

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

IX. Band.

15. Januar 1890.

Nr. 22.

Inhalt: **Ritzema Bos**, Die Rübenmüdigkeit des Bodens und der Rübenmematode. — **Schlosser**, Ueber die Modifikationen des Extremitätenskelets bei den einzelnen Säugetierstämmen. — **W. Braune** in Verbindung mit **O. Fischer**, Ueber den Schwerpunkt des menschlichen Körpers mit Rücksicht auf die Ausrüstung des deutschen Infanteristen. — **Zacharias**, Bilder und Skizzen aus dem Naturleben. — **Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften**: Physikalisch - medizinische Sozietät zu Erlangen.

Die Rübenmüdigkeit des Bodens und der Rübenmematode, von **Dr. J. Ritzema Bos**,

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

- „Die Ergebnisse der Versuche zur Ermittlung der Ursachen der Rübenmüdigkeit und zur Erforschung der Natur der Nematoden“, von Prof. Dr. Julius Kühn. (Berichte aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle, 3. Heft, 1881.)
- „Die Wirksamkeit der Nematoden-Fangpflanzen, nach den Versuchsergebnissen des Jahres 1881“, von Prof. Dr. Julius Kühn. (Berichte aus dem physiologischen Laboratorium u. s. w., 4. Heft, 1882, S. 1—14.)
- „Bericht über weitere Versuche mit Nematoden-Fangpflanzen“, von Prof. Dr. Julius Kühn. (Berichte aus dem physiologischen Laboratorium u. s. w., 6. Heft, 1886, S. 163—176.)
- „Anleitung zur Bekämpfung der Rübenmematoden“, von Prof. Dr. Jul. Kühn. (Ebendasselbst S. 176—184.)
- „Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Rübenmematoden (*Heterodera Schachtii* Schmidt)“, von Dr. Ad. Strubell. (in: Bibliotheca Zoologica) 1888.

Seitdem die Zuckerrübenkultur in mehreren Teilen Deutschlands und des Auslandes in großem Maßstabe getrieben wird, haben sich auch die Feinde dieser zuckerhaltigen Pflanze in starkem Grade vermehrt, umsomehr als bei ihrer Kultur nicht immer ein genügender und richtiger Fruchtwechsel im Auge gehalten wird. Anfangs schrieb man jedes häufige oft wiederkehrende Misslingen der Rüben der sogenannten „Rübenmüdigkeit“ des Bodens zu, welche man sich in

folgender Weise zu erklären versuchte: die Rüben rauben jedes Jahr dem Boden ein gewisses Quantum an Nahrungsstoffen und zwar jedes Jahr dieselben Nahrungsstoffe, welche also alsbald nicht mehr in genügender Quantität im Boden sich befinden; deshalb können keine gesunden Rüben mehr auf den bezüglichlichen Aeckern kultiviert werden, wohl aber andere Pflanzen, welche hauptsächlich andere Stoffe dem Boden entnehmen.

Im Zeitverlaufe wurden allmählich mehrere Ursachen des Misslingens der Rübenpflanzen von der wahren „Rübenmüdigkeit“ abgechieden: 1) das mangelhafte Aufgehen der Rüben [entweder indem Tausendfüße (*Julus*) oder Drahtwürmer den keimenden Samen vernichten, oder indem die von ungeübten Augen schwer sichtbaren Rübenkäferchen (*Atomaria linearis*) die aufkeimenden Samen angreifen]; 2) das Absterben und Gelbwerden der recht jungen Rübenpflanzen kurze Zeit nach dem Auflaufen, indem die ebengenannten kleinen Rübenkäferchen in den unterirdischen Teil des Stengelchens oder in den obern Teil des Würzelchens einer großen Anzahl junger Pflanzen bis auf oder bis über die Mitte sich einfressen; 3) das Absterben und Schwarzwerden der Herzblätter der ältern Rübenpflanzen, die sogenannte „Herzfäule“, welche entweder schnell verläuft und dann von *Sporidesmium putrefaciens* verursacht wird oder langsam um sich greift und dann der *Peronospora Schachtii* zugeschrieben werden muss.

