich mehrere Generationen auf, während *Tylenchus scandens* (= *Anguillula Tritici*, die Ursache des „Kaulbrands“ oder der „Radenkrankheit“ des Weizens) nur eine Generation pro Jahr liefert. Dazu kommt noch, dass die erstgenannte Art immer in dem Halme und den Blättern leben bleibt, während die letztere so bald wie möglich in die Aehre und die Blütenknospen übersiedelt, um daselbst die Ursache der Gallenbildung zu werden. Infolge dessen bekommt die in starkem Grade von der Stockkrankheit heimgesuchte Roggenpflanze eine abnorm verdickte, sogar rübenförmige Halmbasis und abnorm verdickte, krause Blätter, während der Halm und die Blätter, infolge des geringen Längenwachstums der Gefäßbündel, sehr kurz bleiben, und die Aehrenbildung gewöhnlich gänzlich ausbleibt.

Ganz anders verhalten sich die von *Tylenchus scandens* angegriffenen Weizenpflanzen<sup>1)</sup>. Zwar zeigen sich — wahrscheinlich weil die letztgenannte Art dieselben Stoffe ausscheidet wie die *T. devastatrix* — anfänglich dieselben Missbildungen als bei den stockkranken Roggenpflanzen; allein gewöhnlich treten diese in weniger starkem Grade auf, weil die Zahl der eingedrungenen Tylenchen weit geringer ist, als die, welche bei der Stockkrankheit der jungen Roggenpflanzen in diese letztern eindringen. Bald verschwinden die Krankheitssymptome gänzlich aus den Blättern und dem Halme, und zwar nachdem die Aelchen in die Aehre und in die sich entwickelnden Blütenknospen eingedrungen, wo sie vollständig auswachsen, geschlechtsreif werden und sich fortpflanzen. Dann bilden sich mehrere Blütenknospen in braunwandige Gallen um, und alle andern Teile der Weizenpflanze werden gänzlich von Tylenchen befreit und entwickeln sich ganz normal.

Das Vorkommen von *Tylenchus devastatrix* in einem Pflanzengewebe verursacht noch mehr Missbildungen als Vergrößerung und

1) Man vergleiche Prillieux, „Etude sur la formation des grains niellés du blé“ in „Annales de l'institut national agronomique“, Nr. 5 et 6 (1879—80 et 1880—81).

vermehrte Teilung der Parenchymzellen und verminderten Längenwachstum der Gefäßbündel. Auch der Inhalt der Zellen, auf welche die von den Würmchen ausgeschiedene Flüssigkeit in starkem Grade einwirkt, bleibt nicht unverändert. In den Zellen derjenigen Gewebe eines Blattes oder eines grünen Stengeltheiles, worin viele Aelchen leben, verschwinden die Chlorophyllkörnerchen, während ein gelbgrüner Farbstoff sich durch das Protoplasma der Zelle verbreitet, die aber bald gänzlich verschwindet.

Die Pflanzenteile, welche in starkem Grade von Tylenen angegriffen werden, sterben bald ab, werden braun und vergehen; und zwar vergehen sie schneller als die Pflanzenteile, welche nicht durch die Wirkung der Tylenen absterben.

Die Ursache dieses Absterbens der angegriffenen Gewebe liegt nicht immer in dem Verschwinden des Chlorophylls; denn auch die Zwiebelschuppen von Hyazinthen, Seillas, Lauchzwiebeln (*Allium*) u. s. w. sterben und färben sich braun auf den Stellen, wo sich viele Aelchen befinden. Gibt es in einem Pflanzenteile relativ wenige Aelchen, so kommt es nur zur Hypertrophie, nicht zum Absterben. Der von *Tylenchus devastatrix* ausgeschiedene Stoff scheint also nur in den Fällen tödlich auf die Pflanzengewebe einzuwirken, wenn er in großer Quantität ausgeschieden wird.

d) Das latente Leben von *Tylenchus devastatrix*.

