

Ueber ein Contagium vivum fluidum als
Ursache der
Fleckenkrankheit der Tabaksblätter.

VON

M. W. BELJERINCK.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

(**TWEEDE SECTIE**).

Deel VI. N^o. 5.

(Mit 2 Tafeln.)

AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1898.

Ueber ein Contagium vivum fluidum als Ursache der Fleckenkrankheit der Tabaksblätter.

VON

M. W. BEIJERINCK.

Im Jahre 1885 zeigte Herr ADOLF MAYER ¹⁾, dass die Mosaik- oder Blattfleckenkrankheit der Tabakspflanze contagiös ist. Er presste den Saft aus kranken Pflanzen, füllte damit Kapillarröhrchen und stach diese in die Blätter und die Stengel im Freien wachsender gesunder Pflanzen. Nach ein paar Wochen wurden die letzteren dann durch die Fleckenseuche ergriffen. Er selbst konnte in den kranken Blättern mikroskopisch keine Bacteriën oder andere Parasieten auffinden. Ich war damals Herrn MAYER's College an der Landwirthschaftlichen Schule zu Wageningen, er zeigte mir seine Versuche und ich konnte, ebensowenig wie er, Mikroben in den erkrankten Pflanzen nachweisen, welchen die Krankheit zugeschrieben werden könnte. Damals waren meine bacteriologische Kenntnisse jedoch noch so unvollständig, dass ich meine eigene directe Beobachtungen nicht für beweiskräftig halten konnte.

Seit jener Zeit habe ich mich fortwährend mit bacteriologischen Untersuchungen beschäftigt, und als ich im Jahre 1887 die Bacteriën der Papilionaceënknöllchen entdeckte, nahm ich die Tabakskrankheit auch wieder zur Hand. Allein das Resultat war auch dann negativ. Da jedoch bei allen meinen damaligen Versuchen,

¹⁾ Landwirthschaftliche Versuchsstationen Bd. 32 pag. 450, 1886.

einerseits das mikroskopische Bild entscheiden mussten, andererseits nur Kulturversuche in Bezug auf Aëroben ausgeführt wurden, konnte noch immer an die Möglichkeit gedacht werden, dass im pflanzlichen Gewebe Anaëroben in geringer Anzahl vegetierten, welche sich zwar der directen Beobachtung entzögen, allein durch Gifte, ähnlich wie die Tetanusbacterie, in ihrer Nachbarschaft die pflanzlichen Gewebe durch ein lösliches, doch totes, das heisst nicht reproductionsfähiges Gift, affizierten. Es ist nämlich bekannt, dass oft im Innern der Zellen der Organe höherer Pflanzen, reduzierte Farbstoffe vorkommen ¹⁾, welche sich bei Luftzutritt färben, sodass die Gegenwart von Anaëroben in der Tabakspflanze nicht von vornherein als ausgeschlossen zu betrachten war. Allerdings war das Vorkommen solcher Mikroben innerhalb der oberirdischen, grünen Organe der Pflanze sehr unwahrscheinlich, allein die Entdeckung der Mikroaërophilie bei den Anaëroben ²⁾, gebot die grösste Vorsicht, wenn es sich handelte um Tatsachen von so eingreifender Bedeutung, wie die hier vorzutragenden, und forderte besonders auf zu neuen Untersuchungen in Bezug auf die unterirdisch an den Wurzeln vorkommenden Mikroben.

Als ich mich dann aber alle Mühe gegeben hatte um in und in der Nachbarschaft der kranken Blätter und der Wurzeln erkrankter Pflanzen Anaëroben aufzufinden, welche mit der Krankheit in ursächlichem Zusammenhang gebracht werden könnten, jedoch stets mit negativem Resultat, und schliesslich sicher wusste, dass auch diese fehlten, war der Schluss unabweisbar, dass die Fleckenkrankheit eine Infectionskrankheit ist, welche nicht durch Mikroben entsteht.

Dann kamen im Jahre 1897 die Hilfsmittel des neu errichteten Bacteriologischen Laboratoriums des Polytechnikums zu Delft zu meiner Verfügung. Dazu gehört ein Grünhaus mit Erwärmungseinrichtungen, welches ich in jenem Jahre sofort für weitere Versuche über die Fleckenkrankheit in Verwendung nahm. Ich war dadurch imstande eine Reihe einwandfreier Infectionsversuche auszuführen, deren Resultate ich nun kurz beschreiben will.

Meine Versuchspflanzen gehörten vorwiegend zu der einheimischen Varietät aus Amerongen, teilweise stammten sie aus Erfurter Samen ³⁾.

¹⁾ Ich erinnere z. B. an die Gegenwart von Indigweiss im Labellum von *Cattleya*.

²⁾ On the Relation of the Obligatous Anaërobics to free Oxygen. Proceedings Royal Academy of sciences. Amsterdam, 28th May 1898.

³⁾ Von verschiedenen Seiten wurden mir kranke Pflanzen zugesandt, wofür ich hier meinen Dank ausspreche.

1. *Die Infection findet nicht durch Mikroben, sondern durch ein Contagium vivum fluidum statt.*

Zunächst ergab sich, dass der Saft kranker Pflanzen, über Porzellan filtriert, wodurch alle Aëroben zurückgehalten wurden, infectionsfähig bleibt. Doch habe ich mich dabei nicht mit dem Suchen nach Aëroben allein beschäftigt, sondern auch mühevollen Versuche für den Nachweis von Anaëroben im Bougiesaft ausgeführt, allein mit negativen Resultate, sodass der verwendete Saft vollständig steril erschien.

Die Quantität des Bougiefiltrates, welche für die Infection erforderlich ist, ist ausserordentlich gering. Ein kleines Tröpfchen mit den PRAVAZ'schen Spritze an der richtigen Stelle in die Pflanze gebracht, vermag zahlreiche Blätter und Zweige zu infizieren. Werden diese kranke Teile ausgepresst, so können mit dem Presssaft unbegrenzt viele gesunde Pflanzen inokuliert und krank gemacht werden, woraus sich ergibt, dass das Contagium, obschon flüssig sich in der lebenden Pflanze vermehrt.

Da jedoch Versuche mit Bougiefiltrat immer noch der Kritik offenbleiben, besonders, wenn der Gedanke an Anaëroben nicht ausgeschlossen ist, und da die corpusculäre Natur des Contagiums dadurch nicht völlig zu widerlegen ist, habe ich die folgenden Diffusionsversuche ausgeführt, welche in beiden Hinsichten, wie mir scheint, gänzlich einwandfreie Resultate gegeben haben.