Nachdem alle obengenannten Rübenkrankheiten abgechieden, blieb noch eine ganz eigentümliche Art des Mislingens der Zuckerrüben übrig, in welcher man die wahre Rübenmüdigkeit erkannte. Sie tritt meist gegen Ende des Juli oder selbst erst nach Ablauf dieses Monats auf. „In den bis dahin normal entwickelten Rübenbreiten zeigen sich einzelne Stellen mit lichterem Färbung. Die Blätter haben nicht den charakteristischen Glanz der gesunden, sie sind matterer Oberfläche und erscheinen schlaffer. Die äußern Blätter werden im weitem Verlauf mehr und mehr gelblich, fleckig und misfarbig, legen sich platt auf dem Boden und sterben endlich ab. Die innern Blätter wachsen anfangs wohl nach, erreichen aber nicht die normale Größe. Bei intensivem Auftreten dieser Krankheitsform sterben endlich auch die innern Blätter ab, der Kopf der Rübe wird schwarz, der Körper derselben erscheint schlaff, biegsam, das Fleisch beginnt sich endlich zu bräunen, und die Rübe geht schließlich vom Kopfe aus in Fäulnis über. . . . Tritt die Rübenmüdigkeit dieser Art weniger intensiv auf, dann sterben die Rüben nicht ab, erholen sich vielmehr gegen den Herbst hin insofern etwas, als sie neue Herzblätter bilden, die allerdings auch zur normalen Größe sich nicht ausbilden, aber dunkelgrüner Farbe sind. Alle ältern Blätter sind dann abgestorben, und die kranken Rüben fallen durch ihre kleinen, intensiv grünen Blattrosetten umsomehr auf, als die gesunden Rüben bereits beginnen, dem Reifezustand sich zu nähern, und also lichter

Färbung werden. Aus diesem ungleichen Verhalten der Pflanzen rübenmüder Stellen erklären sich die zum teil abweichenden Angaben der Beobachter. — Ist auf einem Felde die Rübenmüdigkeit in besonders hohem Grade entwickelt, dann treten die ersten Anzeigen derselben ungleich früher auf. Die früheste Entwicklungsperiode der Rüben ist auch dann eine ebenso üppige wie auf rübensichern Feldern, aber schon Anfang Juni macht sich ein Rückgang einzelner Pflanzen geltend, und bis Ende dieses Monats können in solch ungünstigsten Fällen bereits Stellen erheblichen Umfanges ganz pflanzenleer geworden sein“.

Obgleich, wie aus den oben zitierten Worten Kühn's hervorgeht, „die Rübenmüdigkeit in der Regel zunächst nur an einzelnen Stellen auftritt, welches sich weiterhin unsomehr ausbreiten, je gehäufter der Rübenbau stattfindet, so beobachtete man doch auch wiederholt ein plötzliches ausgedehntes Auftreten auf Feldern, die bislang keine Spur dieser Erscheinung gezeigt hatten. In solchen Fällen hatte meistens eine Düngung mit Fabrikkompost stattgefunden, der reich an dem Abputz rübenmüder Felder war. Eine ähnliche Wahrnehmung machte man aber auch dann, wenn Samenrüben angebaut wurden, die rübenmüdem Lande entnommen waren“ (Kühn).

Die oben erwähnten Thatsachen deuten auf das Vorhandensein irgend welchen Schmarotzers im Boden als Ursache der Rübenmüdigkeit hin. Allein obgleich schon im Jahre 1859 Schacht¹⁾ an den feinen Wurzelästchen der kranken Rüben in recht großer Anzahl einen kleinen, zitronenförmigen Schmarotzer fand, den er für die Ursache der Rübenmüdigkeit hielt, so dauerte es doch lange, bevor man seiner Meinung, die allerdings noch nicht genügend begründet war, beipflichtete. Die meisten Gelehrten meinten stets in einer angeblichen „Bodenerschöpfung“ die Ursache der Rübenmüdigkeit sehen zu müssen. Weil Kali und Phosphorsäure die Hauptbestandteile der Asche der Rübenwurzeln sind²⁾, und auch in den Blättern der Rüben³⁾ wenigstens das Kali der bei weitem häufigst vorkommende Stoff, so kam man gleichsam von selbst zu der Annahme, dass Aecker, auf denen man

1) „Kurze Zusammenstellung der in diesem und dem vergangenen Jahre gesammelten Erfahrungen über Kultur der Zuckerrübe“ von Dr. Hermann Schacht in: Annalen für Landwirtschaft, 1859, Heft 11.

2) In der Asche der Rübenwurzeln fand man: Kali 39,78—78,11 ‰, durchschnittlich 55,41 ‰, Phosphorsäure 6,31—18,45 ‰, durchschnittlich 10,99 ‰. Die andern mineralischen Bestandteile sind Natron (durchschnittlich 10 ‰), Kalk (5,36 ‰), Magnesia (7,53 ‰), Eisenoxyd (0,93 ‰), Schwefelsäure (3,81 ‰), Kieselsäure (1,80 ‰), Chlor (5,18 ‰).