Von *Tylenchus scandens* (= *Anguillula Tritici*) weiß man schon seit langer Zeit, dass sie durch Austrocknen scheintot werde, bei Befeuchtung wieder auflebe. Turbervil Needham<sup>1)</sup>, Maurice Roffredi<sup>2)</sup>, Felix Fontana<sup>3)</sup> und Francis Bauer<sup>4)</sup> haben über diese interessante Thatsache Versuche angestellt. Namentlich die von Bauer beobachteten Thatsachen sind der Erwähnung wert, obgleich seine Versuche jeder auf sich selbst stehen, und zu seiner Zeit noch nicht von ihm in Verbindung mit einander und mit andern Vorgängen gebracht werden konnten. Keiner der vier obengenannten Beobachter hat bei *Tylenchus scandens* ein so langes latentes Leben konstatieren können als Baker (1771), der diese Nematoden 27 Jahre lang in scheintotem Zustande hielt und sie bei der Befeuchtung wieder aufleben sah. Bauer konnte Exemplare, die während sechs Jahren und

1) T. Needham, „Microscopical Observations on the Worms discovered in „Smuthy corn“ in „Philosophical Transactions“, XLII. (1744).

2) M. Roffredi, „Mémoire sur l'Origine des petits vers ou Anguilles du „Bled Rachitique“ in „Journal de physique“, V. (1775).

3) F. Fontana in „Journal de physique“, VII. (1776).

4) F. Bauer, „Microscopical Observations on the suspension of the muscular motions of the Vibrio Tritici“ in „the Philosophical Transactions“, 1823. Vergl. auch Claude Bernard, „Leçons sur les phénomènes de la vie“ (1885). I. Seite 91.

ein Monat in ausgetrocknetem Zustande verblieben, durch Befechtung wieder aufleben lassen; wenn sie länger in diesem Zustande verweilten, so blieben sie „really dead“. — An den Tylenchen aus den ringelkranken Hyazinthen, die, wie aus meinen Untersuchungen folgt, keine andere als die *Tylenchus devastatrix* sind, beobachtete Prillieux<sup>1)</sup>, dass sie „au moins après quelques jours de dessication“ durch Behandlung mit Wasser ins aktive Leben zurückkehren. Betreffend der „*Anguillule* de l’Oignon“ (die aber nach den Chatin’s Schrift begleitenden Abbildungen keine *Tylenchus* sein kann, und worüber ich später in den „Archives du Musée Teyler“ in französischer Sprache referieren werde) hat der obengenannte französische Gelehrte einige interessante Untersuchungen über das latente Leben angestellt<sup>2)</sup>. Es würde zu viel Raum erfordern, wenn ich alle von meinen Vorgängern gemachten Untersuchungen und Erfahrungen ausführlich besprechen wollte; bei dem Niederschreiben der Resultate meiner eignen Untersuchungen will ich immer, so weit schon früher dieselben Thatsachen beobachtet wurden, auf die Arbeiten meiner Vorgänger weisen.

Ich habe keine Versuche gemacht um zu erforschen, wie lange Zeit *Tylenchus devastatrix* im latenten Leben verharren kann; allein ich glaube aus den an *Tylenchus scandens* gemachten Erfahrungen schließen zu dürfen, dass auch bei meiner *Tylenchus* das Leben weit länger latent bleiben kann, als aus den von mir gemachten Versuchen erhellt.

Das Vermögen der *Tylenchus devastatrix*, auf längere Zeit ein latentes Leben zu führen, habe ich zunächst durch folgende Versuche konstatiert.

1) Kranke junge Zwiebelpflanzen (*Allium cepa*), die mir Mai 1884 zugeschiedt wurden, ließ ich zum Austrocknen liegen bis im April 1885. Dann zerstückelte ich die seit mehrern Monaten ganz in Stroh verwandelten Pflänzchen; ich vermischte sie mit reinem, nicht infiziertem Sandboden, säte Zwiebelsamen hinein und befeuchtete den Boden. Die Keimpflanzen zeigten sich sogleich in starkem Grade von Aelchen infiziert.

2) Ein Objektglas, worauf sich einundzwanzig Larven von Hyazinthenälchen, ein Männchen und zwei Weibchen sowie zahlreiche Eier in verschiedenen Entwicklungszuständen befanden, wurde von mir in trockner Umgebung von November 1884 bis November 1885 aufbewahrt. Nach diesem Zeitverlaufe lebten, bei Befechtung, alle Larven; die völlig ausgewachsenen Individuen (♂ und ♀ ♀) lebten nicht wieder auf. Diejenigen Eier, worin schon vor der Austrocknung

1) E. Prillieux, „la Maladie vermiculaire des Jacinthes“ in „Journal de la Soc. nation. d’Horticulture“, 1881, Seite 253—260.