Tropfen des Presssaftes kranker Blätter, sowie zerriebene kranke Blätter selbst, wurden auf die Oberfläche dicker und ausgedehnter Agarplatten gebracht, und mehrere Tage der Hydrodiffusion überlassen. Ich hoffte auf diese Weise das Virus sowohl von der rohen Blattsubstanz, wie von allen Bacteriën durch Diffusion zu trennen, indem das Gift, wenn überhaupt diffusionsfähig, in die Tiefe und seitlich in den Agar hineindringen konnte, dabei alle discrete Teilchen, aërobe und anaërobe Bacteriën und deren Sporen, vollständig zurücklassend. Der Versuch konnte deshalb entscheiden, ob das Contagium tatsächlich diffusionsfähig ist und demnach als wasserlöslich, oder, wenn nicht diffusionsfähig, zwar als ausserordentlich fein verteilt, dennoch als corpusculär, das heisst als Contagium fixum, betrachtet werden muss. Es hat sich herausgestellt, dass der Körper, welcher die Infection verursacht, bis zu einer nicht unbeträchtlichen Tiefe in die Agarplatte hineindringen kann, wie aus folgenden Umständen hervorgeht.

Als ich die Zeit lange genug glaubte um, wenn überhaupt Diffusion stattfindet, das Virus in merklicher Tiefe in der Agarplatte

zu finden, wurde die Platte zunächst mit Wasser gereinigt, dann mit einer Sublimatlösung abgewaschen und schliesslich an derjenigen Stelle, wo das Rohmaterial der kranken Blätter oder der Presssaft gelegen hatte, eine Agarschicht von c.a. Halbmillimeterdicke von der äusseren Oberfläche mit einem scharfen Platinspatel entfernt. Die unmittelbar darunter befindliche Masse wurde dann in zwei auf ein ander folgende Schichten abgetragen und beide Parteien für Infection gesunder Pflanzen verwendet. Die Resultate waren nicht zweifelhaft, in beiden Fällen wurden die charakteristischen Infectionserscheinungen hervorgerufen, sehr intensiv durch die obere, schwächer durch die tiefere Agarschicht ¹⁾. Nach zehn Tagen mag der durch das Virus zurückgelegte Weg wenigstens zwei Millimeter, vielleicht noch beträchtlich mehr betragen haben. Obschon es sich hierbei nur um Diffusionswege weniger Millimeter gehandelt hat, scheint dadurch dennoch erwiesen, dass das Virus als wirklich flüssig oder gelöst und nicht als corpusculär betrachtet werden muss. Dieses Resultat dürfte insoweit von besonderem Interesse sein, weil es darauf hindeutet, dass auch eine ähnliche Fortbewegung spezifischer, vitaler Körper, innerhalb der pflanzlichen Meristeme als möglich betrachtet werden muss ²⁾.

Das Bougiefiltrat wirkt etwas schwächer auf die Pflanze ein wie der noch nicht filtrierte Presssaft. Dieses geht aus folgendem Umstand hervor. Frischer Presssaft erzeugt nicht allein die eigentümlichen für die Krankheit charakteristischen Blattflecken, welche später absterben, sondern veranlasst, bei der Verwendung ansehnlicher Quantitäten, förmliche Missbildungen der Blätter, welche dabei klein bleiben, indem der Mittelnerv nicht auswächst, mehr weniger tief gelappt werden, durch Störungen im Randwachstum und oft palmate Nervatur zeigen, wodurch sie den gewöhnlichen Tabaksblättern durchaus unähnlich werden. Wünscht man solche Missbildungen mit Bougiefiltrat hervorzurufen, so ist das ebenfalls möglich, doch muss dafür viel mehr Material verwendet werden. Daraus muss geschlossen werden, dass das Virus, wenigstens beim Anfang des Filtrierens, in den Filterporen zurückgehalten wird. Wie verfehlt

¹⁾ Auch Eieralbumin und gekochte Kartoffelstärke dringen langsam in Agarplatten hinein, was bei letzterem Körper leicht Durch die Jodreaction zu verfolgen ist. Auf Gelatinplatten gelegte Tropfen löslicher Stärke diffundieren viel leichter wie gewöhnliche Stärke, und auch seitlich bis zu relativ sehr ansehnlicher Entfernung.

²⁾ Für die bei der Gallbildung wirksamen ceceidiogenen Körper bin ich schon früher zu einer identischen Auffassung gelangt: auch diese Körper müssen wasserlöslich und innerhalb meristematischer Gewebe diffusionsfähig sein.

es sein sollte daraus auf eine corpusculäre Natur des Virus zu schliessen zeigt folgender Versuch.

Die Malzdiastase besteht bekanntlich der Hauptsache nach aus einem Gemisch zweier Enzyme, Granulase and Maltase, welche sich durch Diffusion trennen lassen ¹⁾. Legt man z. B. ein Tropfen Malzextract auf eine Gelatinplatte, welche Stärke enthält, so eilt bei der Diffusion die Maltase der Granulase bald voraus. Indem die Maltase aus Stärke Erythrodextrin und Maltose erzeugt, während Granulase sowohl aus Stärke, wie aus Erythrodextrin, neben Maltase nur Dextrine produziert, welche sich mit Jod nicht färben, wird die Einwirkung von Jod auf das Diffusionsfeld des Diastasegemisches, durch einen rothen Erythrodextrinring auf blauem Grunde, welcher Ring das farbose Granulasefeld einschliesst, die relative Menge der Maltase in Bezug auf die Granulase anzeigen. Lässt man das gleiche Malzextract eine Porzellankerze passieren, so findet man bei der Ausführung des Diffusionsversuches mit den ersten Partien des Filtrates, eine ansehnliche Verbreiterung des Maltaseringes, woraus hervorgeht, dass die Filterporen die schwieriger diffundierende Granulase stärker zurückhalten, wie die schneller diffundierende Maltase. Später, wenn die Filterwand mit Granulase gesättigt ist, kehrt die ursprüngliche Breite des Maltaseringes wieder zurück.

Es war deshalb zu erwarten, dass ein schwierig diffundierender Körper, wie das Virus, beim Anfang des Filtrierens etwas verdünnt durchlaufen müsste, ohne darum aus discreten Teilchen zusammengesetzt zu sein ²⁾.

Trotzdem ich schon längst wusste, dass Bacteriën bei der Infection nicht direct in Betracht kommen, habe ich dennoch, um diese Tatsache vollständig sicherzustellen, zahlreiche Impfungen meiner Versuchspflanzen mit den auf den kranken Tabaksblättern zufällig vorkommenden, so wie mit den sich in dem Presssaft der kranken Blätter entwickelenden Formen ausgeführt. Bei richtigem Experimentieren habe ich stets negative Resultate erhalten: niemals

¹⁾ Das dritte Enzym des Malzextractes, die Glukase, findet sich darin nur in sehr geringer Menge.

²⁾ Ich kann darum auch den Schluss von Herrn LÖFFLER in Bezug auf die corpusculäre Natur des Virus der Mund- und Klauenseuche (Centralblatt für Bacteriologie. Erste Abteilung Bd. 24, pag. 570, 1898) nicht beipflichten.

Es wäre interessant zu wissen ob die von Herrn BREDIG, mittelst des electrischen Lichtbogens zwischen Metallelectroden in Wasser dargestellten wässerigen Lösungen von Gold und Platin, die Poren der Bougies passieren, und in Gelatine oder Agargallerte hineindiffundieren können.

hat eine virusfreie Reinkultur Infectionsercheinungen veranlasst. In § 9 werde ich aber zeigen, dass es unter Umstände nicht leicht ist die aus dem Saft kranker Blätter isolierten Bacterien vollständig vom Virus zu trennen, ja, dass dieselben, selbst noch nach Ueberimpfung, genug Virus enthalten können, um höchst bemerkenswerte Erscheinungen (Albinismus) hervorzurufen.