3) In der Asche der Rübenblätter findet man: Kali 12,62—39,96 ‰, durchschnittlich 28,40 ‰, Natron (14,65 ‰), Kalk (14,65 ‰), Magnesia (14,98 ‰), Eisenoxyd (0,98 ‰), Phosphorsäure (6,90 ‰), Schwefelsäure (5,19 ‰), Kieselsäure (3,21 ‰), Chlor (durchschn. 11,47 ‰). Diese Zahlen sind den Angaben Emil Wolff's entnommen.

die Rübenkultur zu oft wiederholte, kali- oder phosphorsäurearm sein würden. Allein weil bei der Kultur der Zuckerrüben ziemlich allgemein Superphosphate zur Düngung gebraucht werden, so dachte man die Rübenmüdigkeit dem Kalimangel, namentlich des Unterbodens, zuzuschreiben zu müssen. Man empfahl deshalb auch Kalidüngung auf rübenmüden Aeckern. Zwar hörte nach Anwendung dieses Düngers die Rübenmüdigkeit gewöhnlich nicht auf; allein die Anhänger der Bodenerschöpfungstheorie erklärten dies, indem sie sagten: entweder sei die Kalidüngung nicht in geeigneter Form vorgenommen, oder es sei zunächst nur die obere Bodenschicht mit Kali bereichert, weil alles zugefügte Kali von ihr absorbiert wurde. Auch wenn zugleich andere Stoffe angewandt werden, welche eine Bewegung des Kali nach unten bewirken, so kann doch die Bereicherung der untern Bodenschichten mit Kali nur allmählich geschehen.

Inzwischen meinten mit Schacht mehrere andere Gelehrte, zunächst Archidiakonus Schmid, bald auch Kühn, die Ursache der Rübenmüdigkeit in den oben erwähnten kleinen, zitronenförmigen Schmarotzern sehen zu müssen, weil sie auf allen wirklich rübenmüden Aeckern die Zuckerrüben mit ihnen besetzt fanden, während auf den Aeckern, wo die Pflanzen gesund blieben, keine Schmarotzer gefunden wurden. Doch lieben die Anhänger der Bodenerschöpfungstheorie hervor, dass das Erscheinen und die Vermehrung der Schmarotzer recht wohl ein sekundäres Symptom sein könne; ihnen zufolge wäre der Kalimangel die Ursache des geringen Wachstums und des Absterbens der Rübenpflänzchen, während an den dürftig und abnormal ausgewachsenen Pflänzchen die Schmarotzer eine sehr günstige Vermehrungsbedingung finden würden.

Julius Kühn hat hauptsächlich in den Jahren 1879 bis 1886 ausführliche Untersuchungen über die Rübenmüdigkeit des Bodens publiziert. Zunächst konstatierte er, infolge einer großen Anzahl vergleichender Untersuchungen, dass der rübenmüde Boden durchaus nicht immer kaliärmer ist als der sogenannte „rübensichere“ Boden. Sogar konnte er feststellen, dass Aecker auf denen während 30 Jahren forcirte Rübenkultur stattfand, oft nicht weniger Kali enthalten, als solehe, auf denen diese Kultur nur noch wenig ausgeübt wurde. Natürlich wird mit der Düngung ein großer Teil des dem Boden entzogenen Kali diesem Boden zurückgegeben; allein es besteht noch eine andere Kaliquelle im Boden, und zwar der kalihaltige Feldspath, welcher in der Form roter Körnchen zwischen den Sandkörnchen sich befindet. Diese Kaliverbindung wird nach 40stündiger Einwirkung von kalter Salzsäure nur teilweise gelöst; der größere Teil des im Feldspath enthaltenen Kali bleibt also bei der chemischen Bodenanalyse außer Betrachtung, doch fallen später auch die oben erwähnten Feldspathkörnchen allmählich der Verwitterung anheim, und es kommt also auch ohne Kalidüngung immerfort wieder neues Kali zur Disposition

der Rübenpflanzen. Es haben also die Aecker, welche erst seit kurzer Zeit für die Rübenkultur benutzt wurden, zwar den Rüben weniger Kali abgetreten, also weniger Kali verloren als alter Rübenboden, doch wurde der letztgenannte für intensivere Kultur in Anspruch genommen und also stärkerer Verwitterung ausgesetzt, wodurch eine größere Quantität Kali für das Pflanzenwachstum frei wurde. Aus den oben gemachten Erwägungen erhellt zur Genüge, dass bei der Bestellung der Rübenäcker, wobei jedenfalls die Düngung einen großen Teil des dem Boden entnommenen Kali diesem wieder zugeführt wird, von einem Kalimangel sogar auf Aeckern, auf welchen fast jedes Jahr wieder Rübenkultur getrieben wird, die Rede nicht sein kann. — Kühn's weitere Untersuchungen lieferten das Resultat, dass die Ursache der Rübenmüdigkeit ebensowenig als in dem Kalimangel in dem Fehlen eines genügenden Quantum irgend welcher andern Substanz im Boden liegen kann.