2) Joannes Chatin, „Recherches sur l’anguillule de l’Oignon“ (1884), Seite 32.

ein wurmförmiger Embryo sich befand, gelangten nach der Befechtung alle zu weiterer Entwicklung, von den andern Eiern nur einige.

3) Ein Stückchen aus einer Hyazinthenschuppe, 3 mm lang und breit und etwas mehr als 1 mm dick, wurde von mir an einem trocknen Orte aufbewahrt vom Januar 1883 bis Juli 1885. Als ich das natürlich inzwischen gänzlich ausgetrocknete Stückchen der Zwiebel- schuppe auffeuchtete, kehrten alle darin enthaltenen Aelchenlarven wieder ins aktive Leben zurück; mit den erwachsenen Männchen und Weibchen war dies der Fall nicht. Die Larven hatten also während  $2\frac{1}{2}$  Jahren ein latentes Leben geführt.

Noch mehrere mal ließ ich Tylenchen in verschiedenen Entwicklungsstadien austrocknen. Ich brauche nicht aller von mir angestellten Versuche Erwähnung zu machen; ich will nur die von mir erhaltenen Resultate verzeichnen.

Eier, die noch nicht in die Periode der Eifurchung eingetreten sind, können ohne Gefahr 2 Monate lang austrocknen; bei Befechtung leben sie alle wieder auf. Lässt man sie während eines Jahres austrocknen, so entwickelt sich nach Befechtung etwa ein Drittel der Eier weiter; zwei Drittel sind gestorben. — Die Eier, welche während zweier Monate der Austrocknung ausgesetzt waren, hatten ihr Protoplasma etwas zusammengezogen.

Bei denen, die etwa während eines Jahres der Austrocknung ausgesetzt waren, war der Inhalt in starkem Grade zusammengeschrumpft. Die Wand hatte ihren gewöhnlichen Umfang beibehalten, das Protoplasma war in dem einen Ende des Eies angehäuft und berührte am andern Ende die Wand gar nicht. — Die während zweier Monate ausgetrockneten Eier mussten wenigstens während dreier Tage, gewöhnlich jedoch für längere Zeit in Wasser gehalten werden, bevor sie sich weiter zu entwickeln anfangen; die während eines Jahres in ausgetrocknetem Zustande verweilenden Eier wenigstens 13 Tage, gewöhnlich aber länger, bis 30 Tage. — Die Dotterfurchung fing niemals an bevor das Protoplasma (der Dotter) unter Wasseraufsaugung wieder bis zum normalen Umfang angeschwollen war und überall die Wand wieder berührte.

Eier, deren Dotter sich schon in 2, 4, 8 oder 16 Kugeln geteilt hat, können der Austrocknung auch nur für eine Zeit von 6 Tagen nicht widerstehen; nach Befechtung entwickeln sie sich nicht weiter.

Eier, in denen ein wurmförmiger Embryo sich befindet, können während sechs Monaten, vielleicht sogar während längerer Zeit, durch Austrocknung im Zustande latenten Lebens fortbestehen, ohne die Fähigkeit zu verlieren, bei Befechtung wieder aufzuleben. Diese Beobachtung meinerseits widerstreitet den von Bauer an Eiern von *Tylenchus scandens* (= *Anguillula Tritici*) gemachten; er schreibt von den einen wurmförmigen Embryo enthaltenden Eiern: „neither can

the young worms within the eggs be revived, if the eggs have been but for a moment dry before the worms have extricated themselves“. In allen von mir beobachteten Fällen zog sich der wurmförmige Embryo in die Ecke des Eies zurück, und zwar in den kleinstmöglichen Raum.

Die Fähigkeit der Larven, nach Austrocknung ins aktive Leben zurückzukehren, ist sehr groß. Aus dem oben (sub 3 nächstvorige Seite) mitgeteilten Versuche erhellt, dass sie nach einem latenten Leben von  $2\frac{1}{2}$  Jahren wieder ins normale Leben zurückkehren. [Wahrscheinlich können sie nach viel längerer Austrocknung wieder aufleben.] Alle hierunter mitzuteilenden Versuche über die Schnelligkeit des Erwachens aus dem latenten Leben sind mit Larven von mir ausgeführt worden.

