

Weitere Untersuchungen über die Sklerotienkrankheiten der Zwiebelpflanzen.

Von *II. Klebahn.*

Mit 11 Abbildungen im Text.

Die fortgesetzte wissenschaftliche Beschäftigung mit einer Gruppe von Pilzen, die wie die Sklerotienpilze der Tulpen und verwandter Zwiebelpflanzen einerseits noch verhältnismäßig wenig genau bekannt sind, andererseits als Schädlinge einiger der wichtigsten und schönsten Zierpflanzen für die Gärtnerei im allgemeinen und für einen der Haupterwerbszweige ganzer Landstriche in Holland insbesondere eine hervorragende Bedeutung haben, bedarf kaum einer besonderen Begründung. Eine im Botanischen Garten zu Hamburg im Frühjahr 1903 unter den Tulpen auftretende Epidemie gab die Veranlassung und zugleich eine bequeme Gelegenheit, Untersuchungen über diese Pilze in Angriff zu nehmen (Klebahn I u. II). Das wichtigste Ergebnis der bisherigen Arbeit war, daß es sich nicht um eine einzige Krankheit handelt, wie Ritzema-Bos (V), dem wir die ersten eingehenden Untersuchungen und Versuche zur Bekämpfung verdanken, meinte, sondern daß auf den Tulpen zwei verschiedene Krankheiten, durch zwei verschiedene Pilze veranlaßt, auftreten, die zwar beide die Pflanzen zugrunde richten können, im übrigen aber sich ziemlich verschieden verhalten und es daher nötig machen, bei der Beurteilung kranker Pflanzen und bei der Bekämpfung der Krankheiten wohl zu unterscheiden und die Verschiedenheiten zu berücksichtigen. Zahlreiche neue Fragen, welche im Laufe der Arbeit auftauchten, drängten zu einer Fortsetzung der Untersuchungen. Dabei konnte es für die Erreichung des Ziels nur förderlich sein, wenn auch die verwandten Erscheinungen zur Vergleichung herangezogen wurden, und die Verbindung mit der Praxis lieferte dazu genügendes Material. Dies betrifft namentlich den „Zwart-snot“-Pilz der Hyazinthen, *Sclerotinia bulborum*, dessen Verhältnis zu *Sclerotium Tuliparum* genauerer Feststellung bedurfte. Die nachfolgenden Mitteilungen sind das Ergebnis der in drei weiteren Jahren ausgeführten Untersuchungen.

Eine wesentliche Ergänzung erfuhren meine Beobachtungen durch eine im Auftrage der Hamburgischen Botanischen Staatsinstitute unternommene Reise nach Holland, auf der es mir möglich wurde, einen

Einblick in die Art und Weise der Kultur der Blumenzwiebeln und ein Urteil über die Verbreitung und die Bedeutung der beiden verschiedenen Tulpenkrankheiten zu gewinnen. Auf dieser Reise nahmen sich die Herren H. und A. C. Polman-Mooy in Haarlem, von denen auch die Anregung dazu ausging, meiner in der liebenswürdigsten Weise an. Ferner bin ich besonders Herrn E. H. Krelage in Haarlem und außerdem den Herren C. P. und W. N. Alkemade, J. Braun und P. de Groot in Noordwijk, Mitgliedern der daselbst tätigen Kommission zur Bekämpfung der Tulpenkrankheiten, für ihr freundliches Entgegenkommen und die Förderung meiner Bestrebungen zu Dank verpflichtet. Besonders lehrreich war auch ein Besuch der sehr sorgfältig betriebenen, an Neuheiten und interessanten Sorten reichen Gärtnerei des Herrn van Tubergen in Haarlem. Den Herren Polman-Mooy, die sich für die Krankheiten und ihre Bekämpfung lebhaft interessieren, verdanke ich außerdem die Zusendung einer großen Zahl teils kranker, teils verdächtiger Zwiebeln.

I. Allgemeines über die Tulpenkultur und die Tulpenkrankheiten.

Hinsichtlich der Kultur der Tulpen ist die produktive Kultur, deren Ziel die Gewinnung der Zwiebeln ist, die „bloembollencultuur“ der Holländer, zu unterscheiden von der, man könnte sagen „konsumierenden“ Kultur der Liebhaber und Handelsgärtner, denen es nur auf die Blüte ankommt, und die meistens die Zwiebeln blühreif kaufen. Das Hauptproduktionsgebiet der Tulpenzwiebeln sind die Küstenstrecken Hollands westlich vom Zuidersee. Nur vereinzelt trifft man Zwiebelzüchtereien außerhalb Hollands; so findet sich z. B. auch in der Nähe Hamburgs, in Wandsbek, eine Gärtnerei, die in umfangreichem Maße Tulpenzwiebeln gewinnt.

Die Kultur der Tulpenzwiebeln und anderer Blumenzwiebeln nimmt in den erwähnten Gegenden Hollands einen sehr erheblichen Teil der nutzbaren Bodenfläche in Anspruch. Man sieht daneben fast nur Wiesen und nur wenig in landwirtschaftlichem Betriebe stehenden Ackerboden, namentlich in der Umgegend von Haarlem. Allerdings wechselt man auf dem für die Blumenzwiebelkultur benutzten Boden mit Gemüsebau. Man pflanzt z. B. nach der Ernte der Tulpenzwiebeln im Juli noch Kohl, der im Winter geschnitten wird, gräbt dann im Januar oder Februar um, düngt und zieht nun im nächsten Sommer Kartoffeln oder Bohnen. Darauf aber werden im Herbst wieder Blumenzwiebeln gepflanzt, z. B. Hyazinthen, die im nächsten Sommer geerntet werden, und im Herbst folgen dann wieder Tulpen usw.

Wenn diese Bestellungsfolge auch im einzelnen manche Abänderungen

erfahren mag, insbesondere durch die Einschaltung anderer Arten von Blumenzwiebeln in den Kreislauf, z. B. von Narzissen, *Crocus*, oder auch von anderen gärtnerischen Pflanzen, so handelt es sich doch in den meisten Fällen um intensive und rasch aufeinanderfolgende Inanspruchnahmen des Bodens für Zwiebelpflanzen, und vielfach für solche derselben oder ähnlicher Art. Freilich muß eine starke Düngung nebenhergehen, um den Boden ertragsfähig zu halten. Aber durch diese Art der Bodenausnutzung wird es verständlich, daß Krankheitskeime, die länger als ein Jahr lebenskräftig bleiben, sich leicht in verheerendem Grade ansammeln können.

Eine derartige Verseuchung des Bodens liegt den Erscheinungen zugrunde, die der holländische Tulpenzüchter als „kwade plekken“ oder „kwade grond“ bezeichnet, und die bereits seit längerer Zeit der Gegenstand eines nicht allzu erfolgreichen Kampfes sind (vgl. Ritzema-Bos V und die Berichte der Kommission zur Bekämpfung der kwaden plekken in Noordwijk, s. Verslag over de proefnemingen usw.).

Nachdem es mir gelungen war, zwei verschiedene Ursachen der Tulpenkrankheit zu erkennen, entstand die Aufgabe, festzustellen, wie weit jede derselben an den Erkrankungen in Holland beteiligt sei. Es war von vornherein wahrscheinlich, daß das *Sclerotium Tuliparum* die Ursache der „kwaden plekken“ sei, und meine Beobachtungen haben dies bestätigt. Indessen habe ich zugleich erkannt, daß die *Botrytis parasitica* bei weitem nicht so harmlos ist, wie ich auf Grund vergleichender Infektionsversuche mit *Sclerotium* und mit *Botrytis* bisher geglaubt hatte; sie besitzt vielmehr eine weit größere Verbreitung als das *Sclerotium*, tritt vielfach gleichzeitig mit demselben auf und macht ziemlich allen Züchtern viel zu schaffen.

Beide Krankheiten der Tulpen haben in erster Linie für den Zwiebelzüchter eine verhängnisvolle Bedeutung, denn ihm schädigen und stören sie das Hauptgeschäft. Der konsumierende Handelsgärtner kann im schlimmsten Falle auf die Tulpentreiberei verzichten. Aber für ihn gewinnt die übrigens auch für den Züchter keineswegs belanglose Frage eine besondere Bedeutung, ob und inwieweit die Krankheiten durch den Handel mit den Zwiebeln verschleppt werden können. Der Produzent liefert im allgemeinen nach bestem Wissen gesunde Ware oder behauptet wenigstens, dies getan zu haben, der Konsument ist leicht geneigt, für Fehler, die er, oft unbewußt, selbst begangen hat, dem Lieferanten schuld zu geben. Infolgedessen werden nicht selten Ansprüche auf Entschädigung erhoben, und es entstehen Streitigkeiten, wenn diese abgelehnt wird (vgl. Ritzema-Bos II, pag. 48).

Die Frage nach den Möglichkeiten der Verschleppung der Tulpenkrankheiten erscheint daher augenblicklich als eine der wichtigsten Auf-

gaben der Forschung. Für die *Botrytis*-Krankheit glaube ich dieselbe im wesentlichen gelöst zu haben; hinsichtlich der Sklerotienkrankheit fehlt es noch an Erfahrung; aber die Frage drängt sich auch hier in vielen Fällen auf. Vermutlich findet die erste Einschleppung mit einer einzelnen oder wenigen übersehenen oder auch nicht unterscheidbaren, den Keim an sich tragenden Zwiebeln statt. Das Nichtbeachten des Ausbleibens dieser Zwiebeln und Mangel an Sorgfalt hinsichtlich der Reste der kranken Pflanzen oder hinsichtlich der Beseitigung des verseuchten Bodens führt dann in den nächsten Jahren das Umsichgreifen der Krankheit herbei, das nun erst dieselbe entdecken läßt und zugleich den Verdacht erweckt, daß die zuletzt bezogene Ware schlecht gewesen sei. So scheinen die Verhältnisse bei dem Auftreten der Krankheiten im Botanischen Garten zu Hamburg, das die Veranlassung zu den vorliegenden Studien gegeben hat, gelegen zu haben, und ähnlich dürften sie in zwei mir neuerdings bekannt gewordenen Fällen gewesen sein, die ich im Anschluß an das Vorstehende kurz besprechen will.

Von dem ersten Falle erhielt ich Kenntnis aus dem im Bremer Courier vom 29. Mai 1906 abgedruckten Jahresbericht des Bürgerparkvereins in Bremen. Es heißt dort: „Auf den Blumenbeeten im Meiereigarten mußte ein Wechsel bei der Bepflanzung derselben stattfinden, da die Tulpen nach mehrjährigem Anbau auf demselben Gelände von der Tulpenkrankheit befallen wurden.“ Auf nähere Nachfrage teilte mir Herr Parkdirektor Ohrt mit, daß seiner Meinung nach sowohl die *Botrytis* wie die Sklerotienkrankheit vorhanden gewesen sei, daß man den Boden der Beete zweimal im Jahre ausgehoben und erneuert habe, im Herbst vor dem Pflanzen der Tulpen und im Sommer vor dem Neubepflanzen der Beete mit Sommerzierpflanzen, und daß man die Tulpenkultur aufgegeben habe, sobald die Krankheit bemerkt worden sei.

Die Mitteilung des zweiten Falles verdanke ich Herrn Prof. Dr. M. Möbius in Frankfurt a. M. Bei einem Frankfurter Handelsgärtner wurden zuerst im Winter 1904/05 und dann wieder im Winter 1906/07 etwa zwei Drittel der zum Treiben gepflanzten Tulpen vernichtet, während im Winter 1905/06 nur wenig Schaden vorhanden war. Soweit die übersandten Proben schließen lassen, war in diesem Falle nur das *Sclerotium* vorhanden. Die holländische Firma, von welcher die Zwiebeln geliefert waren, hatte sich nach dem ersten Krankheitsfalle auf eine Entschädigung eingelassen; sie versichert aber auf meine Anfrage, daß ihr weitere Klagen über das Auftreten der Krankheit in den von ihr gelieferten Zwiebeln nicht bekannt geworden seien. Auch ist bei einem anderen Frankfurter Gärtner, der von derselben Firma bezogen hat, keine Krankheit bemerkt worden.

Offenbar ist in beiden Fällen das erste Auftreten der Krankheit

übersehen worden, und die Beseitigung der Reste der früheren Kulturen ist nicht so gründlich erfolgt, wie sie wenigstens dann geschehen sollte, wenn Krankheiten vorhanden sind.

Es ist natürlich auch denkbar, daß die Krankheit mit dem Miste eingeschleppt worden ist, falls man denselben von einem Produzenten bezogen hatte, der in seinem Garten Tulpen zieht und die Überreste derselben auf den Misthaufen wirft; doch ist dies wenig wahrscheinlich. Jedenfalls aber muß der Meinung entgegengetreten werden, daß die Pilze in bestimmten Sorten von Dünger gewissermaßen von selbst entstehen könnten, wie manche Praktiker behaupten oder zu glauben geneigt sind.

Ich gehe nun dazu über, meine neueren Erfahrungen und Versuche im einzelnen zu besprechen. Es scheint mir zweckmäßig zu sein, dabei jeder der Krankheiten eine kurze Beschreibung ihrer Symptome voranzuschicken.

Zuvor mag noch bemerkt werden, daß ich Gelegenheit hatte, das Sklerotium, welches Libert (Crypt. Arduem. Nr. 36) mit der Bezeichnung: „*Sclerotium Tulipae*, N. Sparsum, adnatum, parvum, ovale, pallide fuscum, laeve, demum nigrum, rugosum, intus album. Ad caules, Pericarpia et semina *Tulipae Gesnerianae*. Autumno.“ herausgegeben hat, an dem Exemplar des K. Botanischen Museums in Berlin zu untersuchen. Wie schon die Diagnose (adnatum, parvum, demum nigrum) zeigt, hat der Pilz mit meinem *Sclerotium Tuliparum* nichts zu tun. Er entspricht im Aussehen völlig dem Sklerotium der *Botrytis parasitica*, nur haben die Hyphen im Sklerotium eine etwas geringere Dicke und etwas mehr verquollene Wände. Ein direkter Beweis für die Zugehörigkeit zu der *Botrytis* läßt sich natürlich an dem trockenen Material nicht mehr erbringen.

II. Die Botrytis-Krankheit der Tulpen (*Botrytis parasitica* Cavara).

Die *Botrytis*-Krankheit¹⁾ befällt in erster Linie die oberirdischen Teile; sie vernichtet je nach den begünstigenden Umständen einzelne Blätter oder den ganzen Trieb; seltener dringt sie bis in die Zwiebel vor, diese mehr oder weniger schädigend. Der Pilz bildet Mycel, kleine schwarze, auf den erkrankten Geweben festsetzende Sklerotien und an feuchter Luft *Botrytis*-Conidienträger. Die Conidien infizieren leicht und schnell und verbreiten die Krankheit während des Sommers. Die Sklerotien überwintern und infizieren im nächsten Frühjahr oder früher, vielleicht durch Conidien, die auf ihnen entstehen, vielleicht auch durch Mycel, das von ihnen auswächst.

¹⁾ Vgl. die Abbildungen Klebahn I, Fig. 4 u. 13; II, Fig. 1—3; IV, Fig. 56—59.

Wie schon erwähnt, ist *Botrytis parasitica* bei weitem häufiger als *Sclerotium Tuliparum*. In den Gärtnereien in und um Haarlem fand ich trotz langen Suchens anfangs immer nur diesen Pilz. Die Häufigkeit der Krankheit steht in einem merklichen Zusammenhange mit dem Grade der Pflege, die man den Kulturen angedeihen läßt. Die sorgfältigeren Züchter revidieren ihre Kulturen häufig und holen jede verdächtige Pflanze heraus. In den wohlgepflegten Kulturen einiger der großen Firmen in Haarlem war infolge dieser Behandlung die Krankheit nur verhältnismäßig spärlich anzutreffen, während ich sie in kleineren Betrieben bei ländlichen Züchtern, die mit der Wichtigkeit der Beseitigung der kranken Pflanzen weniger vertraut sind, z. B. in Beverwijk und auch näher bei Haarlem in Aerdenhout, in höherem Grade fand. Immerhin fehlte auch in den am saubersten gehaltenen Gärtnereien in Haarlem die Krankheit keineswegs; einzelne mit *Botrytis* behaftete Exemplare fanden sich überall.

Die Krankheit äußerte sich um jene Zeit, es war Anfang April, wo die gesunden Pflanzen bereits mehrere wohl entfaltete Blätter über den Boden streckten, darin, daß der Trieb mehr oder weniger zurückblieb. Die Infektion beschränkte sich in der Regel nicht, wie es bei meinen früheren Infektionsversuchen meistens der Fall gewesen war, auf das erste Blatt (siehe Klebahn II, Abbild. 2; desgl. IV, Abbild. 56), sondern sie hatte in der Regel den ganzen Trieb ergriffen, so daß dieser seine Blätter überhaupt nicht entfaltete und als ein mehr oder weniger verkümmertes welker Stiel aus dem Boden hervorragte. Einige daran sitzende kleine schwarze Sklerotien oder die *Botrytis*-Rasen, die wenigstens bei feuchtem Wetter nicht fehlen und sich sonst beim Feuchthalten entwickeln, lassen *Botrytis parasitica* als die Ursache der Erscheinung erkennen. Die Zwiebel ist in diesem Stadium in der Regel noch vollkommen gesund.

Später im Jahre greift die Krankheit, wie man mir mitteilte, an den oberirdischen Teilen oft noch in erheblichem Grade um sich. Dies ist völlig verständlich, denn bei feuchtem Wetter entwickeln sich Conidien, und diese können das noch gesunde Laub der Nachbarpflanzen infizieren. Daß die Conidien in feuchter Luft binnen 24—48 Stunden Infektionsflecken hervorrufen, und daß der Pilz dann die ganzen Pflanzen rasch zerstören kann, habe ich früher bereits auf Grund meiner Versuche eingehend beschrieben (I, pag. 23).

Zuletzt wird sehr häufig auch die Zwiebel ergriffen und mehr oder weniger zerstört. Die Herren Polman-Mooy schickten mir im letzten Sommer ein großes Quantum auf diese Weise geschädigter Zwiebeln. Wenn der Befall ein mäßiger bleibt, fügt es sich nicht selten, daß aus der kranken Zwiebel eine völlig gesunde, kräftige und wohl verkäufliche Tochterzwiebel hervorgeht, die aber verborgen an der braunen Schale,

an dem Reste des alten Stengels oder an ungenügend entfernten Resten der alten Zwiebel die Keime künftiger Erkrankung, die Sklerotien, an sich trägt, wie ich früher bereits gezeigt habe (I, Taf. II, Fig. 13; II, Abbild. 1; IV, Abbild. 58 u. 59).

Daß derartige Zwiebeln nicht bloß ausnahmsweise, sondern regelmäßig unter den im Handel befindlichen vorkommen, konnte ich bei einer Durchsicht der Vorräte in zwei großen Hamburger Geschäften, zu der mir gütigst die Erlaubnis erteilt wurde, nachweisen. Außerdem fanden sich solche unter den für den Bedarf des Botanischen Gartens direkt aus Holland bezogenen Zwiebeln.

Bei diesen Nachforschungen wurden auch einzelne Zwiebeln gefunden, an denen die Sklerotien nicht auf dem Stengelest oder der trockenen braunen Schale saßen, sondern auf kleinen eingetrockneten und gebräunten Flecken des äußersten der saftigen und weißen Blätter. Ein paar Zwiebeln derselben Art sandten mir auch die Herren Polman-Mooy. Die nebenstehende Abbildung stellt einen solchen Fall dar.

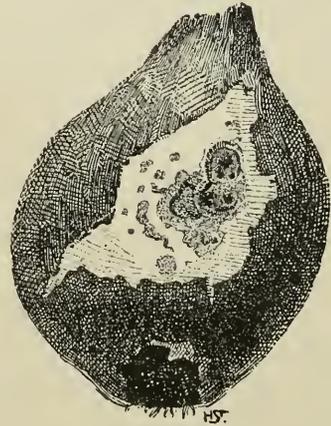


Abbildung 1.

Tulpenzwiebel mit *Botrytis*-Infektionsstelle und *Botrytis*-Sklerotien auf dem weißen Zwiebelblatte.

Ich habe früher experimentell gezeigt (II, pag. 3—7), daß es leicht gelingt, mittels der von derartigen käuflichen Zwiebeln entnommenen Sklerotien die *Botrytis*-Krankheit an gesunden Zwiebeln hervorzurufen, während man gesunde Pflanzen erhält, wenn man die Sklerotien sorgfältig von den Zwiebeln entfernt hat. Im folgenden wird noch gezeigt werden, daß die mit den anhaftenden Sklerotien gepflanzten Zwiebeln in vielen Fällen kranke Pflanzen liefern. In dem häufigen Vorkommen derartiger sklerotienbehafteter Zwiebeln selbst in hervorragend guter Ware liegt daher der Hauptgrund für die allgemeine Verbreitung der *Botrytis*-Krankheit, selbst in den Kulturen der sorgfältigsten Züchter. Dasselbe ist offenbar zugleich die Hauptursache für die Erscheinung, daß man diese Krankheit auch außerhalb Hollands überall antrifft, wo Tulpen zur Zierde oder für Handelszwecke in größeren Mengen gepflanzt werden.