Ein richtiges Experiment zur Feststellung der Tatsache, dass irgend ein aus einer kranken Pflanze isolierte Mikrobe nicht imstande ist die Krankheit zu verursachen, setzt demnach eine sorgfältig ausgeführte Kolonieenkultur voraus, aus den isolierten, mit viel Wasser abgespülten Einzelkeimen, und, unter Umständen, selbst wiederholte Ueberimpfungen, welche so lange fortgesetzt werden, dass die letzten Spuren des aufgesogenen oder anhängenden Virus verschwunden sind.

Ich glaube, dass diese Bemerkungen nicht ohne Wichtigkeit sind. Ich sehe darin nämlich eine Analogie mit der Erfahrung der Pathologen, nach welcher die Erreger gewisser Infectionskrankheiten ihre Virulenz durch Kultur ausserhalb des Organismus verlieren, dieselbe steigern können durch wiederholte Passage durch empfängliche Tiere. Zwar ist die Analogie keine sehr enge, dass Analogie vorliegt scheint aber sicher.

2. *Nur in Zellteilung begriffene wachsende Organe der Pflanze sind infectionsfähig; nur darin vermehrt sich das Virus.*

Nur diejenigen Gewebe und Organe der Tabakspflanze, welche sich nicht nur in regem Wachstum befinden, sondern worin auch die Zellteilung noch in vollem Gange ist, werden durch das Virus angegriffen, alles erwachsene Gewebe ist dafür unempfindlich, kann aber das Virus unter Umständen transportieren. Blätter, welche zwar wachsen allein nur noch im Streckungsstadium verkehren, lassen, sich nicht mehr infizieren, obschon sie für die Fortleitung des Virus zu dem Stengel auch dann geeignet sind.

Wird der Stengel infiziert, so erkranken nur die jungen Blattanlagen und die sich aus den Vegetationspunkten neu entwickelnden Blätter. Werden junge Blätter infiziert so findet dasselbe statt: das Virus kehrt aus dem Blatte zum Stengel zurück und infiziert entweder die Achselknospe oder steigt in die Höhe um die Endknospe krank zu machen. Werden ausgewachsene Organe für die Infection verwendet, sei es Stengel oder Blätter, so ist, wenn sehr wenig Virus dabei verwendet, wird, das Misslingen sicher, — offenbar bleibt das Virus dann in den erwachsenen Zellen wirkungslos

zurück. Eine grössere Menge des Giftes vermag sich aber aus den erwachsenen Teilen fortzubewegen nach benachbarten Neubildungen und diese zu affizieren.

Jedenfalls dürfte feststehen, dass das Virus innerhalb der Pflanze nur dann vermehrungs- und infectionsfähig ist, wenn es in sich teilenden Zellgeweben vorkommt, während nicht allein das ausgewachsene sondern selbst das Streckungsgewebe dafür untauglich sind. Ohne selbständig wachsen zu können, wird es in das Wachstum sich teilender Zellen mit hineingezogen und in diesen gewaltig vermehrt ohne irgend dabei die eigene Individualität zu verlieren. Damit in Uebereinstimmung konnte keine Vermehrungsfähigkeit ausserhalb der Pflanze nachgewiesen werden. Zwar konnte klar filtrierter und vollständig bacterienfreier Bougiesaft länger als drei Monate ¹⁾ bewahrt werden ohne seine Virulenz zu verlieren oder anscheinend auch nur zu veringern. Jedoch war dabei eine Steigerung der Contagiosität nicht zu bemerken, selbst nicht während der ersten Zeit der Versuchsanstellung, obschon der Saft derweise bereitet war, dass nicht nur kranke Teile, sondern auch gesunde junge Knospen und Blätter ausgepresst waren, so dass, wenn Ernährung in gewöhnlichem Sinne Vermehrung des Virus hätte herbeiführen können, diese wohl eingetreten sein dürfte. Auch bleiben bei der lokalen „Aussaat“ des Virus auf geeignete „Kultur-gelatine“, Farbe und Brechungsexponent der letzteren augenscheinlich überall unverändert.

Inzwischen ist die Beurteilung der ursprünglich für Infection verwendeten Quantität des sich in der Pflanze selbständig vermehrende Virus immerhin schwierig, und da die Frage natürlich von besonderer Wichtigkeit ist, sind neue Versuche darüber abzuwarten. Einstweilen muss ich aber, wie gesagt annehmen, dass die Vermehrung nur dann erfolgt, wenn das Virus an lebendem und wachsendem Protoplasma der Wirtspflanze gebunden ist.

Das Verhalten des Virus im Bezug auf die wachsenden Gewebe, erinnert an ähnliche Beziehungen bei der Gallbildung, denn die ceccidiogenen Stoffe können ebenfalls nur wachsende Zellen affizieren. In Bezug auf die Strömung verhalten die letzteren Körper sich jedoch ganz anders wie das Virus: sie müssen, um zu wirken, in meristematische Gewebe hineingebracht werden, und nur diese durchströmen sie.

Die Vermehrungsweise des Virus erinnert in manchen Hinsichten,

¹⁾ Wie lange der Presssaft überhaupt aufbewahrt werden kann, kann ich noch nicht sagen, jedenfalls länger wie drei Monate.

an derjenigen der Amyloplasten und Chromoplasten, welche ebenfalls nur mit dem wachsenden Zellprotoplasma selbst wachsen, jedoch auch selbständig existieren und functionieren können.

3. *Strömung des Virus innerhalb der Pflanze.*

Verschiedene Infectionsweisen: Lokal- und Allgemeininfektion.

Bei künstlicher Infection kann das Virus sich mit dem Wasserstrom durch die Xylembündel bewegen. Doch glaube ich nicht, dass das Xylem der normale Strömungsweg in der geschlossenen Pflanze ist. Werden nämlich junge Blätter infiziert, zur Zeit, wenn sie sich im Streckungsstadium befinden, oder später, im erwachsenem Zustande, so bleiben diese Blätter selbst, wie wir gesehen haben, gänzlich normal, doch kehrt das Virus daraus zum Stengel zurück um höher gestellte Neubildungen zu infizieren. Nun will mir scheinen, dass eine solche Bewegung nur dann stattfinden kann, wenn dabei der sogenannte absteigende Saftstrom befolgt wird; dieser wird aber durch das Phloëm geleitet. Die Existenz eines Saftstromes, welcher unter normalen Bedingungen, dem Xylem oder dem Parenchym entlang, aus den Blättern dem Stengel entgegen gerichtet sein sollte, ist dagegen nicht wahrscheinlich, bei starker Transpiration jedenfalls im Xylem unmöglich.

Wenn das Virus sich wirklich in den Phloëmbündeln bewegt, so muss die Bewegungsrichtung, sowohl auf- wie abwärts erfolgen können, und den Gesetzen unterworfen sein, welche die gewöhnlichen Nährstoffe bei der Ernährung von Neubildungen oder bei der Ablagerung als Reservematerial befolgen. Der dazu erforderte Strom muss jedoch, je nach Umständen, der Basis oder der Spitze der Organe zugerichtet sein. Die Infectionserscheinungen sind damit in guter Uebereinstimmung.