Das Alter der Larven hat einigen Einfluss auf die Zeit, welche sie bei Aufweckung brauchen, um das latente Leben wieder mit dem aktiven zu vertauschen. Als ich den Versuch mit zwanzig bis dreißig Larven von sehr verschiedener Größe (also sehr verschiedenen Alters) machte, sah ich, dass nach einer einmonatlichen Austrocknung die 0,4 bis 0,5 mm langen Larven durchschnittlich  $4\frac{1}{2}$  Stunden zur Wiederauflebung brauchten, während die 0,9 bis 1 mm langen, also die fast völlig ausgewachsenen Larven erst nach 2- bis 5tägiger Befeuchtung ins aktive Leben zurückkehrten. Ich nahm für meine Versuche ein kleines Stückchen einer ringelkranken Hyazinthenschuppe, welches ich zum Austrocknen niederlegte und nach einem Monate wieder befeuchtete. In dieser Weise hatte ich die Sicherheit, alle Larven ganz gleich zu behandeln. Dass junge Larven *ceteris paribus* schneller aufleben als alte, wurde schon vorher von Chatin an seiner „Anguillule de l'Oignon“ konstatiert.

Ganz erwachsene Tylenchen (das sind diejenigen, woran man die sexuellen Unterschiede beobachten kann) sind niemals im stande, bei Austrocknung das Leben in latentem Zustande zu behalten. Wenn ich einige Männchen und Weibchen in einem Wassertropfen liegen hatte, so sah ich sie, so bald der Tropfen gänzlich austrocknete, sich in die Länge strecken; Befeuchtung mit Wasser während einiger Tage konnte das Werk weniger Stunden nicht wieder aufheben: die Würmchen lebten nicht wieder auf.

Mit den Larven, die eine so große Wiederauflebungsfähigkeit haben, machte ich mehrere Versuche.

Zunächst konstatierte ich, dass Larven von ungefähr derselben Größe (d. h. also Larven von ungefähr demselben Alter), in lethargischem Zustande sich befindend, für das Wiederaufleben länger im Wasser sich aufhalten müssen, je nachdem sie länger in ausgetrocknetem Zustande gelebt haben. Während 10 Larven von 0,4 bis 0,7 mm, die auf einem Objektglase während zweier Tage sich in ausge-

trocknetem Zustande befanden, alle innerhalb einer Stunde ins aktive Leben zurückgekehrt waren, brauchten 8 andere Larven von derselben durchschnittlichen Größe, die aber einen Monat in ausgetrocknetem Zustande zubrachten, für das Wiederaufleben etwa zehn Stunden, und 15 Larven, wieder von derselben Größe, die  $2\frac{1}{2}$  Jahre in lethargischem Zustande waren, blieben zwar bei der Befeuchtung noch 8 bis 20 Tage in diesem Zustande verweilen, erwachten aber doch zuletzt.

Zweitens konstatierte ich, dass die Temperatur des Wassers, womit ich die ausgetrockneten Tylenchenlarven befeuchtete, *ceteris paribus*, Einfluss hat auf die Zeit, welche die Würmchen brauchten, um ins aktive Leben zurückzukehren. Die im vorhergehenden Absatze beschriebenen Versuche wurden im Januar bei schwachem Froste vorgenommen, aber in einem erwärmten Zimmer. Die daselbst erwähnten acht Larven von 0,4 bis 0,7 mm, welche während eines Monats in ausgetrocknetem Zustande sich befanden, und 10 Stunden für das Aufleben brauchten, waren in ein Uhrgläschen mit Wasser von  $5^{\circ}$  C. gebracht und blieben an einem Orte stehen, wo die mittlere Lufttemperatur  $10^{\circ}$  C. betrug.

Ich nahm 14 andere Larven von derselben durchschnittlichen Länge, und die während derselben Zeit im Zustande latenten Lebens zugebracht hatten, und brachte sie in ein Uhrglas mit Wasser von  $22^{\circ}$  C., während ich das Uhrglas unweit des Ofens nieder setzte, damit die Temperatur des Wassers so wenig wie möglich sänke: das Resultat war, dass schon nach  $1\frac{1}{2}$  Stunden die Larven wieder sich zu bewegen angingen; sogar waren schon nach  $\frac{3}{4}$  Stunden fünf der kleinsten Larven ins aktive Leben zurückgekehrt.