Die einmal vorhandene *Botrytis*-Krankheit hat verschiedene Mittel, sich trotz der gegen sie gerichteten Bekämpfung zu erhalten und gelegentlich noch auszubreiten. Das auf den Comidien beruhende Umsichgreifen wurde bereits erwähnt. Jede auf dem Beete bleibende botrytiskranke

Pflanze ist bei entsprechender Witterung eine Gefahr für alle andern. Die Erhaltung für das folgende Jahr beruht auf den Sklerotien, die auf verschiedene Weise in und auf den Boden gelangen können, entweder wenn die Zwiebeln gar nicht herausgenommen werden, oder wenn bei der Ernte oder bei früherem Herausnehmen die sklerotientragenden Reste der alten Zwiebel oder der erkrankt gewesenen Stengel und Blätter abfallen oder unachtsamerweise fortgeworfen werden. Die letzteren können auch, wenn sie genügend stark befallen waren, bereits ohne menschliches Zutun von der Pflanze getrennt werden und in den Boden geraten. So wird der Boden verseucht, und wenn auch auf denselben Beeten im nächsten Jahre keine Tulpen gebaut werden, so gelangen doch die sehr winzigen *Botrytis*-Sklerotien leicht durch den Wind, durch Unachtsamkeit oder irgend welche Zufälligkeiten auf benachbarte Tulpenfelder.

Ob es aber auf diese Weise zu einer länger als ein Jahr dauernden Verseuchung des Bodens kommen kann, ist eine Frage, auf die ich augenblicklich noch keine bestimmte Antwort habe. Es kommt für die Beantwortung derselben wesentlich darauf an, festzustellen, wie lange die Lebensfähigkeit der *Botrytis*-Sklerotien im Erdboden dauert, eine Frage, deren Wichtigkeit mir erst durch die bisher nicht genügend gewürdigte Bedeutung, welche die *Botrytis*-Krankheit hat, nahegelegt worden ist. Der allgemeine Eindruck, den ich gewonnen habe, spricht aber dafür, daß eine dauernde Verseuchung, wie das *Sclerotium Tuliparum* sie hervorruft, durch die *Botrytis* nicht zuwege gebracht wird; denn Erscheinungen, die den weiter unten zu besprechenden „kwaden plekken“ glichen, habe ich in denjenigen Gegenden, wo nur die *Botrytis*, wenngleich häufig, vorhanden war, nicht gesehen. Ich glaube vielmehr, daß alle *Botrytis*-Sklerotien während des Winters auskeimen und damit ihre Keimkraft verlieren, und daß die Hauptursache des Auftretens der *Botrytis*-Krankheit darin besteht, daß unter Hunderten gepflanzter Zwiebeln immer einige sind, an denen irgendwo verborgen ein paar Sklerotien sitzen. Indessen kann nur weitere Erfahrung diese Frage endgültig entscheiden.

Im nächsten Abschnitt sollen nun die mit *Botrytis parasitica* seit dem Herbst 1904 angestellten Versuche besprochen werden.

1. Versuche, Tulpen mittels Sklerotien von *Botrytis parasitica* zu infizieren.

a) Versuche vom Herbst 1904.

Je drei Zwiebeln der folgenden Sorten — I. einfache frühe Gelber Prinz, II. monströse *Lutea major*, III. späte *Carinata rubra*, IV. einfache früheste Duc van Tholl, V. Darwin gemischt — wurden einzeln in Töpfe gepflanzt und Sklerotien neben die Spitze gelegt. Der Boden war gewöhnliche gute Gartenerde. Die Töpfe wurden im Freien überwintert,

auf einer Schicht Sand stehend und mit einer Schicht Sand bedeckt. — Ergebnis im Frühjahr 1905: Alle fünfzehn Pflanzen sind infiziert. An je zwei Pflanzen von I, II und IV ist der Trieb völlig getötet, die Zwiebel indessen nicht wesentlich geschädigt. Die übrigen haben ausgedehnte Infektionsstellen an dem ersten Blatte des Triebes. An den meisten erkrankten Stellen sind bereits wieder Sklerotien vorhanden. Beim Feuchthalten brechen Conidienträger hervor.

b) Versuche vom Herbst 1905.

Es wurden sechs Zwiebeln in Töpfe gepflanzt, je zwei in Lehm mit Gartenerde zu gleichen Teilen, bezugsweise in Sand mit einem Drittel Gartenerde, oder in fette Misterde mit wenig Gartenerde, und Sklerotien neben die Spitzen gelegt. — Ergebnis im Frühjahr 1906: Die Pflanzen in Sanderde sind beide stark infiziert, von denen in Misterde ist nur eine, von denen in Lehmerde keine infiziert. Aus diesen wenigen Versuchen einen Schluß auf den Einfluß des Bodens abzuleiten, würde verfrüht sein, da auch irgend welche Zufälligkeiten die Infektion gehindert haben können.

2. Versuche mit sklerotienbehafteten Tulpenzwiebeln, Herbst 1906.

Es wurden achtzehn aus verschiedenen Quellen stammende, kräftige und völlig gesund aussehende, aber mit einzelnen *Botrytis*-Sklerotien behaftete Zwiebeln, wie sie unter den käuflichen Zwiebeln stets vereinzelt vorkommen, in Töpfe gepflanzt. Im Frühjahr 1907 gingen sieben Pflanzen mit *Botrytis* behaftet auf. Unter diesen waren drei, an denen sich die Sklerotien am Stengelrest befunden hatten, je eine, an denen sie an der Spitze bezugsweise in der Mitte der braunen Schale gesessen hatten, und zwei, die braune trockene, vermutlich durch *Botrytis*-Infektion entstandene Stellen auf der weißen Schale gehabt hatten. Bei der Ernte (Anfang Juni) fanden sich noch drei weitere Zwiebeln infiziert, und zwar waren bei diesen neue Sklerotien an der braunen Hülle der Tochterzwiebeln entstanden; hier war die Infektion offenbar nur schwach gewesen. Im ganzen waren also von den achtzehn Pflanzen zehn infiziert worden. Ich war zunächst etwas überrascht, daß nicht mehr oder nicht alle Pflanzen infiziert waren. Doch brauchen nicht in allen Fällen die Bedingungen für die Infektion gleich günstige gewesen zu sein; die braune Schale der Zwiebel gewährt, wenn sie unverletzt ist und die Sklerotien sich nur auf ihrer Außenseite oder an dem Stengelrest befinden, gegen die Infektion einen gewissen Schutz, und außerdem spielt natürlich auch die Zahl der vorhandenen Sklerotien eine Rolle.

Es kommen zu diesen Versuchen noch diejenigen Fälle hinzu, wo bei den unten zu besprechenden Versuchen mit *Sclerotium Tuliparum* in

einzelnen Fällen unerwartet die *Botrytis* auftrat. In einem Falle gelang es, auf der Innenseite der braunen Schale sitzende, beim Pflanzen übersehene *Botrytis*-Sklerotien nachträglich nachzuweisen. Die andern Fälle dürften auf ähnlichen Verhältnissen beruht haben.

3. Versuche, andere Blumenzwiebeln mittels Sklerotien von *Botrytis parasitica* zu infizieren, 1904 und 1905.

Die Zwiebeln folgender Pflanzen wurden in gute Gartenerde gepflanzt, die Sklerotien neben die Spitze gelegt:

	Herbst 1904	Herbst 1905
Hyazinthen	2 Zwiebeln	3 Zwiebeln
<i>Fritillaria imperialis</i>	1 "	1 "
<i>Scilla sibirica</i>	3 "	2 "
<i>Galanthus nivalis</i>	4 "	2 "
<i>Narcissus Pseudonarcissus</i> . . .	2 "	2 "
<i>Narcissus poeticus</i>	2 "	2 "
<i>Iris hispanica</i>	2 "	2 "
<i>Crocus vernus</i>	3 "	4 "

Ergebnis im Frühjahr 1905: Die Hyazinthen zeigen beim Austreiben auf den Blättern ein paar unbedeutende, aber wohl kaum auf den Pilz zurückführbare Flecken. Sie entwickeln sich dann und blühen trotz dauernden Verweilens unter Glasglocken ohne Schaden und ohne Auftreten von Pilzen. *Fritillaria* zeigt einen Fleck auf dem ersten Blatte, bleibt aber im übrigen gleichfalls völlig ohne Schädigung und kommt zur Blüte. An den übrigen Pflanzen sind keine Schädigungen nachweisbar.

Ergebnis im Frühjahr 1906: An keiner der Versuchspflanzen wird eine auf eine Wirkung des Pilzes zurückführbare Erscheinung bemerkbar.

4. Versuche mit Conidien.

Infektionsversuche mit Conidien von *Botrytis parasitica* habe ich in größerer Zahl im Frühjahr 1903 ausgeführt (Klebahn I, pag. 23). Einige im Frühjahr 1906 vorgenommene Versuche hatten im wesentlichen nur den Zweck, zum Vergleiche mit dem Verhalten einer auf Narzissen beobachteten *Botrytis* zu dienen (siehe unten). Das Resultat entsprach den bereits früher gewonnenen Ergebnissen. Die Tulpen wurden an beliebigen Stellen rasch und reichlich infiziert; die übrigen Pflanzen erlitten an den Blättern keinen Schaden; nur die Blüten, mitunter erst die absterbenden, wurden in einigen Fällen von dem Pilze befallen.

Es wurde ferner im Frühjahr 1907 *Muscari botryoides* reichlich mit Conidien bepudert und 14 Tage unter einer Glasglocke feucht gehalten. Es entstanden nur einige graue Flecken an den Blüten und zuletzt Schädigungen durch das lange Feuchthalten, aber keine *Botrytis*-Entwicklung.

Folgerungen.

Die Ergebnisse der vorstehenden Versuche sind im wesentlichen Bestätigungen des früher Festgestellten; sie lassen sich folgendermaßen kurz ausdrücken:

1. Die kleinen schwarzen Sklerotien der *Botrytis parasitica* infizieren leicht die austreibenden Tulpen, und es treten an diesen dann nur die Erscheinungen auf, die für *Botrytis parasitica* charakteristisch sind.

2. Unter den im Handel befindlichen Tulpenzwiebeln, auch in bester Ware, findet sich regelmäßig ein kleiner Prozentsatz solcher, die am Stengelrest, an der braunen Schale oder selbst auf dem äußersten weißen Zwiebelblatte *Botrytis*-Sklerotien tragen. Diese liefern in vielen Fällen botrytiskranke Pflanzen. Ein großer Teil der in den Tulpenpflanzungen auftretenden *Botrytis*-Erkrankungen beruht auf den mit solchen Zwiebeln eingeschleppten Sklerotien. Mitunter, wenn auch selten, sitzen die Sklerotien so verborgen, z. B. unter der braunen Schale, daß man sie nicht leicht findet. Es scheint auch, als ob eingetrocknete Infektionsstellen ohne Sklerotien, die man mitunter auf dem weißen äußeren Zwiebelblatte findet, zu einer Wiederbelebung des Pilzes führen können; doch bedarf dies weiterer Prüfung.

3. Die Conidien übertragen die Krankheit leicht auf gesunde Pflanzen.

4. Hyazinthen, Narzissen, Schneeglöckchen, *Crocus*, *Scilla*, *Fritillaria*, *Iris sibirica* und *Muscari botryoides* werden an den Zwiebeln und am Laube weder von den Sklerotien noch von den Conidien der *Botrytis* geschädigt. Die auf den Blüten einiger dieser Pflanzen mögliche Entwicklung ist ohne größere praktische Bedeutung. Die genannten Pflanzen tragen daher zur Verbreitung der *Botrytis*-Krankheit nicht bei und sind dort, wo nur die *Botrytis* auftritt, als Vorfrucht vor Tulpen unbedenklich.

5. Es liegen bisher keine Erfahrungen vor, die dafür sprechen, daß die *Botrytis*-Sklerotien im Boden länger als ein Jahr infektiös bleiben; doch ist diese Frage noch weiter zu prüfen.

III. Die Sklerotien-Krankheit der Tulpen oder die Krankheit der „kwaden plekken“ (*Sclerotium Tuliparum* Klebahn).

Die Sklerotien-Krankheit¹⁾ befällt hauptsächlich die Zwiebel, am häufigsten von der Spitze aus, seltener von unten her, und tötet sie ab, bevor der Trieb die Länge der Zwiebel erreicht hat, während die Wurzeln kräftig entwickelt sind. Die Zwiebelblätter erscheinen rötlich grau verfärbt und sind von Mycel durchsetzt, das die Zellwände durchbohrend die Zellen durchdringt und sich auch außerhalb der Zwiebel im Erdboden

¹⁾ Vergl. die Abbildungen Klebahn I, Fig. 1—3; II, Fig. 4 u. 5; IV, Fig. 53—55.

verbreitet. Im Mycel bilden sich große Sklerotien (1,5—9 mm), die anfangs weiß sind und später außen braun und innen hellbräunlich werden. Sie finden sich in dem die Zwiebel umgebenden Erdreich, besonders in der Nachbarschaft des Zwiebelhalses, mitunter auch zwischen den Wurzeln. Anfangs durch das Mycel festgehalten, werden sie später frei. Selten trifft man sie im Innern der Zwiebel, zwischen den Zwiebelblättern. Die Infektion findet durch die im Erdreich verbleibenden Sklerotien statt, anscheinend durch Mycel, das aus denselben hervorsproßt. Comidien werden nicht gebildet, auch nicht in Reinkulturen. Ebenso wenig gelang es bisher, selbst nicht nach drei Jahre langem Liegen der Sklerotien im Erdboden, eine Ascosporenfruchtform zu erhalten.

In seltenen Fällen wird nur der Trieb von dem Pilze ergriffen. Einen solchen Fall beobachtete ich im Februar 1907 an dem aus Frankfurt übersandten Material. Der Trieb war 4—6 cm über der Zwiebel, da wo die Blütenknospe lag, befallen und trug hier Sklerotien; die Zwiebel war gesund geblieben. Ich nehme an, daß dieser außergewöhnliche Fall eine Folge des künstlichen Treibens der Tulpen war; der befallene Trieb hatte sich vermutlich so rasch gestreckt, daß der Pilz nicht Zeit fand, in die Zwiebel einzudringen.

Wie oben schon angedeutet ist, gelang es mir anfangs nicht, bei Haarlem die Sklerotien-Krankheit aufzufinden. Endlich zeigte mir Herr Krelage eine Stelle auf etwas feuchterem schwarzen Boden, wo sie vorhanden war, aber ohne daß sie hier zu einer ausgeprägten Entstehung von „kwaden plekken“ geführt hätte, und Herr Polman-Mooy brachte mir vereinzelte kranke Zwiebeln und sandte mir auch im April 1907 eine kleine Kollektion. Man teilte mir mit, daß man die „kwaden plekken“ allerdings kenne und sie hier und da gehabt habe. Anscheinend ist es aber durch rechtzeitig in genügendem Umfange vorgenommenes Entfernen der kranken Pflanzen gelungen, die Krankheit einzudämmen.

Ein mit „kwaden plekken“ seit langer Zeit stark verseuchtes Gebiet liegt dagegen bei Noordwijk, und hier hat daher die allerdings nicht mit genügendem Mitteln ausgerüstete Kommission ihren Sitz, welche die Aufgabe verfolgt, Versuche zur Bekämpfung des Übels zu machen. Die Herren von der Kommission waren so liebenswürdig, mich an eine geeignete Stelle zu führen, und dort sah man sogleich, daß die Erscheinungen ganz andere sind als die durch *Botrytis* hervorgebrachten. Es waren nicht vereinzelte Tulpen zwischen den umgebenden gesunden krank, sondern auf ganzen Strecken der Beete waren nur vereinzelte Tulpen aufgegangen; wenn man die ausgebliebenen Zwiebeln herausholte, fand man in ihrer Umgebung die großen braunen oder noch weißen Sklerotien, und sie selbst zeigten sich beim Durchschneiden inwendig faul. Die verseuchten Stellen erstreckten sich oft über mehrere benachbarte Beete, und sie fanden sich auf den Äckern

in großen Mengen, so daß es sich also um ein weit ausgebreitetes und daher entsprechend schwer zu bekämpfendes Übel handelt.

Die Ursachen der Entstehung dieser großen verseuchten Flächen sind in erster Linie in der Lebensweise des Pilzes und in zweiter in der Art und Weise der Kultur der Tulpen zu suchen. Zur Erntezeit der Tulpen sind die kranken Zwiebeln verfault; sie werden daher entweder überhaupt nicht aus dem Boden genommen, oder es fallen beim Herausnehmen die Sklerotien ab und verbleiben im Boden. Vielleicht werden gelegentlich auch kranke Zwiebeln achtlos beiseite geworfen. Gräbt man dann um, so werden die Sklerotien verbreitet, und es entstehen Flächen, auf denen sie überall vorhanden sind. Ein im folgenden beschriebener Versuch zeigt das Zustandekommen einer solchen verseuchten Stelle sehr deutlich (I D c 2). Nun wird unten ferner gezeigt werden, daß die Lebensdauer der Sklerotien im Boden drei Jahre erreicht. Wenn also innerhalb dieser Zeit wieder eine Blumenzwiebelsorte kultiviert wird, die für den Pilz empfänglich ist, so entstehen neue Sklerotien, die den Boden auf weitere drei Jahre verseuchen.

Es erhebt sich allerdings die Frage, ob vielleicht die örtlichen Verhältnisse in Noordwijk das Auftreten der „kwaden plekken“ in besonderer Weise begünstigen. Die betreffenden Felder liegen unweit des Meeres, hinter den Dünen; der Boden ist lockerer Dünensand. Dieser lockere Sand ist natürlich an sich kein Nährboden für den Pilz, und auch die Ausbreitung des Mycels scheint in reinem Sand in erheblich schwächerem Grade stattzufinden als in Boden, der wenigstens geringe Mengen Humus enthält (Versuch I D 6). Nun wird dieser Boden allerdings stark gedüngt, und es steht fest, daß das Mycel in sterilisiertem Dünger wachsen und sogar Sklerotien bilden kann (Versuche IV). Aber dies ist in dem Boden bei Noordwijk keineswegs in höherem Grade der Fall als an anderen Orten, und außerdem bezweifle ich, daß sich die Bedingungen für die Entwicklung des Pilzes in dem mit allen möglichen anderen Pilzen durchsetzten Mist im Erdboden mit denen in einer Reinkultur vergleichen lassen. Man könnte ferner die Frage stellen, ob die Bildung der Sklerotien durch den lockeren Boden besonders begünstigt wird, da dieselben gern an der Luft entstehen und sich selten im Innern der Zwiebeln finden. Meine Versuche mit verschiedenartigen Böden geben indessen dieser Vermutung einstweilen keine Stütze. Dagegen spielt vielleicht der lockere Sandboden in Verbindung mit einem anderen Moment eine Rolle, nämlich dem Winde, der in diesen flachen, in unmittelbarer Nähe des Meeres gelegenen Gebieten oft eine besondere Heftigkeit erlangt. Wie er den Sand der Dünen bewegt, so wird er auch mit Leichtigkeit Sklerotien, die durch das Umgraben an die Oberfläche gelangt sind, mit sich fortführen und dadurch zur Vergrößerung der „kwaden plekken“ beitragen oder den Krankheitskeim in bisher unverseuchte Gebiete befördern.

Sehr wahrscheinlich ist es auch, daß man in früheren Zeiten keine ausreichenden Maßregeln zur Beseitigung der kranken Pflanzen angewandt hat, und es würde bei den eben geschilderten Verbreitungsmöglichkeiten unter Umständen schon genügt haben, wenn ein einzelner Züchter seine Felder vernachlässigt hätte.

Neben dem *Sclerotium Tuliparum* war übrigens in dem Gebiete der „kwaden plekken“ auch *Botrytis parasitica* vorhanden, und zwar nicht minder häufig als auf den Feldern bei Haarlem und bei Beverwijk, wo die „kwaden plekken“ selten sind. Man hat es hier also mit beiden Krankheiten zu tun, die Bekämpfung wird dadurch erschwert, und die bisherigen Ergebnisse des Kampfes müssen infolge der nicht stattgehabten Unterscheidung der beiden Krankheiten notwendigerweise unklar sein.

Es mag nun auch hier eine Besprechung meiner Versuche folgen.

