

Grundlagen einer Monographie der Gattung *Fusarium* (Link).

Von

Reg.-Rat **Dr. O. Appel** und **Dr. H. W. Wollenweber**.

Mit 10 Textabbildungen, 2 schwarzen und einer kolorierten Doppeltafel.

Einleitung.

Als vor einigen Jahren mit der Bearbeitung der zur Gattung *Fusarium* gerechneten Pilze und der von ihnen hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten begonnen wurde, bestand die Absicht, in der Weise vorzugehen, daß einzelne Krankheitserscheinungen untersucht und gleichzeitig die Biologie des dabei auftretenden Pilzes studiert werden sollten. Eine Reihe solcher Einzelarbeiten sollte dann als Grundlage für eine allgemeinere Darstellung der schwierigen Gattung *Fusarium* dienen.

Ein Beitrag in dieser Richtung liegt bereits in den „*Fusariumkrankheiten der Leguminosen*“¹⁾ vor und als weiterer war eine Bearbeitung der Kartoffel-Fusarien gedacht. Im Laufe der Vorarbeiten stellte sich aber heraus, daß das gesteckte Ziel: eine gründliche Durcharbeitung der Fusarien und der von ihnen hervorgerufenen Krankheiten, auf diesem Wege nicht erreicht werden kann. Voraussetzung für eine derartige Bearbeitung wäre nämlich, daß die bisherige Kenntnis der in Frage kommenden Pilze es gestattet, jeden Organismus, der zu Versuchen herangezogen wird, so zu bestimmen und zu beschreiben, daß er jederzeit wieder identifiziert werden kann. Dies ist jedoch nach dem heutigen Stande der Systematik dieser Pilzgruppe nicht möglich. Man hat sich nämlich bis jetzt in der Mehrzahl der Fälle damit begnügt, neu gefundene Fusarien mit einer kurzen Beschreibung zu versehen, die nur die notdürftigsten und leichtest erkennbaren Merkmale enthält. Dadurch hat man mehrere hundert Arten geschaffen, von denen der größte Teil nach ihren Beschreibungen allein kaum voneinander zu unterscheiden ist. Dies hat zu der Annahme geführt, daß die Fusarien so variabel seien, daß sie nach morphologischen Merkmalen kaum unterschieden werden könnten. Man ist daher dazu übergegangen, die Nährpflanzen, auf denen man die einzelnen Formen fand, in den Vordergrund zu stellen und ihnen bei der Unterscheidung der Arten eine wesentliche Bedeutung

¹⁾ Arb. aus der Kaiserl. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft Bd. V. S. 157. (1906).
Biol. Arb. Bd. VIII.

beizumessen. Diese den natürlichen Verhältnissen durchaus nicht entsprechende Auffassung hat besonders auf die Kenntnis der durch Fusarien hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten ungünstig eingewirkt, da für eine experimentelle Bearbeitung jede sichere Grundlage fehlte.

Ehe daher weitere Untersuchungen über die Krankheiten angestellt werden könnten, mußte die Kenntnis der in Frage kommenden Pilze weiter ausgebaut werden. Vor allem mußte versucht werden, auf morphologischer Grundlage eine Unterscheidung der Arten zu ermöglichen und etwa noch diejenigen biologischen Momente festzustellen, die zu einer Unterscheidung unbedingt erforderlich sind.

In der vorliegenden Arbeit ist es gelungen, nachzuweisen, daß die Fusarien durchaus nicht so variabel sind, wie man bisher annahm, und daß es sehr wohl möglich ist, die einzelnen Arten genügend zu unterscheiden, ohne auf das durchaus unsichere Merkmal des Substrats besonderes Gewicht zu legen. Dieses Ergebnis gründet sich im wesentlichen auf die Herausarbeitung bis jetzt völlig vernachlässigter Merkmale, wie Art der Krümmung, Konstanz der Septierung, Ausgestaltung von Fuß- und Scheitelzellen der Konidien u. a. m. Dabei war die künstliche Kultur von besonderer Bedeutung, ja, man kann sogar sagen, daß erst die Auffindung von Nährböden, mit denen sich bewußt bestimmte Wachstumserscheinungen hervorrufen lassen, die Durchführung der Arbeit ermöglichten.

Da bisher noch keine Gruppe der Hyphomyceten in dieser Weise bearbeitet worden ist, gewinnt dadurch die Arbeit ein über den Rahmen der Kenntnis der Fusarien hinausgehendes Interesse, denn sie zeigt den Weg, auf dem es möglich ist, tiefer in das Verständnis, besonders auch der Verwandtschaftsverhältnisse der Hyphomyceten im allgemeinen einzudringen.

Das Material wurde zum größten Teil selbst gesammelt, außerdem aber hatten die Herren Prof. Dr. Berthold-Göttingen, Dr. Brick-Hamburg, Reg.-Rat Dr. Busse-Berlin, Dr. von Faber-Dahlem (jetzt Buitenzorg), Dr. E. E. van Hall-Buitenzorg, Prof. Dr. R. Kolkwitz-Berlin, Dr. Laubert-Dahlem, Prof. Dr. P. Lindner-Berlin, Prof. Dr. P. Magnus-Berlin, Dr. Osterwalder-Weidensweil, Dr. Peters-Dahlem, Dr. Riehm-Dahlem, Dr. Erw. Smith-Washington und Dr. Spieckermann-Münster, sowie Frau Dr. van Hall de Jonge-Buitenzorg und Fräulein Dr. Westerdijk-Amsterdam die Freundlichkeit, uns Material zur Verfügung zu stellen, das jedoch, trotzdem sich die Arbeiten über mehr als zwei Jahre erstreckten, noch nicht alles in der vorliegenden Arbeit verwendet werden konnte.

Außerdem verdanken wir wertvolle Anregungen den Herren Prof. Dr. Kolkwitz und Prof. Dr. Lindau und eine wesentliche Beihilfe beim Studium von *Fusarium metachroum* Herrn Malelotenkoff-Moskau, der sich in der Zeit, in der er als Gast in der Biologischen Anstalt arbeitete, mit großem Eifer der Untersuchungen annahm.

Wir möchten nicht verfehlen, auch an dieser Stelle für diese Unterstützungen unserem lebhaftesten Dank Ausdruck zu geben.

Um aber diese Arbeit möglichst benutzbar zu machen, haben wir von den in derselben beschriebenen Arten lebende Kulturen an folgende Stellen, an denen sie weitergezüchtet werden und von denen sie bezogen werden können, abgegeben:

1. Die Zentralstelle für Pilzkulturen der Association internationale des botanistes (Dir.: Dr. Joh^a Westerdijk), Amsterdam.
2. Das botanische Laboratorium des Instituts für Gärungsgewerbe (Prof. Dr. P. Lindner), Berlin N., Seestr.
3. K. K. Pflanzenschutzstation in Wien.
4. Král's Bakteriologisches Laboratorium, Prag.

Ferner sind Originalexsiccaten abgegeben worden an:

1. Das Herbarium der Kaiserl. Biolog. Anstalt zu Dahlem bei Steglitz.
2. Das Kgl. Botanische Museum zu Dahlem bei Steglitz.
3. Das K. K. Hofmuseum, Botan. Abt. zu Wien.
4. Die Station für Pflanzenschutz am Kaiser Wilhelm Institut in Bromberg.
5. Herrn Dr. Erw. Smith in Washington.
6. Das Herbarium Appel in den Herzogl. naturwissenschaftl. Sammlungen zu Coburg.

A. Allgemeiner Teil.

I. Der Begriff *Fusarium* in dem bisherigen Schrifttum.

Als Gattungsname wird *Fusarium* zuerst von Link (1809, S. 10) gebraucht und mit folgender Diagnose versehen: *Stroma subglobosum, Sporidia fusiformia, non septata, instrata*, dem als weitere Beschreibung hinzugefügt wird: *Stroma hemisphaericum evidenter vesiculosum plantis innascitur siccis. Sporidia Fusidiis simillima et tam leviter stromati instrata, ut madefacta defluent. Unica species, nondum descripta.* (Diese einzige Art ist *Fusarium roseum*.) Hier wird also eine Gattung aufgestellt, deren Konidien ausdrücklich als einzellig beschrieben werden und die ausdrücklich als nahe verwandt mit der Gattung *Fusidium* Link (1809, S. 8) bezeichnet wird. Der Unterschied dieser beiden Gattungen liegt vorwiegend in der Lagerung der Konidien, die zwar auch bei *Fusidium* als „fusiformia, non septata“ bezeichnet werden, aber hier „nuda, libera, coacervata. also „nackt, frei und gehäuft“ sind; auch wird bei *Fusidium* nicht von einem Stroma gesprochen.

Sehen wir zunächst von der Septierung ab, so können wir in den sporidiis fusiformibus, selbst unter Zuhilfenahme der Linkschen Abbildungen (Fig. 5 und 10) nur schwer die Konidienform unserer heutigen Fusarien erkennen. Die Abbildungen zeigen nämlich, der Beschreibung entsprechend, vorwiegend spindelförmige Konidien mit nicht gekrümmter idealer Längsachse.

Außer diesen beiden Gattungen wird in derselben Arbeit (S. 19) noch eine Gattung *Fusisporium* aufgestellt, von der es heißt:

Thallus e floccis caespitosis ramosis, septatis. Sporidia in medio thallo accumulata, fusiformia. Sporidia Fusidiis simillima, ut dempto thallo hujus generis videantur. Thallus quoque tenuit: sporidia cumolata extus tantum cingit, quasi accessorius.

Also auch hier haben wir nur einen Unterschied in den Wuchsformen und damit nach unseren heutigen Anschauungen keinen Grund einer Abtrennung der Gattung *Fusisporium* von *Fusidium* und *Fusarium*.

Endlich führt Link (1809, S. 10) noch die Gattung *Atractium* auf, deren *Stroma elongatum, capitatum* und deren Konidien *fusiformia, non septata, capitulo instrata* genannt werden. Die zugehörige Abbildung (Fig. 11) zeigt eine Coremienform, deren Sporen allerdings sehr viel kleiner als die der anderen Abbildungen und eiförmig erscheinen. Da aber Link selbst sie, wie die der anderen Gattungen *fusiformia* nennt, und in der Beschreibung von ihnen sagt: *sporidia eadem quae Fusidiorum*, kann man wohl ohne Bedenken annehmen, daß er auf die Sporenform nicht den

Wert legt, wie es heute geschieht, denn sonst könnte er nicht eine Art, deren Konidien er als spindelförmig beschreibt, oval abbilden.

Wir haben hier also vier Gattungen mit spindelförmig genannten Konidien vor uns, die sich, von *Atractium* abgesehen, im wesentlichen durch ihre Mycelentwicklung und Konidienlagerung unterscheiden, Merkmale, die, wie wir später nachweisen werden, zur Aufstellung von Gattungen nicht geeignet sind. Die nahe Zusammengehörigkeit empfindet auch schon Link und sagt daher ausdrücklich (S. 19): „Genera: *Fusidium*, *Fusarium*, *Atractium*, *Fusisporium*, commode ut familiae unius generis *Leptotherii* considerari possunt, in variis tamen ordinibus citanda erunt; sporidia enim eadem sunt, receptaculum vero variis modis mutatum occurrit.“

Diesem Standpunkte entsprechend wandelt Link später (1816, S. 31) die einzige bis dahin aufgestellte *Fusarium*art *F. roseum* in *Fusidium roseum* um, mit der Begründung „*Fusarium stromate* distingui nequit“, ebenso sein *Fusisporium aurantiacum* in *Fusidium aurantiacum*, da „thallus floccosus in hac specie mihi accessorius videtur; nam *Vratislaviae* plantulum sine thallo inveni“.

Damit waren die Gattungen *Fusarium* und *Fusisporium* aufgegeben und ihre Arten in *Fusidium* eingeordnet.

Dagegen hält er *Atractium* noch aufrecht, bei dem er neben der ersten Art *A. Stilbaster* (1809), 1816 (S. 32) noch *A. ciliatum* und *A. pulvinatum* hinzugefügt hat.

Dieser Auffassung stimmt Nees von Esenbeck (1816, S. 21), trotzdem er die im gleichen Jahre erschienene Arbeit Link's schon kannte und auch mit diesem im Schriftverkehr stand, nicht bei. Er stellte ausdrücklich fest, daß bei den von ihm untersuchten *Fusidien* (*griseum* Dittm. und *candidum* Lk.) „keine Spur eines eigentümlichen fixen Bodens, oder Trägers, Stroma, der bei *Fusarium roseum* Lk. so deutlich in die Augen springt“ vorhanden sei und kann „daher der Verbindung der zuletzt genannten Gattung mit *Fusidium* ebensowenig beipflichten“, als er sich entschließen kann, „das *Fusisporium aurantiacum*, wegen der zuweilen fehlenden Fäden, dieser Gattung (*Fusidium*) einzuverleiben.“

Für Nees stellt sich die Verwandtschaft der in Betracht kommenden Formen, wie folgt, dar:

Fusidium einfacher Niederschlag von ungeringelten oder mit undeutlichen Ringeln versehenen Sporidien, der die Unterlage in dünnen Schichten überzieht.

Fusarium. „Die *Fusidie* in der Vereinigung mit der Keimschichte.“ Die spindelförmigen, ungeringelten, schnell sich zerstreuenen Sporidien stehen auf einem runden, fast kugeligen, sitzenden Träger (*Sporodochien*!).

Fusisporium. „Die ästigen Fäden sammeln in ihrer Mitte spindelförmige Sporen.“

Atractium. „Träger hoch und deutlich gestielt, in einen Kopf ausgedehnt, dessen obere Schichte sich in ungeringelte, verlängerte, spindelförmige Sporidien leicht und schnell zerstreut.“ (Hierher rechnet Nees nur *A. Stilbaster*, während er *A. ciliatum* und *pulvinatum* zu *Fusarium* stellt.)

Nees sieht eine wesentliche Entwicklungssteigerung darin, daß bei *Fusidium* die Konidien frei sind — er hat also offenbar einen dünnen Sporenbelag vor sich

gehabt, wie wir ihn später von Kulturen auf Stengeln beschreiben werden —, bei *Fusarium* ein tuberculariaähnliches Polster auftritt, das seiner Meinung nach freilich nicht aus dem Substrat hervorbricht, sondern diesem aufsitzt, bei *Atractium* dieses Polster gestielt ist und endlich bei *Fusisporium* verzweigte Konidienträger vorhanden sind.

Danach finden sich diese Gattungen natürlich an verschiedenen Stellen des Nees'schen Systems.

Auch Ehrenberg (1818) unterscheidet weiter *Fusarium* von *Fusidium*, was am deutlichsten daraus hervorgeht, daß er neben *Fusidium candidum* Lk. ein *Fusarium candidum* Ehrbg. aufstellt.

Einen ganz anderen Standpunkt wie früher nimmt Link in seiner Bearbeitung der Pilze in Linné's *Species plantarum* Tom. VI, P. 1 (1824) ein. Hier unterscheidet er wieder die Gattungen *Fusisporium*, *Fusidium* und *Fusarium*.

Fusisporium. *Flocci ramosi intricati toti septati. Sporidia nuda non septata fusiformia aut cylindrica.*

Auch *Fusarium* führt er neben *Fusidium* (1825) wieder ein, nachdem er schon bei *Fusisporium* (S. 30) bemerkt hat: *Est Fusidium accedente thallo aut potius Fusidium est Fusisporium thallo deficiente.* Er gibt ihnen als Gattungsdiagnosen:

Fusidium. *Sporidia cylindrica aut fusiformia saepe septata instrata.*

Fusarium. *Sporidochium verruciforme aut capitatum. Sporidia fusiformia saepe septata.*

Damit werden die Gattungen deutlich getrennt in solche mit unseptierten Konidien (*Fusisporium*) und solche mit oft septierten Konidien (*Fusidium* und *Fusarium*), wenn auch Link noch das Vorhandensein oder Fehlen eines Thallus als hauptsächlichstes Unterscheidungsmerkmal betrachtet.

Die Gattung *Atractium* ist bei dieser Gelegenheit eingezogen, die bisher beschriebenen Arten sind der Gattung *Fusarium* eingegliedert.

In demselben Jahre (1824) hebt auch Schlechtendahl die Septierung der Konidien für einige *Fusarien* (*F. expansum* und *F. sulphureum*) hervor und erwähnt für zwei *Fusarium*-arten (*F. expansum* und *F. oxysporum*) die Krümmung der Konidien, die Corda (1829) ebenfalls als wesentliches Merkmal anführt. Letzterer stellt nämlich in die Gattung *Fusidium* Formen mit gekrümmten und geraden Konidien, während er den *Fusarien* nur gekrümmte Konidien zuschreibt. Später allerdings (1837) änderte Corda seine Ansicht in dieser Beziehung und stellt zu *Fusidium* Link in parte nur noch Formen mit geraden Konidien, wie das hauptsächlich aus den Abbildungen hervorgeht, sagt dagegen von den Konidien der Gattung *Fusarium* Link, Fries in parte: *sporis simplicibus fusiformibus, curvatis vel rectis.* Beide Gattungen aber fügt er seinen *Caeomaceen* ein, die einfache, nicht zusammengesetzte Sporen haben. Damit setzt er sich in direkten Gegensatz zu der letzten Auffassung Link's. Um nun die Arten mit gekrümmten und septierten Konidien unterzubringen, stellt er die Gattungen *Fusoma* und *Selenosporium* auf, die er unter seine *Phragmidiaceen* bringt, wobei er ausdrücklich bemerkt, daß *Fusoma* „die Wiederholung des *Fusidium* in der Reihe der *Phragmidiaceen*“ sei. Voneinander unterscheiden sich diese beiden Gattungen

dadurch, daß *Fusoma* ohne Stroma ist, *Selenosporium* aber ein immerses, dann hervorbrechendes, fleischiges oder häutig-horniges Stroma, auf dem die Konidien entstehen, besitzt. *Fusisporium* bringt er zu seinen *Sporotrichaceen*, die einfache zerstreute Konidien haben. In dem letzten Teil der Corda'schen Arbeit (1854) ist die Ansicht von der Selbständigkeit der Gattung *Fusisporium* stark in den Hintergrund getreten, da sie sich kaum von der Gattung *Sporotrichum* unterscheiden lasse. Im übrigen ist aber Corda, dem in den ersten Arbeiten eingehaltenen Standpunkte treu geblieben und hat seine Gattungsdiagnosen nur erweitert, sofern es die neu hinzukommenden Arten nötig machten.

Fries legt in seinen Systemen (1832) wenig Wert auf die Krümmung der Konidien. Für *Fusarium* gibt er in der Gattungsdiagnose zwar *Sporidia subcurvata* an, für *Fusidium* dagegen nicht, trotzdem er *Fusidium aurantiacum* mit *Sporidiis curvatis* beschreibt und betont, daß die *Fusidia* den *Fusarien* am nächsten stehen und er sie nur durch vegetative Merkmale unterscheidet. In seinem System stehen die drei Gattungen *Fusisporium*, *Fusarium* und *Fusidium* weit voneinander entfernt. Die erste rechnet er zur Klasse der *Hyphomyceten* und der Ordnung der *Sepedonie*, die beiden anderen in die Klasse der *Coniomyceten*, aber in die verschiedenen Ordnungen der *Tubercularii* und *Stilbosporei*. So sehen wir also auch hier ein Zurücktreten der Merkmale der Konidien und ein Hervorheben der Unterschiede des Mycels und seiner Ausbildung. Die Folge davon ist, daß auch Fries vorläufig noch nicht über die Verwandtschaftsverhältnisse dieser Gattungen klar wird. Die Link'schen *Atractien* stellt Fries zu den Gattungen *Stilbum Tode* und *Volutella Tode*, so daß diese Gattung auch bei ihm verschwindet.

In seiner *Summa vegetabilium Scandinaviae* (1845) endlich verringert Fries die Gattungen noch weiter, er läßt hier auch noch die Gattung *Fusidium* als solche fallen (S. 473), indem er sie der Gattung *Fusisporium* unterordnet. Auch *Fusoma* Corda stellt er (S. 523) zu den „*Fungorum autonomorum censu prorsus excludenda*“, nachdem er vorher schon (S. 473) die Gattung *Selenosporium* Corda als unnötig bezeichnet hat.

Damit ist ein wesentlicher Fortschritt erreicht. Es sind alle Formen in zwei Gattungen gebracht, die folgendermaßen charakterisiert sind S. 472/73:

Gymnomycetes, *Hymenulacei*.

XXXIII¹⁾ *Fusarium* Link. *Stroma pulvinatum, carnosum firmumve cellulosum, sporis sporophoris suffultis, fusiformibus curvatis pellucidis in stratum discoideum conglutinatis*. Diese Diagnose wird in einer Fußnote erweitert: *Sporae in hoc et sequente genere simillimae, in utroque quoque manifeste variant et simplices et septatae, at semper manent pellucidae, vulgo curvatae; ut mihi impossibile videatur in Systemate separare. Monet jam inventor illustrissimus Fusaria, Fusidia et Fusisporia in unum genus facile esse jungenda*.

XXXIV. *Fusisporium* Link, Fr. *Stroma effusum gelatinosum, e floccis et sporis (exacte prioris; in floccorum apicibus natis) conglutinatis formatum*.

¹⁾ Im Original durch Druckfehler XXXIV.

Andererseits hat er aber den schleimigen Konidienlagern gewisser Arten mit Sichelsporen zu große Bedeutung beigelegt und darauf seine Gattung *Pionnotes* begründet.

Die späteren Autoren haben nichts eigentlich Neues gebracht, sondern sind in der Auffassung der Gattungen bald mehr Link, bald Corda, bald Fries gefolgt. Dabei haben sie aber, besonders soweit es sich um von ihnen wieder beobachtete Arten früherer Forscher handelt, diese bald in die eine, bald in die andere Gattung gebracht, je nach der von ihnen aufgefundenen Wuchsform. Darin ist schon ein Hinweis zu sehen, daß die bisher benutzten Unterscheidungsmerkmale für eine richtige Beurteilung der hierher gehörigen Arten und Formen nicht geeignet sind.

Den letzten Versuch, die Verhältnisse zu klären, hat Saccardo (1886) gemacht, indem er die Gattung *Fusarium* relativ weit faßt und sie in die Untergattungen *Eufusarium*, *Fusamen* und *Leptosporium* gliedert, deren erste wieder in die Sektionen *Selenosporium* Corda und *Fusisporium* Link aufgeteilt werden, denen analog er für *Fusamen* die Sektionen *Selenospora* und *Fusispora* aufstellt. *Eufusarium* hat nach ihm spindel- oder sichelförmige oder zylindrische Konidien mit einer oder mehreren Scheidewänden, *Fusamen* ebensolche Konidien, die aber nicht septiert sind und *Leptosporium* kürzere, eiförmige oder etwas längliche ungeteilte Konidien. In die letztgenannte Untergattung könnten die Formen gerechnet werden, die man bisher als Mikrokonidienformen ansprach. Pilze, die ausschließlich solche kleinen eiförmigen oder länglichen Konidien haben, dürften wohl besser generell von *Fusarium* zu trennen sein. Ob Formen vorkommen, die Sichelsporen ohne Scheidewände haben, ist noch nicht sicher festgestellt, dagegen besteht kein Zweifel, daß bei vielen hierher gerechneten Formen die Scheidewände nur übersehen sind. Als sicherer Bestandteil der Gattung *Fusarium* nach Saccardo's Auffassung bleibt eigentlich nur seine Untergattung *Eufusarium*, der auch alle in der vorliegenden Arbeit behandelte Formen angehören.

Neben *Fusarium* behält Saccardo in seinem Sylloge (Bd. IV, 1886) von den hier erwähnten Gattungen noch *Fusidium*, *Fusoma* und *Pionnotes* bei. *Fusidium* und *Fusoma* scheiden in der Saccardo'schen Auffassung aber aus unserem Betrachtungskreise aus, da ihnen spindelförmige gerade Konidien zugeschrieben werden. *Pionnotes* aber wird als dem *Fusarium* in jeder Beziehung nahestehende Gattung geführt, die eigentlich nur durch die Sporenverlagerung unterscheidbar ist.

Lindau (1909) nimmt im allgemeinen die Saccardo'sche Auffassung an, macht aber, wie übrigens Saccardo selbst schon, ausdrücklich auf die Unzulänglichkeit unserer bisherigen Kenntnisse dieser Pilzgruppe aufmerksam.

Wenn man die verschiedenen Auffassungen der Gattung *Fusarium* betrachtet, so zeigt sich, daß die ursprüngliche Linksche Darstellung mancherlei Veränderungen erlitten hat, bis der Begriff, den wir heute mit dem Namen *Fusarium* zu verknüpfen gewohnt sind, sich daraus entwickelt hat. Da aber keine andere der in Beziehung zu dieser Pilzgruppe gebrachten Gattungen sich ganz mit dem decken, was wir heute unter *Fusarium* verstehen, so dürfte dieser Name aus Zweckmäßigkeitsgründen beizubehalten sein.

Wie die Gattung selbst, so sind auch die Arten im Schrifttum durchaus nicht festbegrenzt und ihre Nomenklatur ist äußerst schwankend. Das geht schon daraus hervor, daß eine ganze Anzahl von ihnen bald zu der einen, bald zu der anderen Gattung gestellt werden und zwar nicht nur je nach der Auffassung der Gattungen durch die einzelnen Autoren, sondern auch nach den jeweiligen Wuchsformen, die den Autoren vorgelegen haben. So kommt es, daß dieselben Arten uns unter verschiedenen Namen und in verschiedenen Gattungen begegnen. Aber auch der umgekehrte Fehler ist häufig gemacht worden, indem man die allerdings oft nicht unerhebliche Variabilität der Fusarien überschätzte und selbst wesentliche Abweichungen zwischen Befunden verschiedener Unterlagen mit Hilfe dieser Variabilität zu erklären suchte. Auf diese Weise sind Sammelarten entstanden, die eine gar nicht mehr entwirrbare Mischung verschiedenartigster Formen enthalten.

Wie sich die Verhältnisse gestaltet haben, möge an zwei Beispielen erläutert werden.

1. *Fusarium solani*.

Martius (1842) stellte sein *Fusisporium* (= *Fusarium*) *Solani* auf mit 3—4-septierten Konidien, Länge 75 μ , Breite ?, terminalen Chlamydosporen, die er „var. sporotrichoides“ nennt, nur um sie zu kennzeichnen, nicht als Varietät im modernen Sinne, denn er sagt selbst S. 21, daß beide Formen ein und demselben Pilze angehören. Seine Konidien gleichen *Fusarium solani* (Mart.) nob. und *F. Martii* n. sp. (vgl. spez. Teil), vielleicht hat er beide Arten gefunden, vielleicht sogar mehr, wenn auch nicht gerade abgebildet, so doch in der Beschreibung unbewußt berücksichtigt, denn die Farben des Mycels (weiß, violett, rosensfarbig) und der Sporodochien (weiß, graugrün, grauviolett) scheinen nicht einem einzelnen Pilze zuzukommen.