Als einzig mögliche Ursache der „Rübenmüdigkeit“ blieben also die oben erwähnten, von Schacht zuerst entdeckten Schmarotzer. Zur Annahme dieser Ursache wurde man gebracht 1) durch das Auftreten derselben in recht großer Anzahl an den kleinen Würzelchen der auf rübenmüden Aeckern gewachsenen Rüben, 2) durch die eigentümliche Verbreitung der Rübenmüdigkeit, von gewissen Flecken des Ackers aus, 3) durch die Infektion eines gesunden Bodenstückes mit Kompost, der die Abfälle enthielt von auf rübenmüdem Boden gewachsenen Zuckerrüben. Allein Kühn wollte seine Auffassung durch exakte Versuche beweisen und die Falschheit der Theorie des Kalimangels durch exakte Versuche darthun. Sind die im Boden überbleibenden Schmarotzer die wahre Ursache der Rübenmüdigkeit, so folgerte Kühn, so muss rübenmüde Erde, welche bis auf eine Temperatur von 70° C oder höher erhitzt wurde, ihre Fruchtbarkeit zurückerhalten und in rübensichere Erde umgewandelt werde. Weil die Erde, welche zu den Versuchen dienen sollte, sorgfältig dazu präpariert werden musste, ließen sich die Kulturen nicht in freiem Lande, sondern nur in eingegrabenen Kästen anstellen, deren jeder 1,3 m lang, 1,3 m breit und 0,8 m hoch war, so dass in jedem Kasten Raum für je 16 Rüben war. Ich nenne die von Kühn und seinen Mitarbeitern benutzten Kästen: I, II, III, IV, V und VI. Nr. I, II und III wurden gefüllt mit Erde eines Ackers, der seit mehreren Jahren in starkem Grade von der Rübenmüdigkeit heimgesucht wurde; IV, V, VI mit Erde vollkommen rübensicherer Aecker.

Es enthielt Nr. I die als Vergleichsbasis dienende Erde einer hervorragend rübenmüden Ackerstelle, welche außer der gewöhnlichen Düngung keiner weiteren Behandlung ausgesetzt wurde. Nr. II enthielt Erde von derselben Stelle, welche nicht nur die gewöhnliche Düngung, sondern noch dazu eine Kalidüngung (mit kohlen-saurem Kali) empfing. Nr. III enthielt wieder in der gewöhnlichen Weise

gedüngte Erde von derselben Stelle, aber getrocknet bei einer Temperatur von mindestens 70° C, die bis höchstens 130° C gesteigert wurde. Bei dieser Temperatur müssen die etwa in der Erde befindlichen Schmarotzer getötet werden. Während einiger Stunden muss die Temperatur auf 70° bis 130° bleiben, doch darf sie nicht höher steigen, damit die Humusteile des Bodens sich nicht zersetzen, weil sonst die chemische Zusammensetzung des Bodens alteriert würde. Für diese Erhitzung wurde entweder die Darre oder ein Glühofen oder besser ein mit Dampf heizbarer Apparat benutzt; doch brauche ich die technische Ausführung hier nicht weiter zu berühren.

Nr. IV enthielt Erde eines vollkommen rübensichern Ackers, welcher dieselbe Düngung gegeben wurde als den Nummern I u. III. Nr. V wurde mit derselben Erde gefüllt als Nr. IV, doch brachte man an jeder Stelle, wo die Rübenkerne gelegt wurden, eine gewisse Quantität Erde von einem stark rübenmüden Acker. Nr. VI enthielt Erde eines rübensichern Ackers; diese Erde wurde in derselben Weise getrocknet wie Nr. III, um dem Einwande zu begegnen, dass ein bei Nr. III eventuell erzielter Erfolg nicht auf der Tötung der Schmarotzer, sondern auf einer durch die erhöhte Temperatur hervorgerufenen chemischen Veränderung des Bodens beruhe.

Ich brauche hier nicht die von 9 verschiedenen Versuchsanstallern an verschiedenen Orten erhaltenen Resultate ausführlich mitzuteilen. Ich erwähne zunächst nur die aus zwei Orten eingegangenen Berichte. Es wurden die folgenden Resultate erhalten: in

Atzendorf¹⁾.

	Rüben- müdes Land	Rüben- müdes Land mit Kali	Rüben- müdes Land erhitzt	Rüben- sicheres Land	Rüben- sicheres Land mit rübenmüder Erde	Rüben- sicheres Land erhitzt
	(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)	(VI)
Zahl der Rüben	16	14	15	16	16	16
Gewicht der Rüben	655	950	4130	3340	1810	4125
Gewicht der Blätter	4070	3040	4970	5155	5080	7710
Gewicht pro Rübe	40,9	67,9	275,3	208,7	113,1	257,5
Blattgewicht pro Rübe	229,4	217,1	331,3	332,2	317,5	481,9
Prozentiger Zuckergehalt	5,5	8,08	10,43	8,70	6,52	9,45

Etzgersleben.