Die langsame Strömung des Virus den Phloëmbündeln entlang äussert sich, nach meiner Meinung, auf eigentümliche Weise in der Anordnung der erkrankten Blätter bei einseitig lokalisierter Infection des Stengels. Oft (vielleicht immer) steht dasjenige Blatt, welches zuerst erkrankt, genau oberhalb der Wunde, welche die Infectionsnadel zurücklässt. War die Infectionsstelle eng umschrieben, z. B. ein einzelner, nicht tiefer Nadelstich mit der PRAVAZ'schen Spritze, so kann das zweite erkrankte Blatt, bei $\frac{3}{8}$ Blattstellung, genau das neunte oberhalb des zuerst erkrankten sein. Dann, oder schon vorher, findet so zu sagen eine fächerförmige Ausbreitung des Virus statt, wodurch zuerst die benachbarten Blattreihen, schliesslich alles ringsum den Stengel infiziert erscheint. Eigentümlich ist, dass der Vegetationspunkt das Virus schwieriger aufnimmt, wie dessen Neubildungen, oder, vielleicht genauer gesagt, sich wieder von dem Virus reinigen

kann, denn es steht fest, dass daraus, unter gewissen Bedingungen, später wieder gesunde Organe entstehen können.

Das das Virus sich auch im Xylem fortbewegen und von dort aus meristematische Blattanlagen infizieren kann, schliesse ich aus dem Umstände, dass zahlreiche meiner Versuchspflanzen Blätter hervorgebracht haben, welche an ihrer Spitze ausserordentlich stark deformiert waren, und zwar schon vom Augenblicke an, dass sie aus der Knospe sichtbar wurden, während die Allgemeinerscheinungen der Krankheit dann noch nicht am unteren Teile der nämlichen Blattspreiten zu bemerken waren. Es ist als ob in solchen Fällen eine grosse Giftmenge auf einmal in die Spitze der Neubildung ergossen ist, was wohl allein durch den Transpirationsstrom, den Xylembündeln entlang, möglich ist. Solche Blätter zeigen dann später die normalen Krankheitserscheinungen ebenfalls, jedoch so, dass sie in gewohnter Weise auf den Strom der plastischen Nährstoffe als Träger des Virus deuten.

Dass die Fortleitung des Virus bis auf grosse Entfernungen durch gesunde und erwachsene Stengel und Wurzelteile stattfinden kann, wurde erwiesen durch Infektionsversuche mit Erde von den Wurzeln von in Töpfen kultivierten Tabakspflanzen. Um hierbei den natürlichen Bedingungen nahe zu kommen, wurden die Versuche auf eine sehr einfache, in den §§ 6 und 7 beschriebenen Weise eingerichtet. Hier genügt es zu erwähnen, dass Pflanzen, welche schon zwei und mehr Decimeter hoch und deren untere Blätter schon längst abgestorben waren, mit Erde, worin das trockene Virus vorkam, leicht von der Wurzel aus infiziert und infolge dessen krank gemacht werden konnten. Eben wie bei der Wundinfection, bleiben alle erwachsene Teile, ja selbst die noch in Streckung begriffenen Blätter dabei gesund, während nur die an den End- und Seitenknospen neugebildeten Blättern erkranken.

Die Strömung findet unter diesen Umständen langsam statt, und das Krankheitsbild lässt wenigstens drei Wochen bis einen Monat seit der Infection auf sich warten. Doch hängt diese Zeitdauer ab von der Entwicklungsphase der Pflanze, so dass Keimlinge, welche an der Wurzel geschädigt werden, früher nach der Infection die Krankheits Symptome aufweisen. Mit ungeschädigten Keimlingen sind meine Versuche nicht abgeschlossen, so dass ich den Eintrittsweg des Virus in die vollkommen normale Pflanze noch nicht anzugeben vermag. Für die Praxis ist diese Frage offenbar nicht ganz gleichgültig, obschon die Tabakspflanzen nach der Aussaat versetzt werden, wodurch unvermeidlich viele offene Wunden an den abgebrochenen Faserwurzeln, dem Virus den Eintritt jedenfalls ermöglichen.

Wünscht man sich in der kürzest möglichen Zeit von der Virulenz des Contagiums zu überzeugen, so ist es am besten den jüngsten Stengelteil unterhalb der Endknospe, welcher sich noch gut bearbeiten lässt, ohne die letztere selbst zu schädigen, mit einem kleinen Messer tief zu verwunden, und in die Wunde ein Stückchen frisches krankes Gewebe zu bringen. Die neugebildeten Blätter zeigen dann nach zehn à zwölf Tagen deutlich die ersten Krankheits Spuren, und nach drei Wochen ist das Krankheitsbild ausgezeichnet, auch für den Ungeübten ¹⁾.

Bemerkenswert ist der Unterschied zwischen den vom Boden aus und den durch Stengelwunden infizierten Pflanzen. Während erstere vom Augenblicke an, dass die Krankheit sichtbar wird Allgemeininfektion zeigen, das heisst, dass die kranken Blätter dabei ringsum den Stengel stehen, bleibt bei den letzteren die Infektion, wie früher schon besprochen, anfangs auf einer Blattorthostiche als Lokalinfektion beschränkt, die dann erst später in Allgemeininfektion übergeht.

4. *Das Virus kann ohne Verlust der Infectiousfähigkeit eingetrocknet werden.*

Stücke von eingetrockneten kranken Blättern in gesunde Pflanzen hineingebracht zeigten sich, selbst nachdem sie zwei Jahre in meinem Herbarium aufbewahrt waren, als infectionsfähig. Ebenso Stücke Filtrierpapier, welche mit Presssaft kranker Blätter befeuchtet, vorsichtig bei 40° C. getrocknet waren. Ausserordentlich kleine Blattstücke zeigen sich für die Infection geeignet, so dass unschätzbare geringe Mengen des Contagiums dafür ausreichen. Die Virulenz der getrockneten Materialien steht jedoch immer zurück bei derjenigen der frischen, was ich einstweilen einem teilweisen Absterben des Virus beim Trocknen zuschreibe und nicht einer Umwandlung desselben in eine modifizierte geschwächte Form, denn mit wenig frischem Virus erhielt ich augenscheinlich identische Erscheinungen, wie mit viel mehr trockenem. Es erscheint darum noch zweifelhaft ob das Wort „Virulenz“ hier überhaupt wohl recht anwendbar ist. Ich brachte das trockene Virus sowohl in Stengelteile, wie in die Mittelnerve junger Blätter und erreichte damit die gewöhnlichen Erfolge.

Hier will ich noch bemerken, dass das Alkoholpräcipitat von virulentem Presssaft, nach dem Trocknen bei 40° C., seine Viru-

¹⁾ Neulich konnte ich, durch Bearbeitung noch viel jüngerer Knospenteile, wie die früher verwendeten, die Zeit des Sichtbarwerdens der Krankheit bis auf drei Tage seit der Infection zurück bringen.

lenz beibehält. Starker Alkohol ist aber auch für viele Bacteriensporen unschädlich.