Desmazières (1845) beschreibt, ebenfalls von Kartoffel, sein *Fusisporium solani tuberosi* mit 3—5- (er sagt aber nachher „pourvues de trois, rarement cinq cloisons transversales“) septierten Konidien, Größe ?, Sporodochien grau-gelbweiß, zuletzt ausgebreitet, Mycel weiß, Chlamydosporen ?, Abbildungen fehlen. Diese Art ist wegen ihrer ausgebreiteten fettartigen Konidienlager später von Saccardo (1886) zu *Pionnotes Fries* gezogen. *Pionnotes* ist aber von uns als zufällige Konidienverlagerung erkannt und nicht existenzberechtigt, weshalb *F. solani tuberosi* als Synonym von *F. solani* (Mart.) nobis nunmehr geführt werden kann (vgl. spez. Teil).

Harting (1846) findet zwei Varietäten des *Fusisporium Solani* Mart., nämlich eine weiße, album mit 18—32 μ , und eine gelbliche, flavum¹⁾, mit 21—44 μ langen, 4—5-septierten Konidien, Breite ?; Chlamydosporen sah er nicht. Gestützt auf seine Abbildung der Konidien ließ sich die gelbe Varietät als *F. solani* (Mart.) nob. bestimmen. Ob die weiße mit *F. orthoceras* n. sp. oder einer noch nicht wieder aufgefundenen Art zusammenhängt, läßt sich zurzeit nicht sagen. Die nicht guten Abbildungen zeigen recht verschiedene Größen und Formen von, wie es scheint, anormalen Konidien.

Schacht's (1856) *Fusisporium Solani* wird mit 1—4-septierten Konidien beschrieben, während 5-septierte gezeichnet worden sind, Größen fehlen, errechnen sich aus den Figuren zu $35-38 \times 7-7\frac{1}{2} \mu$; Chlamydosporen werden meist intercalär zu mehreren, oft in Ketten, abgebildet, aber mit Harting's *Oidium violaceum*, das kaum mit *Fusarium* zusammenhängen dürfte, verwechselt. Das Mycel findet Schacht weiß, hellblau, schwefelgelb, rosensfarbig, violett, gelblichweiß. Schacht hat bestimmt verschiedene Organismen zusammengefaßt: 1. *F. rubiginosum* n. sp. (vgl. spez. Teil). 2. den zitrongelben sterilen Pilz, der Stärkekörner lebender Zellen durchwuchert und volantartig übereinanderfallende Mycelschichten auf gekochter Kartoffelknolle bildet (vgl. bei *F. discolor* var. *sulphureum* und Zusammenfassung der Resultate). 3. Fusarien verschiedener Arten, wobei die Wahl ist zwischen *solani*, *coeruleum*, *discolor* var. *sulphureum*. Den zitrongelben Pilz zieht Schacht versehentlich zu Harting's *F. solani*

¹⁾ Flavum heißt bei Harting „mattgelb“, „gelblichweiß“, „gelbbraunlichweiß“, denn er übersetzt es mit „jaune“ und braucht „jaune“ auch, um die Farbe gewisser Kartoffeln zu bezeichnen (S. 228). Schacht hält Harting's „flavum“ für „zitronengelb“ und kommt auf diese Weise S. 21—23 zu falschen Analogieschlüssen.

flavum. Er faßt übrigens Harting's Varietäten nicht in modernem Sinne auf, sondern als ineinander überführbare Formen derselben Pilzart (S. 21). Es ist natürlich nicht bewiesen, daß alle Angaben über zitrongelbes Mycel sich bei Schacht auf den unter 2. genannten Pilz beziehen, da erstens auch *F. discolor* var. *sulphureum* Schlecht. (s. sp.) gelbes Mycel hat, ferner nach Schacht die Durchbohrung der Stärkekörner auf die Region seines blauen und violetten Pilzes beschränkt sein soll. Die Widersprüche klären sich vielleicht auf durch die von uns mehrfach festgestellte innige Vergesellschaftung von *F. coeruleum*, *F. discolor* var. *sulphureum* und dem amylovoren zitrongelben Pilze (vgl. spez. Teil unter *F. discolor* var. *sulphureum*).

De Bary (1861) schafft eine große Verwirrung mit seiner Bemerkung, daß *F. didymum* Harting und *Fusisporium Solani* dem Entwicklungskreise einer Art angehören. (Vgl. Textfig. II B und C mit L.) *F. didymum* ist grundverschieden von den Arten der Verwandtschaft von *F. solani* (Mart.). Aus de Bary's Beschreibung und Abbildung geht übrigens nicht hervor, welche bestimmte Art er vor sich gehabt hat.

Karsten (1865) hat, wie es scheint, *F. solani* (Mart.) nob. abgebildet, Angaben über Farben und Größen fehlen.

Reinke und Berthold ziehen *Fusisporium Solani* zu *Hypomyces Solani* und beschreiben es mit 1—5-septierten, $10-50 \times 5-8 \mu$ großen Konidien und terminalen, seltener intercalaren Chlamydosporen, die sie Makrokonidien nennen. Den Angaben, die eine große Variabilität des fraglichen Pilzes zulassen, liegen wahrscheinlich nicht normale Konidien zugrunde. Doch erhielten wir durch die Güte des Herrn Prof. Dr. Berthold von *Hypomyces Solani* ein Stück des Originalmaterials aus dem Jahre 1878/79 und ein Stück der ihm im Februar 1910 von Pethybridge aus Dublin übersandten konservierten Kultur. Beide hatten reichlich Perithechien, das Pethybridge'sche Stück enthielt außerdem schöne Konidien, die *F. Martii* nob. in der Form ähneln, aber breiter sind, nicht etwa infolge von Quellungen, denn die Umrißlinie war fließend ohne tonnenförmige Auftreibungen. Es lassen sich nach diesem Materiale die wichtigsten morphologischen Punkte zwar nicht mehr feststellen, aber doch genug, um die Skepsis, mit der die Behauptung des Zusammenhangs von *Fusisporium Solani* mit *Hypomyces Solani* Reinh. und Berth. aufgenommen wurde (Wehmer, Lindau), zu rechtfertigen. Daran ändert nichts die Tatsache, daß *Hypomyces* aus seinen Ascosporen ein Mycel mit *Fusarium*konidien und Chlamydosporen entwickeln kann (vgl. das über *Gibberella* und *Neocosmospora vasinfecta* Gesagte in Teil VII). Auch hat Pethybridge nicht in absoluten Reinkulturen seine Perithechien erzielt, so daß man nicht einmal genau weiß, ob die zwischen ihnen sich findenden Konidien zu *Hypomyces* gehören.

Saccardo (1881 u. 1886) hat auf keinen Fall in seinem *Fusarium* (*Fusisporium*) *solani* (Mart.) Sacc. mit 5, bezw. 3—5-septierten, $40-60 \times 7-8 \mu$ großen Konidien das echte *F. Solani* Mart. vor sich gehabt, geschweige denn *F. solani* (Mart.) nob., denn die Breite ist ganz erheblich höher. Abgebildet ist Saccardo's Art nicht, von Chlamydosporen ist nichts gesagt worden. Die Identifizierung ist also schwer. Dasselbe gilt von Pizzigoni's *Fusarium* (1896), da dessen Beschreibung die Saccardo'sche kopiert.

Smith, W. G., (1884) beschreibt unter *Fusisporium Solani*, Mart. S. 30—34 ziemlich eingehend ein *Fusarium* mit Konidien, deren Abbildungen viel gleichmäßiger gekrümmte, fast kreisbögige Dorsalen haben, viel spitzer enden und durchaus nicht den plötzlichen Querschnittswechsel an den Enden, den geringen im mittleren Verlaufe haben, wie das bei *F. solani*, *Martii* und *coeruleum* der Fall ist (Textfig. II A, B, C); sie sind vielmehr mit dem in Textfig. II, S abgebildeten *Fusarium* zu vergleichen, das mit *F. polymorphum* Marchal (1895) Ähnlichkeit hat. Das kann erst entschieden werden, wenn diese Stämme gründlich bearbeitet worden sind. Die Formverwandtschaft der Konidien des Smith'schen *F.*s mit dem von Schacht (1856) Taf. IX, Fig. 20 abgebildeten (= *F. rubiginosum* nob.) ist wohl nur eine zufällige, durch die etwas schematisiert erscheinende Zeichnung vorgetäuscht. Um eine Identität könnte es sich ohnehin nicht handeln, da Schacht meist 5-septierte Konidien, dagegen Smith nur Triseptaten zeichnet, außerdem die Farben nach Schacht sehr lebhaft sind, während Smith von seinem *Fusarium* einen Peronospora-artigen Eindruck mit bloßem Auge empfing und von Farben nichts erwähnt.

Massee, G., (1893) liefert als Illustration seiner sich an Saccardo anlehrenden Diagnose des *F. solani* drei Konidien, eine Tri- und zwei Quinqueseptaten, mit starker allmählicher Zuspitzung nach den Enden zu, die infolgedessen vielmehr Ähnlichkeit haben mit *F. metachroum*, *F. discolor* usw. als mit *F. solani* (Mart.) nob., obwohl eine Identifizierung mit diesen völlig ausgeschlossen ist. Bisher ist diese Art nicht gefunden. Die kurze Diagnose und die Abbildungen dürften auch kaum eine sichere Bestimmung zulassen.

Wehmer (1897) dagegen hat seine mit Borchers gemachten Studien des *Fusarium Solani* zeichnerisch und diagnostisch genau genug festgelegt, um die Identität mit *F. solani* (Mart.) nob. zu sichern.

Hallier (1898) hat sich jedoch, wie es scheint, nur mit *F. coeruleum* (Lib.) nob. beschäftigt, nennt es aber *F. Solani* Mart.

Smith und Swingle führen *Fusarium (Fusisporium) solani* (Mart.) Sacc., *Fusarium (Fusisporium) solani tuberosi* Desm. (= *Pionnotes solani tuberosi* Sacc.) auf Grund ihrer Ansicht über die große Variabilität der Arten als Synonyme ihres *Fusarium oxysporum* (Schlecht) Smith und Swingle (= *F. orthoceras* n. n. nob., vgl. dort) auf.

Pethybridge's (1908) *F. Solani* ist mit 1—3-septierten Konidien und blauem Stroma beschrieben, welche Angaben zur Identifizierung nicht ausreichen.

Außerdem sind noch eine größere Anzahl kurzer Angaben von dem Vorkommen von *Fusarium Solani* auf verschiedenen Substraten, in Schlammwässern usw. gemacht, auf die hier nicht eingegangen wird, weil sie noch schwieriger nachzuprüfen sind als obige.

Man kann also mit Fug und Recht *Fusisporium* bezw. *Fusarium Solani* der Autoren den vollkommensten Typus einer Mischart nennen, denn es sind nach obiger Kritik etwa 9 Arten unter diesem Namen zusammengefaßt:

- Fusarium solani* (Mart.) nob.
- „ *Martii* n. sp.
- „ *coeruleum* (Lib.) nob.
- „ *rubiginosum* n. sp.
- „ *orthoceras* n. n.
- „ *didymum* Hart.
- „ (Konidienform von *Hypomyces Solani* Reinh. u. Berth.).
- „ spec. (vgl. Smith W. G., 1884, Fig. 10 u. 11)
- „ spec. (vgl. Sacc. 1881 S. 296 und 1886 S. 705).

Obwohl die letzten beiden ziemlich sicher selbständige Arten sind, ist vorläufig davon abgesehen worden sie zu benennen, um nicht die Nomenklatur von neuem mit Namen ungenügend bekannter Arten zu belasten. Vielleicht ist es aber möglich, bei weiterem Studium auch diese Formen unterzubringen.

2. *Fusarium roseum*.

Der Name taucht zuerst auf bei:

Link (1809), um eine auf Malvaceen gefundene Art zu bezeichnen; ihre Konidien bedecken in sandkorngroßen roten Häufchen die Stengel und sind, nach Link's Figur 10 zu urteilen, nicht sehr schlank, sondern ziemlich gedrunken, wenn auch nicht so breitlich wie *F. solani* (Mart.) nob.

Link (1816) führt diese Art, die er auf Grund des Vorhandensein eines Stromas von *Fusidium* getrennt hatte, nun doch zu *Fusidium*, weil alle Vertreter dieser Gattung wenigstens Spuren eines Stromas aufweisen. Später stellt

Link (1825) sie wieder zu *Fusarium* zurück, nachdem er diese Gattung anders gefaßt hat. Unter seiner Gattung *Fusisporium* findet sich (Link 1824) außerdem *Fusisporium roseum*, das von Gräserstengeln stammt. Da in der Gattungsdiagnose der neueren Arbeiten *Fusarium* mit *Fusisporium* vereinigt worden ist, so könnte man vermuten, daß das Gräserfusarium mit dem Malvaceenusfusarium identisch ist. Das ist aber nicht der Fall, sondern es sind zwei selbständige Arten.

Corda (1837) erwähnt, er habe *Fusarium roseum* an Umbelliferen gefunden. Die Konidien zeichnet er aber schlanker d. h. viel länger im Verhältnis zur Breite, als Link.

Saccardo (1881 in *Michelia* II) teilt *F. roseum* nach Substraten in Varietäten auf, die aber so kurz beschrieben werden, daß sie wahrscheinlich nur schwer wiederzufinden sind. Dagegen ist die Septierung der Konidien berücksichtigt, was von Link und Corda nicht geschehen war. Abbildungen fehlen.

Woronin (1891) findet *F. roseum* Link auf erkrankten Getreideähren in Form eines rosafarbenen oder blassen, ziegelroten Anfluges. Die Sporen sind schmal, mehr oder minder verlängert, spindelförmig, an beiden Enden zugespitzt und etwas einwärts gekrümmt, demnach meist mondsichelförmiger Gestalt, meist 5 septiert. Größen und Abbildungen fehlen.

Massee (1893) gibt folgende Beschreibung:

„*F. roseum* Link.

Sporodochium minute, sessile, subglobose or rather effused, gregarious, rust-colour; conidia fusiform, pale, very abundant, $30-65 \times 4 \mu$, usually 3 septate.

On decaying leaves and stems.“ Abbildungen fehlen.

Mangin (1900) hält den Nelkenparasiten, den kurz zuvor Delacroix (1900) *Fusarium Dianthi* Prill. et Delacr. genannt hatte, für *Fusarium roseum* Link und mißt kurze Sporen $5-10 \times 2-3$, lange $1-7$ septierte $20-70 \times 2-6$ oder 7μ . Abbildungen fehlen.

Hedgcock (1906) beschreibt und zeichnet als *F. roseum* Link ein *Fusarium*, das rosige, rote und violette Flecke auf *Pinus strobus* und *Pinus resinosa* bildet und $8-14,5 \times 3-6 \mu$ große ein- bis zweizellige und $19-30 \times 3,5-6 \mu$ große zwei bis vierzellige Konidien liefert. Außerdem kommen Chlamydosporen vor.

Lindau (1909), der im wesentlichen Masee's Diagnose anerkennt, hat den Bereich der Breite auf $2-4 \mu$ ausgedehnt, um sämtliche Varietäten Saccardo's zu umfassen, die nach ihm, wie in einer Anmerkung erwähnt ist, kaum besonders benannt zu werden brauchten.

Obgleich diese Liste noch keineswegs vollständig ist, genügt sie doch bereits, um zu beweisen, daß eine Reihe Fusarien mit sehr verschiedenen Konidien unter einem Namen zusammengefaßt sind. Jedenfalls ist außer der gleichen Farbe der Konidienmengen keine Einheitlichkeit der Homonyme nachgewiesen und die Bestimmung als *F. roseum* scheint in den meisten Fällen auf bloßer Vermutung zu beruhen.

Sicher ist Hedgcock's Art, die am besten begrenzt ist, von den meisten anderen weit verschieden. Sie scheint Ähnlichkeit zu haben mit dem von uns Textfig. II F abgebildeten Kartoffelfusarium, die Farbenbilder aber differieren. Beide haben Chlamydosporen.

Ganz anders muß aber das Gramineen-Fusisporium *roseum* Link aussehen, doch ist nach der Beschreibung ohne Abbildung nicht zu entscheiden, ob es etwa mit *Fusarium metachroum* nob. identisch ist. Vielleicht gehört auch Woronin's *Fusarium* mit herrschenden Quinqueseptaten hierher, das auf Getreide vorkommt. Eine Art mit 3 septierten sehr langen Konidien ist erst recht nicht mit Hedgcock's Art zu verwechseln, so daß also auch Masee eine selbständige Art vor sich gehabt hat.

Wie weit die anderen aufgezählten Fusarien sich nun auf diese drei verteilen oder selbständig sind, ist bis jetzt nicht zu übersehen. Auch eine Übersicht über Saccardo's Varietäten läßt sich zurzeit noch nicht gewinnen.

Es wird aber wohl kaum möglich sein, eine Mischart wie *F. roseum* Link aufrecht zu erhalten.

Übrigens soll dieselbe auch das Konidienstadium von *Gibberella saubinetii* (vgl. unter VII allgem. Teil) und von *Phialea temulenta* (vgl. *F. metachroum*) sein.

Aus diesen Beispielen geht hervor, wie schwierig es ist, aufgefundene Fusarien mit vorhandenen Arten zu identifizieren, weil die Beschreibungen an sich meist sehr mangelhaft sind und nur bei verhältnismäßig wenigen Arten brauchbare Abbildungen vorliegen.

Oft blieb uns daher weiter nichts übrig, als neue Namen zu geben und ihnen so genaue Beschreibungen beizufügen, daß nunmehr die Arten immer wieder erkannt werden können.

II. Methodisches.

Um einen genauen Einblick in die Wachstumsverhältnisse und die Entwicklung der verschiedenen Wuchsformen zu erhalten, war es nötig, die einzelnen Formen nicht nur auf ihrem natürlichen Substrat, sondern auch in Kultur zu beobachten und zu untersuchen. Von den bisherigen Arbeiten her war es schon bekannt, daß mindestens die meisten *Fusarium*-Arten auf künstlichen Nährböden leicht gezogen werden können. Bis jetzt waren von den meisten Autoren vorwiegend Gelatine- und Agar-Nährböden verwendet worden, außerdem waren durch Appel in größerer Ausdehnung auch Papiernährböden zur Anwendung gelangt. Alle diese Nährböden hatten

aber den Nachteil, daß sie einseitig das Mycelwachstum förderten und daß die Konidienbildung auf ihnen entweder von Anfang an oder im Laufe der Kultur zurücktrat. Wenn man aber ganz sicher gehen wollte, daß alle in einer Kultur entstehenden Formen in den Entwicklungsgang desselben Organismus gehören, so mußte die einzelne Konidie als Ausgang dienen, und es durften nur vollkommen sterile Unterlagen Verwendung finden. Aus diesem Grunde wurden die verschiedensten Nährböden versucht, und dabei zeigte sich, daß gekochte Vegetabilien die gewünschten Eigenschaften in hohem Maße besitzen. Als ein Zeichen dafür wurde angesehen, daß alle bisher gezüchteten Fusarien auf diesen Nährböden Konidien entwickelten und zwar nicht nur anfangs, sondern während zweijähriger Kultur ständig. Eine Anzahl der Arten bildete Chlamydosporen und plectenchymatische Mycellager, die Konidienträger hatten eine große Üppigkeit und einen gesetzmäßigen Aufbau. Auch zeigte der oft wiederholte Vergleich zwischen den gezüchteten Formen mit den auf natürlichen Substraten gefundenen eine solche Gleichmäßigkeit, daß die kultivierten Formen mit voller Sicherheit als normal angesprochen werden können.

Bei einigen wenigen Arten gelang auf den vegetabilischen Unterlagen auch die Züchtung von Perithezien. Da aber die Hauptaufgabe dieser Arbeit in einem Studium der Fusarien, die in der Natur sehr häufig ohne höhere Fruchtform vorkommen, bestand und ein Universalnährboden für Perithezienzüchtung bis jetzt noch nicht aufgefunden werden konnte, so lag kein Grund vor, von den sterilisierten Vegetabilien als Unterlage abzugehen.

Endlich scheint diese Art der Kultur auch die Pathogenität nicht zu beeinflussen, denn noch nach zweijähriger Kultur konnten z. B. die Kulturen von *F. rubiginosum* die damit geimpften lebenden Kartoffelknollen angreifen.

Es wurden daher vorwiegend verschiedene gekochte Vegetabilien neben anderen Nährböden zur Kultur benutzt.

Es war nun aber vor allem zu prüfen, ob sich die Pilze in der Kultur, besonders auf verschiedenen Substraten, verschieden verhielten.

Es stellte sich heraus, daß es nicht gleichgültig ist, ob man Mycel oder Konidien des Pilzes als Ausgangspunkt einer neuen Kultur nimmt. Impft man nämlich Mycel, so ist auf allen Substraten die Neigung des Pilzes zu beobachten, wieder Mycel zu entwickeln. Impft man dagegen Konidien, so schreiten diese in der jungen Kultur mit vermehrter Energie zur Bildung junger Konidien, und das geschieht oft so schnell, daß Luftmycel wenig oder gar nicht auftritt. Aber bei diesem Vorgange ist doch die Art des Substrats im allgemeinen nicht von allzu großer Bedeutung, nur gewisse stark saure Agare oder Gelatinen vermochten die Konidienentwicklung mehr oder weniger zu unterbinden, während Mycel noch in reicher Fülle gedeihen konnte. Die Wahrnehmung, daß bei Impfung von Konidien die Neigung zur Jungkonidienbildung potenziert zu werden pflegt, beschränkt sich somit auf Kulturen, die der Konidienbildung günstig sind. Umgekehrt aber ist auch auf denselben Substraten, die die Konidienbildung befördern, die Luftmycelbildung herrschend, wenn Mycel geimpft ist. Damit ist nicht gesagt, daß in letzterem Falle nicht Konidien schließlich auch auftreten, aber es geschieht dies unregelmäßig, bei manchen Arten in 10 Kultur-

gläsern gar nicht, in den nächsten 10 in einem einzelnen Falle nach 4—6 Wochen, bei einer anderen Art dagegen etwas häufiger und etwas schneller.

Diese Beobachtung mahnt also zur Geduld bei der Züchtung der Fusarien. Sie beweist, daß ein und derselbe Pilz die verschiedensten makroskopischen Eindrücke liefern kann, je nach der zur Impfung gewählten Wuchsform. Die Schwierigkeit liegt nun darin, daß oft von einem Pilze, dessen Reinkultur erstrebt wird, keine Konidien, sondern nur Mycelien von der Wirtspflanze zur Verfügung stehen. Das Mycel ist aber nicht immer einheitlich, sondern enthält gelegentlich eine Gesellschaft mehrerer Pilze, die ähnliches Mycel haben können. In diesen Fällen waren zur Erlangung einer Reinkultur oft Monate nötig. Es wurde dann so zu Werke gegangen, daß die Mycelteilchen so klein wie möglich präpariert und auf möglichst verschiedene Nährböden gebracht wurden. Durch verschieden große Zusätze von Säure, Zucker, Alkali zu den Substraten, durch Variation der Nährsubstrate an sich, ließen sich Bedingungen schaffen, die den einen oder anderen im Mycel vorhandenen Pilz in ein Wachstumsoptimum brachten, so daß in den Einzelbedingungen die Einzelpilze zur Herrschaft kamen. Trotzdem man auch hier immer noch auf den Zufall angewiesen war, gelang es schließlich stets, auf dem einen oder anderen Substrate Sporen zu erhalten. Waren sie in Haufen als Sporodochien ausgebildet, so hatte man damit oft schon eine Möglichkeit, eine Reinkultur des Pilzes durch Vereinzelung der Sporen mit Hilfe einer Aufschwemmung und Übertragung auf frischen Nährböden zu erzielen. Lagen die Sporen aber zerstreut, so war es vom Zufall abhängig, ob man schon jetzt in einem oder andern Falle durch Übertragung auf frischen Nährboden eine Reinkultur erhielt. Alles kam also auf eine Gewinnung von möglichst großen Sporensammlungen hinaus.

Viel leichter war die Reinkultivierung des Pilzes, wenn Konidienansammlungen bereits auf der Wirtspflanze entdeckt worden waren. Es genügte dann oft eine einzige Aufschwemmung und die Beschickung von 10 bis 20 Reagensröhrchen, die gekochte Vegetabilien enthielten, um einige sogar schon bakterienfreie Reinkulturen zu erhalten. Es wurde bei der Beschickung folgendermaßen vorgegangen: Die Aufschwemmung wurde so reguliert, bis ein mit einer Platinöse entnommener Tropfen, auf ein reines Deckglas aufgetragen, unter dem Mikroskope nur noch ein bis zwei Sporen aufwies. Dann wurde ein Tropfen nach dem andern auf eine reine Deckglasscheibe aufgetragen, auf seine Sporeneinzahl geprüft und dann in je ein bereit gehaltenes Reagensröhrchen gleiten gelassen so, daß das Tröpfchen mit dem im Röhrchen befindlichen Substrate in Berührung kam.

Diese Methode führte gut zum Ziele, wenn die vorhandene Sporenmenge schon vorherrschend einem Pilze angehörte. Schwieriger gelang sie, wenn z. B. *Verticillium* mit seinen winzigen ovalen Sporen und irgend ein *Fusarium* mit seinen Sichelsporen vermischt waren. Das kam ziemlich häufig vor in Schleimflüssen von Bäumen, in stark zersetzten Kartoffelknollen, aber auch in Rohkulturen, die von kleinen Mycelteilchen ihren Ausgangspunkt genommen und die Bedingung für die Entwicklung mehrerer Pilze geboten hatten. In diesen Fällen eignet sich die Plattenkultur besser.