Zahl der Rüben	15	14	16	15	16	15
Gewicht der Rüben	1450	2175	7800	8750	3400	6325
Gewicht der Blätter	1050	2075	4700	2250	3100	2175
Gewicht pro Rübe	96,6	155,4	487,5	583,3	212,5	421,7
Blattgewicht pro Rübe	70,0	140,2	293,7	150,0	193,7	145,0
Prozentiger Zuckergehalt	8,56	6,22	7,82	8,87	8,56	8,36

1) In dieser Tabelle sowie in den folgenden sind die Gewichte in Grammen niedergeschrieben.

Es sind für die erlangten Resultate insbesondere die Durchschnittsgewichte der einzelnen Rüben (ohne Blätter) maßgebend. Sie sind in nachstehender Tabelle aufgestellt:

Wirtschaft	Rüben- müdes Land (I)	Rüben- müdes Land mit Kali (II)	Rüben- müdes Land erhitzt (III)	Rüben- sicheres Land (IV)	Rüben- sicheres Land mit rübenmüder Erde (V)	Rüben- sicheres Land erhitzt (VI)
1. Atzendorf	40,9	67,9	275,3	208,7	113,1	257,5
2. Calben	15,0	16,0	350,0	355,0	52,0	—
3. Dönstedt	—	—	—	468,3	378,3	—
4. Etzgersleben	96,6	155,4	487,5	583,3	212,5	424,7
5. Halle	80,0	35,0	615,6	496,9	134,4	578,6
6. Schwaneberg	—	44,6	388,9	—	—	—
7. Sülldorf	68,7	101,5	265,6	193,8	112,5	273,4
8. Klein Wanzleben	173,0	250,0	437,0	662,5	147,0	587,5
9. Wolmirsleben ¹⁾	102,8	83,3	738,9	372,2	102,8	630,6
Mittel von 1 bis 8 . . .	79,0	95,8	402,8	424,1	164,3	423,7
Dieses Mittel ergibt in Prozenten von rüben- sicherem Boden	18,6	22,6	95,0	100	38,7	99,9
Bei den im landwirt- schaftlichen Institut der Universität Halle aus- geführten Versuchen ergab sich:	42,8	47,6	107,4	100	—	—

Aus den vorstehenden Tabellen, insbesondere aus den Zahlen der letzten Zeilen der letztvorgeführten Tabelle, ergibt sich aufs deutlichste 1) dass Kalimangel nicht die Ursache der Rübenmüdigkeit, weil der Bodenertrag nach Kalidüngung nicht bedeutend steigt; 2) dass Heizung des rübensicheren Bodens keine bedeutende Ertragszunahme ergibt; 3) dass die Infektion des rübensicheren Bodens mit den in rübenmüder Erde enthaltenen Schmarotzern den Ertrag sehr bedeutend zurücksinken lässt; 4) dass bei der Tötung der in rübenmüdem Boden immer befindlichen Schmarotzer (durch Heizung der Erde) der Ertrag dem gesunder, rübensicherer Erde durchschnittlich gleichkommt.

Aus den oben erwähnten Versuchsergebnissen lässt sich der Schluss ziehen: der Boden wird nicht rübenmüde, indem die zu oft wiederholte Kultur der Zuckerrüben zu viel Kali fortnimmt, sondern infolge

1) Die in Wolmirsleben erhaltenen Resultate (Nr. 9) sind nicht mit den andern vergleichbar, weil die vom rübenmüden Acker herrührende Erde weit fruchtbarer war als die des gesunden Ackers. Durch Heizung wurde der Ertrag sowie das Gewicht der Rüben nahezu doppelt so groß als der der rübensicheren Erde vor der Heizung. Es dürfen also bei der Feststellung der Mittelzahlen in obenstehender Tabelle die Wolmirslebener Versuchsergebnisse nicht mitgerechnet werden.

des Auftretens gewisser Schmarotzer, welche an den kleinen Rübenwurzeln festsitzen können, und welche bei öfter wiederholter Rübenkultur sich sehr stark vermehren.