5. *Das Virus kann in trockenem Zustande ausserhalb der Pflanze im Boden überwintern.*

Im Herbst 1897 liess ich eine kranke Pflanze in einem grossen Blumentopf in der Scheune durch Vertrockenen absterben. Die Pflanze wurde ausgezogen, die Erde aus dem Wurzelgeflecht in den Topf geschüttet und Letzterer trocken aufbewahrt. Im folgenden Frühjahr verteilte ich die Erde über vier Töpfe, teilweise mit frischer Erde angefüllt. Ein Topf war grösser und erhielt drei Pflanzen; die drei kleineren Töpfe erhielten je eine Pflanze, welche alle mehrere Blätter trugen, wovon die unteren schon abgestorben waren. Alle diese Pflanzen waren ohne Zweifel völlig gesund. Nach c. a. vier Wochen war der Zustand wie folgt. Von den drei Pflanzen im grossen Topfe war eine erkrankt; die beiden anderen waren und blieben bis zum Ende des Versuches gesund. Die Pflanzen in den drei kleinen Töpfen sind alle krank geworden. Eine derselben entwickelte sich vom Anfang an schlecht, erkrankte sehr heftig, und zeigte bald die eigentümlichen monströsen Blätter, welche für die stärkere, künstliche Wundinfection so charakteristisch sind. Die Pflanze hat auch mehrere albicate Blätter erzeugt. Da auch die übrigen typischen Erscheinungen der Krankheit bei dieser Pflanze stark ausgesprochen waren, ist es sicher, dass das Virus im lufttrockenen Boden seine volle Virulenz nach Ueberwinterung beibehalten kann. Die übrigen Pflanzen zeigten den normalen Verlauf der Krankheit. Da ich bei einzelnen dieser Pflanzen die Erde nachträglich in den Töpfen mit einem Holzstück durchgerührt hatte, vermuthe ich, dass die monströse Pflanze dabei starke Wurzelschädigungen erlitten hat, wodurch viele Eintrittspforten für das Virus eröffnet sein dürften.

6. *Andere Infectionsversuche von den Wurzeln aus.*

Am 6^{ten} Juli 1898 wurde eine Reihe gesunder Pflanzen, welche in Töpfen gewachsen und mehrere Decimeter hoch waren, auf folgende Weise infiziert. Eine stark erkrankte Pflanze wurde mit einem Erdballen aus dem Boden genommen, die Erde aus dem Wurzelgeflecht geschüttet und in kleine Portionen auf die Erde der Topfpflanzen gestreut, dicht neben dem Hauptstengel. Danach wurde mit Leitungswasser begossen, und die Erde teilweise, aber unter Vermeidung von Wurzelschädigung untergebracht. Nach nahezu vier Wochen zeigten alle Versuchspflanze Allgemeininfektion in den

neu gebildeten Blättern. Dann tratt zu meiner Verwunderung eine Periode der Erholung ein, sodass ich die Pflanzen Ende August für gesund hielt. Später sind sie jedoch aufs neue blattkrank geworden, jedoch nicht in sehr virulenter Form.

Ich glaube aus diesen Versuchen schliessen zu müssen, dass normale Wurzeln durch ihre geschlossene Oberhaut imstande sind das Virus aus dem Boden einzusäugen. Ich räume jedoch ein, dass dieser Schluss nicht zwingend ist, denn vielleicht haben unterirdisch lebende Tiere durch Wurzelverwundungen dem Virus den Eintritt ermöglicht oder erleichtert. Nur Versuche mit Pflanzen, welche in Nährlösungen wachsen, würden nach meiner Ansicht, darüber völlige Sicherheit bringen können.

7. *Das Virus wird durch Siedehitze unwirksam.
Wirkung von Formalin.*

Ich habe lange Zeit an die Möglichkeit gedacht, dass irgend eine Anaërobe bei der Infection im Spiele sein könnte. Besonders als ich mit den Eigenschaften bekannt wurde einer in Dünger und Faeces vorkommenden Gruppe dieser Organismen, woran ich den Namen „Skatobacteriën“ gebe, meinte ich für jene Auffassung Ursache zu haben. Die Mikroaërophilie ist bei diesen Formen von solcher Natur, dass man auf relativ starken Sauerstoffverbrauch schliessen muss. Ueberdies haben manche Varietäten solche ausserordentlich kleine, entweder kugelige oder längliche Sporen, dass an deren Durchgang durch die Bougieporen gedacht werden könnte. Aus diesen Ursachen habe ich mehrere Versuche mit erhitzten Presssäften, frisch und nach Filtration über die Kerze ausgeführt.

Diese Versuche haben durchaus ein, in Bezug auf die Gegenwart von Bacteriensporen negatives Resultat gegeben. Kochen vernichtet das Virus vollständig. Selbst 90° C. kann nicht vertragen werden; die kürzeste Zeitdauer der Erhitzung ist schon zureichend das Virus zu vernichten. Uebrigens habe ich das Temperaturminimum noch nicht festgestellt, zweifle jedoch nicht dass es sich dabei nur um Pasteurisierungstemperatur handeln kann. Durch diese Erfahrungen wurde das Phantom der Anaëroben und deren Sporen ein für allemal verscheucht.

Hier ist vielleicht die Stelle ein Wort zu sagen über das Sterilisieren der bei den Versuchen verwendeten Utensilien, namentlich der PRAVAZ'schen Spritze. Die KOCH'sche Modification ist allerdings für das Sterilisieren besser eingerichtet, allein der Gummiballon derselben, erlaubt nicht die Flüssigkeiten unter so grossem Druck einzuspritzen, wie mit den ursprünglichen Form. Ich habe

darum versucht letztere, welche nicht gut Hitze erträgt, mit Formalin zu Sterilisieren. Dieses gelingt jedoch unvollkommen, und nur mit grösseren Formalinmengen. Schwache Formalinlösungen mit dem Virus vermischt, vernichten dasselbe nicht, doch wird die Incubationszeit dadurch verlängert, sodass die Krankheit erst sechs und mehr Wochen nach der Infection sichtbar werden kann. Man muss jedenfalls sicher sein, dass vor dem erneuerten Gebrauche, die letzten Formalinspuren vollständig aus der Spritze verdunstet sind, denn es hat sich ergeben, dass das Formalin, für die Gewebezellen der Tabakspflanze sehr giftig, und noch viel giftiger ist wie für das Virus selbst. In § 9 werde ich auf diese Angelegenheit noch einmal zurückkommen. Hier will ich hervorheben, dass das Formalin, wenn es in die Gefässe gelangt, mit bemerkenswerther Schnelligkeit durch die Blattnerven geführt wird, deren lebende Zellen dann sehr bald absterben. Durch vorsichtige Injection von Formalin im Blattstiel, derweise dass die Xylembündel nicht mechanisch geschädigt werden, gelingt es alles lebende Gewebe zu vernichten, ohne den Wasserstrom im allerwenigsten zu beeinträchtigen, sodass das Blatt frisch bleiben und weiter wachsen kann.