I. Versuche, Tulpen mit *Sclerotium Tuliparum* zu infizieren.

A. Versuche vom Herbst 1904,

Ergebnisse festgestellt im Frühjahr 1905.

Die Versuche umfassen zehn Reihen, jede Reihe betrifft fünf Tulpenzwiebeln, die einzeln in Töpfe gepflanzt wurden, von folgenden Sorten: I. einfache frühe Gelber Prinz; II. monströse *Lutea major*; III. späte *Carinata rubra*; IV. einfache früheste Duc van Tholl; V. Darwin, gemischt.

1. Gruppe: Sklerotien vom Frühjahr 1903, die bis zum Beginn der Versuche im Freien, jeder Witterung ausgesetzt, in Erde aufbewahrt worden waren, neben die Spitze der Zwiebeln gelegt.

Reihe 1, Zwiebeln in fetter Gartenerde. — Ergebnis: Zwiebel IV (Duc van Tholl) gesund; die übrigen vier getötet, nach dem Zerschneiden Sklerotien bildend.

2. Gruppe: Sklerotien vom Frühjahr 1904, neben die Spitze der Zwiebeln gelegt.

Reihen 2 und 3, Zwiebeln in fetter Gartenerde. — Ergebnis: Zwiebel I, Reihe 2, nicht von *Sclerotium Tuliparum*, sondern vermutlich infolge Übersehens an der Zwiebel sitzender *Botrytis*-Sklerotien von *Botrytis parasitica* befallen; Zwiebel II, Reihe 3, getötet, aber keine Sklerotien bildend. Die übrigen acht getötet und teils bereits mit Sklerotien umgeben, teils solche nach dem Zerschneiden bildend.

Reihen 4 und 5, magere Gartenerde. — Ergebnis: Alle zehn Zwiebeln getötet, alle außer V, Reihe 4, und IV, Reihe 5, mit Sklerotien besetzt oder solche nach dem Zerschneiden bildend.

Reihen 6 und 7, Lehm mit etwas Sand. — Ergebnis: Neun Zwiebeln getötet und mit Sklerotien besetzt oder solche nach dem Zer-

schneiden bildend, die zehnte, nämlich III, Reihe 7, gesund geblieben. Die neugebildeten Sklerotien fanden sich in einigen Fällen zwischen den Wurzeln an der Wand des Blumentopfes, also weit von der Zwiebel entfernt.

3. Gruppe: Sklerotien vom Frühjahr 1904, 1 cm von der Spitze der Zwiebel entfernt gelegt.

Reihe 8, fette Gartenerde; Reihe 9, magere Gartenerde; Reihe 10, Lehm mit etwas Sand. — Ergebnis: Sämtliche 15 Zwiebeln getötet, alle Sklerotien bildend mit Ausnahme von III, Reihe 8, I und V, Reihe 9, und V, Reihe 10. Die Sklerotien in den Töpfen mit Lehmerde zum Teil an der Topfwand zwischen den Wurzeln.

Im ganzen sind von 50 geimpften Zwiebeln dieser Kulturen nur drei der Infektion entgangen.

Hieran schlossen sich noch folgende zwei Versuche:

1. Zwei Zwiebeln wurden mit Sklerotien geimpft, die in Reinkultur auf sterilisierten Tulpenzwiebeln entstanden waren. Ergebnis: Beide Zwiebeln getötet, aber keine Sklerotien bildend.

2. In eine Schale von 32 cm Durchmesser wurden in einer Kreisfläche von 10 cm Durchmesser zwölf Tulpenzwiebeln in Gartenerde nebeneinander gepflanzt. Um dieselben herum, etwa 3—4 cm entfernt, wurden Sklerotien in einem Kreise verteilt. Ergebnis: Zehn Zwiebeln mehr oder weniger stark befallen und Sklerotien bildend; zwei gesund geblieben.

B. Versuche vom Herbst 1905,

Ergebnisse festgestellt im Frühjahr 1906.

a) Versuche in Töpfen (Zwiebeln einzeln in Töpfe gepflanzt).

1. Gruppe: Sklerotien vom Frühjahr 1904, die bis zum Beginn der Versuche im Freien aufbewahrt worden waren, neben die Spitze der Zwiebeln gelegt.

Zwiebeln 1 und 2 in Lehmerde (Lehm mit Gartenerde zu gleichen Teilen). — Ergebnis: Beide geschädigt, Zwiebel 1 Sklerotien bildend.

Zwiebeln 3 und 4 in Misterde (fette Misterde mit wenig Gartenerde und Sand gemischt). — Ergebnis: Zwiebel 3 getötet, Sklerotien bildend; Zwiebel 4 gesund.

Zwiebeln 5 und 6 in sandiger Erde (Sand mit weniger als ein Drittel Gartenerde). — Ergebnis: Beide gesund.

2. Gruppe: Sklerotien aus einer Reinkultur auf sterilisierten Tulpenzwiebeln vom Sommer 1905, neben die Spitze der Zwiebeln gelegt.

Zwiebel 1, Lehmerde, getötet, Sklerotien bildend; Zwiebel 2, Misterde, gesund; Zwiebel 3, sandige Erde, getötet, Sklerotien bildend.

3. Gruppe: Auf natürlichem Wege erhaltene Sklerotien vom Frühjahr 1905, neben die Spitzen der Zwiebeln gelegt.

Zwiebeln 1—4 in Lehmerde: Alle getötet, 1, 2 und 3 bilden Sklerotien, 1 und 2 auch zwischen den Wurzeln; aus Zwiebel 3 gehen drei winzige gesunde Brutzwiebeln hervor.

Zwiebeln 5—8 in Misterde: Zwiebeln 5 und 8 getötet, Sklerotien bildend; 7 stark geschädigt, nicht Sklerotien bildend; 6 gesund.

Zwiebeln 9—12 in sandiger Erde: 9 und 11 getötet, 11 Sklerotien bildend, 9 nicht; 10 und 12 gesund.

Zwiebeln 13—16 in reinem Sand: 13 und 16 bereits am 19. Februar getötet und Sklerotien bildend; 14 und 15 gesund.

Im ganzen sind von 25 Zwiebeln dieser Versuche 16 getötet, neun gesund geblieben.

b) Versuche in Schalen.

Die Zwiebeln wurden in gewissen Gruppierungen in Schalen von etwa 32 cm Durchmesser gepflanzt und die Sklerotien an bestimmte Stellen gelegt, um die Verbreitung der Infektion im Boden verfolgen zu können. Die Anordnung der Zwiebeln und die eingetretene Infektion werden durch die beigegebenen Diagramme erläutert.

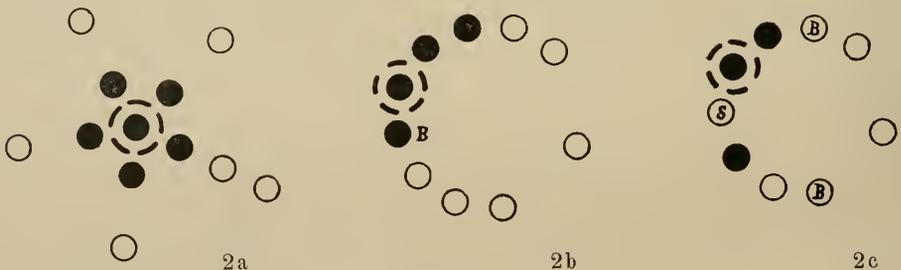


Abbildung 2.

Anordnung der Tulpenzwiebeln bei den Infektionsversuchen in Schalen 1905 und Erfolg der Infektion 1906. Die Striche geben die Infektionsstellen an, die schwarzen Kreise die getöteten, die weißen die gesund gebliebenen Pflanzen.

S *Sclerotium Tuliparum* vorhanden. B *Botrytis*-Infektion vorhanden.

1. Schale (Abbild. 2a): Lehm und Gartenerde zu gleichen Teilen. Zwiebel I in der Mitte, II—VI in einem Kreise von 6 cm Radius um dieselbe herum, VII—XII in etwa 4—5 cm Abstand auf den durch die Verbindungslinien von I mit II—VI bezeichneten Radien, auf dem Radius I—V eine Zwiebel mehr und die Zwiebeln etwas dichter (I, V, VII, VIII). Ein Kranz von Sklerotien in einem Kreise von etwa 3 cm Radius um die Zwiebel I gelegt. — Ergebnis: Zwiebeln I—VI getötet und Sklerotien bildend; die übrigen gesund geblieben, blühend und ziemlich gute neue Zwiebeln hervorbringend.

2. Schale (Abbild. 2b): Lehm und Gartenerde zu gleichen Teilen. Neun Zwiebeln in gleichen Abständen am Rande herum verteilt, ungefähr zwei Drittel des Umfangs einnehmend und der Reihe nach nummeriert (I—IX); eine zehnte Zwiebel in der Mitte des freien Drittels. Um die mittlere (V) der neun Zwiebeln ein Kranz von Sklerotien gelegt. — Ergebnis: Zwiebel V ganz getötet, Sklerotien bildend; Zwiebeln IV und III der Trieb ausgeblieben, Sklerotien gebildet, aber ein gesunder Kern erhalten, der zu einer ziemlich guten Tochterzwiebel wird; Zwiebel VI, auf der andern Seite an V angrenzend, stark geschädigt, aber ohne große Sklerotien und mit *Botrytis*-Sklerotien besetzt, also anscheinend durch *Botrytis* getötet; die übrigen Zwiebeln nicht infiziert, später blühend und gesunde Tochterzwiebeln hinterlassend.

3. Schale (Abbild. 2c): Misterde mit Gartenerde gemischt. Acht Zwiebeln wie bei Schale 2 am Rande herum auf zwei Dritteln des Umfangs verteilt, die neunte in der Mitte der Lücke. Sklerotien in einem Kranze um die vierte gelegt. — Ergebnis: Zwiebel I gesund; II durch *Botrytis* geschädigt; III Trieb ausbleibend, Zwiebel faul, Sklerotien vorhanden; IV (Impfung) ebenso; V. gesund geblieben, eine gesunde Tochterzwiebel liefernd, aber ein paar Sklerotien in den Wurzeln; VI Trieb kümmerlich, Zwiebel größtenteils faul, Sklerotien zwischen den Wurzeln; VII gesund; VIII von *Botrytis* befallen; IX gesund.

c) Versuch im Freien.

Es wurden 170 Tulpen in 20 Reihen zu abwechselnd 8 und 9 Zwiebeln ziemlich dicht auf ein Beet gepflanzt, so daß der Abstand der Zwiebeln etwa 7—8 cm betrug. Dann wurde zwischen die Zwiebelreihen 2 und 3, 8 und 9, 10 und 11, 13 und 14 je eine Reihe Sklerotien gelegt. — Ergebnis: Wie erwartet werden konnte, wurde eine Anzahl Zwiebeln in den unmittelbar an die Sklerotienreihen angrenzenden Zwiebelreihen getötet. Im ganzen aber war die Zahl eine geringe; in den nicht unmittelbar angrenzenden Reihen war keine Zwiebel getötet und das Beet zeigte zur Blütezeit keine auffälligen Lücken. Vgl. die Fortsetzung dieses Versuchs, D c 2.

C. Versuche vom Frühjahr 1906.

Es wurden am 11. April an zwölf Tulpen nahe dem Zwiebelhalse kleine Wunden in das äußere Zwiebelblatt geschnitten und in diese zerschnittene Sklerotien gesteckt, teils solche vom vorigen Jahre, teils im Frühjahr 1906 neugebildete. Der Erfolg dieser Versuche war nur ein mäßiger. Vier Zwiebeln waren befallen; zwei davon waren ganz faul und zeigten keine Sklerotien; die beiden anderen waren nur teilweise geschädigt, und es fanden sich einige Sklerotien an denselben.

D. Versuche vom Herbst 1906,
Ergebnisse festgestellt im Frühjahr 1907.

a) Versuche in Töpfen.

1. Reihe. Sklerotien vom Frühjahr 1904, seit ihrer Entstehung im Freien, jeder Witterung ausgesetzt, im Erdboden aufbewahrt, also im dritten Winter nach ihrer Entstehung geprüft.

Töpfe 1—3 Lehmerde, Töpfe 4—6 Misterde, Töpfe 7—9 sandige Erde; jeder Topf mit 3 Zwiebeln.

Ergebnis: In Topf 2 sind alle, in den Töpfen 1, 7 und 9 eine oder zwei Zwiebeln getötet und mit Sklerotien behaftet. In Topf 4 und 5 ist je eine Zwiebel geschädigt, es bilden sich aber keine Sklerotien daran. Die Pflanzen der Töpfe 3, 6 und 8 sind der Sklerotien-Infektion entgangen. — Zwei Pflanzen in Topf 8 haben eine schwache *Botrytis*-Infektion auf der weißen Schale; eine Pflanze in Topf 2 ist außer mit *Sclerotium* auch mit *Botrytis* behaftet.

2. Reihe. Sklerotien vom Frühjahr 1906.

Töpfe 1—3 Lehmerde, Töpfe 4—6 Misterde, Töpfe 7—9 sandige Erde, Töpfe 10—12 reiner Sand; jeder Topf mit zwei Zwiebeln.

Ergebnis: Sämtliche Tulpen getötet, mit Sklerotien behaftet oder nach dem Zerschneiden Sklerotien bildend. — An einer Zwiebel auch *Botrytis*-Sklerotien.

3. Reihe. Versuche über den Einfluß der Lage und der Entfernung der infizierenden Sklerotien.

Töpfe 1 und 2: Sklerotien unter die Zwiebel gelegt.

Töpfe 3 und 4: Sklerotien neben den unteren Teil der Zwiebel gelegt.

Töpfe 5 und 6: Sklerotien oben an den Rand des Topfes gelegt.

Töpfe 7 und 8: Sklerotien ganz unten in den Topf gelegt.

Jeder Topf mit einer Zwiebel. Sklerotien von 1906, die der Töpfe mit geraden Zahlen in Reinkultur erzogen. Die Töpfe waren 12 cm hoch und oben 14 cm weit.

Ergebnis: Sämtliche Zwiebeln getötet, die in den Töpfen 2, 3, 4, 5, 6 und 8 mit Sklerotien besetzt, die beiden andern nach dem Zerschneiden Sklerotien bildend.

Bei den vorstehenden Versuchen sind die mit Sklerotien von 1906 geimpften Zwiebeln sämtlich getötet, von 27 mit Sklerotien von 1904 geimpften dagegen nur 9.

b) Versuche in Schalen.

Diese Versuche hatten den Zweck, weitere Erfahrungen über die Ausbreitung des Pilzes im Boden zu sammeln. Es wurden 7 Schalen von

30—32 cm Durchmesser verwendet, je zwei mit Lehmerde, Misterde, sandiger Erde und eine mit reinem Sand. Die Tulpenzwiebeln wurden in ungefähr 5 cm Abstand teils in drei Reihen, teils in einem Kreise angeordnet, wie es die nebenstehenden Diagramme (Abbild. 3) zeigen. An einer oder an zwei Stellen wurden Sklerotien zwischen die Zwiebeln gelegt; die Impfstellen sind in den Diagrammen durch einen geraden Strich angegeben.

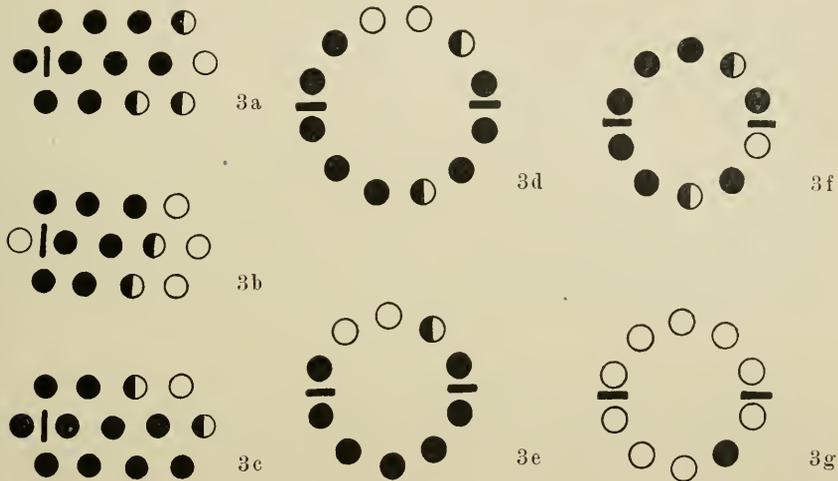


Abbildung 3.

Anordnung der Tulpenzwiebeln bei den Infektionsversuchen in Schalen 1906 und Erfolg der Infektion 1907. Die Striche geben die Infektionsstellen an, die schwarzen Kreise die am 15. März bereits getöteten Zwiebeln, die halb-schwarzen die bis zum 15. April noch getöteten oder stark geschädigten, die weißen die am 15. April (im Kalthaus) blühenden Pflanzen. a und d Lehmerde, b und e Misterde, c und f sandige Erde, g reiner Sand.

Ergebnis: Abgesehen von dem merkwürdigen Umstande, daß in drei Schalen je eine unmittelbar neben der Impfstelle liegende Zwiebel der Infektion entgangen ist, zeigen die Versuche auf das deutlichste, wie der Pilz sich von der Impfstelle aus verbreitet und jede in seinen Bereich kommende Zwiebel tötet. Die Wirkung des Pilzes hat sich, von Zwiebel zu Zwiebel fortschreitend, bis zur dritten oder vierten Zwiebel und bis auf 18 cm von der Impfstelle bemerkbar gemacht. Nur die Schale mit reinem Sand verhält sich abweichend; hier ist nur eine einzige Zwiebel getötet. Das Nähere zeigen die Diagramme (Abbild. 3), in denen die am 15. März bereits getöteten Zwiebeln als schwarze gefüllte Kreise, die nachträglich noch getöteten oder stark geschädigten als halbgefüllte Kreise, die gesund gebliebenen und am 15. April blühenden Pflanzen als leere Kreise dargestellt sind.

c) Versuche im Freien.

1. Auf einer noch nicht zur Tulpenkultur verwendeten Fläche wurden 40 Tulpenzwiebeln in vier Längs- und zehn Querreihen in regelmäßigen Abständen von 10 cm gepflanzt. In die dritte und achte Querreihe wurden Sklerotien gelegt.

Ergebnis: Die acht Tulpen der dritten und achten Querreihe sind sämtlich getötet, außerdem eine Tulpe der zweiten und zwei Tulpen der neunten Querreihe (Abb. 4). Die übrigen entwickeln sich gesund. Die Infektion ist hier auf etwa 10 cm Entfernung eingetreten.



Abbildung 4.

Anordnung der Tulpen bei einem Infektionsversuche im Freien. Die Striche geben die Infektionsstellen an, die schwarzen Kreise die getöteten, die weißen Kreise die gesund gebliebenen Tulpen.

2. Die Fläche, auf der im vorigen Jahre Infektionsversuche mit Tulpen und Hyazinthen gemacht worden waren, wurde so umgegraben, daß jede Schaufel voll Erde wieder an ihren Platz geworfen wurde. Dann wurden 95 Tulpen in fünf Längsreihen zu 19 Stück darauf gepflanzt.

Ergebnis: Etwa die Hälfte der Tulpen bleibt ganz aus. Die Lücken verteilen sich ziemlich gleichmäßig über die ganze Fläche. Nachträglich gehen von den austreibenden noch manche zugrunde, so daß weniger als ein Drittel gesund bleibt.

Der Versuch zeigt, wie die Epidemie sich ausbreitet; im Jahre 1906 waren die Lücken auf diesem Beete kaum bemerkbar gewesen (vgl. oben Versuch B c).

II. Versuche, Hyazinthen und andere Blumenzwiebeln mit *Sclerotium Tuliparum* zu infizieren. Herbst 1904, 1905 und 1906. Ergebnisse festgestellt Frühjahr 1905, 1906 und 1907.