Zuletzt nahm ich 10 Larven von 0,6 bis 0,8 mm, die während eines Monats in ausgetrocknetem Zustande verharret hatten; ich brachte sie in ein Uhrglas mit Wasser von  $1^{\circ}$  C., und setzte letzteres in ein Zimmer, wo die Lufttemperatur während des Versuches zwischen  $1^{\circ}$  C. und  $5^{\circ}$  C. variierte: nach 5 Tagen waren die Lärven noch in lethargischem Zustande. Dann konnte ich meinen Versuch nicht verfolgen, weil das Wasser, worin ich meine Aelchen hielt, fror. — Später wiederholte ich diesen Versuch mit 20 Lärven, die nur 2 Tage in ausgetrocknetem Zustande zubrachten; das Wasser, worein ich sie brachte, hatte eine Temperatur von  $2^{\circ}$  C. und die Temperatur der Zimmerluft blieb zwischen  $1^{\circ}$  C. und  $6^{\circ}$  C.: in 10 Tagen kamen die Larven nicht ins aktive Leben zurück; nachher fror das Wasser. —

Ich will noch hinzufügen, dass Chatin bei seiner „*Anguillule de l'Oignon*“ dieselbe Beobachtung machte als ich selbst bei *Tylenchus devastatrix*: dass niedere Temperaturen das Wiederaufleben hindern, während höhere Temperaturen es beschleunigen.

Die Larven der *Tylenchus devastatrix* können nach dem Wiederaufleben noch einmal austrocknen, dann bei Befechtung doch wieder ins aktive Leben zurückkehren, um bei Austrocknung wieder ein latentes Leben zu führen u. s. w. Doch kann man nicht mit diesem Austrocknen und Wiederaufleben bis ins unendliche fortfahren. Ich nahm eine große Anzahl junger Larven, die ich während zweier Tage austrocknen ließ, und nachher mit einer geringen Quantität Wassers von 15° C. befeuchtete. Innerhalb etwas mehr als einer halben Stunde waren alle ins Leben zurückgekehrt.

Dann ließ ich den Wassertropfen, worin sie sich befanden, austrocknen; und am folgenden Tage befeuchtete ich die aufgetrockneten Larven: innerhalb einer Stunde waren alle wieder erwacht.

Diese Versuche wiederholte ich 16 mal; allein nach jeder folgenden Befechtung musste ich länger warten, bis die Lärvehen auflebten; und schon bei der dritten Befechtung gab es einige wenige, die nicht ins aktive Leben zurückkehrten, und welche ich von dem Objektgläschen entfernte. Bei jeder neuen Befechtung war die Zahl der nicht wieder auflebenden Larven größer, bis zuletzt nach einer 16maligen Befechtung kein einziges Exemplar wieder auflebte.

Brachte ich die ausgetrockneten Würmchen unter übrigens ganz gleichen Umständen nicht in einen kleinen Wassertropfen, sondern in eine größere Quantität Wassers, die 8 bis 12 Tage zum völligen Austrocknen brauchte, so dass die aus dem latenten Leben aufgewachten Tierchen jedesmal zwischen zwei Austrocknungen viel längere Zeit im aktiven Leben verblieben — so sah ich, dass bei jeder neuen Befechtung eine stets größere Zahl Tylenchen tot blieben, und dass die andern doch viel längere Zeit brauchten, ins gewöhnliche Leben zurückzukehren. Auch konnte ich dann die Austrocknung und Befechtung nicht öfter als fünf mal mit dem erwünschten Erfolge wiederholen.

Das ersterwähnte Resultat: dass die Tylenchenlarven nicht ins unendliche nach Austrocknung wieder aufleben können, stimmt mit dem, was schon Claude Bernard von der Wiederauflebung ausgetrockneter Tiere im allgemeinen schrieb: „Ces animaux ne peuvent pas revenir à la vie indéfiniment, parce qu' à chaque réviviscence ils consomment une partie de leurs matériaux nutritifs, sans pouvoir réparer cette perte, puisqu'ils ne mangent pas; de sorte qu' à la fin la condition intrinsèque, formée par la réserve des matériaux nutritifs, finit par disparaître et empêcher la vie de se manifester, lorsqu'elle que subsistent les trois autres conditions extrinsèques: chaleur, eau, air“<sup>1)</sup>.