8. *Verschiedene Erscheinungsweisen der Krankheit.*

Entstehung monströser Blattgestalten durch grosse Virusmengen.

Nach meiner Meinung ist die Fleckenkrankheit der Tabaksblätter in der milderen Form eine Krankheit der Chlorophyllkörner, in den mehr intensiven Formen eine Allgemeinkrankheit des lebenden Protoplasma's ¹⁾. Der mildere Verlauf ist folgender. Bei künstlicher Infection des Virus in Stengelwunden unterhalb der Endknospe bleiben diejenigen Blätter, welche innerhalb 10 Tage zur Entfaltung kommen gesund. Die sich später entwickelnden jungen Blätter zeigen über die ganze Oberfläche ein geschecktes, gelbfleckiges Ansehen, welches an und für sich nicht besonders charakteristisch ist und auch oft bei gesunden Blättern vorkommt. Nach vierzehn Tagen bis drei Wochen tritt eine für die Krankheit besonders auffallende Erscheinung hervor (Taf. II Fig. 1): In der Nachbarschaft der Seitennerven 2^{ter} oder 3^{ter} Ordnung, wird stellenweise die Farbe sehr dunkelgrün und zwar in rechteckigen Feldern, welche durch die Nerven halbiert werden, während übrigens im Blatte die Ergrünung etwas langsamer vorschreitet, wie bei normalen Verhältnissen, seltener

¹⁾ Die anatomischen Verhältnisse muss ich einstweilen übergehen, da dieselben mir noch nicht ganz klar geworden sind.

selbst zurückgeht bis zum vollständigen Albinismus. Jedenfalls entstehen dunkelgrüne Flecke auf hellgrünem Boden. Die Grenze zwischen beiden Farben ist entweder sehr scharf und unvermittelt, oder fließend und wie ausgewässert. Da die dunkelen Partieën schneller wachsen wie die helleren, ragen dieselben bald mehr oder weniger convex aus der Blattfläche hervor, wodurch in den acuten Fällen stark bullate Auftreibungen auf der Blattoberseite entstehen. Später (Taf. II Fig. 2) sieht man am Rande, oder selbst in der Mitte der dunkelen Flecken eine Nekrobiose der Blattzellen auftreten, welche bald zu den kleinen hellbraunen toten und trockenen Flecken führt, welche von den Tabaksbauern so sehr gefürchtet werden, weil dadurch das Blatt als Deckblatt für Cigaren unbrauchbar wird. Obschon die meisten toten Gewebestellen in der angegebenen Weise neben oder in den dunkelgrünen Feldern bei den Nerven entstehen, bleibt von manchen der Ursprung unsicher, augenscheinlich können sie auch aus den gelben Flecken hervorgehen. Die Erscheinungen auf den Tabaksfeldern sind meistens nicht von so grosser Intensität, wie bei der künstlichen Infection, namentlich bleibt im Freien das blasige auswachsen der dunkelgrünen Partieën aus der Blattspreite gänzlich aus. Dagegen wurde bei manchen meiner Grünhauspflanzen das Absterben und Vertrocknen der Blattflecken vermisst.

Bei der künstlichen Einspritzung von frischem Presssaft, oder bei der Inoculation von kranken Gewebspartieën, kann die Krankheit noch ein höheres Intensitätsstadium erreichen, welches ich unter natürlichen Verhältnissen noch nicht beobachtet habe ¹⁾. Ich meine eine monströse Ausbildung der neu gebildeten Blätter (Taf. I *b, c, d*, Taf. II Fig. 4 u. 5). Diese steht unzweifelhaft in Zusammenhang mit der Menge des für die Versuche verwendeten Infectionsmaterials. So sind mit frischem Presssaft viel leichter Blattmonstrositäten hervor zu rufen, wie mit Bougiefiltrat, indem von letzterem, wie schon früher bemerkt, zur Erreichung des gleichen Effectes mehr eingespritzt werden muss, was gewiss, für ein sich durch Wachstum vermehrendes Contagium bemerkenswert ist.

Die zunächst auffallende Erscheinung in den monströs werdenden Blättern, ist die Hemmung des Wachstums in der Richtung der Haupt- und der wichtigsten Seitennerven. Dadurch entstehen ei- oder zirkelrunde Blattspreiten. Später bemerkt man die intensiv grünen Flecke, welche sich blasig erheben und wunderlich contrastieren mit dem übrigen Teile der Blattspreite, welcher viel heller

¹⁾ Wahrscheinlich weil stark erkrankte Pflanzen frühzeitig bemerkt und ausgerodet werden.

gefärbt bleibt und besonders, bei den Nerven, zum Albinismus neigt. Einmal erhielt ich, anstatt eine Monstrosität der beschriebenen Gestalt, eine kleines schön ausgebildetes Ascidium. Solche ganz unkenntliche Blätter bleiben immer viel kleiner, wie die später entstehenden kranken Blätter, sind übrigens gesund und frisch, wie überhaupt die Erscheinungen der Krankheit niemals für die Pflanze besonders nachteilig werden. Selbst sehr stark angegriffene Exemplare erzeugen Stengel von normaler Höhe und Dicke und schliesslich, am Ende der Vegetationszeit, oft ganz gesunde Blätter, blühen und fruktifizieren normal, und für so weit bekannt, sind deren Samen immer gesund. Ob es gelingen wird die Blüten und Samen künstlich zu infizieren, weiss ich noch nicht, da ich mit den bezüglichen Versuchen zu spät begonnen bin.

Die Erscheinungen der Krankheit bei den Freilandpflanzen sind so verschieden in Intensität, dass man unwillkürlich an individuelle Prädispositionen denkt. Ist dieser Eindruck richtig, und handelt es sich dabei um etwas anderes, wie um eine ungleiche Menge des ursprünglich hineingekommenen Virus, so wird es wahrscheinlich leicht sein eine immune Rasse zu erzeugen, wobei natürlich Künstliche Infection als Kriterium müsste verwendet werden. Die Leichtigkeit solcher Infectionsversuche lässt einen Erfolg als wohl erreichbar erscheinen.

9. *Albinismus oder Bunt als zufälliger Erfolg künstlicher Infection.*

Bei vielen meiner Versuchspflanzen sind auf den Blättern Flecken entstanden, wo das Chlorophyl gänzlich fehlte. In einzelnen Fällen waren die Flecken bei hunderten über die Spreite verteilt und in so eleganter Anordnung, dass wahrhaft decorative bunte Blattpflanzen resultierten (Taf. II Fig. 3). Bisher habe ich die Sache aber durchaus nicht in der Hand; ob es gelingen wird davon irgend einen Versuch mit constantem Resultat zu machen ist noch zweifelhaft. Hier will ich ein paar Fälle nennen, wo es den Anschein hat, dass ein ursächlicher Zusammenhang vorliegt.

Albinismus bei Mischinfection einer Bacterie mit dem Virus. Presssaft kranker Blätter wurde, nachdem es einen Tag bei Zimmertemperatur gestanden hatte zur Isolierung der darin entwickelten Bacterien auf einem Kulturboden von folgender Zusammensetzung ausgesät: Decoct von 20 Gramm Kleeblättern in 100 Gr. Wasser und 2 Gr. Rohrzucker, nach dem Filtieren und Kochen mit 10 % Gelatine erstarrt.