Hat man eine Reinkultur, so ist die nächste Aufgabe, die günstigste Wachstumsbedingung des Pilzes zu finden, d. h. die Bedingung, bei der er imstande ist, seinen Entwicklungsgang normal abzuschließen. Was normal ist, muß freilich, wie gesagt, erst festgestellt werden. Es stellte sich nämlich heraus, daß nicht immer nach der Menge der entwickelten Konidien auf die Normalität der Kultur geschlossen werden kann, trotzdem diese Schlußfolgerung nahe liegt. Wir haben zwar bereits gesehen, daß ein und derselbe Nährboden bei ein und derselben Art eine reichlichere und früher eintretende Konidienproduktion gestattet, wenn Konidien als Ausgangspunkt der Kultur genommen worden sind, als wenn Mycel geimpft wurde. Auch werden wir später sehen, daß auf gekochter Knolle ein dicker, fast luftmycelfreier Konidienschleim lückenlos die Substratoberfläche bedecken kann (z. B. bei *F. solani*, *F. Martii*, *F. metachroum* usw.), ohne daß damit gesagt werden darf, daß dieses Substrat den Pilz ins Wachstumsoptimum bringt. Im Gegenteil lag es näher, die auf gekochten Stengeln angesetzten Kulturen im allgemeinen höher einzuschätzen, wenigstens bezüglich der Beurteilung der Normalität der Sporen. Als Kriterium diente dabei die Ausbildung des Sporenmaterials. Man bemerkte nämlich auf manchen Substraten, auf Agar beispielsweise, daß die entstandenen Konidien ganz anders aussahen wie auf Stengeln oder Knollen. Die Zellen hatten meist die Neigung tonnenförmig aufzuquellen, so daß die Konidien an den Septen eingezogen erschienen (Textabb. 1). Solche Wahrnehmungen sind diagnostisch verwertet worden, indem Arten mit an den Septen eingeschnürten Konidien (*F. corallinum*, *F. clypeaster*, *F. Schribauxii*, cfr. Lindau 1909, S. 543—545) offenbar in Gegensatz zu nicht eingeschnürten hervorgehoben werden. Die Einschnürung mag allerdings, beispielsweise bei *F. constrictum* (cfr. Lindau 1909, Fig. S. 567), arteigentümlich sein können, in den meisten Fällen jedoch scheint sie im Zusammenhange mit Quellungen der Konidienzellen zu stehen, welche bei feuchter Lagerung häufig sind.

Nachdem nun, im Gegensatz zu den Befunden auf Agar, die Stengelkonidien stets, falls die Stengel nicht zu feucht waren, ohne Einschnürung auftraten, wurde die Vermutung gestützt, die Einschnürung als nicht normal zu betrachten. Da ferner die Stengelkonidien viel gleichmäßiger in der Größe und Septierung wurden, auch in der äußeren Form, die häufig recht charakteristisch sein konnte, wurde die Aufmerksamkeit immer mehr auf diese Faktoren gerichtet (Textabb. 1). Es bestand zwar kein so schroffer Gegensatz zwischen den Produkten der einzelnen Substratgruppen, Agar, Knolle, Stengel, daß man hätte an verschiedene Konidientypen eines einzigen *Fusariums* denken können, aber die Unterschiede waren auffällig genug, um den Schluß zuzulassen, daß Agare im allgemeinen nicht so sicher normales Durchschnitts-sporenmaterial liefert, als Knollen und diese, wieder nur im allgemeinen gesprochen, gegenüber den Stengeln zurücktreten müssen. Auf einige Ausnahmen ist im speziellen Teile verwiesen, es sei nur als Beispiel hervorgehoben, daß *F. orthoceras* auf gekochter Knolle besser entwickelte Konidien lieferte als auf Stengeln, die der Chlamydo-sporenbildung günstiger waren.

Trotzdem hatten aber alle Substratgruppen ihren besonderen Wert je nach den Anforderungen, die man an die Kulturprodukte stellte. Die Stengel hatten für das

Studium der Morphologie der Fusarien am meisten Wert. Das lag schon aus dem Grunde nahe, weil viele Fusarien auch in der Natur Stengelbewohner sind oder sein können; war auch der Stengel ihnen hier in gekochtem Zustande zur Besiedelung geboten, so zeigte doch die Erfahrung, daß die Art der Konidienverlagerung, auf die später noch einzugehen ist, der auf der lebenden Wirtspflanze gleich blieb, beispielsweise die Sporodochien in derselben Größe und Form (falls solche nicht beliebig ist) erschienen. Auch die Konidienfarbe war in fast allen Fällen durchaus übereinstimmend mit der in der Natur wahrgenommenen, abgesehen von den Verunreinigungen, die in der Natur die Farbe der Lager häufig trübte, und den Fällen, wo eine Zersetzung durch Bakterien eingetreten war, was auch in der Natur nicht selten vorkommt. Die Stengel konnten von Kartoffel, Erbse, Bohne, Lupine, Getreidepflanzen u. a. genommen werden. Es zeigte sich nur dann ein Unterschied in der Farbe der Konidienmassen, wenn der Stengel schon eine besondere auffällige Eigenfarbe besaß. Das ist bei mehrjährigen Zweigen verschiedener Obstbäume der Fall, die schon infolge des Kochprozesses auf dem Grunde des Reagensröhrchens stark gefärbtes Condenswasser abgaben, das bei Apfelsprossen z. B. rotbraun wurde. Diese Farbe dringt häufig sowohl in die Pilzhyphen ein, als auch in die Konidien, die also dann nicht mehr ihre typische Farbe erkennen lassen. Solche Substrate sind also auszuschalten, wenn man reine Konidienfarben haben will.

Die Wahl der Substratgruppen ist noch in anderer Weise für das Fusarien-Farbenbild wichtig. Auch das Mycel kann auffällige Farbstoffe hervorbringen, die aber unter gleicher Bedingung, auf gleichem Substrate, bei verschiedenen Fusarienarten sehr verschieden sein konnten, dagegen gleich waren bei demselben Fusarium unter gleicher Ernährungsbedingung. Diese Wahrnehmung deutete auf die Möglichkeit einer Unterscheidung der Arten auch mit Hilfe der Mycelfarbstoffe. Um diese hervorzulocken, waren nun Knollen wieder viel geeigneter als Stengel. In welcher Weise sich die Farben rot, gelb, blau, oliv auf die Fusariumarten verteilen, möge unter VI des allgemeinen Teils nachgelesen werden, wo auch die Konidienfarben zusammengestellt sind. Auch die letzteren treten nicht selten auf Knolle in ebenso reiner Form als auf Stengel zutage (*F. solani*, *F. discolor*, *F. gibbosum*), sind aber weit häufiger von den Mycelfarbstoffen, die ganz anders aussehen können, beeinflusst und tragen dann die Mischfarben. In dieser Hinsicht sei auf *F. Martii* aufmerksam gemacht. Diese Art hat eine Konidienfarbe, die man als bräunlichweiß bezeichnen kann, dagegen grünlichdunkelblaue Mycelpartien, die auf gekochter Kartoffelknolle regelmäßig auftreten. Die blauen Farbstoffe machen sich bald im Konidien Schleime bemerkbar, welche je nach Übergewicht des Konidien- oder Mycelfarbstoffes bald grau, braun, grünlich bis schwärzlich aussehen können, während auf Stengel das Bräunlichweiß sich nur in sich etwas ändert, nämlich sich im Alter bei harziger Eintrocknung vertieft, bei pulveriger aufhellt. Ausnahmen gibt es allerdings auch hier. Beispielsweise kann *F. coeruleum* auch auf Stengel, z. B. auf Kartoffelstengel, den blauen Mycelfarbstoff bilden, infolgedessen auch die normal ockerfarbigen Konidienmengen zur Annahme der Mischfarbe, spangrün, veranlassen. Umgekehrt kann auf Knolle ein Teil der Konidienmassen normal ockerfarbig bleiben, während

die Nachbarkonidien spangrün geworden sind. Dann muß also auch bei den Stengeln eine Auswahl getroffen werden. Es zeigte sich, daß auf Erbsenstengeln keine Blaufärbung des Mycels von *F. coeruleum* auftrat, also die Konidienfarbe rein bleiben mußte.

Ebenso wie Knollen und Stengel als Substrat für Fusarien ihren besonderen Wert haben, besonders hinsichtlich des Farbenbildes, haben auch Nähragare ihre besondere Bedeutung. Auch sie geben über Farbenverhältnisse Auskunft, wenn auch im allgemeinen keine neuen Farben erzielt werden. Die Farben traten aber gleichmäßiger auf, bei Petrischalenkultur über eine große Fläche verbreitet (vgl. Taf. III). Bemerkenswerter sind diese Kulturen aber häufig in anderer Hinsicht, durch die makroskopisch verfolgbare Wachstumsart und Wachstumsschnelligkeit des Mycels. Das Luftmycel konnte konzentrische Zonen aufweisen, die bei einer Art enger, bei einer anderen weiter entfernt lagen unter denselben Bedingungen; auch konnte das Mycel die Neigung zu immersem Wachstum haben bei einer Art (*F. metachroum*), sich bei einer anderen aber weit in die Luft erstrecken. Das ist natürlich nur von relativem Werte, weil die Feuchtigkeit und die Art der beigemischten Stoffe Faktoren sind, die oft über immerses oder nicht immerses Wachstum entscheiden können. Aber die Fusarienarten sind doch auch verschieden in der Aufnahmefähigkeit für bestimmte Stoffe, so daß es gewiß kein Zufall ist, daß das Mycel einiger leichter in das Substrat einsinkt als das anderer.

Nachdem man allmählich eine Übersicht über den Einfluß der Substratgruppen auf die Lebensäußerung der Fusarien gewonnen hatte, war es möglich, den Begriff „normal“ für diese Pilze immer schärfer zu fassen und die Bedingungen, unter denen das günstigste Wachstum stattfand, nach und nach zu erschließen.

Für das morphologische Studium mußte die Kultur auf Stengel in den Vordergrund treten (Ausnahme *F. orthoceras*, vgl. spez. Teil), auch im allgemeinen für die Bestimmung der Konidienfarbe, während die Mycelfarben aus Knollenkulturen besser ersichtlich waren. Agarkulturen waren für die Morphologie normaler Sporen völlig zu entbehren, lehrten aber, welcher Veränderungen die Sporenform und der Inhalt fähig sind und boten auch manche Vorteile als Vergleichskulturen, besonders hinsichtlich des Vergleichs des Farbenbildes der Arten.

Der Zustand und die Art des Substrates genügen aber noch nicht, um die günstigsten Wachstumsverhältnisse zu erzielen. Es stellten sich auch das Licht und die Temperatur als benutzbare Faktoren heraus. Im Licht fruktifizierten die Fusarien oft schneller und reichlicher, wurde die Konidienmasse in der Farbe lebhafter als im Dunkel. Die Farbschwankung konnte recht bedeutend sein: *F. coeruleum*-Konidien blieben bräunlichweiß unter Abschluß des Lichts, wurde dagegen ockerfarbig mit einem helllachsfarbigem Einschlag im hellen Tageslicht. Ebenso verhielten sich einige Teile des Luftmycels, die nicht durch den herrschenden blauen Farbstoff beeinflusst waren. Sie konnten zwar weiß bleiben, gelegentlich aber einen rosafarbenen Anflug bekommen, jedoch nur im Lichte, während im Dunkel ein gelblichweißer Stich auftreten konnte. Auch *F. orthoceras* verhält sich anders im Licht als im Dunkel (vgl. speziellen Teil). Die Mycelfarbstoffe nehmen im ganzen weniger Anteil an

der Farbschwankung durch veränderten Lichtgenuß. Die Mycelfarbe scheint daher mehr von der Zusammensetzung des Substrates abzuhängen. Am wichtigsten war aber die Feststellung, daß in Dunkelkulturen leichter schlecht entwickelte Konidien mit ungleichmäßiger Septierung und Form auftraten, als bei Kulturen im Lichte.

Danach kann man also feststellen, daß eine gute Belichtung der Lebensäußerung vieler Fusarien dienlich ist. Die mikroskopischen Studien gründen sich daher auf belichtete Kulturen, während Dunkelkulturen nur der Vergleiche wegen gelegentlich herangezogen worden sind. Unter guter Belichtung ist nicht gerade direktes Sonnenlicht zu verstehen, obwohl auch keine Anzeichen dafür gefunden wurden, daß dies schädlich wirkt. Ein Unterschied wurde nur insofern gelegentlich als eine Folge direkten Sonnenlichts gefunden, als *F. orthoceras*, das auf gekochter Knolle bei mäßiger Belichtung oder Lichtabschluß zwischen den gelblich- bis bräunlichweißen, spärlich grünlichblaue plectenchymatische Mycelgruppen bildete, in Kulturen im hellen Sonnenlicht grünlichblau überhaupt nicht hervorbrachte, sondern nur die im Lichte gewöhnlich ockerfarbigen, einen Stich ins helllachsfarbige annehmenden Mycelpartien, die der Konidienfarbe gleichen. Das mag vielleicht aber daran liegen, daß helles Sonnenlicht die besonderen Umsetzungen für die Fruktifikation beschleunigt, dagegen die für ein längeres vegetatives Wachstum erforderlichen herabsetzt oder ganz unterdrückt. Wie bereits erwähnt, können sogar an einem und demselben Standorte sowohl die vegetativen als auch die fruktifikativen Wachstumsenergien willkürlich potenziert werden, indem einfach auf dasselbe Substrat für den ersteren Zweck Mycel, für letzteren Konidien geimpft werden. Je nach der Herrschaft des Mycels oder der Konidien wird das Farbenbild beeinflusst, weil, bei vielen Arten wenigstens, beide Wuchsformen verschiedene Farben bilden können. Wenn also durch die Art der geimpften Wuchsform schon ein so großer Einfluß auf das Kulturbild möglich ist, ist es kein Wunder, daß auch ein mehr oder minder der Belichtung, besonders das Sonnenlicht gegenüber diffusum Tageslicht, ähnliche Veränderungen hervorzu- bringen imstande ist.

Trotzdem nun direktes Sonnenlicht nicht gerade schädlich ist, liefert doch das diffuse Tageslicht für das morphologische Studium nach jeder Richtung hin günstigere Kulturen. Davon überzeugte der Vergleich des mikroskopischen Bildes von Sonnenlicht- und Tageslichtkulturen. Der Durchschnitt der Konidien war in ersteren kleiner und unregelmäßiger septiert als in letzteren. Die Arten verhielten sich jedoch verschieden hierin. Im ganzen gewann man bald durch Vergleich mit hochtemperierten Kulturen die Überzeugung, daß die Erhöhung der Temperatur der ausschlaggebende Faktor bei der Verschiedenheit der Sonnen- und Tageslichtkulturen war. Wachstum und Fruktifikation werden beschleunigt und oft vermehrt, dagegen wird bei zu hoher Temperatur die normale Ausbildung der Konidien unregelmäßiger. Niedrig septierte Konidien finden sich dann in Menge zwischen den normal hochseptierten Konidien, während bei niedrigerer Temperatur die letzteren bei manchen Arten fast allein auftreten. Wenn aber eine und dieselbe Art unter einer Reihe von Bedingungen etwa nur Quinquesseptaten von ziemlich einheitlicher Größe entwickelt, unter einer besonderen aber dazwischen viele kleinere niedriger septierte oder einzellige mit sehr

unregelmäßigen Durchschnittsgrößen und Formen, so liegt es nahe, letztere Bedingung als ungünstiger gegenüber ersterer aufzufassen.

Bei F. Martii (vergl. dort) wurde der ungünstige Einfluß höherer Temperaturen zufällig beobachtet, als eine Kulturreihe im Winter dicht über den Heizkörpern der Zentralheizung im Zimmer gehalten wurde, an welchem Orte 30—35° C., zeitweilig, wenn die Sonne hinzukam, noch höhere Wärme gemessen wurde. Hier ging die Prozentzahl der Quattuorseptaten zugunsten der Triseptaten stark zurück, auch wurden regelmäßig noch niedriger septierte Konidien gefunden, nicht etwa erst in alten Kulturen. Bei gewöhnlicher Zimmertemperatur aber, die im Winter selten unter 12° C., im Sommer selten über 25° C. Wärme betrug, hielten sich auf allen günstigen Substraten 3 und 4-septierte Konidien ungefähr das Gleichgewicht; welche Bedingung daher als normal aufgefaßt worden ist. Bei tieferer Temperatur ist das Wachstum langsamer, wie das erklärlich ist, aber die Ausbildung der Einzelkonidie besser. Obwohl es nun durchaus möglich ist, daß einige Fusarien ein Temperatur-optimum haben, das von dem anderer verschieden ist, sprachen doch alle Anzeichen dafür, daß die Gesamtheit der von uns gezüchteten Fusarien zwischen 12 und 25° C. eine mittlere mehr oder minder optimale Wachstumsbedingung haben. Das schien auch aus der Feststellung des Keimungsoptimums von einer Anzahl Fusarienarten¹⁾ hervorzugehen, vorausgesetzt, daß Keimungs- und Wachstums optimum zusammenfallen.

Fassen wir zum Schluß die Gesamtbedingungen, die eine normale Wachstumsweise zu gewährleisten scheinen und besonders mit Rücksicht auf die Erzielung eines normalen Konidienmaterials zu empfehlen sind, zusammen, so können wir im allgemeinen folgendes vorschlagen:

Kultur auf gekochten Stengeln verschiedener Pflanzen, und zwar auf denen von Kartoffel, Erbse, Lupine, großer Bohne, Getreide (für die meisten Arten genügt Kartoffel). Standort bei hellem diffussem Tageslichte und einer Temperatur, die weder dauernd unter 12° noch über 25° C. gehalten werde, also einer gewöhnlichen Zimmertemperatur entspricht. Voraussetzung einer schnellen Erlangung junger Konidien ist die Beimpfung des Substrats mit reifen Konidien der Ausgangskultur. Zeit des Auftretens und der Reife der Jungkonidien liegt zwischen einer Woche bis 1 Monat. Die Kultur kann in mit Wattebausch versehenen Reagensgläsern erfolgen oder anderen ebenso verschließbaren Gläsern (Erlenmeyerkolben usw.), auch in Schalen mit übergreifendem Deckel, jedoch ist hier nicht so leicht eine sekundäre Infektion auszuschließen. Die Lebensdauer der Zucht Konidien erstreckt sich bei allmählicher Austrocknung bei einigen Arten, wie nachgewiesen wurde, auf mehrere Jahre, ob bei allen, ist noch nicht festgestellt. Chlamydosporen haben mindestens dieselbe, wenn nicht eine wesentlich höhere Lebensdauer. Auch plectenchymatische Mycelpartien bleiben sehr lange lebensfähig, besonders wohl die im Schrifttum als Sklerotien bezeichneten.

¹⁾ Diese Keimungsoptima wurden von Herrn Schlumberger festgestellt. Die optimale Temperaturzone ist noch nicht für alle Arten genau umgrenzt, weshalb die Beobachtungsserien hier nicht mehr Verwendung finden konnten und für eine ausführliche Darstellung der biologischen Verhältnisse der Fusarien zurückgestellt werden mußten.

Da auf die benutzten Nährböden im speziellen Teile oft hingewiesen werden wird, so sind dieselben, gruppenweise zusammengestellt, hier angefügt worden. Sie entstammen einer größeren Liste und sind nach dieser numeriert.

Stengel von: 1. Kartoffel (alte ausgereifte Stengel), 2. Erbse, 3. Apfel (zwei-jährige Triebe), 4. Roggen (Stroh), 5. Lupine, 6. Große Bohne (*Vicia faba*);

Früchte von: 11. Apfel, 12. Birne, 13. Melone, 14. Banane;

Knollen von: 21. Kartoffel; Wurzeln von: 25. Möhre;

Samen von: 31. Roggen. Auch Blätter wurden verwandt von Erbsen und Kartoffeln, sowie Apfel.

Alle diese Vegetabilien wurden ganz oder geteilt in Reagensröhren eingeführt, die Stengel und Blätter mit etwas Wasser übergossen, die anderen Substrate ohne Zutat gelassen oder mit 1—2% Zucker, Zitronensäure, Soda enthaltendem Wasser getränkt. Nach Abschluß mit einem Wattebausch wurden die Röhren 3 Tage hintereinander auf 100° C. $\frac{1}{4}$ Stunde lang in strömendem Dampfe erhitzt.

Ferner wurden verwandt Nähragar und Gelatine.

Besonders häufig:

No. 42: 1000 ccm Wasser

20 g Ammoniumnitrat

10 „ Dikaliumphosphat

5 „ Magnesiumsulphat

100 „ Traubenzucker

10 „ Agar

No. 46: Kartoffelsaftagar:

1000 ccm Kartoffelsaft

100 g Traubenzucker

10 „ Zitronensäure

15 „ Agar.

Der Agar wurde 3 Tage gewässert, um die für Bakterien günstigen Stoffe möglichst zu entfernen. Die Zitronensäure wurde zum Schluß hinzugegeben, wenn das übrige Gemisch sterilisiert war; dann das Ganze nochmals schnell erhitzt und rasch abgekühlt.

Kulturen im hängenden Tropfen wurden ebenfalls angesetzt. Als feuchte Kammer dienten Farbschälchen aus Glas. Die Deckgläser wurden so dünn gewählt, daß die Beobachtung mit Ölimmersionslinsen möglich war. In den hängenden Tropfen wurde als Nahrung ein mit dem Gefriermikrotom hergestellter Schnitt von Kartoffelknolle oder etwas Stengelhaut eingeführt. Der Knollenschnitt war in der Mitte mit einer erbsengroßen Öffnung versehen, die mit einem Korkbohrer hergestellt war, durch Ausstoßen eines zylinderartigen Stücks aus dem zum Schneiden mit dem Mikrotom gewählten Kartoffelwürfels. Durch Adhäsion des Wassers an der Peripherie dieses Loches der Knollenlamelle wurde die Feuchtigkeit des Tropfens eine Zeitlang in der Mitte gehalten, und der Pilz bildete hier oft sehr schöne Konidienträger und Konidienansammlungen. Solche Kulturen konnten nur 8 Tage lang benutzt werden zu mikroskopischen Studien, weil sich allmählich die störenden Einflüsse dieser

Züchtungsart, Luft- und Nahrungsmangel, bemerkbar machten. Gegen zu schnelle Austrocknung schützte am besten eine große feuchte Kammer, mit übergreifendem Deckel (zwecks Zutritts von wenigstens etwas Luft), in welche die Farbschälchen auf einem umgestülpten Glasdeckel einer Petrischale hineingestellt wurden, worauf das Ganze wie die Reagensgläser sterilisiert wurde. Stengelhaut lieferte im allgemeinen noch einen günstigeren Nahrungszuwachs des hängenden Tropfens, besonders wenn man zusammengesetzte Konidienträger in ihrer Entwicklung verfolgen wollte.

Über den besonderen Wert der einzelnen Substratgruppen ist bereits im vorhergehenden das Wesentliche gesagt worden, besonders über die Substrate, welche für das morphologische Studium wichtig sind. Über die anderen, die noch nicht berührt sind und auch im speziellen Teile selten Erwähnung gefunden haben, mag noch folgendes bemerkt sein:

Apfelfrüchte eignen sich, wohl wegen des Säuregehaltes nicht besonders zur Züchtung normaler Wuchsformen. Auch nehmen sie, ebenso wie Birnen, im gekochten Zustande eine hellrotbraune Färbung an, die die Farbe des Mycel und der Konidienlager beeinflusst, so daß sie auch insofern weniger geeignet sind. Das gilt, wenn auch in geringerem Grade, ebenfalls von Melonen und Bananen, weshalb diese im speziellen Teile kaum genannt worden sind. Auf der Hülle von Banane entwickeln aber viele Fusarien reiche Konidienmengen, deren Konidien normale Form und Septierung haben, ein Zeichen, daß dieses Substrat eine vorzügliche Nährquelle bietet. Gekochte feuchte Getreidekörner wurden auch geeignet gefunden zur Entwicklung von Sporodochien aus wohlgebauten Konidien. Ihre Hülle bedeckte sich in 8 Tagen nach Impfung von *F. subulatum* und *F. metachroum* mit einem feinen matt orangefarbenen Staube, der aus zahllosen aus den Spaltöffnungen der Hülle hervorsprossenden Sporodochien bestand. Da aber auch hier nichts Neues für die Morphologie der Konidien entdeckt werden konnte, und auf Stroh ebenfalls schönes Sporenmateriale entstand, ist die Kultur auf Getreidekörnern nicht besonders hervorgehoben worden.

Da im speziellen Teile einige eigentümliche Bezeichnungen für Höhe und Alter einer Kultur gebraucht sind, sollen diese hier kurz erklärt werden, um Mißverständnisse zu vermeiden. Es ist beispielsweise von An-, Norm- und Abkultur, von Jung-, Hoch- und Altkultur gesprochen worden. Das ist so zu verstehen:

Etwas Mycel des Originalsubstrates von irgend einem Fusarium werde auf Knolle und Stengel geimpft. Es entsteht eine reiche Mycelkultur, dessen Mycel beispielsweise schon rein sein mag. Konidien entstehen entweder nicht oder erst nach 4 Wochen spärlich. Die Konidien sind dann gewöhnlich unregelmäßig in Form und Septierung, weder zur Größenbestimmung, noch überhaupt zu sicheren morphologischen Ermittelungen geeignet, selbst wenn das Fusarium schon rein sein sollte. Der Pilz befindet sich gleichsam im Anpassungsstadium. Dieses ist als Ankultur bezeichnet, im Gegensatz zur Normkultur, welche durch Impfung von Konidien der Ankulturen erzielt wird. Wie früher erwähnt, kann das Konidienmateriale dieser Normkulturen sehr verschieden sein von dem der Ankulturen, vor allem gleichmäßiger in Form und Septierung der Konidien. Die Willigkeit in der Bildung

junger Konidien pflegt eine viel größere zu sein. Die einzelnen Arten sind aber darin sehr verschieden. Nun ist es möglich, daß durch dauerndes Überimpfen die Normkultur auf ihrer Höhe gehalten wird. Denkbar ist aber auch der Fall, daß ein allmählicher Rückgang in den Erzeugnissen der künstlichen Kultur nachzuweisen ist, daß beispielsweise der Konidiendurchschnitt nach einer ein- bis zweijährigen Weiterkultur kleiner wird und die Durchschnittshöhe der Septierung eine abweichende Tendenz hat. Das wäre namentlich bei Fusarien zu befürchten, die besser parasitisch wachsen, deren Lebenskraft also durch dauernd saprophytischen Wachstumszwang nachlassen dürfte. Dieser Stand der Kultur ist als Abkultur bezeichnet, womit also eine Art von Degeneration gemeint ist. Im allgemeinen aber brauchte glücklicherweise von einer Abkultur unserer Fusarien nicht gesprochen zu werden.