Auch die zweitens von mir erwähnte Thatsache erklärt sich leicht. Wenn schon bei jeder Wiederauflebung ein Teil des im Körper angehäuften Stoffes verbraucht werden muss, so fordert doch das

1) Claude Bernard, „Leçons sur les phénomènes de la vie“, I, S. 91.

aktive Leben während einiger Tage noch mehr Nahrungsstoff; und das Wasser, worin die Tylenchenlarven aufgelebt waren, enthielt denselben nicht. Je länger man also die Tiere zwischen zwei Perioden latenten Lebens im aktiven Leben zubringen lässt, je mehr des im Körper vorhandenen Reservestoffes sie verbrauchen, je weniger Stoff behalten sie für öfter wiederholtes Aufleben.

Auch ist es ziemlich deutlich, welcher Stoff bei dem Uebergange der Tylenchenlarven aus dem latenten ins aktive Leben verbraucht wird: denn die in den Larven sehr viel vorkommende körnige Masse, deren zahlreiche stark lichtbrechende Körnchen das genaue Studium der innern Organisation sehr beschwert, vermindert sich stets und verschwindet zuletzt bei oftmals wiederholten Uebergängen aus dem latenten Leben ins aktive.

Hält man die Tylenchen nach ihrem Aufleben während ziemlich langer Zeit im Wasser, bevor man sie austrocknen lässt, so kommt zum Stoffverluste, der für die gewöhnlichen Lebensfunktionen nötig ist, noch derjenige Stoffverlust, der unerlässlich ist für die Ausscheidung eines klebrigen Stoffes, der immer stattfindet beim Verweilen der Aelchen im Wasser; ohne die Ausscheidung des letztgenannten Stoffes können die Tylenchen sogar nicht in dem ungewöhnlichen Medium (Wasser) am Leben bleiben, wie von mir durch spezielle Versuche dargethan wurde, über welche ich aber erst später berichten werde.

Ich muss noch bemerken, dass die völlig ausgewachsenen Aelchen das Vermögen des Wiederauflebens entweder nicht oder nur im geringern Grade als die Larven besitzen, weil sie eine weit weniger große Quantität des oben genannten körnigen Reservestoffes enthalten; dieser Reservestoff ist aller Wahrscheinlichkeit nach für die Bildung der Geschlechtsprodukte wenigstens teilweise verbraucht worden.

Noch will ich zuletzt den großen Nutzen betonen, den die Möglichkeit des zeitweiligen Uebergangs aus dem aktiven ins latente Leben für die Tylenchen hat. Wenn einmal auf einem von Tylenchen infizierten Bodenstücke keine Pflanzen wachsen, worin diese Parasiten leben können, oder auch nur solche, in die sie nur zufälligerweise übergeben, so suchen die mikroskopischen Würmchen die Bodenoberfläche auf, welche gewöhnlich trocken genug ist, um bei ihnen den Uebergang aus dem aktiven ins latente Leben zu veranlassen. (Man vergleiche das früher von mir hierüber Gesagte im „Biolog. Centralblatt“, VII, Nr. 9, S. 269—271.) Das Fortbestehen der Species wird also durch den Uebergang der Tylenchen ins latente Leben völlig gesichert.

Nicht nur durch Austrocknung, sondern auch durch Kälte kann *Tylenchus devastatrix* in den lethargischen Zustand übergehen. Dass ihr Leben auch durch die niedrigsten Wintertemperaturen nicht

ausgelöscht wird, erhellt aus der Thatsache, dass sie sich den Winter über in Roggenpflanzen befinden, dass sie zugleich mit den von ihnen bewohnten Pflanzen erfrieren, jedoch beim Auftauen wieder ins aktive Leben zurückkehren.

Aus meinen oben (S. 654) mitgeteilten Versuchen geht hervor, dass ausgetrocknete Larven in Wasser von 1° C. über Null nicht aufleben können. Allein kühlt man Wasser, in welchem sich lebende Larven befinden (nicht zu schnell!) bis 1° C. ab, so sieht man sie sich noch bewegen; aber die Bewegungen werden träger, und etwa bei der genannten Temperatur hören sie fast gänzlich auf. Bei niederem Wärmegrade, und natürlich, wenn das Wasser sich in Eis verwandelt hat, werden die Aelchen ganz steif. Doch ist damit das Leben nicht für immer verschwunden; die Steigerung der Temperatur des umgebenden Wassers lässt sie wieder aufleben.