Es entwickelten sich darauf hauptsächlich zwei Bacterienarten,

wovon die eine, nicht oder schwach verflüssigende und nicht gährende, welche ich *B. anglomerans* genannt habe ¹⁾ und die ausserordentlich allgemein auf Pflanzen überhaupt ist, zu Millionen pro cM³. vorkam. Bei der ersten Aussaat war der Presssaft einfach über die Gelatineplatte gegossen, sodass angenommen werden muss, dass jede Bacterienkolonie mit dem Virus infiziert war. Es wurde dann ohne weitere Isolierung, von diesen Kolonien in Reagentienröhren auf dem genannten Kulturboden übergeimpft, sodass eine Spur von dem Virus wieder übergebracht sein könnte, jedoch, wenn es in dem Bacterienkolonien nicht an und für sich zur Vermehrung gekommen war nur in minimaler Menge. Da die Bacterie schnell wächst war bald viel Material gebildet, womit ich eine Aufschwemmung in Leitungswasser darstellte und am 30^{ten} September eine Pflanze reichlich infizierte. Anfangs glaubte ich die Pflanze sollte gänzlich gesund bleiben; am 15 October bemerkte ich aber ein Beginn der Krankheit, welche sich jedoch nicht regelmässig weiter entwickelt hat, sondern eine wunderschöne albicate Pflanze hervorbrachte.

Die zweite Bacterienart, vollständig wie die erste behandelt, blieb bei einem Infectionsversuch gänzlich ohne Effect.

Da ich die Bacterienkulturen aufbewahrt habe, werde ich künftig den Versuch wiederholen können. Zunächst interessiert mich dabei die Frage ob das Virus nur als Verunreinigung in den Kolonien vorkam oder ob es sich daselbst vermehrt hat, sei es zwischen den Bacterien oder innerhalb der Bacterienkörper selbst. Im letzteren Falle könnte an eine Variation in den Eigenschaften des Virus gedacht werden.

Albinismus durch Infection von mit Formalin versetztem Virus. Die hier zu besprechende Beobachtung war eine ganz zufällige. Als ich meine PRAVAZ'sche Spritze vor dem Gebrauch mit Formalin reinigte, blieb in einem Falle etwas Formalin in der Hohlzahn zurück und gelangte mit dem Virus in eine Versuchspflanze was ich sofort an das Absterben der Gewebezellen, welche neben der Wundstelle vorkamen, bemerkte. Später zeigte die Pflanze die Krankheit nur undeutlich, dagegen sind nachher mehrere Blätter panachiert ²⁾.

Albinismus durch Infection vom Boden aus. Einige Pflanzen, welche sehr spät in der Saison im Grunhause durch Infection der Topferde mit infizierter Erde krank gemacht wurden, waren eher als panachiert

¹⁾ Botan. Zeitung 1888 pag. 749.

²⁾ Diesen Versuch habe ich wiederholt, dabei jedoch, obwohl sehr verspätet, nur die gewöhnlichen Krankheitssymptome bemerkt. Bleibt das Virus lange mit, selbst sehr verdünnten Formalin in Contact, so wird es gänzlich vernichtet.

wie als fleckenkrank zu bezeichnen. Dabei waren die dunkelgrünen Flecken neben den Nerven kaum sichtbar geworden, während die Verfärbung im übrigen Blattparenchym besonders früh und intensiv aufgetreten war. Die Flecken der bunten Blätter sind jedoch nur zum Teil weiss geworden, die Mehrheit derselben blieb gelblich. Bei einer dieser Pflanzen sind die unteren Blätter sehr klein geblieben, und auf der früher beschriebenen Weise monströs geworden.

Von den drei Fällen von Bunt, welche ich in diesem § angeführt habe, dürften die beiden ersten, zwar darin übereinstimmen, dass das Virus stark verdünnt in die Pflanzen hineingelangte, doch glaube ich nicht, dass die Verdünnung hierbei ein essentieller Factor ist, denn der dritte Fall machte eben den Eindruck, dass besonders viel Virus dabei gewirkt hatte. Dass jedoch irgend ein Zusammenhang zwischen dem Virus der Fleckenkrankheit und dem Bunt tatsächlich besteht, betrachte ich, wenn nicht als erwiesen, so doch als höchst wahrscheinlich, und die alte Frage ob das Bunt immer von gleichem Ursprunge ist, ist durch die beschriebenen Erfahrungen wieder von neuem in Fluss gekommen.

10. *Andere Infectionskrankheiten bei Pflanzen, welche durch ein Contagium fluidum und nicht durch Parasieten verursacht werden.*

Wenn auch die Erscheinungen der Fleckenkrankheit so nahe mit gewissen Formen des Albinismus oder Bunt übereinstimmen, dass beide ohne Bedenken als Infectionskrankheiten der Chlorophyllkörner zusammengefasst werden können, so besteht doch, nach den bisherigen Erfahrungen, ein prinzipieller Unterschied in dem Modus der Uebertragung des Contagiums, ein Unterschied, welcher dazu veranlasst beide als besondere Krankheitsspezies, jede mit einem eigentümlichen Virus zu betrachten. Die für Impfung geeignete Form des Albinismus wird nämlich nur dann übertragen, wenn eine Verwachsung der lebenden, albicaten Gewebe mit den lebenden Geweben der grünen Pflanze durch Oculieren oder Pfropfen herbeigeführt ist, während einfache Inoculation grüner Pflanzen mit den zerriebenen Geweben oder dem Presssaft albicater Varietäten derselben Art, nach meinen eigenen, mehrfach wiederholten Versuchen mit *Ulmus campestris*, *Acer Negundo*, *Pelargonium zonale* und *Urtica dioica*, gänzlich erfolglos bleibt ¹⁾. Es hat also den Anschein als ob

¹⁾ Einige Forscher haben allerdings die Uebertragbarkeit des Albinismus überhaupt bezweifelt und die Ansicht ausgesprochen, dass diejenigen grünen Pflanzen, welche durch Pfropfen mit bunten selbst bunt geworden sind, dieses auch wohl ohne jedes Pfropfen

das Contagium des Albinismus zwar strömungsfähig ist, jedoch in viel näherer Beziehung zum Protoplasma der Pflanze steht, wie das Contagium der Fleckenkrankheit, nicht wie letzteres, ausserhalb der Pflanze existieren kann, und abstirbt, wenn die pflanzlichen Zellen, welche es tragen oder fortführen selbst absterben. Meine vorgehende Beobachtungen zeigen jedoch genügend, dass hier das letzte Wort noch nicht gesprochen ist. Da die Frage über die Contagiosität des Albinismus bedeutungsvoll ist, sowohl für die Theorie der Entwicklung, wie für die Theorie der Variabilität, sind weitere Versuche darüber erwünscht.