Aber auch die Einzelbefunde bei einer Normkultur, die abhängig waren von dem Alter, machte eine Unterscheidung notwendig. Setzen wir das Beispiel der Konidien fort, so sind diese in einer jungen 2—3 tägigen Kultur auf Stengel und Knolle zwar schon häufig in guter Vermehrung, aber auf der feuchten Knolle sind die Zellen tonnenförmig aufgetrieben und oft die Mutterkonidien in ihre Einzelzellen zerfallen, während die Länge dieser anormalen jungen Konidien oft weit über die Durchschnittslänge der normalen hinausgehen. Formen, Größen, Septierungen schwanken in den ersten Tagen so stark, daß man alle möglichen Arten vermuten könnte, wenn man nicht eine sichere Reinkultur vor sich hätte. Diese Jungkultur eignet sich deshalb durchaus nicht für das Studium der Normalkonidie, das erst nach einiger Zeit, nach 8—14 Tagen oder später, beginnen kann, wenn auf Stengelstücken Sporodochien oder andere arteigentümliche Wuchsformen mit Konidien strengerer Formen entstanden sind. Dieses Stadium, die Hochkultur, dauert je nach Art längere oder kürzere Zeit. Bei Stengelkulturen, die von Konidien ausgegangen sind, dauert dieselbe einen Monat, selten länger. Doch trifft es sich, daß in dieser Zeit die Kultur allmählich eintrocknet. Tritt das Eintrocknen ein in einer Zeit, wo dem Pilz noch eine ausreichende Nährkraft des Substrates zur Verfügung steht, so kommt es nicht mehr zur Entwicklung altersschwacher Konidien und seine Erzeugnisse können dann monatelang studiert werden. Nur die Durchschnittsbreite der Konidien läßt etwas nach, liegt aber innerhalb der als normal aufgestellten Grenzen der Breiten-schwankung. Ist hingegen Feuchtigkeit noch vorhanden, wenn schon die Nährkraft sich zu erschöpfen beginnt, so entstehen gewöhnlich unter den Normalkonidien kleinere, minder septierte und schließlich ganz kümmerliche Hungerformen, die man sich hüten muß, für morphologische Zwecke zu berücksichtigen. Diese sogenannten Altkulturen können mit ihren Altersformen aber eine Kontrolle der Normalformen geben und bezeichnen die Grenzen, die Form, Größe und Bau erreichen können, was für das Studium der Stabilität dieser Erscheinungen interessant sein kann.

Es stellte sich die Notwendigkeit heraus die Kulturprodukte darzustellen, um mit einem Blicke die ganze Artenreihe übersehen zu können. Besonders die Abbildung der Konidien und ihrer Träger war wünschenswert. Des Vergleiches wegen ist auf den Tafeln vorherrschend die Vergrößerung 500, für einige Verzweigungen 250 gewählt worden. Der Formentafel der Konidien (Textabb. 2) liegt 1000fache Ver-

größerung zugrunde, die es möglich macht, die Kurvenverhältnisse sinnfälliger zu bekommen. Um nicht Gefahr zu laufen, Kontraktionen infolge von Fixierungen usw. zu zeichnen, wurden alle Bilder nach lebenden Objekten entworfen, nachdem sich herausgestellt hatte, daß die Quellung in Wasser innerhalb einiger Stunden unwesentlich war. Diese einheitliche Darstellungsweise hat es allein möglich gemacht, die mannigfachen Erscheinungen dieser schwierigen Pilzgattung unter einheitliche Gesichtspunkte zu bringen. Die Darstellung geschah mit wenigen Ausnahmen nach lebenden Objekten, welche den Inhalt und die Umrisse aller Erscheinungsformen am natürlichsten hervortreten lassen.

Auch die Farbenbilder mußten aneinander gereiht werden für vergleichende Untersuchungen, da sie in der Natur mit dem Alter und der Feuchtigkeit wechselten. Da es nun möglich war, aus den drei Farben „gelb, karmin, gründunkel“ der Günther Wagner'schen unverwaschbaren Pelikan-Ausziehtuschen sämtliche gewünschten Nuancen zu mischen, wurde eine Tabelle angefertigt mit allen Farbtönen und dazu notiert, wieviel Teile jeder Farbe zur Mischung nötig gewesen waren. War die Farbe zu stark, so wurde sie verdünnt, indem zu einem Teil Mischung ein Teil Wasser gegeben wurde. Diese Verdünnung wurde durch den vorgesetzten Faktor $\frac{1}{2}$ vor der Formel der Mischung ausgedrückt. Beispielsweise berechnete sich die Farbe gelblichweiß zu $\frac{1}{2}$ (40 ge 1 ca 0 gr) d. h. ein Teil der Mischung aus 40 Teilen gelb, 1 Teil karmin war mit einem Teil Wasser zu verdünnen und auf weißem Karton aufzutragen. Weiteres über Farben findet sich S. 50, 51 und Tafelerklärung III. Um eine Kräftigung des Mischtones zu erreichen, wurde derselbe Ton mehr als einmal übereinander getragen, was durch die vor die Formel gesetzte Zahl der Auftragungen ausgedrückt wurde. So war es möglich, auch das Farbenbild völlig zu übersehen.

III. Die in der Kultur erzielten Erscheinungsformen.

Nachdem eine Übersicht gewonnen war über den Wert der Substratgruppen für die Anzucht der Fusarien, war die Grundlage ihrer morphologischen Bearbeitung gegeben. Zunächst wurden nun die Erscheinungsformen makroskopisch verglichen, dann mikroskopisch, und so allmählich sowohl einheitliche Gesichtspunkte für die Gattung wie auch für das Studium der Unterscheidungsmerkmale der Arten gewonnen. Die Beobachtung richtete sich zunächst auf die vegetativen, dann auf die fruktifikativen Elemente.

Erstere umfassen die Hyphen in ihrer Gesamtheit, aus ihrer Differenzierung gehen die letzteren hervor.

Äußerlich zeigten sich die vegetativen Elemente in den Kulturen in lockerem und dichterem Gefüge, je nachdem wie sich die Verlagerung der Hyphen und der Zusammenschluß zu Mycelpartien gestaltete. Dieser konnte durch Änderung der gebotenen Nahrung stark beeinflußt werden, doch ließen sich auch unschwer arteigen-tümliche Abweichungen in der Dichte des Hyphenzusammenschlusses herausfinden. Daß die mehr oder minder starke Ausbreitung rein vegetativer oder stromatischer Hyphenkomplexe bei sonstiger Übereinstimmung nicht als Gattungstrennungsmerkmal

gelten kann, erscheint zweifellos und hat nach Kulturversuchen mit zahlreichen Fusarien zu der von uns (Appel und Wollenweber im 4. Jahresber. über die Tätigkeit der Kaiserl. Biol. Anstalt 1909, S. 18) im vorigen Jahre bereits ausgesprochenen Auffassung geführt, daß die Gattung *Fusoma* mit *Fusarium* vereinigt werden muß. Corda hatte noch großes Gewicht darauf gelegt, ob ein Stroma vorhanden war oder nicht. Seine Anschauung ist unter I. von uns bereits charakterisiert. *Fusoma* ist nach Corda (I, 1837, S. 7) die Wiederholung des *Fusidium* in der Reihe der Phragmidiaceen, die die Gattungen mit septierten Sporen umfassen, hat also kein Stroma. Später gibt Corda (II, 1838, S. 5) außerdem an, daß Sporen auch „entophytisch“ entstanden. Da sich das aber nur auf sein *F. glandarium* bezieht und dieses als Bewohner der inneren Fläche der Schläuche der *Nepenthes destillatoria* eine vielleicht zufällige Sonderstellung einnimmt, ist auf diesen einen Fall der vorübergehenden Bedeckung der Konidien kein großes Gewicht zu legen, so daß die Corda'sche Diagnose von *Fusoma* in der Tat kein wesentliches Trennungsmerkmal gegen *Fusarium* birgt.

Hier soll nun kurz die Frage gestreift werden, wieweit es sich um besonders differenzierte Erscheinungsformen handelt. Das lockere Mycelgefüge scheint ganz einheitlich zu sein, sei es als Luftmycel, sei es als immerses Mycel ausgebildet. Das dichtere Gefüge dagegen liefert verwickeltere Gebilde. Hier sind die Hyphen entweder palisadenartig aneinandergelegt oder kreuz und quer fest durcheinandergewachsen. In beiden letzteren Fällen ist die Anastomose der Fäden eine stark ausgeprägte, wodurch der Zusammenschluß sehr innig wird, so daß der mikroskopische Schnitt häufig parenchymartigen Eindruck macht und deshalb die Bezeichnung „Pseudoparenchym“ für diese Gebilde früher sehr gebräuchlich war. Ragen diese Gebilde in die Luft, so sehen sie verschiedenartig aus. Die aus palisadenartig zusammengewachsenen Fäden entstandenen garbenartig hervorwachsenden Gebilde heißen jetzt allgemein *Coremien*, während die aus kreuz und quer durcheinandergewachsenen Hyphen entstandenen Gebilde verschieden benannt werden: *Stromatische*, *sklerotienartige*, *plectenchymatische* Gebilde oder direkt *Stromata*, *Sklerotien*, *Plectenchyme*. Durch den Verfolg der verschiedensten Kulturen wurde übrigens für die Gattung *Fusarium* der Schluß wahrscheinlich, daß diese Gebilde mehr Gemeinsames als Unterschiedliches haben. Betrachten wir das an einem Beispiele.

Auf Agar bildet sich gewöhnlich nach einiger Zeit ein Hyphenlager aus, das oben als Luftmycel (falls nicht die Bedingung zu ausschließlich immersem Wachstum zwingt), unten als fester Teller dem Substrat aufliegt, während isolierte Nährhyphen in mehr oder weniger dichten Mengen vom Teller aus in das Substrat eingedrungen sind. Der Teller ist in den ersten Wochen meist ziemlich glatt, kann aber später faltig und runzelig werden, wenn das Kulturglas eine weitere Flächenausdehnung verhindert, die Nährkraft des Substrates aber ein Weiterwachstum der Thallusfläche gestattet. In den Faltenrücken können nun durch die starke Beanspruchung seiner Oberfläche auf Zug bei der zunehmenden Thallus-Zusammendrückung infolge des Flächenwachstums Risse entstehen. An den Kanten der Risse erscheinen dann häufig unregelmäßige Wucherungen, die aber an die Erscheinungen des Callus bei dem

Wundverschluß bei holzigen Gewächsen erinnern. Die Wucherungen können an beiden Seiten des Thallus auftreten, also sowohl in das Agarsubstrat hineinragen, als auch in das Luftmycel sich erstrecken.

Ferner finden sich blattern- oder blasenförmige Aufquellungen des Thallus, auch Knötchen bis zu Erbsengröße von glatter oder blumenkohlartig bis Clavaria-ähnlich krauser Oberfläche, die besonders auf Knollenstückchen und auf Agar, aber auch auf Stengel (*F. coeruleum*) entstanden. Die blatternartigen Aufquellungen waren bei *F. coeruleum* meist blau, bei *F. Willkommii* rotbraun gefärbt, die blumenkohlartig krausen Knötchen bei *F. discolor* gewöhnlich dunkelbraun gefärbt. Bei *F. subulatum*, *F. orthoceras* traten ferner, besonders bei Kulturen auf gekochter Knolle, die von Mycel ausgingen, zwischen dem entstehenden üppigen Luftmycel formlose verschieden große hellgelbbraune, bei *F. orthoceras* gelegentlich fleckenweise grünlichblau gefärbte Wucherungen auf.

Ogleich nun alle diese Arten von Wucherungen makroskopisch oft einen recht verschiedenen Eindruck machten, ist es doch nicht klar, weshalb sie bisher so verschieden morphologisch aufgefaßt worden sind, denn mikroskopisch zeigen sie immer dasselbe, nämlich im Schnitt ein gewebeartiges, also zelliges Gefüge. Solche Gefüge sind von Lindau zweckmäßig unter dem Namen „Plectenchyme“ zusammengefaßt, und es ist, je nachdem der Aufbau den Charakter des Proenchyms oder des Parenchymis höherer Pflanzen vortäuscht, die Trennung in Proso- und Paraplectenchyme vorgeschlagen worden. Prosoplectenchyme sind im ganzen viel seltener bei den Fusarien dieser Arbeit gefunden worden. Blasen, Blattern und Knötchen hatten durchweg den rundzelligen Typus des Paraplectenchymis. Auch der Zustand des Thallus, aus dem sie hervorgehen und der auch stets mehr oder weniger plectenchymatisch ist, kann kaum je als prosoplectenchymatisch aufgefaßt werden, sondern scheint eins zu sein mit der Struktur seiner scheinbaren Differenzierungen. Nur in den Fällen, wo stellenweise ein starkes Dickenwachstum (senkrecht zur Substratfläche) des Thallus stattfindet, ist eine prosoplectenchymatische Entwicklung möglich. Das ist bei Kultur auf ungeschälter, unzerschnittener gekochter Knolle manchmal beobachtet, wo die Entwicklung eines zusammenhängenden Thallus wegen der Korkschale erschwert oder ganz verhindert wird. Hier entstehen zwar größere und kleinere Plectenchymgruppen unter der Schale, diese hier und da emporhebend und durchbrechend, auch fließen mehrere formlose Gruppen gelegentlich an der Oberfläche zusammen. Aber diese haben paraplectenchymatische Struktur. Aus den vorhandenen natürlichen Öffnungen der Kartoffelschale (Lentizellen) dringen dagegen häufig Gebilde heraus, die zwar in einer paraplectenchymatischen Unterlage unter der Schale wurzeln, aber im mittleren (dem Stiele, wenn das ganze Gebilde einem Hutpilze verglichen wird) aus der Unterlage sich emporhebenden Teile prosoplectenchymatischen Bau verrät. Dieser Bau beschränkt sich nicht nur auf den der Durchbruchzone der Schale entsprechenden Teil, sondern setzt sich manchmal noch etwas über die Oberfläche fort, wo sich das Gebilde aber bald ausbreitet und halbkugelig abschließt. Die erwähnte prosoplectenchymatische Zone hat nun oft eine auffallende Ähnlichkeit in der Anordnung der Hyphenkomplexe mit Coremien, man könnte an ein gestauchtes Coremium denken.

Die Übereinstimmung nimmt in dem Maße zu, als die Hyphen der Zone palisadenartig parallele Garben bilden. Das ist nur teilweise der Fall und Übergänge nach der paraplectenchymatischen Struktur sind genug vorhanden. Die Übereinstimmung erstreckt sich übrigens auch auf die physiologischen Funktionen. Die letzterwähnten Gebilde können ebensowohl fruktifizieren wie die Coremien. Fruktifizieren sie aber, so nennt man die Plectenchyme bei den Fusarien Sporodochien, ein Begriff, der Sporeunterlage, Sporenträger und Sporenschicht zusammen umfaßt, während die Unterlage an sich Stroma genannt wird. Man kann auch die Blattern, Blasen, Knötchen, also alle übrigen Arten von Plectenchymen von einer Konidienschicht bedeckt sehen. Das ist nicht stets der Fall, aber doch so häufig, daß die größte Wahrscheinlichkeit besteht, daß die Grenze dessen, was früher bei Fusarien „Sklerotien“ genannt wurde, oder was wir hier unter dem Namen „Plectenchymen“ zusammengefaßt haben, nicht zu ziehen ist. Wenn man auch in einzelnen Fällen z. B. bei *F. discolor* die erwähnten Clavaria-ähnlich krauseu begrenzten Knötchen recht merkwürdig finden muß, so liegt doch wohl nur eine gelegentliche zufällige etwas abweichende Erscheinungsform der plectenchymatischen Hauptmasse vor, die nur in vereinzelt Fällen den Anschein erweckt, als ob hier eine besondere Dauerform des Mycel, ähnlich wie bei *Claviceps purpurea*, vorläge. Die Benennung solcher Gebilde als Sklerotien scheint daher recht häufig willkürlich zu sein. Wenn im speziellen Teile selbst von uns hin und wieder noch von Sklerotien gesprochen ist, so ist darauf nicht ein großes Gewicht zu legen. Es ist nur geschehen, weil die verhältnismäßig geringe Artenzahl noch nicht genügt, um die gewonnene Anschauung sicher auszusprechen. Eigentümlich war die Tatsache, daß die Plectenchymentwicklung ebenso wie die der Konidien und des Mycel potenziert werden konnte, wenn man Teile derselben Wuchsform impfte. Natürlich mußte dann auf Knolle besser als auf Stengel geimpft werden, weil ersteres Substrat im ganzen der Plectenchymbildung günstiger ist. Auffällig war diese Potenzierung bei *F. discolor*, aber auch bei *F. Willkommii* u. a. m.

Fassen wir die Mycelerscheinungsformen zusammen, so sind nur die lockeren den dichteren Gefügen gegenüberzustellen. Im ersteren Falle handelt es sich um das Luftmycel, das aber auch immers wachsen kann. Im letzteren Falle um partielle dichtere Zusammenschlüsse, Coremium, oder größere Flächen, Thallus, von plectenchymatischer Struktur, die wiederum verschiedene Auswüchse entwickeln können, von mehr oder weniger auffälliger Form und gleichfalls plectenchymatischem Bau, welche früher Sklerotien genannt worden sind.

Die wichtigsten Erscheinungsformen bei künstlicher Züchtung auf gekochten Substraten sind die Sporen, von denen bei den in dieser Arbeit dargestellten Arten Konidien und Chlamydosporen gezüchtet sind. Die Konidien traten in verschiedenen Verlagerungen auf, deren Zusammenhang aus dem bisherigen Schrifttum nicht hervorgeht. Selten entsteht nur eine einzige Konidie an der Endspitze des Konidienträgers, meist mehrere nacheinander, die, falls die Träger in feuchte Luft ragen, zu einem Schleimtröpfchen vereinigt werden und auch beim Austrocknen in lockerem Zusammenschluß verharren. Diese Kügelchen, falsche Konidienköpfchen, können auch in größeren Ansammlungen auftreten und durch ihre

Schwere ins Mycel einsinken oder diesem lose aufgelagert liegen. Sie verlieren dann ihre Kugelform und werden mehr oder weniger formlos. Diese größeren Ansammlungen, Ballen, trocknen schließlich auch ein und hängen oft in kleinen Klumpen bis zu Senfkorngröße im Mycel, zerstreut oder kolonienweise gehäuft. Diesen Konidiengesellschaften des Luftmycels stehen eigentümlicher gebaute gegenüber, die auf der nackten Oberfläche behüllter Substrate, besonders auf Stengeln erscheinen. Sie können bei großer Feuchtigkeit zerfließen, bei geringer aber behalten sie ihre ursprüngliche Lagerung bei. Die Lagerung ist eine blattern- oder warzenartige, oft eine streng halbkugelige je nach Art und Substratverhältnissen. Die Größe schwankt zwischen der von Körnchen feingepulverten Sandes und Senfkorngröße. Die Konidien können ferner säulenartig hervorquellen und sitzen dann nach der Eintrocknung wie Stiftchen der Substratoberfläche auf. Alle diese Konidienhaufen nebst Basis lassen sich unter dem Namen Sporodochien zusammenfassen; sie kommen den meisten Fusarien normalerweise zu und sind der Anlaß, daß man die Gattung *Fusarium* zu den Tuberculariaceen stellt. Ihre Basis ist meist von der Substrathülle bedeckt oder ragt bei starker Entwicklung über dieselbe empor. Nur das Konidienträgerbüschel, das die Sporenschicht trägt, sitzt der Hülle wohl stets auf. Die Basis der Sporodochien, Stroma, ist entweder aus locker verflochtenen Hyphen zusammengesetzt oder aus plectenchymatischen Mycelgruppen.

Im Anschluß an die Sporodochien kann gleich der Coremien gedacht werden, deren Fruktifikation zu ähnlichen Konidienverlagerungen führen kann. Ein fruktifizierendes Coremium ist oft nichts anderes als ein gestieltes Sporodochium. Doch mag diese Beziehung nur für die Gattung *Fusarium* ausgesprochen sein. Coremien entstanden besonders häufig an den Schnittflächen feuchter Stengelstücke der Reagensglaskulturen in dem dort gewöhnlich auftretenden Hyphenschopfe. Waren sie sehr dick, so sah man sie mit bloßem Auge als Mycelstränge gegen das lockere Hyphengefüge sich abheben. War die Konidienentwicklung massenhaft an ihnen, so deuteten ovale oder zylindrisch lang gestreckte oft auch formlose Konidienballen die Stelle ihres Auftretens makroskopisch an. Übrigens wurden auch in Knolle- und Agarkulturen fruktifizierende Coremien gefunden; die ganze Art und Weise ihres Auftretens läßt aber vermuten, daß die Coremienbildung nicht eine Eigentümlichkeit gewisser Fusarienarten ist, sondern eine jener vielen Wuchsformen, wie sie bei vielen Arten (z. B. *F. solani*) je nach äußeren Verhältnissen mehr oder weniger in die Erscheinung treten.

Den bisher genannten Konidienansammlungen, falschen Köpfchen, Ballen, Sporodochien, die auf einen verhältnismäßig kleinen Raum beschränkt sind, stehen die ausgebreiteten Schleime gegenüber, deren Auftreten unter besonderen Bedingungen bei einer großen Reihe von Fusarien erzwungen werden kann. Auf hüllenlosen Substraten gelingt dies besser als auf behüllten. Doch konnte sich sogar eine ungeschälte ganze Knolle allmählich mit einem zusammenhängenden Schleime von Konidien überziehen, indem die aus den Lentizellen hervorquellenden Sporenmassen eine solche Ausdehnung erreichten, daß sie mit benachbarten Massen verfloßen.

Diese ausgebreiteten Schleime, Pionnotes,¹⁾ können dem Substrate nackt aufliegen oder einem Luftmycelfilz eingebettet oder endlich einer plectenchymatischen glatten oder runzeligen Schicht ohne starke Luftmycelentwicklung aufgelagert sein.

Damit ist gesagt, daß die beiden Formen der Konidienverlagerung, Ballen und Pionnotes, meist nur graduell verschieden sind. Allerdings gibt es Arten, die eine große ausgebreitete Masse von Konidien viel williger liefern als andere. Auch gibt es solche Fusarien, deren Konidienmassen auf einer stark ausgebildeten Plectenchym-schicht trocken, oft fast pulverig, abgelagert werden und daher sich nicht so ausbreiten wie die anderer Fusarien, die beispielsweise auf demselben Substrate feucht schleimig hervorquellen und auseinanderfließen. Aber ein strenger Unterschied ist nicht zu machen, weil Konidienmasse und Lagerungsweise nicht selten nur als eine Folge der Ernährungsbedingungen aufzufassen sind.

Als Erscheinungsformen der Konidienverlagerungen sind also nichtlagerartige und lagerartige zu unterscheiden, obwohl mannigfache Übergänge vorhanden sein können:

Nichtlagerartig finden sich die Konidien zerstreut, in falschen Köpfchen, in Ballen. Letztere lenken über zu den lagerartigen Ansammlungen, die entweder keine bestimmte Form haben, sondern als Pionnotes mehr oder weniger ausgebreitete Schleime darstellen, oder eine verschieden stark ausgeprägte Form (meist halbkugelig oder blatternartig) haben können, Sporodochien, oder eine vermittelnde Stellung bezüglich der Gestaltung haben, Coremien.

Zum Schluß sind noch die Chlamydosporen kurz zu erwähnen. Sie treten nicht in charakteristischen makroskopischen Erscheinungsformen auf. Das ist erklärlich, weil sie entweder vereinzelt oder in Ketten intercalär in den Hyphen entstehen oder an den Trägern, die vorher Konidien abgeschnürt haben oder durch Umwandlung von Konidienzellen. Diese sporadische Art ihrer Bildungsweise verhindert das Auftreten größerer Ansammlungen, wie sie bei Konidien gefunden werden. *F. orthoceras* bildet zwar massenhaft Chlamydosporen, aber meist in den Hautschichten des Stengels der Wirtspflanze oder in den mehr oder weniger tief gelegenen meist plectenchymatischen Schichten des Mycelmantels unbehüllter Substrate, so daß ein besonderer Masseneindruck eigens durch die Chlamydosporen nicht aufkommt.

Es mag nun noch einiges über die mikroskopischen Verhältnisse der Erscheinungsformen angefügt werden, was bei der bisher vorwiegend makroskopischen Betrachtung entgangen ist.

Der kritischen Betrachtung der Mycelformen, welche die Einziehung der Gattung *Fusoma* nötig machte, ist hier nichts hinzuzufügen, auch nicht der der Konidienverlagerungen, die zur Einziehung der Gattung *Pionnotes* führte. Aber die Konidien

¹⁾ Für *F. solani* wurden sowohl ausgebreitete Schleime, als auch alle anderen Konidienverlagerungen nachgewiesen, weshalb *Pionnotes solani tuberosi* Sacc. zu *F. solani* gezogen werden konnte. Da außer dieser schleimigen Art von Konidienverlagerung kein Unterschied gegen *Fusarium* besteht, mußte die Gattung *Pionnotes* Fries eingezogen werden. Der Name *Pionnotes* bezeichnet in dieser Arbeit nur die schleimig ausgebreiteten Konidienmassen (vgl. unter *F. solani*).

an sich müssen noch betrachtet werden, da bisher Mikrokonidien und Makrokonidien unterschieden worden sind, welche Unterscheidung nicht aufrecht erhalten werden kann. Bei *F. solani*, besonders auch bei *F. orthoceras*, *F. theobromae* und vor allem bei *F. Willkommii* ist die Mikrokonidienfrage eingehend diskutiert, was im speziellen Teile nachgelesen werden mag. Es stellte sich heraus, daß bei sehr ungünstiger Wachstumsbedingung sehr viele kleine (Textabb. 1 A), bei sehr günstiger, mehr oder weniger herrschend, größere Formen von Konidien entstanden, und daß alle Übergänge durch mittlere Bedingungen erzielt werden können. Bei *F. orthoceras* sind nun einzellige Konidien normalerweise herrschend, die Zahl der 1 und 3 septierten Konidien steigt nur schwach und geht nicht über eine bestimmte sehr geringe Höhe hinaus, selbst nicht bei der günstigsten Bedingung (vgl. spez. Teil). Bei *F. solani* dagegen sind die 3-septierten Konidien normal herrschend und die minder septierten Formen steigen prozentual nie zu einer herrschenden Höhe an, selbst nicht bei der ungünstigsten Bedingung. Wollte man nun kleine ein- bis zweizellige Konidien Mikrokonidien, mehrzellige Makrokonidien nennen, so hätte *F. solani* normal Makrokonidien, seltener Mikrokonidien, *F. orthoceras* normal Mikro-, seltener Makrokonidien. Eine solche Unterscheidung ist aber willkürlich und besagt keinen gegensätzlichen Unterschied, weil alle Übergänge mindestens vereinzelt vorhanden sind. Diese frühere Auffassung ist auch nur darauf zurückzuführen, daß man die normalen Kulturbedingungen nicht kannte und, besonders auf Agar, Gelatine usw., häufig nur anormale ein- bis zweizellige Konidien erhielt, während unter normalen Umständen vielleicht eine Art mit herrschenden Triseptaten sich herausgestellt haben würde. In Ermangelung der letzteren wurden dann die ersteren als normale Typen angesprochen und beschrieben oder, falls doch gelegentlich die Normalbedingung zufällig geboten wurde und große normale Formen hervorbrachte, so glaubte man diese auffälligen Sporen als „Makrokonidien“ den kleineren „Mikrokonidien“ als selbständigen Sporentyp gegenüberstellen zu müssen (Textabb. 1 A zeigt die einzelligen Konidien als Hungerformen der einen großen Mutterkonidie).