I. Hyazinthen.

a) Versuche 1904—05. Frühe Hyazinthen, fünf Zwiebeln, und späte Hyazinthen, fünf Zwiebeln, wurden einzeln in Töpfe gepflanzt und Sklerotien neben die Spitze gelegt. — Ergebnis: Die oberirdischen Teile, namentlich die Blütenknospen, haben an mehreren Pflanzen stark gelitten, ohne völlig abgetötet zu sein. Die Blätter haben braune Spitzen, die Blütenknospen sind teilweise in eine jauchige Masse verwandelt. Hiervon abgesehen, entwickeln sich die Pflanzen normal weiter. Die Zwiebeln zeigen keinen Schaden, aber an einer von den frühen und an zweien von den späten Hyazinthen finden sich ein paar kleine Sklerotien.

b) Versuche 1905—06. Zwei Töpfe mit Lehmerde, zwei mit Sand und zwei mit Misterde, entsprechend den Tulpenversuchen von 1905, wurden mit je einer Hyazinthenzwiebel besetzt und Sklerotien daneben gelegt. — Ergebnis: Die Pflanzen sind teilweise etwas beschädigt, entwickeln sich aber trotzdem gut und blühen. An zwei Zwiebeln, nämlich IV und V nach der angegebenen Reihenfolge, finden sich nach dem Abblühen ein paar Sklerotien.

c) Versuche 1906—07. In drei Schalen, eine mit Lehmerde, eine mit Misterde, eine mit sandiger Erde, wurden je fünf Hyazinthen dicht beisammen gepflanzt und reichlich Sklerotien darüber gelegt. — Ergebnis: Sämtliche Zwiebeln sind stark geschädigt, so daß an keiner der Triebe sich gut entwickelt. Am 20. März wurde aus jeder Schale die schlechteste Zwiebel entnommen und genauer untersucht. Es fanden sich an allen dreien äußerlich einige junge Sklerotien und nach dem Zerschneiden ein mehr oder weniger bis auf den Grund eindringender Fäulnisprozeß. Im feuchten Raume griff die Fäulnis um sich, aber es entstand nur wenig Mycel, und an diesem nur äußerst spärliche winzige Sklerotien.

2. *Fritillaria imperialis*.

a) Versuche 1904—05. Drei Zwiebeln, Sklerotien in die oben befindliche Höhlung gelegt. — Ergebnis: Alle drei Zwiebeln faulend, Trieb ausbleibend, aber Sklerotien nicht gebildet.

b) Versuche 1905—06. Ergebnis: Eine Zwiebel verhält sich ebenso; die andere bleibt gesund und entwickelt sich normal.

c) Versuche 1906—07. Sechs Zwiebeln, je zwei in Lehmerde (1, 2), Misterde (3, 4), sandiger Erde (5, 6). — Ergebnis: An vier Pflanzen (2, 3, 4, 5) sind die aus der Erde hervortretenden Blätter stark geschädigt. Der Trieb wächst aber weiter, die faulen Stellen vertrocknen, und die Pflanzen entwickeln sich, zwar teilweise sehr schwach, aber so weit normal, wie die entstandenen Defekte es zulassen, allerdings ohne zu blühen. Die Schwächung beruht auf einer teilweisen Zerstörung der Zwiebel; nur an einer wurde ein einziges Sklerotium gefunden. Die beiden andern Pflanzen wachsen und blühen normal.

3. *Scilla sibirica*.

a) Versuche 1904—05. Neun Zwiebeln, Sklerotien neben die Spitze gelegt. — Ergebnis: Blätter und Blüten haben stark gelitten. An den Zwiebeln ist kein Schaden bemerkbar. Sklerotien werden nicht gebildet.

b) Versuche 1905—06. Drei Zwiebeln. — Ergebnis: Zwei Zwiebeln zerstört, aber ohne Sklerotien; eine gesund.

c) Versuche 1906—07. Je zwölf Zwiebeln in drei Schalen, je einer mit Lehmerde (1), Misterde (2) und sandiger Erde (3). — Ergebnis: Die

meisten Pflanzen getötet oder stark geschädigt, in Schale 3 kommen sechs, in Schale 1 und 2 nur je zwei noch ziemlich gut zur Blüte. An einzelnen Zwiebeln sind spärliche Sklerotien. Beim Feuchthalten durchschnittener Zwiebeln greift die Fäulnis um sich, es entwickeln sich Schimmelpilze, aber keine neuen Sklerotien.

4. *Muscari botryoides*.

Versuche 1906—07. Drei Töpfe mit je sechs Zwiebeln. — Ergebnis: Die Pflanzen entwickeln sich vollkommen gesund.

5. *Galanthus nivalis*.

a) Versuche 1904—05. Zwölf Zwiebeln. Sklerotien neben die Spitzen gelegt. — Ergebnis: Scheidenblätter gebräunt, aber ohne Mycel. Blätter, Blüten und Zwiebeln gesund. Unter Glocke keine Pilzentwicklung.

b) Versuche 1905—06. Vier Zwiebeln. — Ergebnis: Keine Schädigung.

6. *Narcissus Pseudonarcissus*.

a) Versuch 1904—05. Sechs Zwiebeln. Sklerotien neben die Spitze gelegt. — Ergebnis: Die Blätter haben gelbliche oder braune Spitzen, entwickeln sich im übrigen aber normal, ebenso die Blüten. An einer Zwiebel sind ein paar Sklerotien entstanden, eine Schädigung der Zwiebeln ist nicht nachweisbar.

b) Versuch 1905—06. Vier Zwiebeln. — Ergebnis: Ein paar geschädigte Spitzen, Entwicklung im übrigen gut, Sklerotien nicht gefunden.

c) Versuche 1906—07. An Stelle von *Narcissus Pseudonarcissus* erhielt ich Gartennarzissen; es wurden in sechs Töpfe je zwei Zwiebeln gepflanzt, nämlich: 1, 2 Trompet major, 3, 4 weiße Princeps, 5, 6 gefüllte von Sion. — Ergebnis: An den meisten Pflanzen (Topf 1, 2, 4, 5) haben die aus der Erde hervorkommenden Blätter faule Stellen, die sich zwar nicht ausbreiten, aber eine dauernde Schädigung des Aussehens der Pflanzen bewirken. Die Pflanzen in Topf 3 und 6 sind fast völlig gesund. Sklerotien wurden an den Zwiebeln nicht gefunden, und sie entstanden auch nicht beim Feuchthalten der zerschnittenen Zwiebeln.

7. *Narcissus poeticus*.

Versuche 1904—05 sechs Zwiebeln; Versuche 1905—06 vier Zwiebeln. Sklerotien neben die Spitze gelegt. — Ergebnis: Von ein paar braunen Spitzen an den Blättern des ersten Versuchs abgesehen Entwicklung ohne Tadel.

8. Tazetten.

Versuche 1906—07. Je zwei Zwiebeln der Sorten Grand Soleil und Generalstaaten. Sklerotien neben die Spitze gelegt. — Ergebnis: Keine Schädigung bemerkt.

9. Iris hispanica.

a) Versuche 1904—05. Sechs Zwiebeln, Sklerotien neben die Spitze gelegt. — Ergebnis: Alle Pflanzen haben gelitten, an einigen ist der Trieb ausgeblieben und die Zwiebeln faul. Es werden Sklerotien gebildet.

b) Versuche 1905—06. Vier Zwiebeln. — Ergebnis: Die Zwiebeln sind getötet, faul und bilden Sklerotien.

c) Versuche 1906—07. Schale 1, Lehmerde, 13 Zwiebeln; Schale 2, Misterde, 16 Zwiebeln; Topf 3, sandige Erde, drei Zwiebeln. Anordnung der Schalen wie in den Diagrammen Fig. 3, a—c. — Ergebnis: Die von den Impfstellen ausgehende Infektion breitet sich über die ganzen Schalen aus; die meisten Zwiebeln werden getötet, in den Schalen bleiben nur je vier bis fünf einigermaßen gut. An einigen Zwiebeln sind Sklerotien nachweisbar.

10. Crocus vernus.

a) Versuche 1904—05. Neun Zwiebeln, Sklerotien neben die Spitze gelegt. — Ergebnis: An zwei Pflanzen ist der Trieb getötet, und es entstehen an diesem beim Feuchthalten ein paar Sklerotien. Die übrigen entwickeln sich gesund.

b) Versuche 1905—06. Acht Zwiebeln. — Ergebnis: Keine Schädigung.

c) Versuche 1906—07. Topf 1, Lehmerde, drei Zwiebeln; Topf 2, Misterde, 16 Zwiebeln; Topf 3, sandige Erde, sechs Zwiebeln. — Ergebnis: Keine Schädigung.

III. Versuche mit verdächtigen Zwiebeln.

Die Wichtigkeit der Frage nach der Möglichkeit einer Verschleppung der Sklerotien-Krankheit mittels der Tulpenzwiebeln wurde im vorausgehenden bereits erörtert. Da es kaum möglich zu sein scheint, daß sich an den im Handel befindlichen gereinigten Zwiebeln Sklerotien von *Sclerotium Tuliparum* befinden, so müssen sich die Versuche auf solche Zwiebeln erstrecken, die in ihrem Ursprung oder in ihrem Aussehen verdächtig sind. Natürlich können solche Zwiebeln, wenn sie noch wachsen sollen, nicht gründlich untersucht werden; findet es sich bei Beendigung der Versuche, daß eine Zwiebel von der Krankheit befallen wurde, so kann man sich bei einer größeren Zahl von Versuchen des ursprünglichen Aussehens jeder einzelnen nicht genau erinnern. Darin liegt eine große Schwierigkeit in bezug auf die Ausführung und Verwertung dieser Versuche.

Es wurden gepflanzt:

1. Eine Anzahl Tulpenzwiebeln verschiedenen Ursprungs, auf denen sich verdächtige Flecken, Wunden, Pilzvegetationen und dergleichen befanden.

2. Einige der Zerstörung entgangene Brutzwiebeln aus sklerotienkranken Kulturen.

3. Eine Anzahl in Noordwijk auf Feldern mit kwaden plekken geernteter Tulpen-, Hyazinthen- und *Iris*-Zwiebeln.

Im einzelnen und über die Ergebnisse ist das Folgende zu bemerken:

1. Von 17 Tulpen mit verdächtigen Flecken ging eine mit *Botrytis* behaftet auf, ob infolge der Flecken oder infolge übersehener *Botrytis*-Sklerotien ist nicht festzustellen. Keine dieser Tulpen war von der Sklerotien-Krankheit befallen.

Eine Zwiebel mit einem weißen Mycel, das an Champignonbrut erinnerte, trieb ohne Schaden aus.

Wunden mit und ohne Schimmelvegetationen auf denselben waren gleichfalls in der Regel ohne Einfluß auf das Gedeihen der Pflanzen. In den wenigen Fällen, wo die Tulpen zugrunde gingen und sich bei der Untersuchung mit Schimmel angefüllt erwiesen, wird man annehmen dürfen, daß der Schaden bereits vor dem Pflanzen einen größeren Umfang angenommen hatte, als sich bei einer äußerlichen Besichtigung der Zwiebeln feststellen ließ.

2. Zwei Zwiebeln, aus erkrankten Zwiebeln der Schalen 1 und 2 der Versuche von 1905—06 (I B b) hervorgegangen und im Herbst 1906 gepflanzt, waren 1907 beide getötet, und die eine war reichlich mit *Sclerotium Tuliparum* besetzt. Diese letztere ist bisher der einzige Fall, daß eine Zwiebel von verdächtigem Ansehen und Ursprunge an der Sklerotien-Krankheit erkrankte. Leider ist nicht mehr festzustellen, in welchem Zustande sich der Pilz an der Zwiebel befunden hat.

Von 16 weiteren Zwiebeln derselben Kulturen wurde eine botrytiskrank, die übrigen blieben gesund.

Eine große Zahl winzig kleiner, aus sklerotienkranken Zwiebeln entstandener, zum Teil sehr schlecht aussehender Brutzwiebeln wurde in eine Schale gepflanzt. Ungefähr die Hälfte ging gesund auf. Sklerotien waren an den getöteten nicht vorhanden.

3. Auf meinen Wunsch, verdächtige, auf „kwaden plekken“ geerntete Zwiebeln zu erhalten, hatte mir eine Firma in Noordwijk zuerst ein größeres Quantum tadellos aussehender Tulpen-, Hyazinthen- und *Iris*-Zwiebeln geschickt. Nachdem ich dann nochmals genau den Zweck angegeben hatte, welchem die Zwiebeln dienen sollten, sandte dieselbe Firma ein großes Quantum ausgesucht schlechter und kümmerlicher Tulpenzwiebeln mit dem ausdrücklichen Bemerken, daß ich aus dem Verhalten

derselben nichts schließen dürfe, da dergleichen Material auf keinen Fall verkauft und verwendet werde.

Die Tulpen der ersten Sendung, 50 Stück frühblühende gelbe, ergaben sämtlich gesunde Pflanzen bis auf eine einzige, die botrytis-krank wurde. Bei genauer Untersuchung gelang es nachträglich noch, auf den Resten der braunen Schale *Botrytis*-Sklerotien zu finden, die beim Pflanzen übersehen worden waren.

Die Hyazinthen der ersten Sendung (25 Stück) entwickelten sich sämtlich tadellos.

Von den 100 Zwiebeln von *Iris hispanica* blieben dagegen 12 aus. Die äußeren Zwiebelblätter waren faul und entwickelten einen eigentümlichen Gärungsgeruch. Mycel und Sklerotien traten jedoch nicht auf, so daß nicht festgestellt werden kann, ob der Sklerotienpilz oder eine andere Ursache das Absterben veranlaßt hat.

Von den Tulpen der zweiten Sendung mußte ich allerdings vieles fortwerfen. Was aber noch lebensfähig aussah, wurde gepflanzt. Ich halte mich nämlich doch für berechtigt, aus dem Verhalten von dergleichen Material Schlüsse zu ziehen, denn wenn es erst bewiesen ist, daß eine überhaupt noch lebensfähige Zwiebel den Krankheitskeim an sich tragen kann, so rückt auch die Übertragbarkeit der Krankheit mit gut ausgebildeten Zwiebeln der Wahrscheinlichkeit näher. Der größere Teil dieser Pflanzung trieb gesund aus und lieferte gesunde, wenn auch schwache Pflanzen, die sogar zur Blüte kamen. Weniger als $\frac{1}{10}$ blieb aus. Die kranken Zwiebeln wurden gesammelt und untersucht. Es fand sich, daß in einer Anzahl derselben Sklerotien vorhanden waren, aber nicht solche von *Sclerotium Tuliparum*, sondern solche, die das Aussehen der Sklerotien von *Sclerotinia bulborum* hatten. Sie waren groß, platt, außen schwarz, innen schmutzig weiß. Die Tatsache ist sehr auffällig und bedarf der Aufklärung, da ein Übergehen des Hyazinthenpilzes auf Tulpen bis jetzt nicht bekannt ist und jedenfalls in meinen Versuchsreihen bisher nicht eintrat.

IV. Reinkulturen in sterilisiertem Mist.

Um über das Vermögen des Tulpensklerotiums, auf Mist zu wachsen und sich zu vermehren, Aufschluß zu erhalten, wurden Anfang April nach dem früher beschriebenen Verfahren Reinkulturen auf sterilisierten Tulpenzwiebeln angelegt und dann Teile davon auf sterilisierten, halbverrotteten Pferdemit in Erlenmeyer-Kölbchen übertragen.

Es konnte festgestellt werden, daß das Mycel sich ausbreitete und in feinen Fäden den Mist durchzog. Bei der Untersuchung am 31. Mai zeigte sich, daß zahlreiche, allerdings verhältnismäßig kleine Sklerotien innerhalb des Mistes neu entstanden waren.

Folgerungen aus den Versuchen.

A. Hinsichtlich der Tulpen lassen sich die folgenden Ergebnisse aus den vorstehenden Versuchen ableiten:

1. Bei der Infektion mit *Sclerotium Tuliparum* zeigen sich stets die früher beschriebenen, für diesen Pilz charakteristischen Erscheinungen: Der Trieb bleibt aus. Beim Zerschneiden der Zwiebel erscheinen die Zwiebelblätter rötlichgrau, und oft sind sie mehr oder weniger in Zersetzung übergegangen. In dem Erdreich um die erkrankte Zwiebel finden sich Sklerotien und oft Mycel. Wenn die Sklerotien fehlen, entstehen sie in der Regel nachträglich, wenn man die Zwiebel zerschneidet und sie einige Tage in einem feuchten Raume hält. Auf diese Weise wird am besten der sichere Beweis für die durch *Sclerotium Tuliparum* erfolgte Infektion erbracht.

Es kommt allerdings mitunter vor, daß die Zwiebeln nach der Impfung mit Sklerotien zwar faul werden, aber keine Sklerotien bilden. Ich nehme an, daß in solchen Fällen nach der Infektion mit dem Sklerotium andere Pilze in die Zwiebel eingedrungen sind und dem Sklerotiumpilze die Nahrung entzogen haben; denn es entwickelt sich auf solchen Zwiebeln eine Mannigfaltigkeit von Schimmelpilzen, und auch Bakterien werden nicht fehlen.

Die wenigen Fälle, in denen bei diesen Versuchen *Botrytis* auftrat, sind nicht dadurch zu erklären, daß die großen Sklerotien und die *Botrytis* mit ihren kleinen Sklerotien bloß Entwicklungszustände desselben Pilzes seien, sondern dadurch, daß unbeabsichtigt, häufig mit der Zwiebel selbst, die kleinen *Botrytis*-Sklerotien in die Kultur eingeführt wurden.

2. Die Sklerotien von *Sclerotium Tuliparum* bewahren ihr Infektionsvermögen, wenn sie sich im Freien im Boden befinden, bis zum dritten Winter oder Frühjahr nach ihrer Entstehung (Versuch I D a, 1. Reihe).

Dieser Umstand erklärt die dauernde Verseuchung der Tulpenfelder; denn wenn nach der oben angegebenen Bestellungsfolge alle drei Jahre auf demselben Acker Tulpen gezogen werden, so finden die neuen Tulpen stets noch lebenskräftige Sklerotien vor.

Allerdings scheint die Infektionskraft im dritten Jahre bei vielen bereits erstorben zu sein, und es ist also Aussicht vorhanden, daß die Sklerotien im vierten Winter nicht mehr infektionstüchtig sind, und daß bei einer vierjährigen Bestellungsfolge mit Tulpen die Gefahr gehoben wäre; dann dürften aber in der Zwischenzeit auch die anderen empfänglichen Zwiebelpflanzen, namentlich Hyazinthen, Narzissen, *Iris hispanica*, *Scilla sibirica*, nicht gebaut werden. (Vgl. das weiter unten über diese Pflanzen Bemerkte.)

3. Die in künstlicher Reinkultur erwachsenen Sklerotien haben sich

als ebenso infektionstüchtig erwiesen wie die auf dem natürlichen Wege entstandenen (Versuche II B a 2, I D a 3).

4. Es bedarf keiner besonderen „Disposition“ in den Tulpen, um die Infektion zustande kommen zu lassen; jede Zwiebel, in deren Nähe sich Sklerotien befinden, fällt der Krankheit zum Opfer. Die wenigen Ausnahmen in den Versuchen dürften auf zufällige Umstände zurückzuführen sein. Auch zwischen den verschiedenen Sorten, die geprüft wurden, ergab sich kein Unterschied hinsichtlich der Empfänglichkeit (I A 1—8). Ob vielleicht trotzdem bei der Kultur im großen einzelne Sorten mehr leiden als andere, müßte erst durch weitere Erfahrung festgestellt werden.

5. Die wahrscheinlich durch wucherndes Mycel von den Sklerotien ausgehende infizierende Wirkung macht sich im Erdboden mehrere Zentimeter weit geltend. Die Infektion tritt natürlich am leichtesten ein, wenn die Sklerotien neben der Spitze der Zwiebel liegen; aber sie kommt fast ebenso regelmäßig zustande, wenn die Sklerotien 4—5 cm entfernt sind, und es ist dabei gleichgültig, ob sie sich neben oder unter der Zwiebel im Erdboden oder in einiger Entfernung an der Oberfläche befinden. (Versuche I A 3, I B b, I D a 3.)

6. Sind die Tulpen dicht gepflanzt, so kann die Krankheit von einer Tulpe zur benachbarten übergehen und sich auf diese Weise über zwei oder drei Tulpen gegen 18 cm weit ausbreiten. Bei der gewöhnlichen Pflanzweite der Tulpen ist allerdings die Gefahr, die einer Tulpe von der kranken Nachbarin droht, nicht so groß; doch wurde der Fall einige Male beobachtet, daß die 10 cm von der geimpften Zwiebel entfernte Nachbarzwiebel gleichfalls getötet wurde. (Versuch I D b u. c.)

7. Wenn sich die Sklerotien in unmittelbarer Nähe der Zwiebeln befinden, ist die Art des Bodens ohne Einfluß auf das Zustandekommen der Infektion. Selbst in reinem Flußsande erhielt ich fast regelmäßig Infektionen. (I B a, 3. Gr., Zw. 13 u. 16; I D a, 2. Reihe.) Dagegen scheint die Beschaffenheit des Bodens einen Einfluß auf die Ausbreitung des Mycels zu haben. In (sterilisiertem) Mist vermag das Mycel zu wachsen und sich auszubreiten (Versuch IV). Bei den Versuchen, wo das Mycel die Tulpen auf größere Entfernung befallen hatte, war wenigstens ein gewisser, wenn auch geringer Gehalt an Humusstoffen im Boden vorhanden; in reinem Sand war die Infektion auf größere Entfernung fast ganz ausgeblieben. (I D b.)