Um niedrige Temperaturen zu bekommen, nahm ich Eis, wozu ich Salpetersäure fügte. Ich brachte in dieses kalte Gemisch eine Glasdose, worein ich eine Zwiebel (*Allium*) brachte, die von Tylenchen wimmelte, sowie einige Blattstücke ringelkranker Hyazinthenpflanzen. Die Temperatur, die bald nach dem Beifügen der Salpetersäure (nachmittags 2 Uhr) bis — 12° C. abkühlte, war 2 Uhr 45 Min. bis — 19° C. gesunken, und stieg dann allmählich wieder, bis sie abends 6 Uhr — 9° C. erreicht hatte. Am folgenden Morgen 8 Uhr wies das Thermometer — 5° C., mittags um 1 Uhr 45 Min. — 4° C. Jetzt nahm ich die Pflanzenteile nach einem 24stündigen Aufenthalt in dem kalten Gemische wieder hinaus. Einen Teil dieser Pflanzenteile erwärmte ich sehr langsam, indem ich sie in schmelzendes Eis brachte, während das Zimmer eine Temperatur von + 8° C. hatte. Einen andern Teil setzte ich plötzlich einer höhern Temperatur aus, indem ich die Pflanzenteile aus dem kalten Gemische nahm und sie in ein Zimmer brachte, wo die Temperatur durchschnittlich + 17° C. betrug. Ich erhielt die folgenden Resultate:

Die schnell aufgetauten Tylenchen waren alle gestorben.

Als ich die allmählich aufgetauten Pflanzenteile samt den darin enthaltenen Tylenchen isolierte und sie mit Wasser von etwa 16° C. befeuchtete, lebten schon nach etwa 10 Minuten alle von mir untersuchten Larven wieder auf. Auch die innerhalb der Eiwand eingeschlossenen Embryonen fingen sich wieder zu bewegen an. Allein die erwachsenen Männchen und Weibchen waren größtenteils gestorben. Letztere scheinen also schlechter dem Einfluss niederer Temperaturen Widerstand leisten zu können als die Larven und die Embryonen. Diejenigen Eier, welche in dem Augenblicke, als sie aus dem schmelzenden Eise genommen wurden, in der Periode der Eifurchung sich befanden, setzten — nach Befeuchtung mit Wasser von 16° C. — nach  $\frac{3}{4}$  Stunden die Furchung fort; auch bei diesen hatte

die niedere Temperatur, die bis zu  $-19^{\circ}$  C. ging, keine schädliche Auswirkung gehabt.

Man weiß, dass die chemischen Prozesse, welche das Leben charakterisieren, größtenteils Fermentwirkungen sind. Fermente aber können ausgetrocknet werden, so dass sie zwar zeitlich ihre charakteristischen Wirkungen nicht mehr zeigen, aber wieder in ihrer Aktivität auftreten, sobald sie aufs neue befeuchtet werden.

Die Gewebe, woraus ein lebender Organismus besteht, besitzen eine gewisse Struktur und gewisse Eigenschaften, die sie bei der Austrocknung zwar verlieren, bei der Befeuchtung aber zurückerkhalten. Chevreul hat schon in 1819 über den Einfluss des Austrocknens auf die Gewebe des Organismus sowie über das Zurückbekommen ihrer ursprünglichen Eigenschaften durch Befeuchtung interessante Versuche gemacht<sup>1)</sup>.

Während also das Austrocknen einerseits die Gewebe ihrer eigentümlichen für ihre Funktion unerlässlichen Struktur beraubt, anderseits die sonst im Organismus auftretenden Fermentwirkungen supprimiert, kann die Befeuchtung — natürlich nur unter übrigens günstigen Umständen — sowohl die fürs Leben unerlässliche Struktur der Gewebe als die Fermentwirkungen zurückkehren lassen. Sobald dies geschieht, geht das Tier wieder aus dem Zustande des latenten Lebens in den des aktiven Lebens über.