Nach unserer jetzigen Auffassung gibt es also nur einen hierher gehörigen Sporentyp, der unabhängig von der Septierung ist, also alle Septertypen und auch nicht septierte Formen innerhalb einer einzigen Art und unter den verschiedenen Arten umfaßt und „Konidie“ heißt.

Gleichzeitig galt es festzustellen, was unter einer normalen Konidie zu verstehen sei. Denn da dieser Sporentypus die besten Unterscheidungsmerkmale erwarten ließ, mußte man sich klar werden, ob alle Form-, Größen- und Septierungsschwankungen in den Normalbegriff einzubeziehen, oder ob bei einer etwa möglichen kritischen Begrenzung des Begriffs nur einige dieser Schwankungen zu berücksichtigen sein würden.

Die Schwankungen machten sich nun in folgender Weise geltend: Äußerlich fiel die gelegentliche tonnenförmige Auftreibung der Zellen einer Konidie (Textabb. 1 A, C₂, D₂, E_{1, 2}) gegenüber den glatten Kurvenzügen anderer (Textabb. 1 C₁, D₃, E₃₋₇ usw.) auf. Da erstere Erscheinung aber besonders bei großer Feuchtigkeit auf gewissen Medien z. B. Agar- und Gelatineböden häufiger war, ferner bei Jungkulturen,

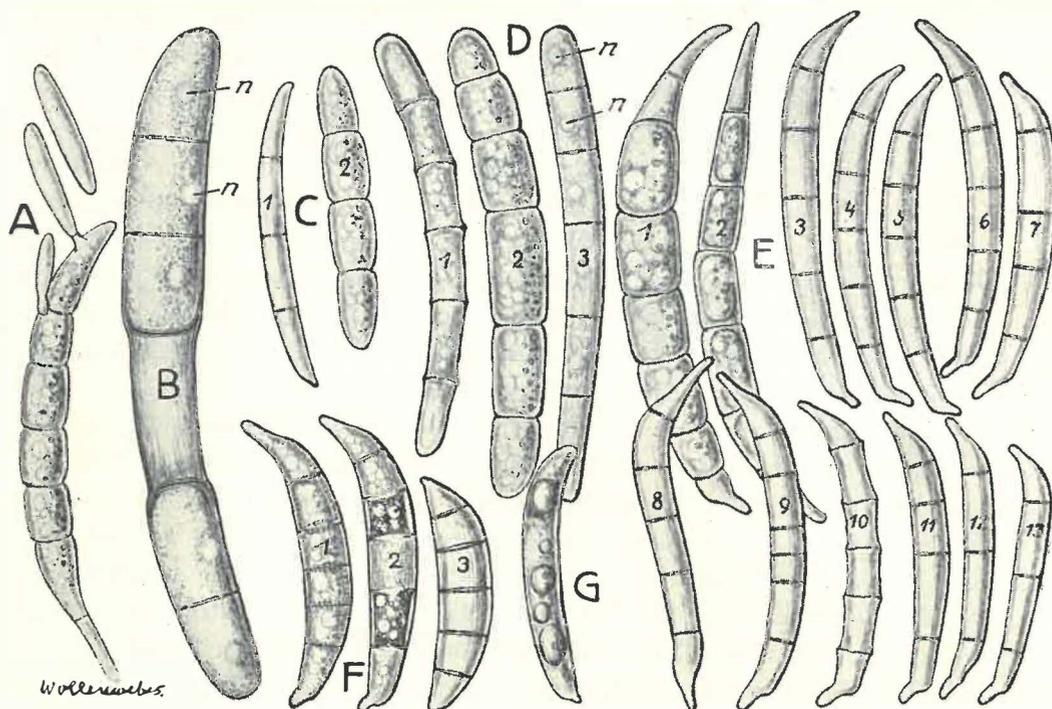


Abb. 1. Gegensätze zwischen anormal und normal. Eingehendere Darstellung von *Fusarium rostratum* n. n., der Konidienform von *Gibberella saubinetii*. Vergr. 1000.

- A. *Fusarium metachroum*. Junge Konidien als Hungerformen bei Kultur in Wasser unter Deckglas (48 Stunden lang) an kurzen Sterigmen abgeschnürt, die den stark gequollenen Zellhüllen aufsitzen.
- B. *Fusarium spec.*, das als Konidienform von einer Kakao-Nectria de Jonge der Kaiserl. Biol. Anstalt von der Zentralstelle für Pilzkulturen in Amsterdam übersandt worden ist. In jeder Zelle der für die Art kleinen Konidie befindet sich ein Zellkern (n), außer in der durch Druck zerstörten, deren Membran infolge Heraustretens des Zellinhalts etwas eingeschnürt erscheint.
- C. *F. orthoceras*. 1. Triseptate ungequollen, 2. gequollen im Wasser unter Deckglas.
- D. *F. Willkommii*. 1. Durch wasserentziehende Mittel kontrahierte Hülle, aus der die Septen ringartig vortreten. Der Zellinhalt ist plasmolysiert und vacuolig. 2. Verzögerte Keimung mit bauchiger Aufquellung der vacuoligen Zellen nach 3 Tagen Aufenthalt unter Deckglas. 3. Normale Konidie, deren Zellkerne (n) als äußerst mattglänzende Scheiben, je eine in einer Zelle, ohne Einwirkung von Färbemitteln zu sehen sind durch den sehr feinkörnigen fast homogen erscheinenden Wandbelag hindurch.
- E. 1—13. *F. rostratum* n. n., die Konidienform von *Gibberella saubinetii* (vgl. Teil VII des allgemeinen Teiles). 1. Verzögerte Keimung in einer feuchten Jungkultur mit starker Aufquellung der vacuoligen Zellen der anormal verlängerten Konidie. 2. Plasmolysierte Zellen einer Konidie ohne starke Quellung. 3—7, 11—13 normal geformte Konidien, Quinqueseptaten sind normal herrschend, Tri- und Quattuorseptaten seltener gefunden. 8. Anormale Form. 9. Anormal hohe ungleichmäßig verteilte Septierung, bei einer normal gestalteten Konidie. 10. Trockenstadium der Normalkonidie mit ringartig vortretenden Septen.
- F. *F. rubiginosum*. 1. Quinqueseptate mit grobkörnigem Belag der Wand ringsum jede Zelle und großen Vacuolen im Innern. 2. Zwei der sonst hyalinen stark vacuolisierten Zellen (die dunklen) sind karminrot und offenbar geschädigt, da sie Anzeichen beginnender Plasmolyse verraten. 3. Sehr dicke Quinqueseptate einer Kultur auf gekochter Knolle, wo die Ausbildung oft nicht so charakteristisch ist, wenn auch nicht immer anormal.
- G. *F. solani*. Form normal; mit großen und kleinen Vacuolen, deren Rand stark lichtbrechend ist. Septen sind nicht vorhanden. Aus 4 Monate alter feuchter Kultur auf gekochter Knolle.

die auch noch meist ziemlich feucht waren, sowie bei verzögerter Keimung und bei späterer allmählicher Eintrocknung zu verschwinden pflegte, so lag es nahe, solche Sporen auszuschalten, wenn es galt, den normalen Sporentyp auszuarbeiten. Anstatt der Aufquellung war aber auch manchmal eine Einschnürung zwischen den Septen einer Konidie zu beobachten (Textabb. 1 D₁, E₁₀), so daß die Septen ringartig hervortreten. Das war bei den Arten verschieden, bei *F. solani* fast gar nicht, bei *F. subulatum* schwach, bei *F. rubiginosum* (Taf. I, 31 c), *F. falcatum* und *F. gibbosum* (Textabb. 10 A₁, C₈, B und D die beiden letzten der Gruppe) stark auffallend. Jedenfalls war die Erscheinung bei zahlreichen Arten nachweisbar. Die Ursache ist Wasserentzug, der entweder künstlich durch wasserentziehende Mittel (Glyzerin, Lactophenol) oder durch Austrocknung der Kultur hervorgerufen werden konnte. Der Turgor des Zellinnern läßt dabei nach, durch die Volumverringerng verliert die Membran ihre Spannung und sinkt ein, da sie elastisch ist. Daß sie eine hohe Elastizität besitzen kann, zeigt (Textabb. 1 B) sie, wenn der Zellinhalt infolge Druckes auf das Deckglas des Sporenpräparates aus einer Zelle herausgepreßt ist, durch die starke Einziehung, die der optische Längsschnitt der Figur zum Ausdruck bringt. Der Grad dieser Konzentration gibt eine relative Vorstellung von dem Normaldruck, der sie in den normalen Nachbarzellen gespannt hält. Abgesehen von derartigen seltenen Fällen, wo ein mechanischer Eingriff Einschnürungen der Membran hervorruft, deutet die hier besprochene Erscheinung auf einen durch Austrocknung bedingten Vorgang hin, man kann geradezu von einem Trockenstadium sprechen, das allerdings nicht zur Reife notwendig ist, aber auch nicht als Anomalie ohne weiteres bei jeder Art bezeichnet werden darf. Die Feststellung konnte wichtig sein für die Frage, ob bei Aufstellung einer Durchschnittsbreite die Breiten der Trockenstadien berücksichtigt werden dürfen. Es hat sich aber herausgestellt, daß ohnehin ein großer Fehler bei den meisten Fusarien gar nicht gemacht werden kann, wenn die Grenzen der Septenbreite gemessen werden, weil deren Ringwulst ziemlich der ehemaligen Breite vor der Eintrocknung entspricht. Die häufige unscharfe Brechung des Lichts an diesen Stellen macht die Messung aber umständlich, weshalb es besser ist, die Trockenstadien bei der Messung möglichst zu übergehen. Das ist um so leichter, als sie nur bei einigen Arten regelmäßiger in nennenswerter Menge vorkommen, denn es dauert oft über ein halbes Jahr ehe ein Reagensglas völlig ausgetrocknet ist, und die Konidien halten im allgemeinen die innere Feuchtigkeit sehr zähe fest. Daß dem ringartigen Vortreten der Septen bei der Eintrocknung nicht artdiagnostische Bedeutung beizumessen ist, ergibt sich aus dem Vorhergehenden von selbst.

Auch der Inhalt gab mancherlei Anhaltspunkte für die Ausarbeitung des Normalbegriffs der Konidie. Einige Konidien waren sehr durchscheinend und fast homogen. Erst bei starker Ablendung des Lichts trat die Spore plastisch hervor. Die schwache Lichtbrechung ist oft eine Folge der geringen Membrandicke. Ebenso ist es mit den Septen, welche bei verschiedenen Fusarien verschieden dick und daher ungleich deutlich sichtbar zu sein pflegen. Oft ist die verschiedene Auffälligkeit aber kein Zeichen der verschiedenen Dicke der Querwand, sondern durch körnige

Anlagerungen verursacht. Die Anlagerungen können eine gewisse Anordnung vertragen derart, daß die Querwand den Eindruck einer bikonvexen Linse macht (*F. rubiginosum*, *F. solani* zeigten das am häufigsten). Der körnige Belag erstreckt sich sehr oft auch auf die ganze Innenwand der Zellen. Bei manchen Fusarien ist er ziemlich großkörnig (Textabb. 1 F₁), bei anderen oft so feinkörnig, daß er soeben noch bei Anwendung von Immersionslinsen zu sehen ist (Textabb. 1 D₃). Die Korngröße kann bei manchen Fusarien natürlich auch durch Ernährung beeinflußt werden. Alle Arten von Wandbelägen sind in den Normalbegriff der Spore einzubeziehen, da keine Formveränderungen damit verknüpft zu sein scheinen. Sie stören selten die Durchsichtigkeit der Sporen in stärkerem Maße. Oft ist gerade ihr Auftreten von Interesse, als es gemeinsam ist mit einer Zellsaftmischung, bei der die Zellkerne in lebendem Zustande bei starker Vergrößerung als sehr matt glänzende Flecke sichtbar sind (Textabb. 1 D₃). In manchen Fällen sind neben diesen einen Flecke in jeder Zelle keine Zellsaftvacuolen mehr zu sehen. Wenn solche aber zu sehen sind, haben sie einen stark lichtbrechenden Umriß, oft wie Fetttropfchen, während die erwähnten als Zellkerne angesprochenen Flecke überall gleich schwach lichtbrechend erscheinen bzw. nur dadurch auffallen, daß die Umgebung ein wenig stärker lichtbrechend ist (vgl. auch Textabb. 1 B). Aber auch wenn Zellsaftvacuolen vorhanden sind, kann die Konidie noch normale Form aufweisen (Textabb. 1 F₁). Weit häufiger aber ist die Vacuolisierung des Zellinhalts mit Änderungen der Lebensbedingungen verknüpft, die auf die Sporenform nicht ohne Einfluß bleiben (infolge Keimung, feuchter Kultur, Darbietung von Agar verschiedener Zusammensetzung). In manchen Fällen aber, sogar bei direkter Schädigung einzelner Zellen durch Plasmolyse, konnte dennoch die äußere Zellform erhalten bleiben; Textabb. 1 F₂ zeigt 2 dunkle offenbar abgestorbene Zellen unter den 6 stark vacuolisierten Zellen, die einen carminroten etwas kontrahierten Plasmaschlauch hatten. Die Zellen keimten im hängenden Tropfen nicht, sondern zersetzten sich im Gegensatz zu den andern durchsichtig und hell erscheinenden: das beweist, daß sie tot sind. Trotzdem blieb der Kurvenzug des optischen Längsschnittes fließend ohne Einsenkung in der Zone der toten Zellen.

Bei starker Vacuolisierung sind oft die Septen verschwunden (Textabb. 1 G) und zwar nicht etwa verdeckt, sondern in der Tat gar nicht zur Entwicklung gelangt oder später aufgelöst worden. In manchen ungünstigen Tropfenkulturen konnte dies an den entwickelten Konidien verfolgt werden.

Manche Arten sind nun früher ohne Septen beschrieben, lassen aber doch nach Form und Größe schließen, daß Septen vorhanden gewesen sein müssen, aber vielleicht entweder zu undeutlich gewesen waren oder infolge der durch Vacuolisierung des Inhalts wahrscheinlichen anormalen Wachstumsweise nicht zur Ausbildung gelangt sind. Man blättere Corda's Abbildungen durch, wobei diese Vermutung sehr wahrscheinlich gemacht werden wird. Man sieht daraus, daß das Studium der Formen aus der Natur allein Irrtümer zur Folge haben kann, die durch das der Kulturformen beseitigt werden können.

Ogleich nun, wie gesagt, die Vacuolisierung des Zellinhalts nicht unbedingt für eine Anomalie der Wachstumsbedingung spricht, jedenfalls oft auch nur eine

vorübergehende Erscheinung ist, muß doch sehr zur Vorsicht gemahnt werden, solche Konidien für Messungszwecke oder Formstudien kritiklos zu benutzen.

Wenn nun alle anormalen Erscheinungen und Bedingungen erkannt sind, so könnte man daran denken, nunmehr konstante Formen und Größen zu züchten. Die Erfahrung besagt aber, daß trotzdem Form, Größe, Septierung schwanken, bei einer Art mehr, bei einer anderen weniger. Die Schwankungen sind teils von den Bedingungen abhängig, teils nicht. Im ersten Falle kommen natürlich nur diejenigen Bedingungen in Frage, die früher als günstig gegenüber anderen ausgewählt worden sind. Schwankungen, die nun nicht mehr unter die vorhin erwähnten Anomalien gehören, wurden für die normale Variationsweite der Art zugelassen, selbst wenn sie ziemlich groß waren. Vergleicht man Textabb. 1 F₁ und 3, so wird die Plumpheit der letzteren Konidie auffallen gegenüber der schlankeren Form der ersteren. Dennoch müssen beide Quinqueseptaten bei der normalen Variationsweite der Form berücksichtigt werden, wenn auch die letztere ziemlich die Grenze der Dicke im Verhältnis zur Länge verkörpert.

In der Septierung können übrigens auch große Schwankungen bestehen in Zahl und Verteilung. Die Bestimmung des Normalbegriffs ist hier aus der Menge des häufigsten Typus in Normalkulturen zu ermitteln. Dabei ist zu bemerken, daß das, was bei einer Art normal ist, bei einer anderen anormal sein kann. *F. gibbosum* drängt seine Septen in die Zone des Scheitels der dorsalen Hyperbel zusammen; das ist normal bei dieser Art. Bei der Konidienform von *Gibberella saubinetii*, die normal 5, seltener 3—4 gleich verteilte Septen hat (Textabb. 1 E_{3-7, 11-13}) ist die Zusammendrängung anormal (Textabb. 1 E₉), in diesem Falle auch in der Septenzahl, die hier ausnahmsweise 6 beträgt.

Endlich sei noch auf das Verhalten der idealen Längsachse der Konidie hingewiesen; die Krümmung derselben pflegt, von gewissen Schwankungen bei den Arten abgesehen, ziemlich einheitlich zu sein. Daher ist es leicht, Konidien der Textabb. 1 E₈ wegen der abweichenden Krümmungsart als nicht normal zu erkennen.

Die Chlamydosporengelbilde, die sehr mannigfaltig sein können, sind wie die Konidien einheitlich gefaßt worden. Es erschien nicht notwendig, die durch Teilung von Mycelfäden und durch Anwachsen der einzelnen Zellen zu kugligen, dickwandigen Sporen entstehenden Gebilde etwa Gemmen zu nennen, wie das häufig geschehen ist. Es wurde bei keiner einzigen Art eine Andeutung gefunden, daß die eben beschriebenen, später mit reichem Inhalt versehenen Sporen verschieden aufzufassende Sporentypen darstellten, gleichgültig ob sie terminal oder interkalar, einzeln oder zu mehreren, kettig oder knäuelig gehäuft, durch Kontraktion des Inhalts von Konidienzellen innerhalb der Konidie oder in irgend einer Weise an oder in Hyphen, auftraten. Dagegen gibt es kettige, durch tonnige Anschwellung der Einzelzellen auffallende Zellreihen, welche unbedingt nicht Chlamydosporen sind, sondern Quellungsgebilde, die in feuchten Kulturen besonders entstehen können. Sie haben zwar große Ähnlichkeit mit jungen Chlamydosporen, sind aber oft so empfindlich, daß sie bei Austrocknung zugrunde gehen. Chlamydosporen aber entstehen gerade gern bei Abschluß der Vegetation und sind für die Austrocknung besonders ausgerüstet durch Membranen,

die sehr dick sein können, deren äußere Schicht gelegentlich warzig wird, wie bei der Reife oder infolge der Austrocknung. Bei sorgfältigem Studium werden Chlamydosporen und die beschriebenen Quellungsgebilde kaum zu verwechseln sein.

Es sind gelegentlich auch Oidien in den Entwicklungskreis von Fusariumarten gebracht worden. Diese Sporenformen wurden von uns nicht aufgefunden. Der gelegentliche Zerfall von Konidien in ihre Einzelzellen unter besonderen Verhältnissen bei Impfkulturen hat mit Oidienbildung nichts zu tun. Wo Oidien auftraten, lag eine Verunreinigung vor, wie die Reinkultur dann bewies.

Die Nomenklatur der Fusarien-Sporen ist also eine recht einfache, da nur Konidien und Chlamydosporen zu unterscheiden sind.

Die Chlamydosporen weisen übrigens durch ihre mannigfache Gruppierung und Entstehungsweise auf einen Zusammenhang mit den bei Fusarium bisher als Sklerotien bezeichneten Gebilden hin, die wiederum Beziehungen zu gewissen plectenchymatischen Mycelgruppen haben, die weiter oben erörtert worden sind. In dieser Beziehung aber ist eine sichere Stellungnahme noch nicht möglich; eine einheitliche Auffassung dieser Gesamtgebilde wird sich zwangloser auf Grund des Studiums einer weiteren Artenreihe ergeben können.

IV. Morphologie und Biologie der Erscheinungsformen.

Nachdem durch ein Vorstudium der auf einer Reihe verschiedener Substrate künstlich erzielten Erscheinungsformen die Wahrscheinlichkeit gewonnen war, daß keine weiteren Formen auftreten würden, auch keine Peritheccien (über Ausnahmen wolle man unter VII. dieses Teiles nachlesen), mußte versucht werden, durch vergleichende Untersuchungen zu ermitteln, ob diese Formen zu einer Charakterisierung der Arten genügten. Die Untersuchung war dadurch sehr erleichtert, daß bereits eine Übersicht über den Wert der einzelnen Substrate vorlag, über Reife, Jugend- und Alterserscheinungen in den Kulturen und vor allem über den Normalbegriff der Kulturprodukte. Es hatte sich ferner schon herausgestellt, daß nicht alle normalen Erscheinungsformen für die Begrenzung des Artbegriffs der Fusarien wertvoll waren. Die in dieser Beziehung minder wertvollen Gebilde sind infolgedessen in diesem Teile kürzer abgehandelt.

Das ist der Fall mit dem gesamten vegetativen Apparate der Fusarien, dem Mycel, abgesehen nur von dem biologisch wichtigeren Farbenbilde desselben. Es mag nur an dieser Stelle erwähnt sein, daß die Eigenschaft der Hyphen zu anastomosieren bei allen Arten vertreten ist, auch die Konidien anastomosieren untereinander. Sowohl bei Mycel- als bei Konidienmassen können die Anastomosen zu festen plectenchymatischen Zusammenschlüssen führen. Auch die Chlamydosporen bieten nur wenig mehr. Dagegen ist der weitere fruktifikative Apparat hochwichtig: Konidienträger und Konidien.

Es soll daher das Wichtigste vorausgenommen werden. Die Besprechung erfolgt in der Reihenfolge: Konidienträger, Konidien, Chlamydosporen, Mycel, Farbenbild der Konidien, des Mycels.

Die Entwicklung der Konidienträger scheint ein wesentliches Hilfsmittel für das Studium der Entwicklungsreihe bei *Fusarium* zu sein. Man kann wohl sagen: Je höher die Verzweigung der Konidienträger, desto höher die Art. Es kommt dabei nicht so sehr auf die Auswahl der letzten Endauszweigungen, der Sterigmen, an, welche letztere mehr oder weniger gehäuft auftreten können, als vielmehr auf die Zusammensetzung des inneren Trägergestes: die Anzahl der Stockwerke der Wirtel übereinander an der Hauptachse und der der möglichen Wiederholungen an den Seitenästen; im Gegensatz zu unregelmäßigen Anordnungen. Bei der Unterscheidung der Träger verschiedener Arten wird der Grad der Stauchung oder Verlängerung der Mittelachse wichtig, wodurch die verschiedensten Habitusbilder entstehen, die mit denen von Bäumen und Sträuchern gut verglichen werden können. Auch der Winkel, unter dem die Seitenäste sich abzweigen, erklärt das Zustandekommen mancher Trägertypen. Es mag aber der Besprechung vorausgeschickt werden, daß die Untersuchung der mannigfaltigen Trägerformen an weit mehreren Arten vergleichend durchgeführt werden müssen, ehe die Auffassung über dieselben in phylogenetischer Beziehung bestimmter werden kann. Es handelt sich in dieser Arbeit nur um den Nachweis, daß die Träger der Fusarien sowohl für morphologische und systematische, als auch für phylogenetische Gesichtspunkte Werte in sich schließen.

Die Träger mancher Arten erheben sich nicht über sehr einfache Formen hinaus. Ein Beispiel ist *F. orthoceras*, dessen Trägermehrzahl als kurze seitliche unverzweigte, ein- oder seltener mehrzellige, sterigmenartige Sprosse von meist kriechenden Traghyphen ausgeht. Sehr selten tritt Verzweigung auf, aber nicht als Geäst des Trägers, sondern nur als Endauszweigung, als eine besondere Anordnung der Tragspitzen der Konidien, der Sterigmen. Diese treten nämlich gelegentlich in Dreizahl auf, so, daß ein Mittelglied, das die Achse verlängert, und zwei gegenständige Glieder eine gedreite Anordnung haben, die der bei einem Kleeblatt entspricht (Fig. 62a). Der niedrigen Stufe der Träger entspricht bei *F. orthoceras* die der Konidien, die herrschend unseptiert sind. Ob dieser Parallelismus stets zu vertreten ist, ist erst auf Grund einer größeren Artenreihe zu entscheiden. Daß er häufig ist, scheint schon jetzt ganz sicher.

Es sind nun natürlich noch niedrigere Stufen denkbar, aber unter den Fusarien dieser Arbeit finden sich solche nicht. Auch Arten, bei denen Zwischenstufen zu zusammengesetzten Trägerformen konstant geworden sind, finden sich sicher mehrfach, auch in unserer Sammlung bereits eine, die aber leider noch in Ankultur ist und nicht mehr aufgenommen werden konnte. Wir müssen daher einen großen Sprung machen von *F. orthoceras* nach *F. solani*. Letztere ist deswegen so interessant, weil ihre Träger von der schon ziemlich hohen obersten Stufe der Entwicklung herab bis zu den einfachsten Anordnungen und Formen alle Übergänge bilden können, und zwar herrschen bei ungünstiger Lebensbedingung die einfacheren, bei günstiger die zusammengesetzteren Träger vor. Auch ontogenetisch ist umgekehrt die Stufenfolge von unten nach oben an einem Träger der obersten Stufe zu verfolgen.

F. solani hatte folgende Trägertypen: einfache und zusammengesetzte. Erstere sind wie bei *F. orthoceras*, letztere sehr verschieden gebaut. Bei letzteren haben die

Glieder eine unregelmäßige oder regelmäßige Aufeinanderfolge. Sie können einzeln oder paarig der Axe entspringen. Die Axen selbst sitzen meist in unregelmäßiger Folge größeren Traghyphen an und sind verlängert oder gestaucht; sie schließen meist mit einer Terminalkonidie ab, wenn nicht die Stauchung bis zu einer Art rudimentären Fortsatzes vorgeschritten ist. Das ist der Fall, wenn das Seitenzweigsystem die Hauptweiterentwicklung übernimmt, oberhalb dessen die Axe, oft von der Nahrungszufuhr völlig abgeschnitten wird. Die Seitenglieder stehen einzeln oder zu zweien und zu dreien. Zu zweien sind sie häufig gegenständig und zwar stehen gelegentlich mehrere Paare übereinander, superponiert oder decussiert; diese einzelnen Gliederpaare entstehen meist simultan. Bei trimeren Quirlen dagegen wurde häufiger eine succedane Wachstumsfolge beobachtet. Das Geäst eines zusammengesetzten Trägers beschränkt sich aber nicht auf die ebengenannten Gliederungen erster Ordnung, sondern es folgen Verzweigungen zweiter und höherer Ordnung. Diese sind so aufzufassen, daß der Verzweigungstypus erster Ordnung auf die Seitenglieder übergehen kann, wo bei schon entwickeltere Gebilde zustande kommen. Ausnahmsweise können sich dieselben Verzweigungen auch noch bei den Gliedern 2. Ordnung wiederholen. Gewöhnlich aber tragen letztere schon die Endauszweigungen, die die Konidien abschnüren, und die als Sterigmen bezeichnet werden können. Die Sterigmen stehen in Büscheln bezw. Quirlen bis zu 3 oder in der bei *F. orthoceras* erwähnten gedrehten (trifoliaten) Anordnung, auch häufig unregelmäßig zerstreut, letztere besonders unter ungünstigen Wachstumsbedingungen. Oder die zerstreute Stellung ist ein Entwicklungsstadium der regelmäßigen. Das Wesentliche bei allen diesen Verzweigungsformen der Konidienträger von *F. solani* ist nicht etwa das mehr oder minder häufige Auftreten der einen oder andern Trägerart, das sehr von den Bedingungen abhängt, sondern die Möglichkeit, zu einer gewissen, nicht geringen Höhe des Baues emporsteigen zu können.