Eine andere sicher hierher gehörige Krankheit, ist in Amerika unter dem Namen „Peach Yellows“ bekannt ¹⁾. Die Symptome dieser Krankheit bestehen hauptsächlich in Notreife der Früchte, auswachsen der ruhenden Augen an ungewöhnlichen Zeiten zu dünnen Besenzweigen, welche oft farblos sind, und Gelbfärbung des Laubes, nach wenigen Jahren durch Absterben des ganzen Baumes gefolgt. Bacteriën und andere Parasieten sind nach Herrn SMITH sicher nicht die Ursache. Dennoch gelang es mit Leichtigkeit die Krankheit auf gesunde Bäume zu übertragen, einfach durch Pfropfen oder Oculieren mit einer Knospe eines kranken Baumes. Hierbei ergab sich, dass es für die Uebertragung notwendig ist, dass die Knospe festwächst, denn ohne Zusammenhang der lebenden Gewebe ist das Virus, nach SMITH nicht imstande gesunde Bäume zu infizieren. SMITH unterlässt nicht auf die Uebereinstimmung hinzuweisen, welche diese Beobachtung hat mit dem Uebertragungsmodus des Albinismus bei *Abutilon* und *Jasminum*.

„Peach Rosette“ ist nach SMITH eine andere, nahe mit „Peach Yellows“ verwandte nicht parasitäre Krankheit, welche leicht durch Oculieren und durch Wurzelpfropfen übertragbar ist. Die Krankheit äussert sich dadurch, dass alle Knospen, ruhende wie aktive, zu kleinen Rosetten auswachsen, welche aus einzelnen grossen und mehreren hundert kleinen Blättern bestehen. Die Blattfarbe ist gelb.

geworden wären, also durch spontane Knospvariation. Sie führen an, dass die verwendeten Unterlagen (*Abutilon*, *Jasminum*, *Pelargonium*) Gartenpflanzen sind, deren grüne Exemplare an und für sich starke Neigung zum Albinismus besitzen. Solche Einwendungen sind jedoch nicht genügend begründet (zu vergleichen LINDEMUTH, *Vegetative Bastarderzeugung durch Impfung*, *Landwirthschaftliche Jahrbücher* 1878, Heft 6, und VÖCHTING, *Transplantation*, pag. 13, 22, 92 und 112, Tübingen 1892).

¹⁾ ERWIN F. SMITH, *Peach Yellows and Peach Rosette*, U. S. Department of Agriculture. *Farmers' Bulletin* N^o. 17, Washington 1894. — Ich kenne diese kurze aber interessante Mitteilung nur aus dem Separat, welches der Autor mir freundlichst zusandte. In der mir zugänglichen wissenschaftlichen Literatur habe ich darüber zu meiner Verwunderung kein Wort gefunden.

Früchte reifen nicht, sondern fallen frühzeitig trocken zu Boden. Auch hier die Eigentümlichkeit, welche ich bei der Fleckenkrankheit beschrieben habe, dass das Virus sich nur schwierig seitlich, leicht dagegen nach oben bewegt, sodass ein Baum an derjenigen Seite, wo das Rosettenauge eingesetzt wurde erkranken kann, während die entgegengesetzte Seite noch Jahre lang gesund bleibt ¹⁾.

SMITH sagt, dass der epidemische Charakter, sowohl von Yellows wie von Rosette zur Annahme nöthigt, dass noch ein anderer Uebertragungsmodus existieren muss, wie durch Gewebeverwachsung, doch glaubt er nicht, dass das Virus aus dem Boden kommen kann; er bemerkt aber, dass besonders bei Rosette, ein ganzer Baum beinahe in allen Teilen zu gleicher Zeit erkranken kann, was, wie wir früher sahen, nicht wohl mit Localinfection in Uebereinstimmung zu bringen ist, sondern auf Allgemeininfection hindeutet, ähnlich, wie bei der Fleckenkrankheit, wenn die Tabakspflanze vom Boden aus infiziert wird.

Da SMITH keine Versuche mit künstlich injiziertem Saft ausgeführt hat, bleibt es möglich, ja selbst wahrscheinlich, dass auch diese ein positives Resultat würden geben können. Sollte dieses wirklich der Fall sein, so wäre das Virus auch wohl ausserhalb der Pflanze existenzfähig, eine Infection vom Boden aus durch die Wurzeln wäre möglich, und Yellows und Rosette würden dann der Fleckenkrankheit viel näher stehen, wie aus der vorliegenden Beschreibung hervorgeht.

Dass noch viele andere nicht parasitäre Pflanzenkrankheiten, deren Ursache unbekannt ist, einem Contagium fluidum zugeschrieben werden müssen, betrachte ich als höchst wahrscheinlich. Nützlich für weitere Forschungen scheint mir dabei scharf zu unterscheiden zwischen den beiden Formen, worunter, nach den nun vorliegenden Kenntnissen, ein solches Contagium vorkommen kann, nämlich, erstens, als ein selbständiges, wenn auch nur zeitlich ausserhalb der Pflanze existenzfähiges, wie bei der Blattfleckenkrankheit der Tabakspflanze, und zweitens, als ein nur an lebenden Geweben gebundenes Contagium, wie bei der durch Impfung, jedoch auch nur allein durch Impfung übertragbaren Form des Albinismus.

¹⁾ Diese letztere Beobachtung scheint die Möglichkeit, dass es sich bei Peach Rosette um eine Phytoptusinvasion handelt, vollständig auszuschliessen, obschon die übrigen Krankheitssymptome den Gedanken daran erwecken.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Durch künstliche Infection mit viel Virus erkrankte junge Tabakspflanze. Das Virus war in eine Wunde, bei *a*, welche den ganzen Stengel quer durchsetzte hineingebracht. Die zunächst entwickelten kranken Blätter *b*, *c*, *d*, sind monströs ausgebildet, die darauf folgenden *e*, *f* sind zwar krank, jedoch nicht monströs.

Tafel II.

Fig. 1. Ein junges Tabaksblatt im erstem Stadium der Krankheit bei mässiger Virusmenge. Neben den Nerven sind die dunkelgrünen Flecken sichtbar, übrigens haben die localen Veränderungen in der Farbe des Chlorophylls, keine deutliche Contraste auf der photographischen Platte gegeben.

Fig. 2. Ein schwach erkranktes Tabaksblatt im zweiten Stadium der Krankheit mit einigen wenigen braunen Flecken, welche durch vorzeitiges Absterben der Gewebe entstanden sind. Das Hauptstadium der Krankheit, wobei die toten braunen Flecken zu Hunderten oder Tausenden vermehrt sind, ist nicht abgebildet.

Fig. 3. Ein buntes Tabaksblatt von einer Pflanze, welche bunt geworden war durch Mischinfection von dem Virus mit *Bacillus anglomerans*.

Fig. 4 und 5. Kleine monströse Tabaksblätter, durch Einführung grosser Virusmengen in den Stengel entstanden.

M. W. BEIJERINCK. UEBER EIN CONTAGIUM VIVUM FLUIDUM
ALS URSACHE DER FLECKENKRANKHEIT DER TABAKSBLÄTTER.



M. W. BEIJERINCK. UEBER EIN CONTAGIUM VIVUM FLUIDUM
ALS URSACHE DER FLECKENKRANKHEIT DER TABAKSBLÄTTER.