„L'animal ou la plante, en renaissant, commence toujours par détruire son organisme, par en dépenser les matériaux préalablement mis en réserve. Cette observation nous fait comprendre la nécessité d'une nouvelle condition pour la reviviscence ou le retour à la vie manifestée. Il faut que l'être possède des réserves, accumulées dans ses tissus, pour pouvoir se nourrir et parer à ses premières dépenses, jusqu'au moment où, complètement revenu à l'existence, il pourra puiser au dehors, par l'alimentation, les matériaux qui lui sont nécessaires pour faire de nouvelles réserves. . . . Dès que les phénomènes de destruction vitale ont recommencé dans l'être tout à l'heure inerte, la création vitale reprend aussi son cours, et la vie se rétablit dans son intégrité avec ses deux ordres de phénomènes caractéristiques“<sup>2)</sup>.

Weil auch die Kälte die Fermente inaktiv macht und eine genügende Temperatursteigerung sie wieder thätig auftreten lässt, so versteht es sich, dass eine niedere Temperatur einen Organismus in den Zustand latenten Lebens bringen muss, während Temperatursteigerung das aktive Leben wieder hervorruft.

1) Man vergleiche die Mitteilungen Chevreul's in „Mémoires du Museum“, Band XIII.

2) Claude Bernard, „Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux“, I, (1885), S. 102; auch S. 96—103.

Ich will meine Mitteilungen über das latente Leben der *Tylenchus devastatrix* mit der folgenden Bemerkung beschließen. Davaine<sup>1)</sup> hat zuerst beobachtet, dass die Aelchen aus dem Gichtkorn („blé niellé“), d. h. die *Tylenchus scandens* (= *Anquillula Tritici*), durch in Fäulnis sich befindende organische Substanzen in lethargischen Zustand gebracht werden. Ich fand, dass für die Larven sowie für die ausgewachsenen Männchen und Weibchen der *Tylenchus devastatrix* dasselbe gilt. In einigen Wassertropfen, worin eine Anzahl Tylenchen froh umherschweben, braucht man nur ein kleines Stückchen Fleisch, Käse oder Stärke zu bringen, um (in warmer Umgebung) nach 3 bis 6 Stunden alle Tylenchen in lethargischen Zustand zu bringen. Dass die Ursache wirklich in dem Vorhandensein faulender organischer Substanzen liegt, ergibt sich aus der Thatsache, dass man die Würmchen nur einige mal mit reinem Wasser abzuwaschen und sie weiter drei bis Stunden in solchem Wasser aufzubewahren braucht, um die gewöhnlichen Bewegungen wieder eintreten zu lassen. In je stärkerem Grade die organischen Substanzen verfaulen, um so früher gehen die Aelchen ins latente Leben über. Also sieht man ceteris paribus bei höherer Temperatur früher als bei niedriger Temperatur die Tylenchen ins latente Leben übergehen. Im allgemeinen will es mir scheinen, dass *T. devastatrix* länger als *T. scandens* bei der Einwirkung faulender organischer Substanzen im Zustande des aktiven Lebens bleiben kann.

Es fehlt bis jetzt eine durch feststehende Beobachtungen konstatierte Erklärung der Thatsache, dass faulende organische Substanzen die Tylenchen in den lethargischen Zustand bringen. Doch ist es wahrscheinlich, dass die Fäulnisbakterien dann den Sauerstoff so schnell verbrauchen, dass die Atmung der Tylenchen aufhört und letztere demzufolge ins latente Leben eintreten.

Durch die oben erwähnte Eigenschaft der Tylenchen kann man bei den Versuchen betreffend das Wiederaufleben ausgetrockneter Tiere sich leicht irre führen lassen; denn es kann öfter vorkommen, dass in dem Uhrgläschen, worin die Würmchen liegen, mit denen man experimentiert, zugleich kleine Pflanzenteile oder tote Tylenchen sich befinden, welche, in Fäulnis übergehend, die übrigen Tylenchen im Zustande latenten Lebens erhalten, während diese Würmchen sonst schon lange durch die Befeuchtung ins aktive Leben zurückgekehrt sein würden.

## Die feinem Vorgänge bei der Befruchtung des tierischen Eies.

Vortrag, gehalten in der Sektion für Zoologie und Anatomie der 60. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Wiesbaden.

Von Dr. O. Zacharias.

Zacharias hat eine Reihe von Beobachtungen am Ei des Pferdespulwurmes (*Ascaris megalocephala*) gemacht. An keinem andern Objekt

1) Davaine, „Recherches sur l'anguillule du blé niellé.“

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1887-1888

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Bos Ritzema Jan

Artikel/Article: [Untersuchungen über Tylenchus devastatrix Kühn. 646-659](#)