Allein es blieb, trotz der glänzenden Kühn'schen Versuche immerhin eine Thatsache bezüglich der Rübenmüdigkeit unerklärt. Zwar wird diese Bodenkrankheit durch die starke Vermehrung gewisser Schmarotzer, infolge der oftmals wiederholten Rübenkultur auf demselben Acker, vollkommen erklärt, doch scheint es unbegreiflich, dass die Rübenmüdigkeit sich gelegentlich auch auf solchen Aeckern zeigt, auf welchen seit langen Jahren sogar erst fürs erste Mal Rüben kultiviert werden, während auch mit Kompost oder in irgend welcher Weise keine Schmarotzer übergesiedelt wurden. Dem niemals ermüdenden Fleiß Kühn's gelang es, auch für diese, bis jetzt ganz unerklärte Thatsache die Ursache aufzufinden. Es hält der hier erwähnte Schmarotzer nicht ausschließlich an den Zuckerrübenwurzeln sich auf; er ist sogar sehr wenig wählerisch. Kühn fand ihn an nicht weniger als 28, zu 10 Familien gehörigen ein- und zweisammlappigen Pflanzenarten. Es werden sowohl wilde als kultivierte Pflanzen zum Aufenthalte ausgewählt, doch begibt der Schmarotzer sich in die eine Pflanze nur notgedrungen, während er die andere auswählt und sich in derselben sehr schnell fortpflanzt.

Ich zähle hier in natürlicher Reihenfolge die Pflanzen auf, an denen bis jetzt die erwähnten Schmarotzer aufgefunden wurden, und deute sie mit verschiedenen Buchstaben an, je nachdem sie

Kulturgewächse

sind, die **regelmässig in starkem Grade, unregelmässig** (d. h. das eine Jahr in starkem, das andere in geringem Grade) oder nur wenig stark und ausnahmsweise von den Schmarotzern heimgesucht werden; und je nachdem sie

wildwachsende Pflanzen

sind, an deren Würzelchen **regelmässig viele** oder *nur dann und wann, und zwar immer nur wenige* Exemplare dieser Schmarotzer sich finden lassen: alle möglichen **Kohl**-Arten (Blattkohl, Wirsing, Kopfkohl, Kohlrabi, Blumenkohl), **Raps** und **Kohlrübe**, **Rüben** und **weisse Rübe**, **schwarzer Senf**, **weisser Senf**, **Ackersenf** (*Sinapsis arvensis*), **Leindotter**, **Gartenkresse**, **Hederrich** (*Raphanus raphanistrum*), **Rettig** (in mehreren Formen), **Rade** (*Agrostemma Githago*), **Reiherschnabel** (*Erodium cicutarium*), **grosse Platterbse** (*Lathyrus cicera*), **Sonnenblume**, **Krummhals** (*Anchusa arvensis*), **Kartoffel**, **Runkelrüben** (Mangold, Speiserübe, Futter- und Zuckerrüben), **Melden**-Arten (*Chenopodium*- und *Atriplex*-Arten), **Spinat**, **Rotterig** (*Polygonum Capathifolium*), zweizeilige Gerste, Roggen, gemeiner Weizen (*Triticum vulgare*), **Rispenhafer** (*Avena sativa*), **jähriges Rispengras** (*Poa annua*).

Aus obigen Angaben erhellt, dass bei weitem nicht alle aufgezählten Pflanzen in gleichem Grade von den die Rübenmüdigkeit verursachenden Schmarotzern bewohnt werden. Eigentümlich verhält sich die Haferpflanze, welche in einigen Jahren auf stark rübenmüden Aeckern fast von keinem der daselbst so zahlreichen Schmarotzer heimgesucht wird, während sie in andern Jahren in starkem Grade erkrankt, so dass sie verkümmert und keine oder nur schwach entwickelte Rispen bildet. Es ist noch unbekannt, warum der Hafer sich in verschiedenen Jahren der Rübenmüdigkeit gegenüber so ungleich verhält. Auch wenn die Schmarotzer in gleicher Anzahl zwei Pflanzenarten befallen, so sind die Krankheitserscheinungen bei diesen beiden nicht dieselben. Die Kohlarten, Raps und Rübsen können von einer recht großen Anzahl Schmarotzer bewohnt werden ohne irgend welche Spur von Krankheit zu zeigen; während die Rüben von derselben Anzahl Schmarotzer in starkem Grade erkranken. Die Ursache dieser sehr verschiedenen Einwirkung einer gleichen Schmarotzerzahl dürfte in der verschiedenen Bewurzelung der betreffenden Pflanzen zu suchen sein; bei der später zu erörternden Entwicklungsgeschichte und Lebensweise wird gezeigt werden, dass die Schmarotzer die erste Zeit ihres Lebens innerhalb der feinem Wurzelzweige verbringen, von welchen die unverästelte, dicke Rübenwurzel relativ nur wenige, die stark verästelte Rapswurzel sehr viele besitzt. Bei gleich starkem Angriff werden also beim Rapse die feinen Wurzeln sowie die Wurzelfäden länger ihre normale Funktion beibehalten können als bei der Rübenpflanze.