8. Die Sklerotienbildung geht in Reinkulturen auf sterilisierten Zwiebeln und auf durchschnittenen erkrankten Zwiebeln, wenn man diese im feuchten Raume hält, regelmäßig und ohne Schwierigkeiten von statten. An den im Erdboden befindlichen kranken Zwiebeln scheint sie von einigen Umständen beeinflußt zu werden, die sich noch nicht übersehen lassen.

Es fiel auf, daß in einigen der mit Lehm beschickten Töpfe, aber nicht in allen, besonders reichlich Sklerotien entstanden waren, und daß sie sich in einigen dieser Fälle mehrere Zentimeter weit von der Zwiebel entfernt befanden, nämlich zwischen den Wurzeln an der Wand des Blumentopfes, also so weit entfernt, wie sie sich unter den obwaltenden Umständen überhaupt befinden konnten (Vers. I A, Reihe 6, 7, 8). Auch in anderen Fällen wurden mehrere Male Sklerotien zwischen den Wurzeln gefunden. Diese Beobachtungen sind wichtig in bezug auf die Frage, wie weit der Boden von einer kranken Zwiebel aus verseucht werden kann.

8. In bezug auf die Frage, ob die Sklerotien-Krankheit mit den käuflichen Zwiebeln verbreitet werden könne, geben die vorliegenden Versuche noch kein Urteil. Es wurde schon angedeutet, daß die Zwiebelzüchter im eigenen Interesse die Möglichkeit der Verschleppung bestreiten, und daß Ritzema-Bos (II, pag. 48) sich in einem Streitfalle zwischen einer holländischen und einer deutschen Firma gutachtlich dahin geäußert hat, daß seiner Meinung nach Verschleppung mit den Zwiebeln nicht vorkommen könne. Es ist vollkommen richtig, daß aus sklerotienkranken Zwiebeln keine verkäuflichen Nachkommen hervorgehen, und daß an einer kräftigen, gut gereinigten Tulpenzwiebel keine Sklerotien haften können. Aber man darf sich doch nicht dabei beruhigen. Auf irgend eine Weise muß doch der Pilz, der plötzlich in einer Gärtnerei oder in einer Zierpflanzung auftritt, dahin gelangt sein. Daß er stets von dem Komposthaufen stammt, ist kaum anzunehmen, und daß er in gewissen Sorten Mist von selbst entsteht, wie die Praktiker leicht meinen, ist natürlich ausgeschlossen. Es liegt jedenfalls am nächsten, eine gelegentliche Verschleppung mit Tulpenzwiebeln in einer noch unbekanntem Form anzunehmen, und es erscheint wichtig, über diese Frage weitere Erfahrungen zu sammeln. Von der Möglichkeit einer Verschleppung des Pilzes mit Hyazinthen wird im folgenden Abschnitt noch die Rede sein.

B. Hinsichtlich der übrigen Zwiebelpflanzen.

1. *Iris hispanica* wird in ähnlich starkem Grade von dem Tulpen-sklerotium angegriffen wie die Tulpen selbst, wie bereits Ritzema-Bos feststellte. Für die Sklerotien liefert die Pflanze einen verhältnismäßig guten Nährboden, obgleich sich an den geschädigten Zwiebeln häufig keine Sklerotien entwickeln.

2. Hyazinthen, gelbe Narzissen, *Scilla sibirica* und *Fritillaria imperialis* können, namentlich durch reichliche Sklerotien, stark geschädigt werden. Bei allen leiden die Spitzen der aus dem Boden kommenden Triebe, Blätter und Blüten werden faul. Aber der Trieb entwickelt sich meistens weiter; die Faulstellen vertrocknen dann und verursachen Defekte und Verunstaltungen. Die Zwiebeln bleiben bei Hyazinthen und Narzissen

meist mehr oder weniger gesund, bei *Scilla* werden sie häufiger getötet, bei *Fritillaria* in der Regel, doch kann hier ein Teil der Zwiebel gesund bleiben. Für die Sklerotien scheinen alle diese Pflanzen einen verhältnismäßig schlechten Nährboden abzugeben. An Hyazinthen, Narzissen und *Scilla* findet man spärliche und klein bleibende Sklerotien; an *Fritillaria* habe ich nur einmal ein einziges gefunden. Wenn sie nicht gebildet werden, kann man natürlich nicht mit Sicherheit behaupten, daß die Schädigung durch den Sklerotienpilz verursacht ist.

3. Von den übrigen Zwiebelpflanzen scheinen *Muscari botryoides*, *Narcissus poeticus*, *Galanthus nivalis* und *Crocus vernus* gar nicht oder nur wenig geschädigt zu werden. An *Crocus* erhielt ich ein einziges Mal eine Schädigung und Sklerotien. In bezug auf die Tazetten reicht die vorliegende Erfahrung nicht aus, ein Urteil zu fällen. Meinen negativen Ergebnissen mit *Muscari* steht die Angabe von Ritzema-Bos (II, pag.50) gegenüber, wonach diese Pflanze durch „*Botrytis parasitica*“ (*Botrytis* oder *Sclerotium*?) geschädigt wird.

Das Verhalten der im vorausgehenden erwähnten Zwiebelpflanzen gegen das *Sclerotium Tuliparum* ist für die praktische Blumenzwiebelzucht von großer Bedeutung, vielleicht weniger wegen des Schadens, den einige dieser Pflanzen selbst durch den Pilz erleiden, als vielmehr wegen des Einflusses, den dieselben auf die Tulpenkultur ausüben können, wenn sie als Zwischenfrucht auf einem befallen gewesenen Acker verwendet werden. Denn wenn z. B. nach Tulpen, die befallen waren und im Juli 1906 geerntet wurden, nach dem gewöhnlichen Bestellungswechsel im Herbst 1907 Hyazinthen und im Herbst 1908 wieder Tulpen gepflanzt werden, so werden die von den ersten Tulpen herstammenden Sklerotien, die im Winter 1907/08 nach den oben mitgeteilten Erfahrungen noch infektionstüchtig sind, die Hyazinthen infizieren und auf diesen, ohne sie sehr auffällig zu schädigen, neue Sklerotien bilden, welche die Zahl der noch lebensfähigen vermehren und den Acker auf weitere drei Jahre, also bis zum Winter 1910/11, verseucht erhalten, auch wenn man keine Tulpen folgen ließe. Ich brauche weitere Beispiele nicht auszuführen. Es ist leicht ersichtlich, daß ein mindestens vierjähriger Abstand der Kultur empfänglicher Blumenzwiebeln nötig ist, um die Krankheit auszurotten, vorausgesetzt, daß die oben begründete Annahme richtig ist, daß die Sklerotien im vierten Winter nicht mehr infektionstüchtig sind.

Noch in einer anderen Beziehung scheinen namentlich die Hyazinthen und vielleicht auch andere empfängliche Blumenzwiebeln für die Tulpenkultur verhängnisvoll werden zu können.

Da die Hyazinthenzwiebel mehrere Jahre alt werden muß, bevor sie verkauft werden kann, und da sie durch das *Sclerotium Tuliparum* zwar angegriffen wird, aber wenig leidet, so wäre es denkbar, daß an

einer käuflichen Zwiebel Sklerotien oder das Mycel in irgend einer Form hatten, und daß man mit solchen Zwiebeln den Pilz in einen Boden brächte, in dem man vielleicht im folgenden Jahre Tulpen zieht. Ritzema-Bos (V, pag. 25) hat schon auf diese Möglichkeit aufmerksam gemacht. Bestimmt nachgewiesen ist indessen auch diese Art der Verschleppung bisher noch nicht, und es muß Gegenstand weiterer Förschung sein, festzustellen, ob sie stattfindet.

IV. Bekämpfung der Tulpenkrankheiten.

Die Maßregeln, welche sich aus meinen Erfahrungen für die Bekämpfung der Tulpenkrankheiten ergeben, habe ich kürzlich an anderer Stelle (IV) für die Zwecke der Praxis ausführlich dargestellt. Hier seien nur die Hauptpunkte kurz angegeben.

Alle Maßregeln sind eng an die Lebensweise der Tulpenpilze anzupassen, die der praktische Züchter daher kennen zu lernen suchen sollte.

A. Allgemeine Regeln.

1. Man pflanze nur tadellos aussehende Zwiebeln und achte auch bei bester Ware auf das Vorkommen von *Botrytis*-Sklerotien an den Zwiebeln.

2. Man entferne sogleich nach dem Austreiben jede ausbleibende Zwiebel und später jede krank werdende Pflanze. Zum Herausholen der Zwiebeln dient der Tulpenstecher¹⁾, der zugleich

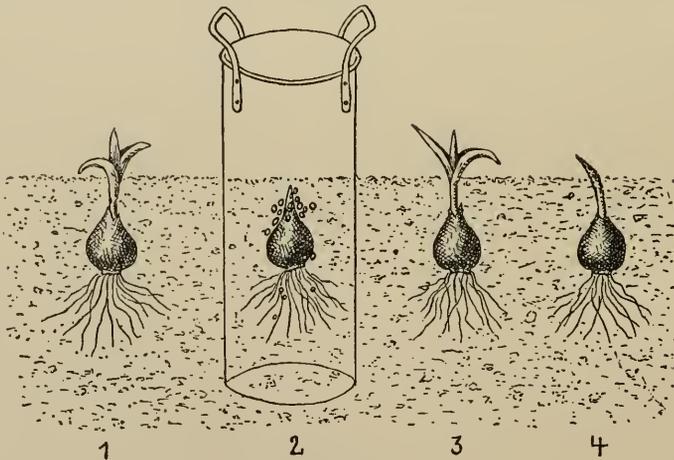


Abbildung 5.

Schematische Darstellung der Anwendung des Tulpenstechers. Tulpen im Erdboden. 1 und 3 gesund austreibend, 2 sklerotienkrank, von Sklerotien umgeben, 4 botrytiskrank. Der Tulpenstecher (2) entfernt die kranke Tulpe samt den neugebildeten Sklerotien, ohne diese im Boden zu verbreiten.

¹⁾ Röhre aus Blech, ca. 35 cm lang, 12 cm weit, unten scharf, oben mit zwei Handgriffen, ein den holländischen Züchtern unter dem Namen Koker (Köcher, Röhre) bekannter Apparat. Die Abbildung 5 zeigt seine Anwendung und Wirkung.

das verseuchte Erdreich mit den Sklerotien entfernt. Herauswühlen der Zwiebeln mit der Hand oder dem Spaten verbreitet die Krankheit! Die herausgeholtte Erde und die Abfälle werden in eine tiefe Grube gebracht und sogleich mit Erde bedeckt; es darf davon nichts wieder auf Tulpenfelder kommen.

3. Man vermeide als Vorfrucht vor Tulpen Pflanzen, die für *Sclerotium Tuliparum* empfänglich sind; wenn das nicht möglich ist, soll man Tulpen nach ihnen nur pflanzen, wenn die Felder völlig gesund und unverdächtig waren.

B. Im Falle des Auftretens der *Botrytis*-Krankheit beseitige man die kranken Pflanzen in der angegebenen Weise so zeitig, daß keine Conidien in die Luft gelangen. Das sofortige Bedecken der beseitigten Teile mit Erde ist besonders wichtig. Verseuchung des Bodens auf längere Zeit ist anscheinend nicht zu befürchten; der Kampf muß aber deshalb ein ständiger sein, weil die Krankheit erstens durch Conidien aus der Nachbarschaft, zweitens und besonders aber durch sklerotienbehaftete Zwiebeln immer wieder eingeschleppt wird.

C. In Hinsicht auf die Bekämpfung der Sklerotien-Krankheit oder der kwaden plekken ist es wichtig, sich der folgenden Verhältnisse bewußt zu sein:

1. Die Verbreitung der Krankheit erfolgt nicht durch Sporen, sondern durch die Sklerotien, die mit den Abfällen der kranken Pflanzen oder mit Teilen des Erdbodens verschleppt werden, oder die der Wind auf benachbarte Felder weht. Vermutlich findet sie gelegentlich auch mit den käuflichen Zwiebeln statt; es steht aber noch nicht fest, auf welche Weise dies möglich ist.

2. Die neugebildeten Sklerotien finden sich dicht beisammen in der Umgebung der kranken Zwiebeln; sie verlieren ihr Infektionsvermögen nicht vor dem vierten Winter.

3. Die außer diesen im verseuchten Boden enthaltenen älteren Sklerotien verlieren ihr Infektionsvermögen rascher.

4. Umgraben und Bewegen des Bodens verbreitet die Sklerotien, macht die kwaden plekken größer und bringt auch einen Teil der Sklerotien an die Oberfläche, wo sie dem Winde zugänglich sind.

D. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse sind für die Bekämpfung der Sklerotien-Krankheit folgende Vorschläge zu machen.

1. Das einfachste, aber nicht immer anwendbare Mittel ist, die verseuchten Felder eine genügend lange Zeit überhaupt nicht zur Blumenzwiebelkultur zu verwenden. Bis zum vierten Winter müßte man auf alle Fälle warten. Dann könnte man eine Versuchspflanzung mit Tulpen machen.

2. Wenn der Umfang der kwaden plekken es irgend zuläßt, versuche man folgendes Verfahren:

a) Man stecke die kwaden plekken, sobald die Tulpen austreiben, durch in den Boden getriebene Stäbe genau ab, damit man sie später wiedererkennen kann.

b) Dann hebe man alle kranken Tulpen mittels des Tulpenstechers heraus und entferne die herausgeholtten Massen. Dies ist nicht schwer durchzuführen, wenn die Tulpen gut in Reihen gepflanzt sind.

c) Nach der Ernte grabe man die kwaden plekken für sich allein und sehr vorsichtig um, damit doch etwa zurückgebliebene Sklerotien nicht in den benachbarten keimfreien Boden verschleppt werden.

d) Dann setze man die Blumenzwiebelkultur so lange aus, wie es die Verhältnisse irgend gestatten, und widme später den verseucht gewesenen Stellen unter Fortsetzung und Wiederholung der Maßregeln besondere Aufmerksamkeit.

3. Wem dieses Verfahren zu umständlich erscheint, dem kann augenblicklich kein anderes Mittel empfohlen werden, als die von Ritzema-Bos und der Kommission in Noordwijk geprüfte Behandlung des Bodens mit Karbolineum. Das Karbolineum macht aber, je nach der angewandten Menge, den Boden auf längere oder kürzere Zeit zum Pflanzenbau ungeeignet, und da man dasselbe nicht so reichlich anwenden kann und es auch nicht so gleichmäßig im Boden verteilen kann, daß alle Sklerotien getötet werden, so beseitigt es auch die Krankheit nicht vollständig, wie die Erfahrungen der Kommission in Noordwijk lehren. Es treten also neue Krankheitsherde auf, wenn man wieder zur Tulpenkultur übergeht.

4. Es dürfte sich aber empfehlen, das Karbolineumverfahren und das Ausstechen miteinander zu verbinden. Kwade plekken, die zu groß sind, um alle kranken Zwiebeln auszustechen, behandelt man mit Karbolineum. Dadurch wird der größere Teil der Sklerotien getötet. Dann wartet man mit der Blumenzwiebelkultur solange wie möglich. Geht man darauf wieder zur Tulpenzucht über, so ist die Zahl der kranken Pflanzen voraussichtlich so gering, daß man jetzt mit Ausstechen vorgehen und damit unter Berücksichtigung der oben näher angegebenen Verhältnisse der Krankheit Herr werden kann. Aber man steche nun die kranken Pflanzen wirklich heraus und beruhige sich nicht bei dem mit Karbolineum erzielten Erfolge. Im allgemeinen ist es viel richtiger, die Sklerotien aus dem Boden herauszuholen, als sie in demselben zu vergiften. Der Giftstoff und seine Anwendung bedingen auch Kosten und Mühe; zudem ist die Anwendung des Karbolineums nicht ohne Störung des Betriebes möglich. Die größere für das Ausstechen der Tulpen erforderliche Sorgfalt kann aber dem Gesamtfinden der Pflanzung nur dienlich sein.

Zum Schlusse mag noch darauf hingewiesen sein, daß es wichtig ist, die Nachbarn zu ähnlichem Vorgehen zu veranlassen.

V. Die Sklerotien-Krankheit oder der schwarze Rotz (zwart snot) der Hyazinthen (*Sclerotinia bulborum* Wakker¹).

Eine der zahlreichen Zusendungen, die ich den Herren Polman-Mooy verdanke, gab mir eine willkommene Gelegenheit, die Sklerotien-Krankheit der Hyazinthen, die in Holland unter dem Namen „zwart snot“ (schwarzer Rotz) bekannt ist, mit der Sklerotien-Krankheit der Tulpen zu vergleichen. Die Hyazinthen-Krankheit ist schon vor reichlich zwanzig Jahren von J. H. Wakker (I, II, III) eingehend bearbeitet worden. Meine Beobachtungen, die ich im folgenden kurz darstellen will, bestätigen die Beobachtungen Wakkers in den wesentlichsten Punkten und ergänzen sie in anderen.

Nachdem ich die beiden erhaltenen Zwiebeln durchschnitten unter eine Glasglocke gelegt hatte, entwickelte sich reichliches weißes Mycel, und es entstanden neue Sklerotien, die für alle weiteren Versuche ausreichendes Material lieferten. Es bedurfte keiner eingehenden Vergleichung mit *Sclerotium Tuliparum*, um sofort feststellen zu können, daß *Sclerotium Tuliparum* von *Sclerotinia bulborum* wesentlich verschieden ist und auch nicht aus der letzteren hervorgegangen sein kann. Der Mycel ist viel üppiger; die Sklerotien haben außen eine grünlichschwarze und zuletzt ganz schwarze Farbe, während die des *Sclerotium Tuliparum* braun sind. Innen sind sie grünlichweiß. Auch werden sie viel größer, und ihre Gestalt ist nicht rundlich, sondern es sind meist platte, übrigens sehr unregelmäßige Gebilde. Sie entstehen häufig auch im Innern der Zwiebel zwischen den Zwiebelblättern. Ein sehr bemerkenswerter Unterschied besteht sodann noch darin, daß aus den Sklerotien des Hyazinthenpilzes im Frühjahr (März) leicht *Sclerotinia*-Fruchtkörper hervorwachsen, während es bisher nicht gelang, aus den Sklerotien der Tulpen Fruchtkörper irgend welcher Art zu erhalten.

Die *Sclerotinia*-Fruchtkörper zeigten sich in den Töpfen, in welchen Zwiebelpflanzen mit Sklerotien ausgepflanzt waren. In den Töpfen, die nur Erde mit Sklerotien behufs Aufbewahrung derselben enthielten, entstanden sie nicht. Ob dies mehr als Zufall ist, kann ich nicht sagen. Übrigens entsprach ihre Zahl keineswegs der Zahl der ausgelegten Sklerotien, so daß diese also nur teilweise in Becherfrüchte auswachsen. Es kann aber sein, daß im letzten Frühjahre die lange andauernde Frostperiode hierbei einen Einfluß hatte. Die Becherfrüchte halten sich nur wenige Tage.

Die Sporen werden ausgeschleudert, und man kann sie auffangen,

¹ Da Wakker (II, pag. 26) den Pilz *Peziza (Sclerotinia) bulborum* nennt, scheint es mir berechtigt zu sein, Wakker auch als Autor der Verbindung *Sclerotinia bulborum* zu betrachten.

wenn man um die Fruchtkörper herum Objektträger legt und aufstellt, wobei man die ganze Kultur unter einer Glasglocke hält. In den Wassertropfen, womit die Objektträger beschlagen, keimen die Sporen schon nach 24 Stunden.

Ich habe *Sclerotinia bulborum* auch in Reinkultur auf sterilisierten Hyazinthenzwiebeln gezogen, auf denen sie üppig wächst und sich reichlich vermehrt. Wenn man an einem Sklerotium eine frische Bruchfläche herstellt, so kann man leicht mit einem spitzen sterilen Messer aus der Mitte kleine Teile entnehmen, die von fremden Keimen frei sind und zu reinen Kulturen auswachsen. Es entwickelt sich zunächst ein schneeweißes Mycel, das in einigen meiner Kulturen so überhand nahm, daß es das ganze Kulturgefäß (Erlenmeyerkolben) bis an den Wattestopfen ausfüllte. In dem Mycel entstehen sehr bald Sklerotien von sehr verschiedener Größe und Gestalt; ich erhielt neben kleinen und rundlichen solche, die bei einer Dicke von etwa 0,3 cm und einer Breite von 1—1,5 cm eine Länge von 6—7 cm erreichten. Später geht das Mycel zurück, und es findet sich ein Quantum klarer Flüssigkeit unter den Sklerotien und den Resten der Hyazinthenzwiebel. Diese Flüssigkeit ist zum Teil auf die Ausschwitzung der Sklerotien während des Reifungsprozesses zurückzuführen, die schon de Bary (I, pag. 38) erwähnt.