Die Labilität der Verzweigungen ist eine Eigenschaft, die bei *F. solani* viel stärker ausgeprägt ist als bei anderen Arten. Nur der Rückgang zu ganz rudimentären, sterigmenartigen Trägern, die bei *F. orthoceras* herrschen, ist nicht oder vielleicht schwer zu erzwingen.

Dagegen bietet *F. rubiginosum* ein Beispiel dafür, daß bei Nahrungsmangel Konidien direkt aus der Hülle der Zellen der Mutterkonidien hervorzunehmen können an kurzen, oft kaum sichtbaren Sterigmen, während bei günstiger Ernährung eine Höhe des Baues der Konidienträger erzielt werden kann, die die bei *F. solani* weit überflügelt (Taf. I, 30). *F. rubiginosum* hat nur insofern mit *F. solani* Berührungspunkte, als Verzweigungen erster, zweiter, dritter Ordnung auftreten können, aber die Wirtel haben die Neigung, sich in höherer Zahl zu gruppieren. Die 4 zahl ist dabei sehr hervortretend, mehr noch in der Häufung der Sterigmen an den Endauszweigungen, als im Hauptgeäst. Da die Axe des ganzen Standes gestaucht ist und oberhalb der mächtig sich entfaltenden Grundwirtel oft rudimentär bleibt, so kommt bei dieser Art ein mehr fächerförmiges Bild zustande, wenn der Gesamtstand in eine der Axe parallele Ebene projiziert wird (Taf. I, 45). Auch ist die Stellung der Seitenäste eine solche zur Axe, daß eine Art zentrifugaler Anordnung vom Grundwirtelmittelpunkt aus nicht zu verkennen ist.

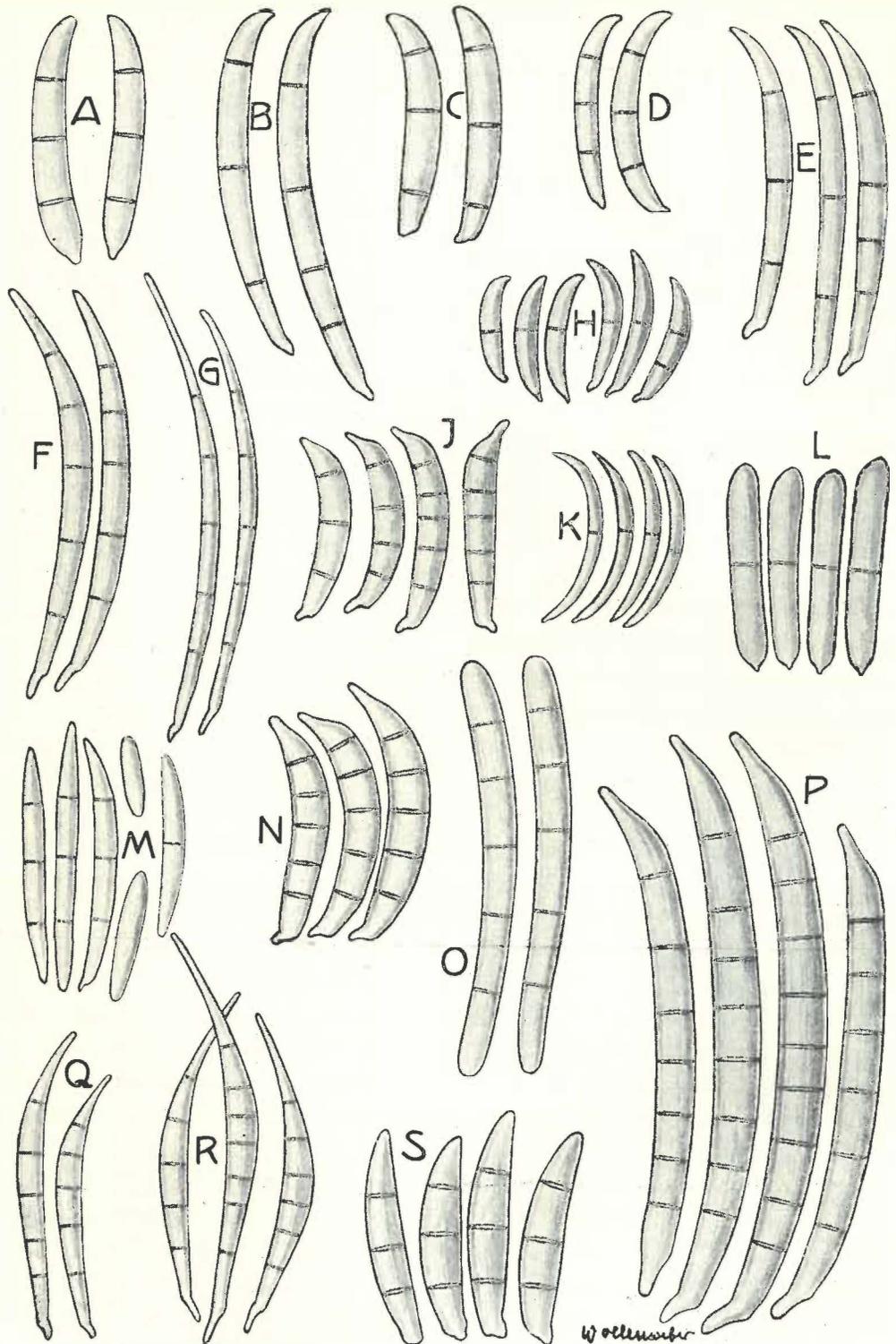
An diesen drei Beispielen, *F. orthoceras*, *F. solani*, *F. rubiginosum* ist das Wesentlichste der Trägertypen aller hier beschriebenen Fusarien abgehandelt. Es gibt dann noch Unterschiede geringer Bedeutung: Größere Anhäufungen der Sterigmen, die bei *F. metachroum* ausnahmsweise bis zu 8 gezählt wurden, während sie im ganzen häufiger in Vierzahl und darunter, als über 4 hinausgehend sich fanden. Viele Arten aber schlossen sich in der Verzweigung *F. solani* an und zeichneten sich nur durch sekundäre Unterschiede aus: durch im ganzen weitläufigere, zierlichere Beästung (*F. theobromae*) oder gedrungeneren Habitus (*F. falcatum*, *gibbosum*). Andere Arten schlossen sich dagegen mehr *F. rubiginosum* an, obwohl dann z. B. die Stauchung der Längsaxe nicht so auffällig war (*F. discolor*).

Endlich konnte eine größere oder geringere Neigung zur Unregelmäßigkeit auffällig genug sein, um z. B. *F. Willkommii* eine besondere Stellung zuzuweisen, obgleich auch diese Art in der Anordnung der Sterigmen wieder *F. solani* nahe kommt (Taf. II, 89).

Die Sterigmen hatten oft einen besonderen Bau. Sie besaßen eine flaschenförmige Gestalt. Oben auf der halsartig verjüngten Spitze war eine Manschette aufgesetzt, die als Stützorgan der Konidie dient und eine besondere Innenausgestaltung haben muß, entsprechend der Eigenart der Ansatzenden der Konidien mancher Fusarienarten. Das Studium des Innern dieses Kragens ist wegen ihrer Kleinheit sehr schwierig und führte nicht zu positiven Befunden.

Ein viel reicheres Feld bietet sich nun für die Unterscheidung der Arten in den Konidien selbst: Wichtig sind besonders die Form, die Art der Kammerung und bei einigen Spezies auch die Größe. Unter der Form ist sowohl der plastische Eindruck der ganzen Konidie als auch das Bild des optischen Längsschnittes zu verstehen.

Um einige scharfe Formengegensätze zu geben, sind in der beiliegenden Formentafel einige Fusarien berücksichtigt, die erst kurze Zeit in Normkultur stehen, die infolgedessen noch nicht morphologisch weiter durchgearbeitet worden sind. Es sind das: Eine noch nicht durchgearbeitete Spezies von Lupine, welche viel stärker gekrümmt und schmaler ist als *F. solani* und gelegentlich als *F. elegans* beschrieben werden soll (Textabb. 2 D), eine andere auch noch nicht bestimmte sehr kleine Spezies, die an *F. dimerum* Penz (vgl. Lindau 1909, S. 566) von *Citrus medica* erinnert, aber gegenüber der italienischen Art auf Kartoffelknollen und Stengeln sowie auf Erde von Blumentöpfen bis jetzt gefunden wurde (Textabb. 2 H). Ferner eine Art, welche uns von der Zentralstelle für Pilzkulturen aus Amsterdam zugeht unter dem Namen *F. aquaeductum* (Textabb. 2 K), dann *F. didymum* Harting (1846) (Textabb. 2 L), sowie die ebenfalls nicht selten gefundene Spezies mit bauchigen Konidien (Textabb. 2 S), endlich das bereits erwähnte und auch später bei *F. theobromae* kurz gestreifte *Fusarium*, welches Frau van Hall de Jonge unter dem Namen *Spicaria colorans* beschreibt (1909), das ebenfalls von der Zentralstelle aus Amsterdam uns überwiesen worden ist und sich normal durch im Durchschnitt besonders große Konidien auszeichnet (Textabb. 2 P). In der Tafel sind alle Konidien in der Seitenlage d. h. in derjenigen Lage gezeichnet, welche die Eigentümlichkeiten



Wollenscher

Abb. 2 A—S.

18 Fusariumarten mit ihren Konidienformen. Vergr. 1000 : 1.

- | | | |
|---------------------------|--|--|
| A. <i>F. coeruleum</i> . | G. <i>F. subulatum</i> . | N. <i>F. rubiginosum</i> . |
| B. <i>F. Martii</i> . | H. <i>F. sp.</i> (ähnlich <i>F. dimerum</i>). | O. <i>F. Willkommii</i> . |
| C. <i>F. solani</i> . | J. <i>F. discolor</i> . | P. <i>F. spec.</i> (als <i>Spicaria colorans</i> be- |
| D. <i>F. elegans</i> . | K. <i>F. aquaeductum</i> . | Q. <i>F. falcatum</i> . [geschrieben]. |
| E. <i>F. theobromae</i> . | L. <i>F. didymum</i> . | R. <i>F. gibbosum</i> . |
| F. <i>F. metachroum</i> . | M. <i>F. orthoceras</i> . | S. <i>F. spec.</i> (mit bauchigen Konidien). |

der Form am besten zum Ausdruck bringt. Es ist das gleichzeitig fast die Ruhelage für die meisten Fusarien.

Alle Konidien dieser Tafel sind, soweit sie septiert sind, dorsiventral d. h. monosymmetrisch. Sie sind so gezeichnet, daß die Symmetrieebene parallel der Papierfläche liegt, so daß die Sporen ihre Flankenfläche dem Beschauer bieten während rechts und links die Rücken- bzw. Bauchlinie hervortritt. Letztere sind nicht wirkliche Linien, sondern ideale, denn der Querschnitt der Konidien hat einen geschlossenen rundlichen oder Schleifen-(Lemniscaten-)artigen Kurvenzug ohne hervortretende Unregelmäßigkeiten oder scharfe Knickungen. Die Bezeichnungen „Rückenlinie“ und „Bauchlinie“ oder „Dorsale“ und „Ventrals“ sind aber sehr zweckmäßig bei der Besprechung der Form und daher auch in den Diagnosen gebraucht worden.

Bei flüchtiger Betrachtung der ein wenig plastisch hervorgehobenen Konidien fallen teils gewisse Verwandtschaften, teils scharfe Gegensätze ins Auge. Um darüber zu sprechen, sind einige Vergleiche am Platze. Während *F. coeruleum* (Textabb. 2 A) sehr an die Fruchtform der *Musa paradisiaca*, die Banane, erinnert (die *Fusarium*-hülle hat allerdings keine Neigung zur Ausbildung von Kantenflächen wie die Banane), haben die unter D, H, K abgebildeten Arten mehr echt mondsichelförmige Sporen: G zeigt Gestalten, die wie ein schwach gebogener Stab aussehen, J, N zeichnen sich durch ihre flaschenhalsförmige Verjüngung der Scheitelzelle aus, L durch nahezu zylindrische und O durch die schwach keulige oder wurstartige Form. P endlich fällt auf durch seine Größe und hohe Septierung, hat sonst aber die flaschenhalsartige Verjüngung wie J und N.

Ziehen wir auch die Endzelle des Ansatzendes, die Basalzelle in den Kreis der Betrachtung, so lassen sich diese bei einigen Arten mit der Form langschäftiger Stiefel vergleichen. Man findet schmalere elegante (Q, R) und breite plumpere Stiefel (J, N). Der Fuß sitzt am Schafte in der Art wie bei einem vorwärtsschreitenden Menschen, der Winkel aber, den er mit dem Schafte bildet, ist bei einer Art spitzer (R) als bei anderen, wo er ca. 45° betragen kann (E, J). Auch kann der Fuß lang oder kurz sein, was aber nicht bei jeder Art konstant ist. Der Hacken ist manchmal nur angedeutet (J, N), setzt sich aber gelegentlich, besonders bei *F. falcatum* und *gibbosum* (Q, R), ziemlich deutlich ab.

Eine andere Gruppe von Fusarien hat dagegen Basalzellen, deren Schaftstiefelform so schwach ausgeprägt ist, daß sie oft nicht mehr erkennbar ist. Schon *F. subulatum* ist ein Übergang auf diesem Wege (G), auch *F. aquaeductum* (K) und *F. Martii* (B). Der Fuß ist manchmal nur noch durch eine papillenartige Warze angedeutet (*F. solani*, C). Endlich kann die Schaffform ganz verschwinden und die Basalzelle ellipsoidisch abschließen, entweder ohne jede Hervorhebung: bei *F. Willkommii* (S) oder mit aufgesetzter Warze: bei *F. coeruleum* (A) und *F. didymum* (L).

Auch die Scheitelzelle, deren Flaschenhalsform für *F. discolor* (J), *rubiginosum* (N) und *Spicaria* (*Fusarium*) *colorans* (P) bereits erwähnt ist, bietet noch Arteigentümlichkeiten. Sie ist Reiherschnabel-artig lang gezogen, fast grade und dünn bei *F. gibbosum* (R) und *F. subulatum* (G), etwas kürzer bei *F. metachronum* (F) und

F. falcatum (Q), spitzkegelig (M), stumpfkegelig (S). Dabei ist die äußerste Spitze gewöhnlich wieder abgerundet. Einen Übergang zwischen kegeliger und ellipsoidischer Form bietet bei oberflächlicher Betrachtung die Scheitelzelle von *F. didymum* (L), welche im Längsschnitt oft wie der Spitzbogen eines Fensters gothischer Bauart abschließt. Ein vollkommenes Oval weist *F. Willkommii* auf (O). Handelte es sich bisher um mehr gerade Scheitelzellen, so kommen wir nunmehr zu den gebogenen. Die Biegung ist mehr (K) oder weniger (A) ausgeprägt. Sie ist entweder gleichmäßiger (K) oder besonders stark an der äußersten Spitze (B, D). Die Verjüngung nach der äußersten Spitze zu ist dabei eine sehr allmähliche (K) oder eine mehr plötzliche (B), was besonders auffällt, wenn gleichzeitig die Umbiegung an der Spitze stark ist; dann bietet die Scheitelzelle einen schnabel- oder krallenartigen Eindruck (H, besonders die erste Konidie).

Mehr Interesse erfordert noch der Verlauf der Querschnittsänderung. Dieser soll hier nicht zahlenmäßig ausgedrückt werden, sondern ergibt sich faßlicher aus folgender Überlegung: Man kann die Fläche des optischen Längsschnittes der meisten Fusarienkonidien darstellen als Schnittfläche je zweier Kegelschnitte. Dabei sind gewisse Abweichungen der Kurven der Konidien, am Scheitel, durch halsartige Verjüngungen, an der Basis durch Fußausgestaltungen, zu vernachlässigen, auch die durch Abstumpfung der äußersten Enden sich ergebenden Umwendungen.

Textabb. 3 weist einige Konidien auf, deren Längsschnitt durch zwei sich überschneidende Kurven konstruiert ist. Beginnen wir mit *F. coeruleum* (A), so sehen wir, daß die Dorsale eine Hälfte einer kleinen schmalen, die Ventrale einen Teil der einen schwach gekrümmten Seite (Nebenspol der Ellipse) einer gleichfalls schmalen Ellipse einnimmt. Das Axenkreuz der kleinen liegt nicht auf einer Höhe mit dem der großen, sondern ist etwas nach unten verschoben, beide haben aber gleiche Richtung. In B (*F. solani*) bietet sich eine Art Gegenstück. Hier ist das Axenkreuz der kleinen Dorsalellipse etwas nach oben verschoben gegenüber dem der größeren. Aus diesem Gegensatz wird der Verlauf der Querschnittsänderung sinnfällig, der für *F. solani* eine Neigung nachweist, die größte Konidienbreite in das 2. Drittel zu verlegen, während für *F. coeruleum* die größte Anschwellung mehr basal aufzutreten pflegt. Daneben sind noch Unterschiede in den Krümmungsverhältnissen: Die Dorsale ist runder und hat einen volleren Scheitelbogen bei *F. solani*, als bei *F. coeruleum*, was auch die Konstruktion einer etwas breiteren Ellipse für erstere Art notwendig macht. Da aber an der Basis die Querschnittsverminderung geringer ist, als die Dorsalellipse von *F. solani* es bei einem mit der Ventralellipse gleichgerichteten Axenkreuz gestattet, so muß eine sehr geringe Drehung desselben erfolgen (vgl. B). Somit sind die Verschiedenheiten der Längsschnitte von Konidien einer Reihe von Fusarien darzustellen durch die Art und Weise der Überschneidung verschieden großer Ellipsen, wobei durch Verschiebungen und Drehungen der Axenkreuze selbst feine Unterschiede sinnfällig gemacht werden können. Es ist dabei die Lage der Hauptpole der Ellipsen zu beachten. Die in Frage kommenden Ellipsen sind natürlich nicht mathematisch genau zu bestimmen, werden aber um so genauer, je charakteristischer die in den Konidienlängsschnitt fallenden Abschnitte

die Merkmale der Kurvenart enthalten. Am vorteilhaftesten ist es, wenn ein Hauptpol in den Konidienlängsschnitt fällt. Das ist der Fall bei der Dorsale von *F. solani* (B), deren Scheitel kurz vor der Abrundung der Spitze von der Hauptaxe der Kurve geschnitten wird. Der basale Teil ist flacher, so daß der gegenüberliegende Pol schon ein Stück außerhalb der Konidie sich befindet. Bei *F. coeruleum* liegen diese Verhältnisse ähnlich, die Pole der Dorsalellipse halten sich in der Nähe von Basis und Scheitel. Kleine Verschiebungen sind sogar innerhalb der Normalsporen einer einzigen Art möglich, manchmal können beide Pole ein wenig außerhalb liegen. Die Pole der Ventralellipsen halten sich bei beiden Vergleichsarten außerhalb und ragen meist weit über die Enden der Konidien hinaus. Das ist in viel geringerem Maße der Fall bei *F. discolor* (C) und *F. rubiginosum* (D), bei welchen Arten, im ganzen genommen, etwas breitere Kurven vorliegen. Drehungen und Verschiebungen der Axenkreuze schwanken bei diesen beiden Verwandten etwas mehr, weil die Zone des Querschnittsmaximums labiler ist, nämlich bald mehr in der Mitte, bald mehr nach dem Scheitel zu gefunden wird, oder auch gar nicht deutlich ausgeprägt ist bei Konidien mit geringer Dickenänderung im mittleren Teile (D). Die Pollage der Dorsalen erinnert sehr an die bei den ersten beiden Spezies. Bei E (*F. aquaeductum*) ist eine schöne Sichel konstruiert aus 2 breitlichen Ellipsen, deren Axen gleich lang sind, deren kurze Axen zusammenfallen in eine Linie, in der die Axenkreuze nur wenig verschoben sind. Hier kann man wegen der gleichmäßigen Krümmung von der Mitte nach den Enden zu von einer typischen Mondsichel reden. In Wirklichkeit sind auch bei *F. aquaeductum* bei genauem Studium einige ungleichmäßige Querschnittsänderungen zu beobachten (vgl. Textabb. 2 K), das Breitenmaximum liegt häufig höher als in der Mitte und gegen den Scheitel zu, ist auch ein etwas schwach ausgeprägter aber doch wahrnehmbarer Krümmungszuwachs zu bemerken, der größer ist als in entsprechenden (von der Mitte gemessenen) basalen Zonen. Während bei *F. aquaeductum* die Krümmung, von den eben besprochenen feineren Schwankungen abgesehen, fast mondsichelartig von der Mitte nach den Seiten zu gleichmäßig abnimmt, was aus der Lage der Ellipsen sofort ersichtlich ist, haben wir in *F.* (einer *F. dimerum* ähnlichen Spezies) das Gegenteil vor uns, wenn auch nicht immer so scharf hervortretend, wie bei diesem Individuum. Eine starke Drehung der Axenkreuze der kleinen, aber sonst an *F. discolor* erinnernden Ellipsen bringt die Querschnittsänderung dieses *Fusariums* gut zum Ausdruck. Ist hier der Unterschied der Ellipsen nicht groß, so ist er um so größer bei der unter J abgebildeten bauchigen Konidie einer noch nicht bestimmten Art. Die Ventrale ist so schwach gekrümmt, daß, wenn man sie als Ellipse auffaßt, was hier etwas willkürlich ist, eine Kurve mit riesigen Axendimensionen herauskommt, während die Dorsale in eine Ellipse mit kleinen Axen hineinpaßt. Diese Konidie ist deswegen noch interessant, weil die Pole der Dorsalellipse beide außerhalb der Spore liegen, welcher Fall nicht so vielen Arten zuzugehören scheint. Handelte es sich bisher um Ellipsen, so kommen wir nunmehr zu Kegelschnitten mit offenen Kurven. Am deutlichsten wird dieses Vorkommen an *F. gibbosum* (G) besprochen. Auch hier verriet die Dorsale die Eigenschaft der Kurve, da sie eine stark hervortretende Biegung enthält. Diese lenkte

auf die Vermutung hin, daß hier eine Hyperbel vorliegen müsse, was sich durch Vergleich mit Hyperbelscharen verschiedener Formeltypen beweisen ließ. Auch die Ventrale ließ sich dann als Hyperbel auffassen, deren Krümmung nicht oder nur schwach von der der Dorsale abwich, aber viel schwächer schien, weil der Pol der Ventralen in der äußersten Scheitelspitze der Spore lag, also um ein bedeutendes Stück gegen den der Dorsale verschoben war. Das Axenkreuz beider ist außerdem ganz verschiedener Richtung (die Kreuzungspunkte sind durch *b* und *r* bezeichnet). Der Vergleich mit Scharen von Hyperbeln bestimmter analytischer Formeln veranlaßte die Auswahl der Formel $2x^2 - y^2 = k$, welche alle Schwankungen für *F. gibbosum* umfaßte (die Formel ist auf ein rechtwinkliges Koordinatensystem bezogen, die Einheit ist 1 cm bei Vergleich mit 1000fach vergrößerten Konidien, *x* bedeutet die Abscisse, *y* die Ordinate, *k* eine Konstante). Die Spore *G* speziell enthält die Hyperbel

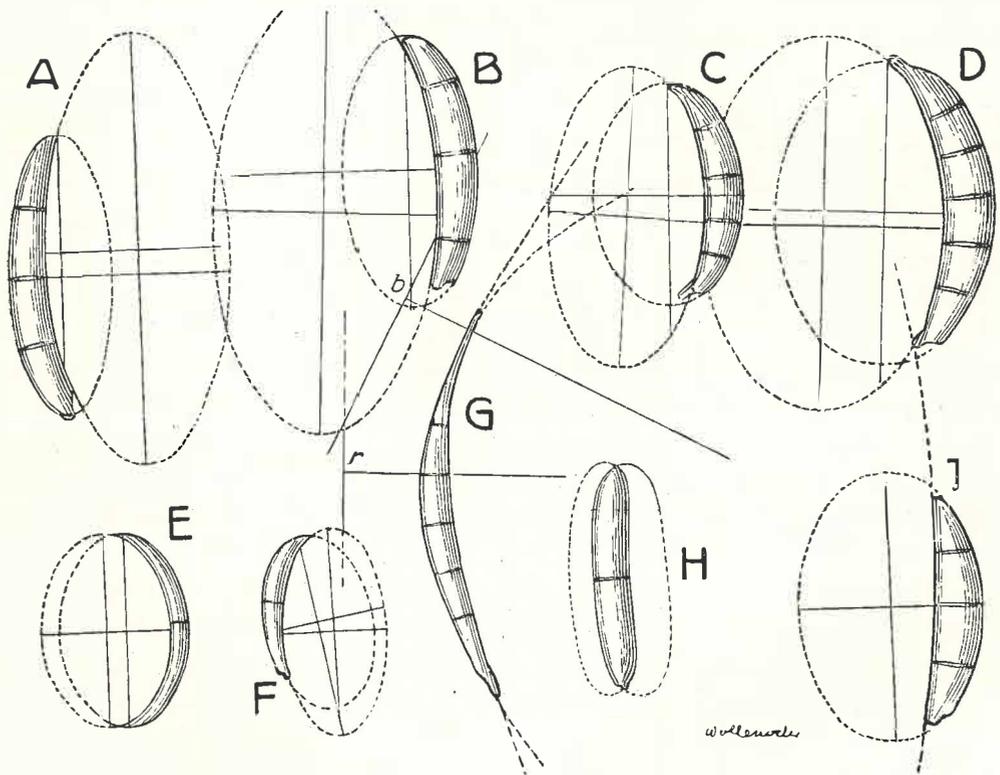


Abb. 3 A—J.

Umriß der Seitenansicht normaler Fusarien-Konidien durch Kurven, meist als Einschlußfläche zweier Kegelschnitte, dargestellt. Vergr. 1000.