Es versteht sich, dass es für eine erfolgreiche Bekämpfung der Rübenmüdigkeit sehr interessant ist, zu wissen, in welchen Pflanzen die Schmarotzer am liebsten sich aufhalten. Doch will ich im weiteren Verlaufe dieses Aufsatzes die Bekämpfung des Uebels nur insoweit berühren, als sie vom allgemein wissenschaftlichen, nicht nur vom praktischen Standpunkte interessieren kann. Allein es muss zunächst die Beschreibung des mehrfach erwähnten Schmarotzers in seinen verschiedenen Lebensstadien hier eingeschaltet werden. Ich gebe den Inhalt der ausgezeichneten Arbeit Strubell's hier ganz kurz wieder, und habe zu besserem Verständnis mehrere Abbildungen aus dieser Arbeit kopieren lassen, deren Aufnahme ins „Biologische Centralblatt“ ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. Juris Visser van Hazerswoude, des Herausgebers des Monatsblattes des holländischen landwirtschaftlichen Vereins verdanke; in dieser Zeitschrift wurde ein Aufsatz von mir über diesen Gegenstand in holländischer Sprache zuerst aufgenommen und für den letzterwähnten Aufsatz in Herrn Visser's Zeitschrift wurden die hier abgedruckten Holzschnitte angefertigt.

Der Schmarotzer, welcher nach Kühn's Untersuchungen die Ursache der Rübenmüdigkeit des Bodens ist, gehört der Gruppe

der Spulwürmer oder Nematoden an, welche bekanntlich im Allgemeinen einen ungegliederten, aalförmigen Körper haben. Die meisten der bekannten Nematodenarten dürften wohl Tierschmarotzer sein, doch gibt es auch im Boden freilebende Arten und einige wenige Pflanzenschmarotzer. Zu den letztern zählen die *Tylenchen* (*Tylenchus scandens* oder *Triticici*, die Ursache der Radenkrankheit des Weizens, *Tylenchus devastatrix*, die Ursache der Stockkrankheit des Roggens, des Hafers und Buchweizens und mehrerer ähnlicher Krankheiten bei vielen andern Kulturgewächsen; man vergleiche meine Untersuchungen im Bd. VII und VIII des Biologischen Centralblattes) und das Genus *Heterodera* Schmidt. Die der letztgenannten Gattung angehörigen Arten sind zwar im jugendlichen Zustande vollkommen aalförmig, und das Männchen behält auch im erwachsenen Zustande diese Form bei, doch ist das erwachsene Weibchen stark angeschwollen, zitronen- bis birnförmig, im Innern ganz mit Eiern gefüllt.

Zur Gattung *Heterodera* Schmidt zählen bis jetzt drei verschiedene Arten: 1) der sogenannte „Rübennematode“ (*Heterodera Schachtii* Schmidt), welcher die Ursache der Rübenmüdigkeit ist, und von Strubell in seiner obenerwähnten Monographie ausführlich beschrieben wird, 2) das sogenannte „Wurzelälchen“ (*Heterodera radiculicola* Greeff), welches an sehr verschiedenen Gewächsen Gallen bildet¹⁾, und 3) die *Heterodera* des Zuckerrohres (*Heterodera javanica*

1) C. Müller hat („Mitteilungen über die unsern Kulturpflanzen schädlichen, das Geschlecht *Heterodera* bildenden Würmer“, in den „Landwirtschaftlichen Jahrbüchern“, Bd. XIII, S. 1) hauptsächlich den Körperbau und die postembryonale Entwicklung dieses Nematoden, B. Frank („Ueber die Wurzelälchen und die durch dasselbe verursachten Beschädigungen der Pflanzen“, in den „Landwirtschaftl. Jahrbüchern“, Bd. XIV, S. 149) namentlich die von ihm verursachten Pflanzenmissbildungen beschrieben. Strubell schreibt über den Unterschied zwischen *Heterodera radiculicola* und *H. Schachtii* folgendes: „Die Unterschiede, die speziell zwischen *H. Schachtii* und *H. radiculicola* bestehen, sind, wenn wir Müller's nicht immer sehr prägnanter Beschreibung vertrauen dürfen, so gering, dass ich mich nicht der Vermutung zu entschlagen mag, es könnten vielleicht beide eine und dieselbe Art sein. Dass die eine Gallen erzeugt, die andere nicht, scheint mir bei einer Diagnose nicht allzusehr ins Gewicht zu fallen, da das Auftreten solcher Nodositäten doch hauptsächlich von der relativ verschiedenen Reizbarkeit des Wurzelgewebes verschiedener Pflanzen bedingt wird“. Strubell wurde in seiner Meinung noch bestärkt durch meine Untersuchungen über *Tylenchus devastatrix*, welche zeigten, dass wenigstens fünf *Tylenchus*-Formen, welche als die Erreger anscheinend sehr verschiedener Krankheiten bei mehreren Pflanzenarten, bisher unter verschiedenen Speciesnamen beschrieben wurden, nur eine Art bilden. — Ich schließe mich Strubell's Meinung vollkommen an, kann noch hinzufügen, dass auch *H. Schachtii* gelegentlich eine minimale Gallbildung veranlassen kann, welche Thatsache sowohl von Kühn (in „Zeitschrift des landw. Centralvereins der Provinz Sachsen“, 1870, S. 332) als von Schmidt („Ueber den Rübennematoden“ in „Zeitschrift des Vereins für die Rübenzuckerindustrie im Zollverein“, 1871, S. 13) konstatiert wurde. Diese Gelehrten sprechen von „Knötchen an