Sowohl die erkrankten Zwiebeln wie die Reinkulturen zeichnen sich durch einen eigentümlichen scharfen Geruch aus.

Es ist auch leicht, aus den Ascosporen Reinkulturen heranzuziehen. Die Keimung der Sporen und die Entwicklung des Mycels wurden im Agartropfen unter Deckglas in feuchten Kammern nach dem früher beschriebenen Verfahren (Klebahn III, pag. 489) beobachtet.

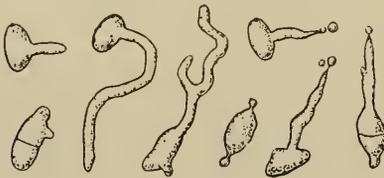


Abbildung 6.

Sclerotinia bulborum. Keimung der Sporen und Bildung winziger conidienartiger Körperchen an denselben oder an den Keimschläuchen. $\frac{390}{1}$.

Die Keimung (Abbild. 6) findet mit einem seitlichen oder endständigen Keimschlauche statt; mitunter, aber keineswegs immer, teilen sich die Sporen dabei durch eine Querwand. Die Hyphen in den Deckglaskulturen waren bis $5,5 \mu$ dick, aber sehr dünnwandig und von Zeit zu Zeit durch Querwände geteilt. Der protoplasmatische Inhalt erhält durch zahlreiche dichtgedrängte Vacuolen ein schaumartiges Aussehen, wie auch schon

Wakker (II, pag. 311; III, pag. 35) beschreibt. Im Nähragar werden große, schön ausgebildete oktaedrische Kristalle abgeschieden.

Außer den Hyphen finden sich zweierlei Gebilde in den Reinkulturen, nämlich sklerotienartige oder haftscheibenartige Bildungen und eine Art

Conidien. Die erstgenannten gehen aus vielfach durcheinander gewundenen und gekrümmten Hyphen hervor, die von einem Hauptthyphenzweige entspringen. Sie bilden kleine Schüppchen, die nur wenige Zellen dick sind. Die Hyphenteile erscheinen zuletzt abgerundet und sind mit dicken etwas gebräunten Membranen umgeben (Abbild. 7 und 8). Infolgedessen

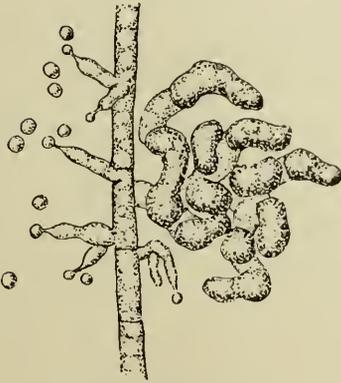


Abbildung 7.

Sclerotium bulborum. Bildung conidienartiger Körperchen und Anfang der Sklerotien- oder Haftscheibchenbildung in Reinkultur. $\frac{675}{1}$.

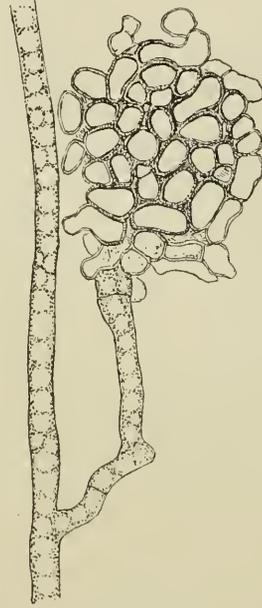


Abbildung 8.

Sclerotium bulborum. Haftscheibchen oder sklerotienartiges Gebilde, in Reinkultur erwachsen. $\frac{675}{1}$.

sehen die Gebilde bei flüchtiger Betrachtung wie Häufchen zusammengedrängter Sporen aus. Ähnliche Bildungen sind wahrscheinlich die kleinen Sklerotien, die Wakker (II, pag. 35) in dem flockigen Mycel gefunden hat.

Die Conidien sind winzig kleine, kugelige Körperchen von 2,5—3 μ Durchmesser. Sie entstehen mitunter schon an der Ascospore (Abbild. 6), indem statt des Keimschlauches ein oder zwei kurze dünne Fäden hervortreten, die an ihrem Ende kugelig anschwellen; oder sie bilden sich, wenn der Keimschlauch zwei- bis dreimal so lang geworden ist wie die Spore, an dessen zu einer dünnen Spitze verjüngtem Ende, einzeln oder zu zweien. In diesem Stadium sind sie bereits von Wakker (II, pag. 311; III, pag. 32) beobachtet worden, der sie „Sporidien“ nennt. In den herangewachsenen Kulturen werden sie häufiger. Sie entstehen hier an kurzen

Seitenzweigen der stärkeren Hyphen. Ihre Träger stehen entweder einzeln und bleiben einfach, oder sie bilden kleine Gruppen und verzweigen sich etwas, so daß pinselförmige oder büschelartige Gebilde zustande kommen

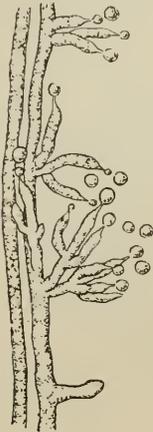


Abbildung 9.
Sclerotinia bulborum.
Bildung conidienar-
tiger Körperchen in
Reinkultur. $\frac{675}{1}$.

(Abbild. 7 und 9). Die Zahl der am Ende dieser Träger abgeschmürten „Sporidien“ bleibt meist eine geringe. Neuerdings aber habe ich den Pilz auf Salep-Agar¹⁾ in der feuchten Kammer unter Deckglas gezogen und so reichliche Sporidienbildung erhalten, daß es möglich war, Übertragungen auf neuen Nährboden vorzunehmen. Auf diesem wurden die „Sporidien“ dann wochenlang beobachtet, ohne daß eine Keimung festzustellen war. Dieses Ergebnis bestätigt also die Ansicht von Wakker, der die „Sporidien“ für nicht keimfähig hält. Möglicherweise sind es also Bildungen, die in der Entwicklungsgeschichte des Pilzes keine Rolle spielen.

Ähnliche „Sporidien“ haben bereits de Bary (II, pag. 264) bei *Peziza Fuckeliana* und Brefeld (I, pag. 113 u. Taf. IX, Fig. 17 u. 18; II, pag. 315) bei *Peziza tuberosa*, *P. Libertiana* und anderen Arten beobachtet. Appel und Bruck (I, pag. 189) haben sie kürzlich für *Sclerotinia Libertiana* aufs neue beschrieben, und auch diese Autoren erklären sie für nicht keimfähig.

Die Reinkulturen im Agartropfen in feuchten Kammern bieten eine weitere Gelegenheit, den Hyazinthenpilz mit dem Tulpenpilze zu vergleichen. Das Mycel des *Sclerotium Tuliparum* zeigt gleichfalls ziemlich dicke, dünnwandige Hyphen, die sich in langen Büscheln verzweigen. Vielfach finden sich zarte Querwände. Aber das Protoplasma enthält Tröpfchen, es ist kaum oder wenig schaumig und an den Hyphenenden mehr homogen. Sklerotien oder ähnliche Gebilde habe ich in den Deckglaskulturen nicht erhalten. Conidien scheint der Tulpenpilz überhaupt nicht zu bilden.

Infektionsversuche mit *Sclerotinia bulborum*.

Mit den Sklerotien der *Sclerotinia bulborum*, die ich an den von den Herren Polman-Mooy gesandten Hyazinthen erhielt, und mit solchen, die in den daraus gezogenen Reinkulturen gewachsen waren, stellte ich eine Reihe von Infektionsversuchen an, die nun im folgenden besprochen werden sollen. Außerdem wurde versucht, Hyazinthen mittels der Ascosporen zu infizieren.

¹⁾ Nach N. Bernard, Revue gén. de Bot. XVI, 1904, pag. 408.

I. Versuche, Hyazinthen mittels der Sklerotien von *Sclerotinia bulborum* zu infizieren.

A. Versuche in Töpfen, Herbst 1905.

Diese Versuche umfaßten drei Reihen mit verschiedenem Boden, nämlich Reihe 1: Lehmboden, Reihe 2: Sandboden, Reihe 3: Misterde, wie bei den Versuchen mit Tulpensklerotien vom Herbst 1905. Jede Reihe enthielt vier Zwiebeln, I—IV, neben deren Spitzen Sklerotien gelegt wurden. Die zu Zwiebel I gelegten stammten aus einer Reinkultur, die übrigen waren auf natürlichem Wege entstandene Sklerotien. — Ergebnis: Bei der ersten Besichtigung, am 19. Februar 1906, und in den nächsten Wochen fanden sich *Sclerotinia*-Becherfrüchte, eben aus dem Erdboden hervorragend, nicht in allen Töpfen, aber sowohl in solchen, die mit natürlichen, wie in solchen, die mit künstlich in Reinkultur erzeugten Sklerotien besiecht waren (1. Reihe, I und IV; 2. Reihe, I; 3. Reihe, I, III und IV). Sämtliche Pflanzen entwickelten sich anscheinend völlig normal weiter, sie blühten gut und setzten zum Teil Früchte an, deren Samen reiften. Erst um diese Zeit wurde an einigen ein Gelb- und Schlaffwerden des Laubes bemerkt, und die bald darauf vorgenommene Untersuchung ergab, daß ein paar Zwiebeln, nämlich 2. Reihe, III, und 3. Reihe, IV, fast ganz zerstört und von Sklerotien durchsetzt oder mit solchen bedeckt waren. Die übrigen Zwiebeln waren gesund geblieben.

B. Versuche im Freien, Herbst 1905.

Es wurden sieben Reihen mit je vier Hyazinthenzwiebeln gepflanzt. Beiderseits neben die mittlere Reihe, in der Mitte zwischen dieser und den angrenzenden, wurden Sklerotien gelegt. Die Hyazinthen gingen gut auf, entwickelten sich ausgezeichnet, blühten und setzten teilweise sogar Frucht an. Erst um diese Zeit wurden an einigen Pflanzen Anzeichen der Infektion gefunden, die in einem Gelbwerden der Blätter bestanden. Als die Zwiebeln am 20. Juni aus der Erde genommen wurden, zeigten sie sich stärker infiziert, als ich erwartet hatte. Unter zwanzig geernteten Zwiebeln waren acht stark befallen und mit großen Sklerotien besetzt und durchsetzt, drei schwächer befallen, zwei zweifelhaft, sieben gesund. In dem Boden in der Umgebung der erkrankten Zwiebeln fand ich stellenweise eine starke Mycelverbreitung. Der Erfolg der Infektion war ein reichlicherer als bei den Topfversuchen, obgleich die Sklerotien in einer größeren Entfernung von den Zwiebeln gelegen hatten als bei diesen.

C. Versuche im Herbst 1906.

1. In fünf Töpfe, je einen mit Lehmerde (1), Misterde (2), sandiger Erde (3) und zwei mit reinem Sand (4, 5), wurde je eine Hyazinthenzwiebel

gepflanzt und Sklerotien daneben gelegt. Ergebnis: Im März 1907 gehen alle Pflanzen gut auf; 1, 2 und 4 haben gelbe Spitzen an den Blättern. Alle gelangen zur Blüte. Im Juni findet sich bei 1 und 2 Mycel in dem Erdreich um die Zwiebel, Ende Juni enthalten 1, 2 und 5 Sklerotien. Zwiebel 4 ist faul, enthält aber keine Sklerotien. Zwiebel 3 bleibt gesund.

2. In drei Schalen, je eine mit Lehm, Misterde und sandiger Erde, wurden je fünf Hyazinthen auf einem Durchmesser in Abständen von etwa 5 cm gepflanzt und neben die zweite Zwiebel Sklerotien gelegt. Ergebnis: Es trat keine Infektion ein. Nur eine Zwiebel in Schale 3 blieb infolge eines beim Pflanzen nicht bemerkten Schadens aus, war aber nicht von der *Sclerotinia* befallen.

II. Versuche, andere Blumenzwiebeln mit *Sclerotinia bulborum* zu infizieren, Herbst 1905 und 1906.

1. Tulpen 1905. Die Versuche umfassen neun Zwiebeln, je drei in Lehmerde, Sanderde oder Misterde gepflanzt, wie bei den Versuchen mit Tulpensklerotien von 1905. Ergebnis: Im März 1906 zeigt sich in einer Anzahl der Töpfe die *Sclerotinia*, die Tulpen entwickeln sich jedoch ohne jede Schädigung.

2 a. *Fritillaria imperialis* 1905. Eine Zwiebel, Sklerotium oben in die Öffnung gelegt. Ergebnis: Die Zwiebel treibt nicht aus; sie zeigt sich später faul und hat Sklerotien gebildet, bereits am 16. März. — b. *Fritillaria imperialis* 1906. Zwei Zwiebeln, ebenso behandelt. Ergebnis: Keine Schädigung.

3 a. *Scilla sibirica* 1905. Drei Zwiebeln. Ergebnis: Anfang März ist die *Sclerotinia* entwickelt; die Pflanzen treiben gesund aus und blühen, die Zwiebeln sind aber beim Herausnehmen Anfang Juli getötet und stark von Sklerotien durchsetzt. — b. *Scilla sibirica* 1906. Drei Töpfe mit je drei Zwiebeln, je einer mit Lehmerde, Misterde, sandiger Erde. Sklerotien neben die eine Zwiebel gelegt. Ergebnis: In Topf 1 gehen zwei, in den beiden andern je drei Pflanzen ohne Schaden auf und entwickeln sich zur Blüte. In Topf 3 (sandige Erde) ist im Juni das ganze Wurzelwerk mit Mycel durchsetzt, und später finden sich Sklerotien in den Zwiebeln. Die Pflanzen der andern beiden Töpfe sind gesund geblieben.

4. *Muscari botryoides* 1906. Zwei Töpfe mit je sechs Zwiebeln. Ergebnis: Die Pflanzen gelangen zur Blüte und bleiben gesund.

5. *Galanthus nivalis* 1905. Vier Zwiebeln. Ergebnis: *Sclerotinia* entwickelt, die Pflanzen nicht geschädigt.

6. *Narcissus poeticus* 1905. Vier Zwiebeln. Ergebnis: Keine Schädigung.

7 a. *Narcissus Pseudonarcissus* 1905. Vier Zwiebeln. Ergebnis: *Sclerotinia* entwickelt, keine Schädigung. — b. Narzissen 1906. Weiße

Princeps, Trompet major, Gefüllte von Sion, je eine Zwiebel. Ergebnis: Keine Schädigung.

8. Tazetten 1906. Generalstaaten, Grand Soleil, je eine Zwiebel. Ergebnis: Keine Schädigung.

9 a. *Crocus vernus* 1905. Acht Zwiebeln. Ergebnis: *Sclerotinia* entwickelt, keine Schädigung. — b. *Crocus vernus* 1906. Drei Töpfe mit je acht Zwiebeln. Ergebnis: Keine Schädigung bemerkt.

10. *Iris hispanica* 1905. Vier Zwiebeln. Ergebnis: *Sclerotinia* entwickelt, Pflanzen nicht infiziert.

III. Infektionsversuche mit Ascosporen.

Schon Wakker (II, pag. 311; III, pag. 37—38) hat versucht, Hyazinthen mittels der Ascosporen zu infizieren, aber er hat keinen befriedigenden Erfolg erhalten. In einem einzigen Falle gelang die Infektion, und in diesem Falle waren die Sporen auf die Zwiebelschuppen gebracht worden. Aber andere ebenso behandelte Pflanzen blieben gesund, und das Aufbringen der Sporen auf die verschiedenartigsten anderen Teile der Pflanzen blieb ohne Erfolg.

Meine eigenen Versuche waren nicht erfolgreicher.

Im Jahre 1906 überließ ich zunächst diejenigen Hyazinthen sich selbst, neben denen Becherfrüchte entstanden waren. Ferner wurden ein paar Sklerotien mit daran sitzenden Becherfrüchten in winzige Blumentöpfchen gepflanzt und diese über den austreibenden Hyazinthen befestigt. Irgend eine Einwirkung der Sporen konnte nicht festgestellt werden. Das Endergebnis aber, das in einem Falle in einer Infektion der Zwiebel bestand, entscheidet nicht, da sich in allen Töpfen auch Sklerotien befanden.

Im Herbst 1906 pflanzte ich eine Anzahl Hyazinthen ohne Sklerotien. Im Frühjahr 1907 wurden die Sporen einer Becherfrucht auf Objektträgern aufgefangen, in Wasser verteilt und zu Infektionsversuchen auf Hyazinthen verwendet. Sie wurden teils auf die Blätter, den Stengelgrund und die Zwiebel der unverletzten Pflanzen aufgetragen, teils in Wunden eingebracht, die im oberen Teil der Zwiebel oder am Grunde der Blätter geschnitten waren. In keinem dieser Fälle trat eine Infektion ein.

Folgerungen.

Die vorstehenden Versuchsergebnisse stimmen in allen wesentlichen Punkten mit denen von Wakker (I, II, III) überein. Im einzelnen ist folgendes hervorzuheben:

1. Hyazinthen und *Scilla* werden durch die im Boden befindlichen Sklerotien infiziert, wie schon Wakker feststellte. Außerdem ist *Fritillaria*

imperialis empfänglich. Nicht infiziert wurden Tulpen, *Muscari*, *Galanthus*, Narzissen, Tazetten, *Iris hispanica* und *Crocus*. Vielleicht aber dürfte sich bei längerer Fortsetzung der Versuche eine gelegentliche Infektion auf einzelnen dieser letzteren Pflanzen ergeben; Wakker erhielt vereinzelt schwache Infektionen auf *Crocus*, nach einer Angabe von Ritzema-Bos (IV, pag. 61) hatte *Muscari* auf einem Felde, wo sich dieser Pilz fand, Schaden gelitten (ob aber durch den Pilz, ist allerdings nicht festgestellt), und endlich ist hier daran zu erinnern, daß ich an dem aus Noordwijk stammenden Material geschädigter Tulpen Sklerotien erhielt, die denen der *Sclerotinia bulborum* ähnlich waren (s. III, Versuche mit verdächtigen Zwiebeln).

2. Der wirksame Faktor bei diesen Infektionen ist das Mycel, das von den Sklerotien auswächst. Dasselbe besitzt eine hohe Ausbreitungsfähigkeit und übertrifft darin das von *Sclerotium Tuliparum* bedeutend. Die Nachbarpflanzen einer von *Sclerotinia bulborum* befallenen Hyazinthe sind daher in weit höherem Grade der Gefahr der Infektion ausgesetzt als die Nachbarpflanzen einer von *Sclerotium Tuliparum* befallenen Tulpe. Um so mehr ist es wichtig, jede krank werdende Hyazinthe möglichst bald aus dem Boden zu nehmen, ein Verfahren, das übrigens bei den sorgfältigeren Züchtern längst geübt wird.

3. Den Sporen scheint das Vermögen zu fehlen, ihre Keimschläuche in die gesunden Gewebe der Pflanze eindringen zu lassen. Dieses Verhalten schließt sich an die von de Bary (III, pag. 396) bei *Sclerotinia Libertiana* festgestellten Verhältnisse an.

Die Tatsache, daß die Sporen eines parasitischen Pilzes nicht infizieren, ist so merkwürdig, daß man sich nicht leicht dabei beruhigt. Man ist geneigt zu fragen, welche Rolle sie im gewöhnlichen Verlaufe der Entwicklung spielen, welches die Substrate sind, auf denen sie in der Natur zur Keimung und Weiterentwicklung gelangen, und ob sie nicht unter ganz bestimmten Umständen oder an ganz bestimmten Stellen der Pflanze doch infizieren können.

4. Die im Sommer 1905 entstandenen, im Freien in Erde aufbewahrten Sklerotien waren im Herbst 1906 zerfallen. Es scheint danach, daß eine länger dauernde Verseuchung des Bodens durch Sklerotien von *Sclerotinia bulborum* nicht stattfindet. Ein abschließendes Urteil darf natürlich auf diese eine Beobachtung nicht gegründet werden, und es muß auf die Ansicht von Wakker (II, 312 u. 346) verwiesen werden, nach der sich der Pilz durch die in den Myceliumflocken entstehenden sekundären Sklerotien ein Jahr lang ganz oder fast ganz ohne Nahrung soll erhalten können. Indessen sind, soviel ich erfahren habe, auch aus der Praxis der Zwiebelkultur Bodenverseuchungen durch *Sclerotinia bulborum*, welche eine derartige Hartnäckigkeit besitzen wie die „kwaden plekken“ der

Tulpenfelder, nicht bekannt. Dabei könnte freilich der Umstand eine Rolle spielen, daß die Hyazinthenfelder wegen des hohen Werts der einzelnen Zwiebeln meist mit besonderer Sorgfalt von kranken Pflanzen gesäubert werden.

VI. Zerstreute Beobachtungen und Bemerkungen über einige andere Krankheiten und Schäden an Zwiebelpflanzen und über einige den Erregern verwandte Pilze.