- A. *Fusarium coeruleum*.
- B. *F. solani*.
- C. *F. discolor*, normal 3—5 septiert, hier eine Quattuorseptate gewählt.
- D. *F. rubiginosum*.
- E. *F. aquaeductum*.
- F. *F. spec.* (ähnlich *F. dimerum*).
- G. *F. gibbosum*.
- H. *F. didymum*.
- J. *F. spec.* (mit stark bauchigen Konidien).

$2x^2 - y^2 = 4$ als Dorsale, $2x^2 - y^2 = 2$ als Ventrale. Der Unterschied in der Konstante ist gering und kann oft ganz vernachlässigt werden. Auch bei dieser Spore macht man keinen großen Konstruktionsfehler, wenn man auch die Ventrale nach der Formel $2x^2 - y^2 = 4$ zeichnet. Im allgemeinen schwankt der absolute Wert der Konstanten auch dann wenig, wenn man die Gesamtvariation normaler Konidienformen dieser Art in Betracht zieht. Nur die Bauchlinie ist manchmal etwas stärker gestreckt, so daß man sie ausnahmsweise erst mit der Hyperbel $2x^2 - y^2 = 10$ decken kann, besonders bei außergewöhnlich großen Sporen.

Zum Unterschiede gegen *F. gibbosum* hat *F. falcatum*, eine Verwandte mit geringerer Durchschnittsseptierung, Konidien, deren Längsschnitt durch sogenannte gleichseitige Hyperbeln darzustellen ist, die also Formeln von dem Ausdruck $x^2 - y^2 = k$ haben müssen. Da die Konidien im Mittel kürzer sind als bei voriger Art und die Dorsale eine sanftere Biegung am Pole hat, so sind hier manchmal auch durch Parabeln Annäherungsdeckungen zu erzielen, kaum aber durch Ellipsen. Zu dieser Entscheidung ist natürlich eine große Beobachtungsreihe notwendig, wobei auch die Ausnahmen in Größe und Krümmung auf die Erkennung des richtigen Kurventypus hinlenken können. Vorsicht ist hier nämlich deswegen geboten, weil es sich nicht um mathematisch genaue Gebilde handelt, sondern um Sporen, für die ein Normalbegriff erst aus Normalkulturen erschlossen werden muß, und deren Form dann erst, von gewissen, wenn auch ziemlich geringen Schwankungen abgesehen, konstant bleibt.

Die Formeln geben auch für Konidien mit Ellipsenkurven einen Überblick über die Beziehung von Dorsale zur Ventrale einer Konidie. Es zeigt sich die überraschende Tatsache, daß oft beide Kurven einer einzigen Spore nur in der Konstanten des Formelausdrucks schwanken. Die Abweichungen der entsprechenden Faktoren von x^2 und y^2 der Formel der Dorsale und Ventrale sind demgegenüber unwesentlich. Beispielsweise errechnet sich mit Hilfe der Achsen in Textabb. 3 D annähernd die Ventrallengipse zu $2x^2 + 5y^2 = 13$ gegenüber der Dorsallengipse $2x^2 + 4y^2 = 8$ (Einheit 1 cm, Formel so auf die großen Achsen als Koordinaten bezogen, daß die größere der x-Achse, die kleinere der y-Achse entspricht), wobei man sieht, daß, abgesehen von einer geringeren Schwankung des Faktors von y^2 , der Hauptunterschied in der Konstanten liegt, die im ersteren Fall den Wert 13, im letzteren den Wert 8 hat.

Bisher sind nur Kegelschnitte zur Besprechung nötig gewesen. Es gibt aber auch Fusarien, deren Konidien in das Schema dieser Kurvengruppen nicht hineinpassen. Schon bei *F. Willkommii* (Textabb. 2 O) mußte man zweifelhaft werden, ob man der Keulenform durch Kegelschnitte beikommen kann, weil die Konidienenden so ausgesprochen abgerundet sind. Sieht man davon aber ab, so sind die Längsseiten des Symmetrieschnittes ganz gut durch Ellipsen zu decken. Dagegen liegt die Sache schwieriger für *F. didymum* (Textabb. 3 H, Textabb. 2 L), deren Konidien-scheitel sehr eigenartig abschließt, während die Konidien bei oberflächlicher Betrachtung zylindrisch erscheinen. Sind sie das auch nicht in Wirklichkeit, so ist es hier doch schwer zu entscheiden, wie weit die Zylinderform nur durch die besondere Ausbildung des Scheitels und der Basis verändert worden ist. Am Scheitel ist häufig die Tendenz

einer sehr geringen Anschwellung, am basalen Ende manchmal das Gegenteil zu beobachten. Bisher wurden aber besondere Ausgestaltungen an Scheitel und Basis vernachlässigt bei der Kurvenbestimmung, weil ohne weiteres ersichtlich war, daß sie nicht hinein gehörten. Verfährt man so auch bei *F. didymum*, so müßte man den schiefen gotischen Spitzbogen am Scheitel als besondere Ausgestaltung weglassen, ebenso wie den Flaschenhalsteil bei *F. discolor* und *F. rubiginosum*. Dann bleiben 2 annähernd parallele Längsseiten zurück, deren schwache Krümmung höchstens sehr großen Kegelschnitten entsprechen könnten, etwa Ellipsen. Man kann aber ebenso geneigt sein, die Scheitelkurve in die Kurve einzubeziehen und zwar von dem oft knickartig vortretenden Höhepunkte des Spitzbogens ab die Dorsale und Ventrale zu rechnen. Dann können nur Kurven höherer Ordnung die genannten Linien decken. Vermutlich würden sie etwa so gestaltet zu denken sein, wie Textabb. 3 H andeutet. Diese Kurven können gelegentlich Ähnlichkeit mit Kegelschnitten haben, besonders die Dorsale, während die Ventrale eher Neigung hat zu Kurven, die entstehen, wenn man die Durchdringungslinie, die eine in einen Kegel ein Stück tief eingedrungene Kugel auf dem Kegelmantel hervorruft, von der Kegelspitze aus betrachtet. Das sei nur mit Bezug darauf erwähnt, daß sowohl die Berechnung als die Anschauungsweise bei der Kurvendiskussion auf Schwierigkeiten stoßen kann, jedoch im Prinzip diese Methode der Sinnfälligmachung dieser verwickelten Erscheinungen gute Dienste zu leisten vermag.

Zum Schluß der Konidienmorphologie mag noch einiges über Kammerung und Größe gesagt werden. Die Septaten unterscheiden sich von den einzelligen Konidien durch die Einlagerung von Querwänden oder Septen, wodurch eine Kammerung der Spore erzielt wird. Bei einigen Arten herrscht die Dreizahl der Septen (*F. solani*, *F. coeruleum*), bei anderen die Einzahl (*F. aquaeductum*, *F. didymum*), während es auch solche mit normal 3—5 (*F. discolor*) und 5—7 (*F. gibbosum*) Querwänden gibt. Sehr viele haben 5 Septen herrschend (*F. metachroum*, *F. subulatum*, *F. rubiginosum* usw.). Der Zweck dieser Querwände ist wohl zum Teil ein mechanischer, nämlich der, ein Einsinken der Hülle zu verhindern. Denn es ist auffallend, daß *F. gibbosum* (Textabb. 2 B) gerade dort die Querwände zusammendrängt, wo die stärksten Zug- und Druckkräfte auf die Hülle einwirken, in der Zone des Poles der Dorsalhyperbel. Je schärfer der Pol sich krümmt, desto auffälliger wird die Zusammendrängung der Septen, während hingegen die Endsepten viel zerstreuter stehen und zwar auch um so weiter entfernt sind, je dünner der Querschnitt der Spore wird. Sind keine starken Querschnittsänderungen zu bemerken, so verteilen sich die Septen fast gleichmäßig. Fusarien mit sehr dünnen Konidien haben bei verhältnismäßig großer Länge oft nur ein Septum (*F. aquaeductum*). Es genügt aber auch bei gleich langen viel dickeren Konidien ein Septum (*F. didymum*), was entweder durch besondere Krümmungsverhältnisse (vielleicht spielt dabei die Scheitelform eine Rolle) oder größere Steifigkeit der Hülle in mechanischem Sinne erklärt werden kann. Die Septenebene liegt senkrecht zur idealen Längsachse der Spore.

Bei der Verteilung der Septen kommen Ausnahmen vor, die aber ihre natürliche Ursache haben. Es gibt nämlich Arten mit labiler Septenzahl, beispielsweise

mit normal 3—5 Septen (*F. discolor*). Die Entstehung der Septen einer Quinque-septate hat folgende Stufen: Die erste Wand entsteht in oder in der Nähe der Mitte, die nächsten beiden seitlich davon und zwar etwas mehr nach den Enden zu, nicht gerade auf $\frac{1}{4}$ und $\frac{3}{4}$ der Längsachse, endlich lagern sich zwischen End- und Mittel-septum je ein weiteres ein, so daß 5 Stück vorhanden sind. Wenn nun die gewöhnlich paarweise Entstehung der 4 letzten Septen aus irgend einem Grunde gestört wird, so entstehen sie in Zwischenpausen nacheinander, auch kann die Septierung an einer Stelle ganz unterbleiben. So können zufällig dem Beschauer Bilder begegnen mit unregelmäßiger Verteilung, die teilweise dauernde Anomalien, teilweise aber Entwicklungsstadien einer später korrigierten Verteilungsstörung sein. Die Septierung tritt gewöhnlich erst nach der Abstoßung der Konidie auf, nur wenn diese verzögert ist, besonders in Altkulturen bei allmählichem Feuchtigkeitsmangel bleiben die Konidien häufig haften am Sterigma und trocknen so fest, daß der Kontakt nicht einmal durch die Handhabung bei der Herstellung eines Präparates gelöst wird. Die Arten sind mit Bezug auf die anormale Anhaftung einzelner Konidien am Sterigma verschieden, was schon Harting betont, der gerade *F. didymum* diese Eigenschaft zuspricht gegenüber anderen Arten. Früher war es aber anscheinend Brauch, die Konidien am Sterigma haftend zu zeichnen, um die Herkunft anzudeuten. Es ist aber ein Fehler gemacht, daß sie fast immer trotzdem septiert gezeichnet worden sind, wodurch nämlich eine Anomalie stark in den Vordergrund gerückt wird und leicht die Vermutung auftauchen kann, daß der Darsteller diese Anhaftung septierter Konidien als normal aufgefaßt wissen wollte. Über die Struktur der Septen sind genaue Studien nicht gemacht. Der äußere Bau weist Verschiedenheiten auf, indem bei einer Art eine mehr scheibenartige Gestalt herrscht (*F. Willkommii*), bei einer anderen die einer bikonvexen Linse (*F. solani*). Durch körnige Anlagerungen können die Eindrücke verwischt oder verstärkt werden. Der Eindruck der Septen ist sehr von der Ernährung abhängig. Selten erscheint die Querwand ganz homogen, auch nicht dann, wenn keine Körnchen angelagert sind. Es deuteten viele Beobachtungen darauf hin, daß die Septen von Mikroporen durchsetzt werden, was ja im Sinne eines Stoffaustausches von Zelle zu Zelle zweckmäßig sein muß. Geht man diesem Gedanken nach, so haben wir in der septierten Konidie eine Zellkolonie vor uns, deren Zellen zwar gelegentlich zerfallen können und dann jede für sich eine Einheit vorstellen, die aber gewöhnlich in ihrer Gesamtheit eine Einheit bilden und auch innerhalb ihrer gemeinsamen Hülle miteinander in Stoffaustausch treten können.

Was die absoluten Ausmaße der Konidien anbelangt, so liegen diesen Durchschnittsmessungen von je 10 Normalkonidien zugrunde. Als Länge ist nicht die der Längsachse, sondern die der Sehne gemessen, welche als Verbindungslinie von Scheitel und Basis gezogen werden kann. Die Breite bedeutet die größte Querausdehnung der Spore. Sie ist nicht so oft in der Mitte als etwas gegen den Scheitel hin verschoben. Genau genommen haben die so gewonnenen Ausmaße nur dann Wert, wenn die Sporen nicht zu stark gekrümmt sind, wenn also der Unterschied zwischen Sehne und Längsachse nicht gar zu stark ist. *F. aquaeductum* (Textabb. 2 k) ist schon ziemlich stark gekrümmt, auch *F. gibbosum*. Doch wird der Fehler dadurch

auszugleichen sein, daß die Länge der Konidie gegenüber der Breite bei solchen Arten in den Hintergrund gedrängt wird. Die Breite sagt viel sicherer etwas aus, da hierin die Arten große Unterschiede gegenüber anderen Arten aufweisen. Man vergleiche die Gruppen der Textabb. 2. Die Grenzen der Durchschnittsausmaße für die Diagnosen sind aus einer Anzahl von Messungsreihen über meist je 10 Normalsporen ermittelt worden. Diese Sporen stammten von verschiedenen Kultursubstraten, auf denen sie nur unter solchen Bedingungen gezüchtet worden waren, die erfahrungsgemäß regelmäßig die Ausbildung normalen Sporenmaterials gewährleisteten (vgl. Meßbelege spez. Teil).

Gegenüber der Konidienmorphologie tritt die der Chlamydosporen stark zurück. Über die Träger ist kaum etwas zu berichten, weil diese Dauersporen entweder an ehemaligen Konidienträgern sitzen oder intercalar, dann also ohne Träger entstehen. Eine ausgedehnte vergleichende Morphologie, die übrigens nur auf die Chlamydospore selbst oder deren Anordnung zu mehreren beschränkt sein würde, ist aber deshalb nicht möglich, weil eine Reihe von Arten keine zu bilden scheint (*F. metachroum*, *F. subulatum*). Die Entstehung der Dauersporen läßt sich in Tropfenkulturen verfolgen bei *F. solani* und ihren Verwandten *F. Martii* usw., bei denen sie als Abschluß eines kleinen Keimschlauches der Konidien gezüchtet werden können, bei *F. coeruleum* und *F. rubiginosum* usw., bei denen sie oft innerhalb einer Konidie durch Zusammenrollung des Inhalts einer bis aller Zellen derselben entstehen. Als Nahrung genügt ein Scheibchen Kartoffelknolle oder etwas Stengelhaut, oft sogar genügt das Wasser allein. Die Chlamydosporen waren meist entweder ein- oder zweizellig. Die Form der Zellen war rundlich oder eiförmig oder birnenförmig. Auch bei *F. orthoceras* sind dieselben Formen vorhanden. Doch zeigen die Hüllen letzterer in der Reife eine Anzahl feiner Zähne oder Warzen, die besonders mit Wollblau verdeutlicht werden können, aber auch bei 1000facher Vergrößerung mit Immersionlinsen zu sehen sind. Bei *F. solani* bleibt die Hülle der Chlamydosporen in der Regel glatt. Nur der Vollständigkeit halber und zum Beweise, daß die Bewarzung kein gutes Unterscheidungsmittel sein kann, mag erwähnt werden, daß in einer jäh ausgetrockneten Tropfenkultur auch Chlamydosporen von *F. solani* warziges Aussehen bekamen. Hier waren die Warzen aber offenbar durch die jäh Austrocknung hervorgerufen und nicht normal, obgleich die Sporen sonst ziemlich gut aussahen und auch keimfähig waren. Der Inhalt der Dauersporen füllt sich meist mit großen fettartig aussehenden Tropfen, während die Hülle dicker wird. Die Chlamydosporen spielen bei den meisten Arten vielleicht eine nur sekundäre Rolle, da nachgewiesen wurde, daß die Konidien jahrelang keimfähig bleiben können und die Erhaltung der Art dadurch gesichert ist. *F. orthoceras* aber macht eine Ausnahme; in jeder Kultur waren Chlamydosporen massenhaft vorhanden, auch in manchen allein herrschend (Stengelkulturen). Bei dieser Art scheinen sie für die Erhaltung eine größere Rolle zu spielen, zumal die Konidienproduktion sehr unregelmäßig sein kann, was auch daraus hervorgeht, daß Konidien in der Natur fast gar nicht beobachtet worden sind. Die Größenverhältnisse schwanken bei Chlamydosporen durchschnittlich zu wenig, um danach Arten zu erkennen. Auch die intercalaren Sporen bieten nichts Wichtiges. Sie entstehen einzeln, zu zweien,

zu mehreren, oft alle Typen gemischt bei einem einzigen Fusarium (*F. orthoceras*). Eine besondere Gruppierung ist die Verknäuelung von Chlamydosporen, die mehrfach beobachtet wurde und bei *F. falcatum* besonders häufig ist. Aber auch diese Knäuel sind wohl nie die Eigentümlichkeit einer Art, sondern ihre Entstehung ist sehr von äußeren Umständen abhängig. Manchmal erinnern sie an junge Stromata von plectenchymatischem Bau. Wäre die Funktion auch die eines Stromas, so bildeten sie einen Übergang zu Sporodochienunterlagen, und es verhielten sich die Terminalchlamydosporen zu den Konidien wie gewisse intercalare Gruppen von Chlamydosporen zu Stromata.

Damit sind wir bei dem Mycel angelangt, das ebenso schnell abgehandelt werden kann wie die Chlamydosporen. Es kann bei einer einzigen Art in fast allen möglichen Gefügen vorkommen, keine einzelne Eigenschaft scheint einer einzelnen Art eigentümlich. Es gilt also für alle: Die septierten, verschieden hochverzweigten Hyphen sind epi- und endophytisch, spärlich oder reichlich auftretend, entweder isoliert oder zusammen ein lockeres oder dichteres, teilweise zu coremienartigen oder, besonders als Stroma, zu plectenchymatischen Verwachsungen, ferner häufig auch zu immersem Wachstum neigendes, begrenztes oder ausgebreitetes Mycel bildend. Die Breite der Hyphen ist ganz verschieden in dem verschiedenen Alter der Hyphenabschnitte. Das ausgewachsene normale Mycel hat jedoch eine gewisse Durchschnittsbreite, die sich aber nur selten bei gewissen Arten stark hervorhebt gegenüber anderen Arten.

Am wichtigsten sind noch verhältnismäßig diejenigen Plectenchymgruppen, welche als Basis von Sporodochien dienen. Denn es gibt Arten, deren Sporodochien keine plectenchymatische Basis haben (*F. metachroum*) und solche, die sie fast regelmäßig haben (*F. coeruleum*, *F. subulatum*, *F. falcatum*). Dieses Verhalten kann zwar nicht zur Aufstellung von Gattungen, wie das früher geschehen ist, benutzt werden, doch kann es gelegentlich für die Unterscheidung von Arten einige Bedeutung haben. Die Struktur ist gewöhnlich paraplectenchymatisch ebenso wie die gewisser verschiedenartig gestalteter Plectenchymdifferenzierungen, die bisher Sklerotien hießen. Auch diesen kommt nur ausnahmsweise einige Bedeutung zu, da sie z. B. bei *F. discolor* recht eigenartig aussehen und häufig sind, während sie bei andern Arten gar nicht auftauchen.

Wir kommen nunmehr zum Farbenbilde der Konidien und des Mycels, worin mehr arteigentümliche Werte gefunden worden sind, als bisher angenommen zu sein scheint. So wichtig es ist, so soll es hier doch nur kurz berührt werden, da es im folgenden besonders auch bei den Gruppen zur genügenden Geltung kommen wird. Die Schwankungen anormaler Art sind früher hervorgehoben. Es ist auch bereits gesagt, daß Jugend-, Reife- und Alterzustände mit Farbschwankungen parallel laufen, auch Feuchtigkeitsunterschiede und die Art der Eintrocknung auf den Farbeindruck einwirken können, endlich auch das Licht manche Farben lebhafter macht und besonders den Hinzutritt roter Töne verursachen kann. Hier mag aber noch einiges über die Beständigkeit der Farben hinzugefügt werden. Blaue und olivgrüne Mycelfarben werden rotbraun oder bräunlichrot durch Säure, durch Alkalien aber

wieder blau, sie scheinen also alkalische Farben zu sein, während alle roten Mycelfarben die auf Böden entstanden, die neutral waren oder nicht sehr von der Neutralität abwichen, bei Alkalizusatz und bis zur Zerstörung durch starke Säuren beständig blieben. Die reinen Konidien waren überhaupt beständig, abgesehen von Reife und Alterserscheinungen; keine einzige zeigte den Umschwung von einer Farbe zu einer anderen. Auch hier liegen sicher interessante chemische Verschiedenheiten der Farbzusammensetzung vor, die wohl eines Studiums wert zu sein scheinen. Eine Klärung dieser Verschiedenheiten war aber für den Zweck dieser Arbeit nicht unbedingt notwendig, weshalb nur einige gelegentliche äußere Beobachtungen im speziellen Teile wiedergegeben worden sind. Die Farbkraft der Arten hängt sehr ab von der Ernährung. Die Unterschiede unter den Arten gehen am besten hervor bei gleichartiger Ernährung usw. für Konidienfarben bei Kultur auf Stengel, bei Mycelfarben bei Kultur auf Knolle. Der Sitz der Farbstoffe scheint verschieden, und ist einmal im Plasma, dann in der Membran, auch gelegentlich in Vacuolen zu suchen. Auch hierüber ist gelegentlich bei den einzelnen Arten berichtet worden.

Eine besondere Eigentümlichkeit, die hier und da schon im Schrifttum erwähnt worden ist, ist der Geruch, den Fusarien ausströmen. *F. moschatum* wird ein Moschusgeruch zugeschrieben,¹⁾ anderen angenehm aromatische Gerüche. Von unseren Arten hatten *F. gibbosum* und *F. falcatum* gleichartigen Duft, der an den Blumenduft von pontischen Azaleen sehr schwach erinnert, auch mit dem von Goldregen Ähnlichkeit hat. Es ist ein ganz eigenartiger Geruch, der auch empfunden wird, wenn Kalk und Zement, gemischt zu Bauzwecken, eine längere Zeit feucht lagern, so daß in feuchten Kellern eines Neubaus dieselbe Geruchsempfindung wahrgenommen werden kann. Im Alter verschwindet der Geruch, bei feucht bleibender Kultur entsteht aber vorher oft vorübergehend ein urinartiger Geruch. Der Geruch bei *F. gibbosum* und *F. falcatum* kann immerhin die Ansicht der nahen Verwandtschaft noch etwas stützen. *F. solani*, *F. Martii*, *F. coeruleum* usw. haben dagegen moderige, widrige Gerüche. *F. discolor* hinterläßt aber eine schwach aromatische, angenehme Geruchsempfindung.

Die Mycelfarben haben wahrscheinlich noch ein besonderes Interesse für Verwandtschaftsfragen. Wenn beispielsweise eine Anzahl Arten auf gewissen nicht erheblich von der neutralen Reaktion abweichenden Substraten mehr oder weniger blaue Farben liefert, auf denen andere rote, wieder andere verschieden ockerfarbige Töne hervorbringen, so verdient das Aufmerksamkeit. Besonders wichtig ist dabei die Tatsache, daß blaue Töne durch Säure verschieden rot werden, dieses Rot aber durch Alkalien wieder blau wird, während die von Anfang an roten Mycelien sich weder durch Säuren noch Alkalien zu einem nennenswerten Farbumschlag zwingen lassen, solange nicht eine direkte Zerstörung, etwa durch sehr starke Säuregrade, eingetreten ist. Nun sind alle unsere Fusarien mehr oder minder starke Alkalibildner

¹⁾ *F. aquaeductum* und *F. moschatum* werden offenbar mit Unrecht in der Literatur zusammenge worfen (vgl. Lindau 1909, S. 17). Das uns aus Amsterdam zugegangene *F. aquaeductum*, auch Stämme von Herrn Prof. Dr. Kolkwitz und Herrn Prof. Dr. Lindner riechen nicht und sind herrschend einseptiert.

Mit dieser Erfahrung zusammen gewinnt der Farbumschlag von blau nach rot insofern einen Wert, als er als ein sinnfälliger leichter Beweis der Reaktion der Pilzsäfte mit benutzt werden kann. Bei einem Zusatz von Zitronensäure zu den sonst Blaufarbe hervorrufenden Substraten erschien nämlich erst ein rötlicher Ton, der aber nach einigen Wochen je nach Wachstumsenergie (die natürlich durch starken Säurezusatz herabgesetzt werden kann) sich erst in Violett, dann in Blau verwandelte, gleichzeitig ankündend, in welchem Tempo die allmählich sich geltend machende Basischmachung des Substrates durch den Pilz fortgeschritten war. Diese Sinnfälligkeit läßt uns bei Fusarien mit normal¹⁾ roten Farben im Stich. Aber die Konstanz dieses Rots ist wieder ein Hinweis, daß es sich um eine ganz anders aufgebaute chemische Verbindung wird handeln müssen. Es würde also vielleicht ein dankbares Studium sein, das Farbenbild unter chemischen Gesichtspunkten zu klären. Die Dinge liegen doch im ganzen nicht leicht, weil die Farbproduktion unter den einzelnen Arten nicht gleich intensiv ist und auch die Ernährung eine Rolle innerhalb einer Art spielt. Schon Milburn²⁾ weist auf die Wirksamkeit der Kohlenhydrate hin, mit Hilfe deren Säuren, auf die des Peptons, mit Hilfe dessen alkalische Substanzen gebildet werden. Für Fusarien speziell liegen umfassende Arbeiten noch nicht vor, nur hier und da finden sich einige Bemerkungen, die sich aber häufig deswegen widersprechen, weil die behandelten Pilze nicht genau beschrieben worden sind. Daß durch eine reichliche Kohlenhydratgabe (etwa Zucker) zunächst die Bildung von organischen Säuren angeregt werden kann und so dieselbe Farberscheinung zeitweilig auftritt, wie wenn Säurezusatz direkt geboten sein würde, ist wahrscheinlich. Solche Erscheinungen lieferten Kulturen auf gezuckerten gekochten Kartoffelknollen bei *F. Martii*, *F. orthoceras*, *F. coeruleum*, die längere Zeit rötliche Myceltöne lieferten, ehe der vorhin hervorgehobene Umschwung eintrat. Es ist nun nicht notwendig, daß der Sitz des Farbumschwungs gleichzeitig der Sitz der etwa sich bildenden organischen Säure in den Hyphen ist, sondern man kann sich ebensogut vorstellen, daß die Säure- und Alkaleszenz-bildenden Eigenschaften an verschiedene Aufgaben in der Zelle gebunden sind und miteinander um die Herrschaft ringen, wobei es auf die Abstimmung des Substrates ankommt, ob eine Eigenschaft dauernd wirksam bleiben kann oder allmählich einer andern Platz machen muß. Die Lösung dieser Fragen ist für den Zweck dieser Arbeit aber weniger notwendig, und so sollte nur das Interesse auf dieselbe gelenkt worden sein. Das Licht spielt keine so erhebliche Rolle beim Farbenbilde, als ihr verschiedentlich zugesprochen wird. Zwar traten anstatt gelblicher und bräunlicher Töne gelegentlich im Lichte ockerige Töne (also mit etwas rot vermischt) zum Vorschein (*F. orthoceras*, *F. coeruleum*) aber im allgemeinen übte das Licht nur einen Einfluß auf die Intensität der Farbe aus.