Traub), welche in „sereh“krankem Zuckerrohre von Dr. Traub, Direktor des botanischen Gartens in Buitenzorg (Java) gefunden wurde, obgleich es noch nicht sicher festgestellt ist, ob man sie als die Ursache der auf Java so verheerend auftretenden „Sereh“krankheit ansehen dürfe¹⁾.

den Wurzelfasern“, und von den „weniger schlanken, etwas knöterigen Wurzelfasern der Rüben“. Ich habe im vergangenen Sommer den folgenden Infektionsversuch angestellt. Herr Prof. Hugo de Vries hatte die Liebesswürdigkeit, mir einige mit *Heterodera radicolica*-Gallen stark besetzte Exemplare von *Dipsacus sylvestris* zu senden. Ich mischte die Wurzeln einer dieser Pflanzen, in welchen reife *Heterodera*-Weibchen sich befanden, mit reiner Gartenerde, und säete Zuckerrüben hinein. Es war mir bekannt, dass Frank an der *Beta vulgaris* (l. c. S. 186) auch Gallen von *Heterodera radicolica* fand, und dachte es möchte vielleicht durch meinen Infektionsversuch sich herausstellen, dass zwischen den beiden *Heterodera*-Arten kein artlicher Unterschied bestände, dass je nach dem Zustande der Rübenwurzeln eine stärkere, eine weniger starke oder gar keinen Cecidienbildung stattfände. Doch hat der von mir angestellte Infektionsversuch vorläufig nur ein negatives Resultat geliefert. Allein es ist kein Grund vorhanden, daraus auf eine Artverschiedenheit zwischen *radicolica* und *Schachtii* definitiv zu schließen; denn aus den von mir an *Tylenchus devastatrix* angestellten Versuchen hat sich das Resultat ergeben, dass diese Nematodenart lieber einwandert und schneller sich vermehrt in einer Pflanzenart, in welcher ihre Ahnen seit verschiedenen Generationen leben, als in eine andere Pflanzenart, dass sogar der Uebergang dieser Nematode aus einer gewissen Pflanze in eine andere für sie recht gut bewohnbare, jedoch von ihren Ahnen seit mehreren Generationen nicht bewohnte, oft nicht beim ersten Versuche gelingt (vergl. „Biologisches Centralblatt“, Bd. VII, S. 265). Spätere Infektionsversuche sowie eine fleißige Untersuchung des Körperbaues und der Entwicklung von *radicolica*, sowie Vergleichung mit den von Müller und Strubell erhaltenen Resultaten müssen definitiv die Frage erledigen. — Weiter könnten spätere Untersuchungen vielleicht ergeben, dass nicht alle von Müller und andern der *radicola* zugeschriebenen Wurzelgallen, die übrigens auch von untereinander recht verschiedenem Baue sind, der Wirkung einer und derselben Nematodenart zuzuschreiben seien. So haben sich die von Warming („Botanisk Tidsskrift“, III. Reihe, 2. Bd., 1877, S. 93—96) beschriebenen Gallen an den Wurzeln von *Elymus arenarius* infolge der Untersuchungen Schoyens („Bygaalen“, in „Christiania Videnshabs-Selskabs Verhandlinger“, 1885, Nr. 22) als von einer neuen *Tylenchus*-Art (*T. Hordei* Schoyen) gebildet entpuppt.

1) Traub, „Onderzoekingen over Sereh-ziek suikerriet“, in „Mededeelingen uit's Lands Plantentuin“ (1885). Weil der Bau und die Entwicklungsgeschichte der *Heterodera javanica* Traub noch ganz unbekannt geblieben, bleibe es vorläufig dahingestellt, ob man hier mit einer wirklich neuen Art zu thun habe oder sie vielleicht in eine der beiden andern bekannten Arten des Genus *Heterodera* unterbringen müsse.

(Schluss folgt.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1889-1890

Band/Volume: [9](#)

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

Artikel/Article: [Die Rübenmüdigkeit des Bodens und der Rübennekrose. 673-683](#)