Die Beschäftigung mit den Tulpen- und Hyazinthenpilzen brachte es mit sich, auch verwandte Erscheinungen, die sich mehr oder weniger zufällig darboten, in den Kreis der Untersuchung zu ziehen. Dabei wurden verschiedene Beobachtungen gemacht, die, wenn sie auch nur gelegentliche waren, doch vielleicht einiges Interesse haben. Ich stelle diese Beobachtungen zugleich mit einigen kritischen Bemerkungen über die sich anschließenden Fragen im folgenden zusammen.

1. Eine sklerotienbildende *Botrytis* auf Narzissen.

Während meines Aufenthalts in Haarlem erhielt ich von Herrn Polman-Mooy ein paar gelbe Narzissen (*Narcissus Pseudo-Narcissus*, gefüllt), an deren Zwiebeln ziemlich große, schwarze Sklerotien festsaßen. Als ich dieselben in Hamburg unter einer Glocke feucht hielt, entwickelte sich an den Blättern und Zwiebelschalen eine *Botrytis*, von der man vermuten konnte, daß sie mit den Sklerotien in denselben Entwicklungsgang gehöre. Ich machte damit am 9. April 1906 eine Reihe von Übertragungsversuchen auf Tulpen, Hyazinthen, *Scilla sibirica*, *Narcissus Pseudo-Narcissus*, *N. poeticus* und *Crocus vernus*, konnte jedoch keine Infektion zuwege bringen. Nur auf Wunden und den bald absterbenden Blüten kam eine Weiterentwicklung zustande. Die Sklerotien wurden dann anfangs feucht, später trocken aufbewahrt und im Herbst zu Infektionsversuchen verwendet.

Es wurden vier Narzissen derselben Sorte, die mir Herr Polman-Mooy geschickt hatte, in Töpfe gepflanzt und die Sklerotien neben und über die Spitze gelegt. Ferner wurden drei Töpfe mit Tulpen bepflanzt, der eine mit einer großen, die andern mit je drei kleineren, und Sklerotien dazu gebracht. Am 20. März zeigte sich die eine Narzisse infiziert; die ungefähr 1 cm über den Boden hervorragenden Blätter waren mit einer hellbräunlichen *Botrytis* bedeckt. Die andern waren anscheinend gesund, da die Blätter grün waren und weiter wuchsen. Beim vorsichtigen Herausnehmen aus dem Topfe zeigte sich aber nach dem Entfernen des Erdreichs, daß am oberen Teil der Zwiebeln und an den Scheiden angegriffene Stellen vorhanden waren, und in der Umgebung der noch nachweisbaren

Sklerotien ließ sich Mycel feststellen. Beim Feuchthalten entstanden auch hier *Botrytis*-Rasen. Das Ausbreitungsvermögen des Pilzes ist aber kein großes; selbst bei dauerndem Feuchthalten blieb die Infektion wesentlich auf die einmal ergriffenen Stellen beschränkt, während die nicht ergriffenen Teile weiter wuchsen; auf einigen gelben Flecken der Blätter trat erst sehr allmählich die *Botrytis* auf. Aussaat der Conidien auf gesunde Blätter hatte keinen Erfolg, ebensowenig die Übertragung der Conidien auf die Blätter von Tulpen, obgleich diese zweieinhalb Wochen unter Glasglocken blieben. Der Pilz ist demnach in seinem Verhalten von *Botrytis parasitica* auffällig verschieden, und man wird zu der Vermutung gedrängt, daß die vorhandene Infektion nicht durch Conidien bewirkt, sondern von dem aus den Sklerotien hervorgewachsenen Mycel ausgegangen war, dessen Spuren sich in der Umgebung der Sklerotien noch nachweisen ließen. Auch hier begegnet uns also die merkwürdige Tatsache, daß den Sporen eines parasitischen Pilzes das Infektionsvermögen fehlt, oder daß es wenigstens schwach ausgebildet ist, ein Verhalten, das mit dem der Ascosporen von *Sclerotinia bulborum* und anderer Sklerotinien verglichen werden muß. Nur ist im vorliegenden Falle die parasitische Natur des Pilzes selbst auch weniger hoch entwickelt, da die vorhandenen Infektionsstellen kaum das Bestreben zeigen, sich zu vergrößern oder zu vermehren.

Auf künstlichem Nährboden, z. B. auf Salep-Agar¹⁾, wachsen die Conidien sehr leicht. Es macht daher keine Schwierigkeiten, Reinkulturen anzulegen. Diese gedeihen auch gut auf sterilisierten Möhren oder sterilisierten Narzissenzwiebeln. Auf allen drei Nährböden entwickeln sich an dem Mycelium *Botrytis*-Conidienträger, und außerdem entstehen Sklerotien, besonders reichlich auf den sterilisierten Narzissenzwiebeln, wo sie eine Länge von 4 mm bei 1—2 mm Dicke erreichten.

Auf den Zwiebeln der künstlich infizierten Versuchspflanzen erhielt ich dagegen anfangs keine Sklerotien. Erst als die infizierten Pflanzen Ende Juni aus dem Boden genommen wurden, fanden sich einzelne auf der braunen Schale. Dieselben waren aber bedeutend kleiner und spärlicher als diejenigen an dem Material von Haarlem, das den Ausgangspunkt meiner Untersuchungen gebildet hatte. Im übrigen waren die Zwiebeln völlig gesund.

Die Conidienträger (Abbildung 10) dieser *Botrytis* erreichen eine Länge von über 1 mm und sind etwa 16—20 μ , in den oberen Teilen nur 8—12 μ dick. Die Farbe ist unten graubräunlich, nach oben zu heller. Sie sind teils unverzweigt, teils nur im oberen Teile wenig und kurz verzweigt, teils mit einer größeren Zahl ziemlich langer Zweige

¹⁾ Nach N. Bernard, Revue gén. de Bot. XVI, 1904, pag. 408.

versehen. Die letzten, conidientragenden Faden- oder Zweigendigungen werden durch die Conidien verdeckt; nach dem Abfallen der letzteren scheinen sie zu verschrumpfen, und man sieht ihre Reste an den Enden der Zweige oder an den kurzen seitlichen Ausstülpungen derselben. Die Enden der Träger und der Zweige haben häufig dadurch ein sehr

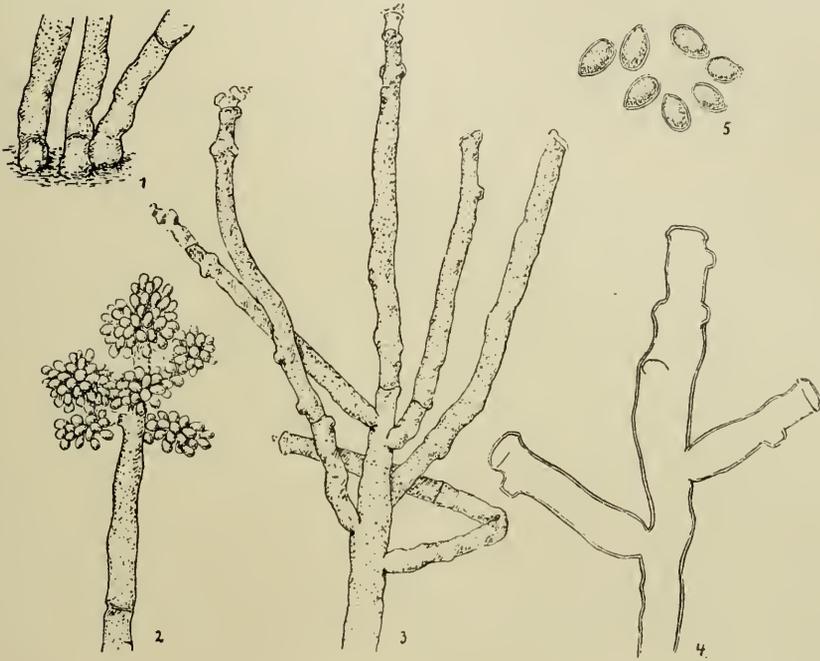


Abbildung 10.
Botrytis auf Narzissen.

1. Untere Teile von Conidienträgern. $\frac{240}{1}$.
2. Spitze eines wenig verzweigten Conidienträgers mit Conidien. $\frac{240}{1}$.
3. Oberer Teil eines stärker verzweigten Conidienträgers. $\frac{240}{1}$.
4. Spitze eines wenig verzweigten Conidienträgers ohne Conidien. $\frac{550}{1}$.
5. Conidien. $\frac{550}{1}$.

charakteristisches Aussehen, daß sie wie abgestutzt sind und die Membran eine flache, rings herum mit einer Kante vorspringende Kappe bildet. Der Fuß zeigt keine besonderen und regelmäßigen Eigentümlichkeiten. Die unterste Zelle ist bald kurz und etwas gerundet, bald länger. Die Conidien sind oval, nach dem unteren Ende zu etwas spitzer, 10—12 μ lang, 6—7 μ dick, glatt, schwach bräunlich gefärbt.

Man mag den Pilz, wenn man einen Namen für denselben haben will, bis auf weiteres *Botrytis narcissicola* nennen. Die Frage, ob er mit

einer der bereits beschriebenen Formen identisch ist, muß ich unentschieden lassen. Die Diagnosen der zahlreichen Arten sind zu ungenau und namentlich viel zu ungleichmäßig, als daß es möglich wäre, danach sichere Bestimmungen auszuführen. Ich habe gelegentlich verschiedene *Botrytis*-Formen kultiviert und auch mikroskopisch verglichen und finde gewisse Unterschiede, die sich aber schwer in Worte kleiden lassen, und deren Konstanz auch noch zu prüfen ist. Es wird nur dadurch Licht in das Dunkel zu bringen sein, daß zahlreiche Formen genau gezeichnet und in ihrem Infektionsvermögen gegen verschiedenartige Pflanzen und in ihrer Entwicklung in Reinkultur auf künstlichen Substraten genau verglichen werden.

2. Ein sklerotienbildender Pilz auf *Iris Gatesii*.

In der Gärtnerei des Herrn van Tubergen in Haarlem erhielt ich eine kranke Knolle von *Iris Gatesii* Foster, an der ziemlich große, schwarze Sklerotien saßen. Es wurde versucht, durch Feuchthalten der Knolle Conidienträger, neues Mycel oder neue Sklerotien hervorzurufen, aber ohne Erfolg. Als die Sklerotien im Herbst 1906, nachdem sie den Sommer über im Freien aufbewahrt worden waren, zur Infektion von *Iris Gatesii* verwendet werden sollten, sahen sie wie ausgekeimt und ausgesogen aus. Die Infektion wurde trotzdem versucht, auf drei Knollen, hatte aber, wie zu erwarten war, keinen Erfolg. Leider vermag ich infolgedessen über die Zugehörigkeit des Pilzes nichts weiter zu sagen. Auf meine Bitte um neues Material erhielt ich im Frühjahr 1907 eine andere Krankheitserscheinung auf einer anderen *Iris* aus der *Oncocyclus*-Gruppe von Herrn van Tubergen zugesandt. Die Knollen waren erweicht und stellenweise von Mycel durchzogen, aber Sklerotien und dergleichen waren nicht vorhanden. An einigen Knollen saßen außen kleine Perithezien fest, die Ascosporen enthielten. Von einer genaueren Untersuchung dieser Erscheinung mußte ich zunächst absehen.

3. *Botrytis galanthina* (Berk. et Br.) Sacc.

Unter dem Namen *Polyactis galanthina* haben Berkeley und Broome (I) einen später von Saccardo (I, pag. 137) in die Gattung *Botrytis* gestellten Pilz beschrieben, der die Schneeglöckchen (*Galanthus nivalis*) schädigt und nach Ludwig (I, pag. 355) an den Zwiebeln derselben auch Sklerotien bildet. W. G. Smith (I) und Oudemans (I) teilen weitere Beobachtungen mit; der letztgenannte Autor stellt die Literatur kritisch zusammen.

Der von Ludwig dem Pilze gegebene Name *Sclerotinia Galanthi* ist zu verwerfen. Erstens sind Becherfrüchte nicht bekannt geworden; zweitens ist die Zusammengehörigkeit von *Botrytis* und *Sclerotinia* überhaupt

mehr als zweifelhaft. Diese Zusammengehörigkeit wurde für *Sclerotinia Fuckeliana* und *Botrytis cinerea* nach den Angaben de Barys (I, pag. 201) bisher ziemlich allgemein angenommen. Es hat aber bereits Brefeld (I, pag. 129, 155; II, pag. 315) auf die Unzulänglichkeit des Beweises hingewiesen. Auch sprechen de Barys eigene Angaben (II, pag. 275), wonach aus Conidien in Nährlösung immer wieder Mycel mit Conidien, aus Ascosporen Mycel mit Sklerotien und nie oder so gut wie nie¹⁾ Conidienträger hervorgehen, nicht besonders für die Zusammengehörigkeit. Pirotta (I), auf dessen von de Bary angeregte Beobachtungen sich dieser anscheinend teilweise stützt, gibt zwar bestimmt an, daß er Ascosporen und *Botrytis*-Conidien in demselben Entwicklungszyklus und insbesondere aus Ascosporen *Botrytis*-Conidien erhalten habe, indessen bleibt der Zweifel möglich, ob die angewandten Maßregeln der Reinkultur ausreichende gewesen sind. Die Arbeit Pirottas, eine vorläufige Mitteilung, gibt wenig Einzelheiten über die Ausführung der Versuche. Der von Frank (I, pag. 538; II, pag. 491) behauptete Zusammenhang der *Sclerotinia Libertiana* mit einer *Botrytis* ist bereits von de Bary selbst (III, pag. 458) bestritten worden, und neuerdings haben Appel und Bruck (I) Versuche angestellt, die gegen denselben sprechen. Schon der Umstand, daß bisher bei keiner anderen *Sclerotinia* Conidienträger gefunden wurden, die *Botrytis* ähnlich sind, läßt den Zusammenhang von *Sclerotinia Fuckeliana* mit einer *Botrytis* auffällig erscheinen. Eine definitive Klärung der Frage der *Sclerotinia Fuckeliana* wäre für die Systematik der gesamten hier besprochenen Pilze von großer Wichtigkeit.

Botrytis galanthina oder ein Pilz von demselben Aussehen soll die Ursache gewisser Krankheiten der Tulpen und Hyazinthen sein, die man holländisch als „het vuur“ (das Feuer) bezeichnet. Es werden zwei Arten dieser Krankheit unterschieden. „Topvuur“ (wörtlich Spitzenfeuer) soll nach Ritzema-Bos (II, pag. 51; III, pag. 81; IV, pag. 63) entstehen, wenn der Pilz sich auf den erfrorenen oder verletzten Blattspitzen ansiedelt, „Smetvuur“ (wörtlich Fleckenfeuer), wenn derselbe, durch saprophytisches Leben erstarkt, parasitisch wird und gesunde Blätter befällt. Daß auf abgetöteten Blattspitzen beliebige *Botrytis*-Arten vegetieren können, ist nicht zweifelhaft. Dagegen ist es mir nicht klar, wie die *Botrytis* durch saprophytisches Leben parasitisch werden soll. Wird das zunächst saprophytisch auf toten Blattspitzen angesiedelte Mycel allmählich parasitisch? Dann müßte „Topvuur“ von oben her zum Befall des ganzen Blattes führen. Oder ist gemeint, daß die Conidien nach und nach das Vermögen gewinnen, zu infizieren, und zwar durch das saprophytische

¹⁾ „— die Fälle, in denen sie, immer vereinzelt, auftraten, sind höchst seltene Ausnahmen und bezüglich der Reinheit der Aussaat nicht vorwurfsfrei.“ de Bary, l. c., pag. 275.

Leben des Mycels, auf dem sie entstehen? Das wäre eine sehr merkwürdige Veränderung, die wohl kaum anderweitig gemachten Erfahrungen entspricht und jedenfalls viel genauer bewiesen werden müßte. Anscheinend ist die Grundlage für diese von Ritzema-Bos geäußerten Ansichten in den Angaben de Barys (III, pag. 396, 423) über die Sklerotinen zu suchen. Die entwickelten Mycelien dieser Pilze scheiden nach de Bary gewisse Enzyme ab, welche die Wirtszellen töten, die Mittellamelle lösen und dadurch das Eindringen des Mycels ermöglichen. Die Keimschläuche der Sporen sollen dieses Enzym noch nicht bilden und daher des Infektionsvermögens entbehren. Der trotzdem merkwürdige und keineswegs genügend aufgeklärte Umstand, daß die Sporen nicht infizieren, wurde im vorausgehenden bereits einmal gestreift.

Bevor man im vorliegenden Falle diesen Fragen nähertritt, scheint es mir nötig zu sein, das Verhältnis des von Ritzema-Bos als *Botrytis galanthina* bezeichneten Pilzes zu *Botrytis parasitica* genauer zu prüfen. Die auf Hyazinthen angegebene *Botrytis* muß allerdings von *Botrytis parasitica* verschieden sein, da die letztgenannte die Hyazinthen nicht infiziert. Daß es aber auf den Tulpen noch eine zweite, von *Botrytis parasitica* verschiedene, parasitisch lebende *Botrytis* geben soll, erscheint mir einstweilen zweifelhaft. Ritzema-Bos hat *Sclerotium Tuliparum* und *Botrytis parasitica* noch nicht unterschieden und bezeichnet den Pilz der „kwaden plekken“ als *Botrytis parasitica*. Es ist daher wohl denkbar, daß der Pilz des „smetvuur“ der Tulpen nichts weiter ist als *Botrytis parasitica*, und daß Ritzema-Bos denselben deshalb für eine andere Spezies gehalten hat, weil er der Meinung war, daß für *Botrytis parasitica* diejenigen Symptome charakteristisch seien, die wir jetzt als dem *Sclerotium Tuliparum* angehörig erkannt haben.

4. Die *Botrytis*-Krankheit der Maiblumen.

Mit den Sklerotien der früher beschriebenen Maiblumen-*Botrytis*, welche in den Vierlanden die Maiblumen schädigt (Klebahn II, pag. 18), machte ich im Herbst 1904 ein paar Infektionsversuche auf Tulpen. Die Sklerotien wurden neben die Spitzen von zehn in Töpfe gepflanzten Tulpen gelegt; die Behandlung der Kulturen war dieselbe wie bei den übrigen Versuchen. Im März 1905 war eine Zwiebel mit *Sclerotium Tuliparum* befallen, ob infolge eines Versuchsfehlers oder eines nicht erkannten Krankheitsherdes an der Zwiebel, ließ sich nachträglich nicht mehr feststellen. Die neun übrigen waren völlig gesund geblieben. Die Maiblumen-*Botrytis* vermag also die Tulpen nicht zu infizieren und ist von *Botrytis parasitica* verschieden.

In meiner früheren Publikation ist nicht erwähnt worden, daß bereits Ritzema-Bos (I; II, pag. 47; III, pag. 82) eine *Botrytis* auf *Convallaria*

majalis beobachtet hat, die nach ihrem Aussehen und auf Grund von Kulturversuchen mit einer die *Paeonien* schädigenden *Botrytis* identisch sein soll und von Oudemans (II) als *Botrytis Paeoniae* beschrieben worden ist. Ritzema-Bos (IV, pag. 63) hat auch die Krankheit aus den Vierlanden untersucht, die ihm Dr. Reh zusandte. Er hält sie für identisch mit der in Holland beobachteten. Ich vermisste aber an dem mir vorliegenden Material die eigentümlichen Ampullen, die Oudemans (II) bei *Botrytis Paeoniae* beschreibt und abbildet (vergl. meine Abbildung in II, pag. 20), und mein Material bildete leicht und reichlich Sklerotien, während Ritzema-Bos (I, pag. 266) an der *Botrytis* von *Paeonia* nur einmal ein kleines Sklerotium erhielt. Versuche, den Maiblumenpilz auf *Paeonien* zu übertragen, hatten wenig Erfolg, so daß doch vielleicht noch einige Zweifel an der Identität der Pilze auf *Paeonia* und *Convallaria* zulässig sind.

Ich erhielt auch eine *Botrytis* auf *Paeonia* aus Haarlem von Herrn Polman-Mooy und machte einige Versuche damit. Sie infizierte aber schwer und griff nur wenig um sich, so daß ich auch mit dieser Form zu keinen bestimmten Resultaten kam. Die ganze Frage bedarf, wie die Biologie und die Unterscheidung der *Botrytis*-Arten überhaupt, weiterer Untersuchung.

5. Die *Botrytis* und Sklerotienpilze der *Allium*-Arten.

Über die naheliegende Frage, ob die Tulpenpilze auf die Speisewiebeln (*Allium Cepa* etc.) übergehen können, habe ich noch kein bestimmtes Urteil. Die Conidien von *Botrytis parasitica* scheinen *Allium* nicht zu infizieren und erst zur Entwicklung zu kommen, wenn die Blätter abzusterben beginnen. Versuche mit dem Sklerotium sind unterblieben, weil die Speisewiebeln nicht im Herbst gepflanzt werden; das Absterben einer Zwiebel bei zwei im Herbst angesetzten Versuchen kam auch die Folge dieser unrichtigen Behandlung gewesen sein.

Die auf den Speisewiebeln beobachteten Pilze sind wahrscheinlich von denen der Tulpen und Hyazinthen verschieden. Sorauer (II, pag. 294) und Frank (II, pag. 503) fassen die durch dieselben veranlaßten Krankheitserscheinungen unter dem Namen „Verschimmeln und Sklerotienkrankheit der Speisewiebeln“ zusammen. Den Angaben liegen Erfahrungen Sorauers (I; II, pag. 295) zugrunde, dem es gelang, Speisewiebeln mit einer *Botrytis*, die er als *Botrytis cana* Pers. bestimmt, zu infizieren und Sklerotien darauf zu erhalten. Sklerotien auf Zwiebeln sind aber bereits früher beobachtet worden; sie werden von Berkeley (I) unter dem Namen *Sclerotium cepivorum* als selbständiger Pilz erwähnt. Zu diesem Sklerotium rechnet Ritzema-Bos (III, pag. 80) eine *Botrytis*, die er *Botrytis cinerea* var. *sclerotiphila* (vergl. Saccardo I, pag. 129) nennt. Vor kurzem hat Voglino (I) ein Sklerotium auf *Allium ursinum* L. mit *Sclerotium*

cepivorum Berk. identifiziert, zu dem er auch *Sc. Cepae* Berk. et Br. als Synonym angibt. Dieses *Sclerotium* bildet keine *Botrytis*, sondern kleine perlenartige „Sporidien“ nach Art der bei *Sclerotinia bulborum*, *Sc. Libertiana* usw. vorkommenden. Voglino hat denselben einen besonderen Namen gegeben, *Sphacelia Allii*.

Man gewinnt aus allen diesen Angaben den Eindruck, daß auch auf den Speisezwiebeln zwei verschiedene sklerotienbildende Pilze vorkommen, eine *Botrytis* und ein *Sclerotium* oder vielleicht eine *Sclerotinia*.

6. Die Lebensdauer der Sklerotien von *Sclerotinia baccarum*.

Im Anschluß an die oben nachgewiesene Langlebigkeit der Tulpenzwiebeln mag als ein weiteres Beispiel der bei Sklerotien mitunter vorkommenden langen Lebensdauer die folgende Beobachtung mitgeteilt werden. Im Herbst 1904 sammelte ich in der Hake bei Harburg a. d. E. ein großes Quantum Sklerotien von *Sclerotinia baccarum* (Schröt.) Rehm. Dieselben wurden in Blumentöpfen auf Sand unter einer lockeren Decke von Kiefernnadeln und trockenem Moos im Freien überwintert. Im Frühjahr 1905 entwickelten sich an einem Teile derselben die Becherfrüchte der *Sclerotinia*. Die Töpfe blieben unverändert weiter im Freien. Im Frühjahr 1906 entstanden abermals Becherfrüchte, und zwar auf einer erheblich größeren Menge von Sklerotien. Im Frühjahr 1907 konnte ich nur noch wenige Reste der Sklerotien finden, aber an einem einzigen war eine in der Entwicklung begriffene Becherfrucht vorhanden. Wir haben also auch hier eine dreijährige Dauer der Lebenskraft, ähnlich wie bei *Sclerotium Tuliparum*.

7. Ein Versuch mit *Sclerotinia tuberosa* (Hedw.) Fuck.

Auf den Kulturen von *Anemone nemorosa* im Botanischen Garten hatten sich im Frühjahr 1906 große Mengen der Becherfrüchte von *Sclerotinia tuberosa* entwickelt, und diese schleuderten, wenn man sie zuvor unter einer Glasglocke gehalten hatte, gewaltige Mengen von Sporen aus, die sich wie kleine Wolken bemerkbar machten. Es interessierte mich, zu erfahren, ob die Sporen dieses Pilzes leichter infizieren als die von *Sclerotinia bulborum*. Ich ließ die geschleuderten Sporen sich wiederholt auf Anemonen lagern, die dicht gedrängt in einer Schale wuchsen, und bedeckte die Pflanzen mit einer Glasglocke. Ein paar Blätter wurden gebräunt und erwiesen sich als von massenhaftem Mycel durchsetzt. Die meisten aber widerstanden. Es konnte nicht mehr festgestellt werden, ob die ersteren infolge von Verletzungen oder aus anderen Gründen das Eindringen der Keimschläuche ermöglicht hatten. Eine weitere Wirkung dieser Infektion trat nicht ein; als die Schale im folgenden Frühjahr besichtigt wurde, fanden sich weder Sklerotien noch Becherfrüchte.

Auch bei *Sclerotinia tuberosa* scheint demnach das Infektionsvermögen der Sporen, entsprechend den mehrfach erwähnten Angaben de Barys (III), zu fehlen oder wenigstens schwach ausgebildet zu sein. Wäre es anders, so müßte der Pilz infolge seiner überreichlichen Sporenbildung in verheerendem Grade um sich greifen. Immerhin wird man die Frage stellen dürfen, ob die Weiterentwicklung der Sporen nur auf saprophytischem Wege vor sich geht, oder ob es noch unbekannte Bedingungen gibt, unter denen dieselben direkt infizieren.

8. Eine Sklerotien-Krankheit auf *Asarum europaeum*.

Eine Krankheit, die in ihrem Verlaufe eine gewisse Ähnlichkeit mit der Sklerotien-Krankheit der Tulpen hat, wurde im Botanischen Garten zu Hamburg auf *Asarum europaeum* L. beobachtet.

Diese Pflanze eignet sich, da sie leicht im Schatten wächst, gut dazu, unter Bäumen, wo Grasrasen sich nicht erhalten läßt, eine grüne Laubdecke herzustellen, und sie wird zu diesem Zwecke in der Waldpartie des Botanischen Gartens verwendet. Diese Anpflanzungen wurden aber durch die erwähnte Krankheit geschädigt. Dieselbe gibt sich dadurch zu erkennen, daß die bereits ausgewachsenen und vorher völlig gesunden Blätter einzelner Pflanzen plötzlich welk werden und umfallen. Die Pflanzen lassen sich in diesem Zustande leicht aus dem Boden ziehen, und man erkennt dann, daß die kriechenden Grundachsen von einem Pilze befallen sind. Derselbe besitzt ein weißes Mycel, welches die kranken Stengelteile auch äußerlich überzieht, und bildet kleine, etwa 0,5—1,5 mm große, anfangs grünlich schwarze, später ganz schwarze, innen grünlich weiße Sklerotien. Conidien werden nicht gebildet; auch eine zugehörige Ascosporenfucht fand ich bisher nicht. Der Pilz läßt sich leicht in Reinkultur ziehen. Man geht dabei von jungen Sklerotien aus, aus denen man mit sterilen Messern die inneren Teile als Aussaatmaterial zu gewinnen sucht. Diese lassen auf Salep-Agar, auf sterilen Möhren und wahrscheinlich auch auf anderen Nährböden Mycel hervorsprossen, und in dem letzteren bilden sich nach einiger Zeit neue Sklerotien. Auf Salep-Agar entstanden dieselben in mehr oder weniger ringförmiger Anordnung um die Impfstelle; die Möhren waren in gewissen Abständen ganz von denselben bedeckt. Auch in den Reinkulturen erhielt ich weder Sporen noch Conidien.

Daß der Pilz ein Parasit ist, und zwar ein sehr verderblicher, wurde durch Infektionsversuche gezeigt. Die ersten Versuche, im Herbst 1906 so ausgeführt, daß neben die Rhizome in Töpfe gesetzter *Asarum*-Pflanzen Sklerotien gelegt wurden, schlugen fehl, indem im Frühjahr überhaupt keine Pflanze aufging, auch nicht die nicht geimpften Kontrollpflanzen. Am 13. April 1907 wurden neue Pflanzen in Töpfe gepflanzt

und die vom vorigen Herbst noch vorhandenen, Sklerotien enthaltenden Reinkulturen neben die Rhizome gelegt. Am 30. Mai zeigte sich der Erfolg in typischer Form. Die Blätter wurden welk und fielen zu Boden; am Rhizom war eine gebräunte und faule Stelle vorhanden, und diese war außen mit Mycel und Sklerotien bedeckt.

Nach dem, was durch diese Beobachtungen über den Pilz bekannt geworden ist, verhält er sich, wie schon bemerkt, dem Tulpensklerotium ähnlich. Daraus folgt natürlich nicht, daß er ein naher Verwandter des letzteren ist. Es muß abgewartet werden, ob er vielleicht im Frühjahr, ähnlich dem Hyazinthenpilze, Becherfrüchte bildet; ebenso wäre auf Conidien weiter zu achten. Eine *Botrytis* gehört aber sicher nicht in seinen Entwicklungsgang. Da der Pilz noch nicht bekannt ist, schlage ich vor, demselben bis auf weiteres den Namen *Sclerotium asarinum* beizulegen.

Um die Ausbreitung der Krankheit zu verhüten, muß man die kranken Pflanzen samt dem sie umgebenden Erdreich entfernen.

9. Die Hartfäule oder Steinkrankheit der Blumenzwiebeln.

Unter den geernteten und bis zum Verkauf gelagerten Tulpenzwiebeln und andern Blumenzwiebeln, z. B. *Scilla*, *Crocus*, tritt nicht selten eine Erscheinung auf, die ich nach der Beschaffenheit der ergriffenen Teile

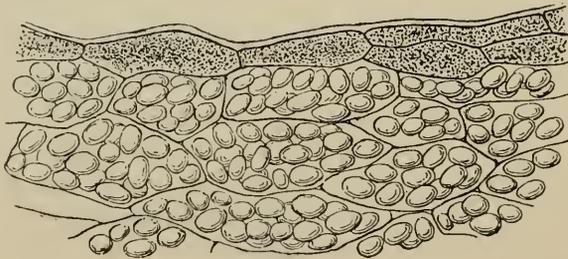


Abbildung 11.

Schnitt durch ein Zwiebelblatt einer steinkranken Tulpe. $\frac{240}{1}$.

als Hartfäule oder Steinkrankheit bezeichnen möchte. Bei schwachem Befall ist eine scharf umschriebene Stelle des äußeren saftigen Zwiebelblattes trocken, hart, matt weiß gefärbt und im Vergleiche mit dem saftigen Gewebe etwas eingesunken, wenn auch nicht sehr wesentlich. Die mikroskopische Untersuchung zeigt die Zellen mit Stärke angefüllt, aber den Zellsaft verschwunden; dem entspricht die etwas mehlartige, dem Endosperm eines Getreidekorns ähnelnde Konsistenz des Gewebes. Die Epidermis enthält dagegen feinkörnige bräunliche Massen, die man für Bakterien halten könnte (Abbild. 11).

Die Schädigung kann allmählich an Umfang zunehmen und größere Teile des Zwiebelblattes und auch das nächstinnere Blatt ergreifen. Bei sehr starkem Befall wird die ganze Zwiebel in eine harte steinartige Masse verwandelt.

Die Ursache der Erscheinung zu ermitteln, sind eingehendere Untersuchungen nötig, als ich bisher dem Gegenstande widmen konnte. Man könnte vermuten, daß die krümeligen Gebilde in der Epidermis Bakterien seien, und daß die durch sie bewirkte Abtötung der Epidermis ein rasches Austrocknen der darunter liegenden Gewebe veranlasse. Man könnte auch an eine Wirkung von Schimmelpilzen denken, denn beim Feuchthalten kranker Teile entwickelt sich Schimmel darauf, und die Krankheit scheint durch das Liegen der Zwiebeln in dumpfigen Räumen gefördert zu werden. Indessen habe ich kein Mycel in dem toten Gewebe gesehen. Versuche, die Krankheit auf gesunde Zwiebeln zu übertragen, hatten keinen rechten Erfolg. Wenn Teile des toten Gewebes in kleine Wunden gesunder Zwiebeln eingebracht wurden, entstanden wohl kleinere oder größere trockene Stellen, aber nicht die eigentlichen typischen Erscheinungen.

Die Hartfäule ist eine Kalamität für den Produzenten und den Händler, denn sie macht einen Teil der Ware unverkäuflich. Der Gärtner wird steinkranke Zwiebeln zurückweisen oder wenigstens nicht pflanzen. Beim Pflanzen größerer Mengen von Zwiebeln können aber doch leicht solche mit kleineren Krankheitsherden übersehen werden, und es entsteht daher die Frage, wie sich derartige Zwiebeln im Boden verhalten, und insbesondere die, ob Beziehungen zu den oben besprochenen Zwiebelkrankheiten vorhanden sind.

Bei meinen Versuchen ergab sich, daß hartfaule Tulpen, soweit sie überhaupt noch wachstumsfähige Teile haben, normal austreiben. Die steinigen Teile findet man dann erweicht und von grünem Schimmel durchsetzt. Die unter ihnen liegenden Zwiebelblätter sind oft vollkommen gesund. Dringt die Fäulnis tiefer ein, so kann man nicht entscheiden, ob sie nicht schon vor dem Austreiben so weit vorgedrungen gewesen ist. Bei einigen Versuchen wurden gesunde Zwiebeln mit großen Mengen der steinigen Masse erkrankter Zwiebeln umgeben. Dies störte die Entwicklung der Pflanzen in einigen Fällen gar nicht und in andern nur insofern, als die Wurzeln, die in die allmählich faulende Substanz eindrangen, infolge dieser Fäulnis litten.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß ein Organismus, der gegen die in voller Lebenstätigkeit befindliche Pflanze wie ein Parasit wirkt, in den hartfaulen Teilen nicht enthalten ist. Ob überhaupt ein Organismus beteiligt ist, oder ob ungünstige Verhältnisse beim Lagern die Vergrößerung kleiner vorhandener Schädigungen bewirken, kann einstweilen nicht entschieden werden, und es wäre zwecklos, darüber Vermutungen auszusprechen.

Literatur.

- Appel, O., und Bruck, W. F. I. Sclerotinia Libertiana Fuckel als Schädiger von Wurzelfrüchten. Arb. d. k. Biol. Anstalt f. Land- u. Forstwirtschaft V, 1906, 189—203.
- Berkeley, M. J., and Broome, C. E. I. Notices on British Fungi. Ann. a. Mag. of Nat. Hist. (4. ser., XI, p. 346, No. 1385, taf. VIII, fig. 8).
- Berkeley, M. J. I. Outlines of British Fungology. London 1860 (p. 410).
- De Bary, A. I. Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. Leipzig 1866. In Hofmeister, Handbuch der physiol. Botanik.
- II. Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozen und Bakterien. Leipzig 1884.
- III. Über einige Sklerotinen und Sklerotienkrankheiten. Botan. Zeitung 1886.
- Brefeld, O. I. Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze IV, 1881.
- II. Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mycologie X.
- Cavara, F. I. Appunti di Patalogia vegetale. Istituto bot. d. R. Univ. di Pavia. Milano 1888.
- Cooke, M. C. I. British Fungi. Grevillea II, 1874, 139.
- Frank, A. B. I. Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau 1880.
- II. Desgl., 2. Aufl., Bd. II, 1896.
- Klebahn, H. I. Über die Botrytiskrankheit der Tulpen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XIV, 1904.
- II. Über die Botrytiskrankheit und die Sklerotienkrankheit der Tulpen, die Botrytiskrankheit der Maiblumen und einige andere Botrytiskrankheiten. Jahrbuch der Hamburg. Wissensch. Anstalten XXII, 1904, 3. Beiheft.
- III. Untersuchungen über einige Fungi imperfecti und die zugehörigen Ascomycetenformen. Jahrb. f. wissensch. Botanik XLI, 1905, 485—560 (p. 486—492).
- IV. Über die Krankheiten der Tulpen und ihre Bekämpfung. Gartenflora 1906, Heft 21 u. 22. Ins Holländische übertragen in Weekblad voor Bloembollencultuur 1907, Nr. 56 u. 58.
- Ludwig, F. I. Lehrbuch der niederen Kryptogamen, 1892, p. 355.
- II. Eine Sklerotienkrankheit der Tulpenzwiebeln. Deutsche botan. Monatsschrift XV, 1897, 153—154.
- Oudemans, C. A. J. A. I. Sur une maladie du Perce-neige (*Galanthus nivalis*). K. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam. Verslag van de gewone Vergadering v. 21. April 1897, p. 455—462.
- II. Sur une maladie des Pivoines (*Paeonia*). Dasselbst p. 462—464.
- III. Aanwinsten voor de flora mycologica van Nederland. Nederl. Kruidk. Arch. Ser. II, T. IV, p. 260.
- IV. Contributions à la flore mycologique des Pays-Bas XVIII. Nederl. Kruidk. Arch. Ser. III, T. II, p. 778.
- Pirotta, R. I. Sullo sviluppo della *Peziza Fuckeliana* de By. e della *P. Sclerotiorum* Lib. Nuovo Giornale Botanico Italiano XIII, 1881, 130—135.
- Ritzema-Bos, J. I. Botrytis *Paeoniae* Oudemans, die Ursache einer bis jetzt unbeschriebenen Krankheit der Paeonien sowie der *Convallaria majalis*. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. VIII, 1898, p. 263.

- Ritzema-Bos, J. II. Phytopathologisch Laboratorium Willie Commelin Scholten. Verslag over de inlichtingen, gegeven in 1899. Landbouwkundig Tijdschrift 1900.
- III. Desgl. Verslag over de inlichtingen, gegeven in 1900.
 - IV. Desgl. Verslag over Onderzoekingen gedaan in en over inlichtingen, gegeven vanwege bovengenoemd Laboratorium in het jaar 1902. Landb. Tijdschr. XI.
 - V. *Botrytis parasitica* Cavara, die von ihr verursachte Tulpenkrankheit sowie deren Bekämpfung. Zentrabl. f. Bakteriologie usw., 2. Abt., X, 1903, p. 18—26 u. 89—94.
- Sauer (Gärtner). I. Über die Kultur der Hyazinthen und Amaryllis in den Niederlanden. Verhandl. d. Vereins z. Beförd. d. Gartenbaues i. d. k. preuß. Staaten VI, 1830, p. 40—48. (Erwähnt den schwarzen und den weißen Rotz; C. Bouché fügt p. 46 in einer Fußnote hinzu, daß der schwarze Rotz durch ein *Sclerotium* verursacht werde.)
- Saccardo, P. A. I. Sylloge Fungorum Bd. IV.
- II. Desgl. Bd. XIV.
- Schneevogt (Blumist in Haarlem). I. Etwas über den weißen Rotz und die Ringelkrankheit der Hyazinthen. Verhandl. d. Vereins z. Beförd. d. Gartenbaues i. d. k. preuß. Staaten X, 1834, 254—265. (Erwähnt p. 261—262 auch den schwarzen Rotz.)
- Smith, W. G. I. Disease of Snowdrops. *Polyactis galanthina* B. and Br. Gardeners' Chronicle, 2. März 1889 (p. 275).
- Sorauer, P. I. Österr. landwirtsch. Wochenblatt 1876, 147. Nicht gesehen.
- II. Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 2. Aufl., II, 1886, 295.
 - III. Jahresbericht des Sonderausschusses für Pflanzenschutz (Jahrb. d. Deutsch. Landw.-Gesellsch., 1893, 446).
 - IV. Das Umfallen der Tulpen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. XIII, 1903, 265—267.
- Verslag over de proefnemingen ter bestrijding van kwade plekken in den tulpenvelden te Noordwijk. Weekblad voor Bloembollencultuur 1894, 1895 usw. bis 1904.
- Vogolino, P. I. Sul Parassitismo e lo sviluppo dello *Sclerotium Cepivorum* Berk. nell' *Allium sativum* L. Le Stazioni sperimentali agrarie italiane XXXVI, 1902, p. 89—106.
- Wakker, J. H. I. Onderzoek der ziekten van Hyazinthen en ander Bol- en Knolgewassen. Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur te Haarlem, 1883—1885.
- II. Über die Infektion der Nährpflanzen durch parasitische *Peziza*-(*Sclerotinia*-)Arten. Botan. Zentrabl. XXIX, 1887, 309—313 u. 342—346.
 - III. Contributions à la Pathologie Végétale II. La morve noire des Jacinthes et plantes analogues, produite par le *Peziza bulborum*. Archives néerlandaises XXIII, 1889, p. 25—45.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [24_BH3](#)

Autor(en)/Author(s): Klebahn Heinrich

Artikel/Article: [Weitere Untersuchungen über die Sklerotienkrankheiten der Zwiebelpflanzen. 1-53](#)