Fassen wir das Wesentliche über Farben bei Fusarien zusammen, so stehen

¹⁾ Säurezusatz ist nämlich meist nicht günstig, weil die Sporennormalität darunter leidet, oft auch die Sporenwilligkeit der Art.

²⁾ Thomas Milburn, Über Änderungen der Farben bei Pilzen und Bakterien, Centralbl. f. Bact. II. Abt. Bd. XIII, 1904.

folgende sehr charakteristische und scharf voneinander zu unterscheidende Farbstufen zur Verfügung für die Artenerkenntnis:

Konidienfarben: gelblichweiß
bräunlichweiß
ocker
orange.

Mycelfarben: blau
oliv
rot
gelb.

Die Mycelfarben liefern aber auch Töne, die denen der Konidienlager entsprechen und haben dann natürlich nicht solche Bedeutung für die Artunterscheidung, auf die es hier in erster Linie ankommt. Diese verhältnismäßig geringe Anzahl von Variablen vergrößert sich aber indirekt durch das Fehlen von Farben. Es gibt Arten, die ein einheitliches Konidien- und Mycelfarbenbild unter allen Bedingungen haben. Leider sind unter den Fusarien dieser Arbeit zufällig keine in dieser Weise hervortretende unter den eingehender behandelten, abgesehen von *F. Willkommii*. Letztere Art liefert zwar ein goldgelbes bis verschieden gelbbraunes Mycel, das also viel intensiver gefärbt sein kann als die Konidien, welche normal gelblichweiß sind. Da aber die Konidienfarbe sich im Alter oft trübt, so besteht dann häufig nur ein Intensitätsunterschied von zu geringer Bedeutung als daß es sich lohnte, das Mycelfarbenbild besonders gegen das der Konidien abzugrenzen. Arten wie *F. Willkommii* sind außerdem so scharf hervorstechend gegen alle anderen, daß man auf das ganze Farbenbild würde verzichten können. Doch ist es möglich, daß es einmal wertvoll wird, wenn Arten mit gleichen Konidienformen durch das Auftreten besonderer Farbenbilder auf die Notwendigkeit einer speziellen Unterscheidung aufmerksam machen.

Um die Unterscheidung der Farbtöne sinnfälliger zu machen, wäre eine einheitliche internationale Farbentabelle sehr am Platze, besteht aber leider nicht. Diese müßte etwa auf der Mischung dreier Grundfarben basieren, die spektrisch genau festzulegen wären. Dann würde der Mischungsgrad zahlenmäßig angegeben werden können. In Ermangelung einer solchen Tabelle ist man zu einer möglichst großen Beschränkung in der Farbenangabe gezwungen und auf Vergleiche mit Natur- oder Kunstprodukten angewiesen. Die Saccardo'sche Chromotaxia¹⁾ bedeutet deshalb schon eine wesentliche Erleichterung im Zurechtfinden unter den Farben, weil gerade solche Vergleiche berücksichtigt sind, die ihren Wert besonders dann haben, wenn die Darstellung des Tones auf der Tafel nicht gut ausgefallen ist.²⁾ Es sei hier aber doch noch auf einige Punkte hingewiesen.

¹⁾ Saccardo, *Chromotaxia seu nomenclator colorum*. Patavii 1894.

²⁾ Saccardo hat eine Anzahl verbreiteter Farbtöne unberücksichtigt gelassen. Diesem Mangel helfen Klincksieck und Th. Valette (1908) in ihrem „Code de Couleurs à l'usage des naturalistes . . .“ insofern ab, als sie 720 Farbtöne darstellen, und zwar die Hauptfarben mit ihren Aufhellungs-

Gelblichweiß heißt soviel wie buttergelb, also bezeichnet einen reinen, sehr hellen Ton, der sehr verschieden ist von

bräunlichweiß, dessen Braungehalt besonders im Alter bei hastiger Eintrocknung stark zunehmen kann, welche Bräunung zwar anormal ist, aber doch im Farbengebiete bleibt.

Ocker ist eine verwickelte Farberscheinung, kann aber in ihrer Gesamtheit doch weder mit den vorhergehenden Tönen, noch mit Orange verwechselt werden. Es würde sehr gut möglich sein mit Hilfe einer ausführlichen Farbtabelle den Ockerbegriff aufzulösen, aber er mußte in Ermangelung einer solchen als eine wenn auch in sich stark schwankende Einheit gefaßt werden. Die Schwankung geht nach der Farbe von gelber Ockererde bei einigen Arten, nach der von rötlicher Ockererde bei anderen. Auch gibt es Arten, deren Ockertöne einen Einschlag sowohl nach Isabellenfarbe als nach hellachs oder nach hellorange haben. Dagegen ist die rotbraune Rostfarbe oxydierten Eisens hier nicht gemeint. In den meisten Fällen ist der Grundtyp „Ocker“ sehr auffallend gegenüber Arten, die

Orange gefärbte Konidienlager haben (*F. subulatum*). Der Begriff Orange lehnt sich an die Farbe der Hülle frischer reifer Apfelsinen an.

Blau kann indigoartig (*F. coeruleum*) oder verschieden grünlichblau (*F. solani*) sein.

Oliv kann mehr nach grün oder mehr nach braun neigen innerhalb einer Art. Da es stets auch in der Jugend schon gelbliche oder bräunliche Entwicklungstöne zwischen den grünlichen hat, ist eine Verwechslung mit grünlichblau, erst recht mit blau ausgeschlossen.

Rot hat meist einen Stich ins Violette und ist meist purpur- oder carminfarbig, niemals auch nur im entferntesten mit Zinnoberrot zu vergleichen.

Gelb schwankt zwischen eigelb und schwefelgelb. In großen Mengen kam es nur bei *F. discolor* var. *sulphureum* zum Vorschein, doch ist es auch bei *F. lolii* massenhaft beobachtet bei schwacher Belichtung, worauf schon Tubeuf (1908) hingewiesen hat.

Um den Vergleich der Arten nach den Farbenbildern zu ermöglichen, sind sie in folgender Tabelle geordnet.

und Verdunklungsgraden. Da diese Farbtabelle uns erst während des Druckes unserer Arbeit bekannt wurde, so mußten wir uns in ihrer Verwendung darauf beschränken, am Schlusse eine vergleichende Übersicht der Farbgebiete unserer Fusarien unter Zugrundelegung des Code des Couleurs zu geben.

Charakteristische Farbe der noch nicht eingetrockneten Mengen reifer Konidien auf Substraten ohne Mycoelfärbung				Charakteristische Farbe der dichteren Mycelpartien, vorherrschend auf gehoelter Kartoffelknolle, Kartoffelsaftagar				Bemerkungen			
gelbräunlichweiß	durchschnittlich mehr bräunlichweiß	Orange	Ocker		verschieden gelb	Ocker bis orange lauchfarbig	olivgrün	verschieden blau	karmine mit violetter Einschlag	Charakteristische Mischfarbe von Mycel- und Konidienfarben	
			gelblicher bis rötlicher Ocker	Ocker mit verschiedenem Einschlag							
F. solani								F. solani spärlich; grünlichblau			
F. Martii								F. Martii grünlichblau bis indigo			spangrün
F. coeruleum Dunkelkultur			F. coeruleum Lichtkultur					F. coeruleum Indigo			spangrün
F. theobromae					F. theobromae junge Kultur						
F. orthoceras Dunkelkultur					F. orthoceras gelblichweiß Dunkelkultur	F. orthoceras Ocker mit hellachsfarbigem Einschlag Lichtkultur		F. orthoceras spärlich; grünlichblau			
	F. Wilkommii					F. Wilkommii Ocker					
		F. metachroum									F. metachroum
		F. subulatum									F. subulatum
			F. rubiginosum			F. rubiginosum gelblich					F. rubiginosum
					F. discolor orangefarbiger Einschlag						F. discolor
					F. discolor var. sulphureum orangefarbiger Einschlag	F. discolor var. sulphureum et- bis schwefelgelb					
			F. falcatum			F. falcatum Ocker					
						F. gibbosum hellachsfarbiger Einschlag					
			F. rostratum								F. rostratum
F. vasinfectum pisi van Halli											F. vasinfectum pisi van Halli

V. Systematik der beschriebenen Arten.

Um aus den morphologischen und biologischen Ermittlungen systematische Gesichtspunkte zu gewinnen, wurden die Arten mit gleichartigen Faktoren gruppenweise vorläufig zusammengestellt. Die Gruppierung wird aber leicht willkürlich, wenn man beliebige Faktoren herausgreift und die Arten diesen unterordnet. Es gilt hier solche Gruppen zu schaffen, die eine verwandtschaftliche Einheit bilden. Verfährt man so, so ist eine wesentliche Stütze gefunden, um natürliche Entwicklungsreihen und wertvolle Artenschlüssel aufzustellen, wodurch die Kenntnis und die Erkennung der Arten in gleicher Weise gefördert werden können.

Obleich nun im vorhergehenden die Erscheinungsformen nach jeder Richtung hin durchgearbeitet sind und dadurch eine Übersicht über die Bewertung der Einzelfaktoren im systematischen Sinne angebahnt war, stieß man bei der Verdichtung des verschiedenartigen Formenmaterials doch immer noch auf große Schwierigkeiten. Es muß leider zugegeben werden, daß, wenn auch schon jetzt eine Anzahl Arten einheitlich gefaßt werden können, doch die Zahl der von uns durchgearbeiteten Fusarien noch nicht genügte, um eine umfassende Antwort auf die für eine einwandfreie Gruppierung sich ergebenden Fragen zu geben. Die Ermittlungen bringen also im wesentlichen nur Gesichtspunkte, welche entweder mit Hilfe großer Artenreihen weiter verfolgt oder sogar teilweise später durch bessere ersetzt werden können. Die Schwierigkeiten sind in allen Richtungen vorhanden. Einmal ist bei einer ganzen Anzahl von Stämmen die Frage offen geblieben, wie der Varietäts- und Rassenbegriff bei *Fusarium* zu fassen ist. Diese Frage hängt nämlich ab von dem Grade der Bewertung der Einzelfaktoren der Unterscheidung und ist erst eingehend zu diskutieren.

Sicher ist einstweilen, daß die wichtigsten systematischen Werte aus der Beschaffenheit der Konidie und ihrer Tragorgane zu erwarten sind, wobei die Form am meisten bietet.

Bei der Form ist die Art der Querschnittsänderung von der Mitte nach den Enden und die besondere Gestalt der Scheitelzelle, ferner das Verhältnis der Krümmungen von Rücken- und Bauchlinie wertvoll, auch gelegentlich die Beschaffenheit der Basalzelle.

Wir können dann unterscheiden:

1. Den *Fusarium solani*-Typ.
2. „ „ *subulatum*-Typ.
3. „ „ *discolor* „
4. „ „ *gibbosum* „
5. „ „ *Willkommii* „
6. „ „ *didymum* „

1. Der *Fusarium solani*-Typ zeichnet sich aus durch sehr geringe Querschnittsänderung im mittleren Konidiengebiete, durch eine bedeutend stärkere Verjüngung vom Scheitelseptum ab, von wo die Krümmung der Dorsale auffallend zunimmt bis

zu dem schwach abgerundeten Scheitelende. Die Krümmung der Längsachse ist verschieden, im allgemeinen gering.

Der Typ wird vertreten durch *F. solani*,
F. Martii,
F. coeruleum,

wobei zu bemerken ist, daß die ersten beiden Arten die Neigung haben, ihren größten Querschnitt von der Mitte aus mehr gegen den Scheitel zu auszubilden, die letztere mehr gegen die Basis zu, daß ferner die ersteren grünlichblaue Mycelfarben und bräunlichweiße Konidienlager haben, die letztere indigoblaue Mycelien und ockerige Lager mit helllachsfarbigem Einschlag.

2. Der *F. subulatum*-Typ hat eine dauernde, wenn auch oft sehr geringe, verhältnismäßig gleichartige Querschnittsänderung von der Mitte nach den Enden zu, sogar bis zum Scheitel. Die Krümmung der Längsachse ist verschieden bei den Arten.

Vertreter dieses Typs sind: *F. subulatum*,
F. metachroum,
F. aquaeductum.

Auch *F. lolii*, das auf Stengel normale Sporen lieferte, gehört hierher; es hat Konidien, die an die von *F. aquaeductum* erinnern, aber höher septiert sind. Die Konidienlager sind orangefarbig. Die Krümmung ist am stärksten bei *F. aquaeductum*. Die Mycelien sind bei den einzelnen Arten verschieden gefärbt. Zwischen 1. und 2. Typ gibt es Arten, die mehr nach dem einen oder anderen Typ neigen:

F. theobromae,
F. elegans (Textabb. 2 D),
F. spec. (dimerum ähnlich, Textabb. 2 F).

Bei diesen Arten ist die Querschnittsverjüngung von der Mitte nach den Enden zu schneller als beim 1., langsamer als beim 2. Typ, vor allem aber die beim Scheitel allmählicher als beim 1., schneller als beim 2. Typ.

Auch *F. orthoceras* ist schwer unterzubringen unter 1 und 2, um so mehr, als es herrschend einzellige Konidien besitzt, obgleich die Triseptaten, wenn auch in der Minderzahl, doch bessere Merkmale bieten und auch vergleichbarer sind mit anderen Arten mit septierten Konidien. Diese Triseptaten scheinen im ganzen aber doch dem *Solani*-Typ am nächsten zu stehen.

3. Der *F. discolor*-Typ hat als wesentliches Merkmal eine mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Neigung, die Spitze der Scheitelzelle flaschenhalsartig zu verjüngen.

Er umfaßt: *F. discolor*,
F. rubiginosum,
F. spec. (*Spicaria-Fusarium* van Hall de Jonge, Textabb. 2 O),
F. rostratum, die Konidienform von *Gibberella saubinetii* (Textabb. 1 E).

Mit Ausnahme von *F. discolor* var. *sulphureum* können alle karminrotes Mycel entwickeln; mit Ausnahme von *Spicaria-Fusarium*, das bräunlichweiße Konidienlager bildet, sind die letzteren bei allen Arten ockerfarbig mit verschiedenen Einschlägen.

4. Der *F. gibbosum*-Typ ist durch seine Buckelkonidien auffällig, die durch hyperbolische Dorsalen sich auszeichnen. Die Anschwellung des Querschnitts ist beträchtlich dort, wo der Pol der Hyperbel liegt, während nach den Enden zu die Verjüngung des Querschnitts in der allmählichen Weise wie beim *F. subulatum*-Typ vor sich geht.

Hier sind nur *F. gibbosum* und *F. falcatum* zu nennen.

5. Der *F. Willkommii*-Typ hebt sich stark ab gegen alle vorhergegangenen durch seine keuligen bezw. wurst- oder schlangengurkenförmigen Konidien. Es gehören hierher *F. Willkommii* (Textabb. 2 O),

F. spec., die Konidienform einer Kakao-Nectria (vgl. Textabb. 1 B).

6. Der *F. didymum*-Typ hat scheinbar Ähnlichkeit mit dem vorigen. Aber der spitzbogige Abschluß des Scheitels ist zu eigenartig, auch das Vorhandensein einer Ansatzpapille, die bei dem vorigen Typ fehlt.

F. didymum ist alleiniger Vertreter dieses Typs.

Man kann noch einen Typ, der vorläufig als *Ventricosum*-Typ bezeichnet werden mag, andeuten, der durch eine stark gewölbte Rückenlinie im Gegensatz zu der sehr schwach oder unmerklich gekrümmten Bauchlinie auffällt. Der einzige in Textabb. 2 S abgebildete Vertreter dieses Typus ist noch nicht bearbeitet, abgesehen von seinen Konidien, weshalb es nicht möglich ist, zu entscheiden, ob es sich hier um eine bekannte oder eine neue Art handelt.

Jedenfalls geht daraus hervor, daß die Fusarien nach gleichartigen Konidienformen gruppiert werden können. Es bleibt aber noch zweifelhaft, ob nicht bei dieser Gruppierung recht heterogene Elemente in Zusammenhang gebracht werden müssen. Daher ist zu untersuchen, ob diese Gruppen auch außer der Konidienform noch verwandte Merkmale haben, oder ob die einzelnen Faktoren bei einem Typ regellos in andere Typen übergreifen.

Zunächst scheint die Septierung gelegentlich eine recht verschiedene zwischen den Arten eines Typs zu sein. Der *Subulatum*-Typ hat beispielsweise eine Art mit einseptierten und zwei mit fünfseptierten Konidien. Auch der *Discolor*- und *Gibbosum*-Typ bergen Arten mit verschiedener Septierungshöhe. Da nun die Septierung auch innerhalb einer einzigen Art schwanken kann, wie aus dem speziellen Teile für eine größere Anzahl Fusarien zu ersehen ist, so scheint sie nicht geeignet, so hoch wie die Konidienform bewertet zu werden. Es ist also sehr wohl verständlich, daß die Septierung nicht eine einheitliche innerhalb eines Formentyps zu sein braucht. Dagegen kann sie ein gutes Merkmal zur Artunterscheidung sein.

Wie ist aber nun das Farbenbild von Konidien und Mycelien auf die Formtypen verteilt? Der *Solanityp* umfaßt Arten, die blaue Mycelfarbstoffe hervorbringen können und bräunlichweiße Konidienmassen. Allerdings werden letztere bei *F. coeruleum* ockerfarbig mit helllachsfarbigem Einschlag, wenn sie im Licht kultiviert und vom Blau des Mycels unbeeinflusst geblieben sind. Vielleicht ist dieses Verhalten zwar wichtig, um die Art gegen die anderen beiden abzutrennen, aber nicht so wichtig, um die Ansicht von der Einheit des Farbenbildes innerhalb dieses Formentyps zu stören. Eine solche Einheit liegt nämlich, von wenigen Schwankungen ab-

gesehen, auch für andere Typen vor: Bei den Subulaten ist die Konidienfarbe gleich, nämlich orange, *F. aquaeductum* hat aber eine Abweichung im Mycel, das nie karminrot wird, wie bei den anderen Arten. Der Discolorotyp hat Arten, die alle bis auf *F. discolor* var. *sulphureum* karminrote Mycelien liefern können, aber hier weicht die Konidienfarbe des *Spicaria-Fusariums* ab, das bräunlichweiße Lager entwickelt, nicht ockerfarbige wie die anderen Arten. Da aber bei letzteren die Ockerfarbe verschiedene Einschlüge hat, so kann die Schwankung nach braun für das *Spicaria-Fusarium* nicht überraschen. Auch der *Gibbosum*- und *Willkommii*-Typ haben ein ziemlich einheitliches Farbenbild.

Also scheint das Farbenbild in mancher Weise eine Hilfe bei der Gruppierung sein zu können, da es oft in Arten mit gleichen Konidienformen gleich ist. Ob etwa die Ausnahmen später in neuen Paralleltypen besser untergebracht werden können, müssen weitere Untersuchungen lehren. Die Möglichkeit, daß die Aufstellung neuer Formentypen notwendig werden kann, schließt die Zahl der Arten ein, die weder bei dem *Solani*- noch bei dem *Subulat*umtyp unterzubringen waren.

Auch hinsichtlich der Verzweignungsverhältnisse liegen gute Übereinstimmungen innerhalb der *Fusarien* eines Formentyps vor. Ferner auch hinsichtlich der *Chlamydo*sporen.

Es scheint also in der Tat die Gruppierung nach der Form der Konidien etwas für sich zu haben, zunächst, weil man auf diese Weise Arten zusammenbringt, welche auch sonst viel gemeinsam haben.

Aus Gründen der Übersicht mag vor der Ausarbeitung eines Artenschlüssels noch eine Zusammenstellung unserer *Fusarien* zunächst nach der Höhe der Septierung erfolgen. Sie ist nur insofern schwierig, weil die Konstanz der Septierung bei den Arten verschieden ist.

1. 0 septiert	<i>F. orthoceras</i> (mit Neigung zur Septierung).
2.	{ <i>F. spec.</i> (ähnlich <i>F. dimerum</i>), Textabb. 2 F.
3. 1 septiert	
4.	{ <i>F. aquaeductum</i> .
5.	{ <i>F. didymum</i> (mit schwacher Neigung zu höherer Septierung).
6. 3 septiert	{ <i>F. solani</i> „ „ „ „ „ „
7.	
8.	{ <i>F. spec.</i> , Textabb. 2 S.
9. 3—4 septiert	{ <i>F. coeruleum</i> (mit schwacher Neigung zu höherer Septierung).
10.	{ <i>F. Martii</i> „ „ „ „ „ „
11. 3—5 septiert	
12.	{ <i>F. theobromae</i> „ „ „ „ „ „
13. 5 septiert	{ <i>F. discolor</i> .
14.	{ <i>F. discolor</i> var. <i>sulphureum</i> .
	{ <i>F. Willkommii</i> (mit starker Neigung zu tieferer, schwacher Neigung zu höherer Septierung).
	{ <i>F. rubiginosum</i> (mit schwacher Neigung zu tieferer Septierung).
	{ <i>F. rostratum</i> , Konidienform von <i>Gibberella saubinetii</i> (mit Neigung zu tieferer Septierung).

- | | | |
|------------------|---|--|
| 15. | } | F. falcatum. |
| 16. 5septiert | | F. metachroum. |
| 17. | | F. subulatum (mit starker Neigung zu höherer Septierung). |
| 18. 5—7 septiert | | F. gibbosum. |
| 19. 7 septiert | | F. spec., Konidienform einer Kakao-Nectria (Textabb. 1 B). |

Noch höhere Septierung wird von Brick (1908) für *F. decemcellulare* angegeben, der außerdem auf *F. gigas* Sp. mit 9—11 Septen hinweist.

Will man die Reihe nach der Höhe der Entwicklung der Konidienträger aufstellen, so ist ebenfalls mit *F. orthoceras* als niedrigste Art zu beginnen. Im übrigen aber wird die Reihenfolge eine andere, was ja nicht verwundern darf:

- | | | |
|---|---|--|
| 1. <i>F. orthoceras</i> | } | Mit unregelmäßig angeordneten, unverzweigten Trägern.
Die Sterigmen ausnahmsweise gedreht, meist einzeln. |
| 2. <i>F. Willkommii</i> | | Vorherrschend unregelmäßiges, sparriges, ausgebreitetes Geäst. Gelegentlich paarige Verästelung. Sterigmen seltener gedreht als unregelmäßig zerstreut. |
| 3. <i>F. solani</i>
<i>F. coeruleum</i>
<i>F. Martii</i>
<i>F. theobromae</i> | } | In dem mehr oder weniger ausgebreiteten Geäst der teilweise hoch entwickelten Träger herrschen 2- bis 3 gliedrige Wirtel vor. Die Verzweigung kann sich in den Seitenästen mehrfach wiederholen, auch mehretagig sein. Auch die Sterigmen stehen an den Endauszweigungen in 2- bis 3-Zahl. |
| 4. <i>F. falcatum</i>
<i>F. gibbosum</i> | | Gliederzahl und Anordnung wie unter 3., häufig ergibt sich aber ein gedrungenerer Gesamteindruck des ganzen Trägers. |
| 5. <i>F. discolor</i>
<i>F. metachroum</i>
<i>F. subulatum</i>
<i>F. rubiginosum</i> | | Im Geäst kann Übereinstimmung mit 3. herrschen, aber häufig eine höhere Gliederung beobachtet werden. Besonders aber häufen sich die Sterigmen leichter zu 4 und mehreren in wirteliger Anordnung. Die Zahl geht gelegentlich bis 8 bei <i>F. metachroum</i> . |

Die Träger unter 5. sind noch insofern verschieden, als der Grad der Stauchung der Mittelachse des Trägerstandes zu besonderen Gesamtbildern führt. Bei *F. discolor* kann die Achse länger angezogen sein und dann eine mehretagige Anordnung der Wirtel häufig sein. Bei *F. rubiginosum* ist die Achse meist stark gestaucht, die Hauptweiterentwicklung übernimmt der Grundwirtel. Dadurch kommt eine mehr zentrifugale Gesamterscheinung heraus, die im achsilen Längsschnitte in der Form eines Kreisabschnittes hervortritt.

Endlich seien noch die Durchschnittsausmaße der untersuchten Arten aufgezählt, woraus hervorgehen wird, daß die Breiten im Verhältnis viel größere Unterschiede unter den Arten bieten als die Längen, die bei einer Anzahl Fusarien eine kaum abweichende Schwankungszone haben. Die Reihenfolge ist daher nach der Breite gewählt:

F. orthoceras	6—12 × 2 ¹ / ₂ —3 ¹ / ₄ μ	(0 septiert)
selten	23—46 × 3 ¹ / ₄ —4	„ (3 „)
F. subulatum	49—69 × 3 —4 ¹ / ₂ „	(5 „)
F. metachroum	48—56 × 4 —4 ¹ / ₂ „	(5 „)
F. falcatum	36—54 × 4 —5 ¹ / ₄ „	(5 „)
F. gibbosum	38—57 × 4 ¹ / ₄ —5 ¹ / ₄ „	(5—7 „)
F. theobromae	43—54 × 4 ¹ / ₂ —5 „	(3—4 „)
F. discolor	23—39 × 4 ¹ / ₂ —5 ¹ / ₂ „	(3—5 „)
F. coeruleum	31—40 × 4 ¹ / ₂ —5 ¹ / ₂ „	(3 „)
F. Martii	44—60 × 4 ³ / ₄ —5 ¹ / ₂ „	(3—4 „)
F. solani	30—40 × 5 —6 „	(3 „)
F. Willkommii	54—62 × 5 —6 „	(5 „)
F. rubiginosum	32—44 × 6 —7 „	(5 „)

Obwohl sich herausstellte, daß mit der Septierung auch die Durchschnittsgröße innerhalb einer einzigen Art ansteigt, so lehrt doch diese Übersicht, daß dies nicht unter den verschiedenen Arten eintritt. Das Gegenteil tritt beim Vergleich von *F. rubiginosum* und *F. subulatum* zutage. Die Konidien beider Fusarien sind normal 5septiert, sind im Durchschnitt bei letzterer Art bedeutend länger, dagegen fast nur halb so breit. Ein besserer Vergleich der Sporengrößen würde erzielt werden können, wenn das Verhältnis von Länge und Breite für jede Art festgelegt worden wäre. Da aber nicht die wahre Länge der Konidie gemessen wird, sondern die Verbindungslinie vom Scheitel zur Basis, so wird bei starker Krümmung ein Wert entstehen, der doch nur ein Zerrbild der Vorstellung des wirklichen Verhältnisses der Länge zur Breite gäbe. Auch müßten dabei mittlere Durchschnittsgrößen gewählt werden, die wiederum erst aus großen Messungs- und Zählungsreihen unter Berücksichtigung der Prozentzahl der Septentypen errechnet werden müßten. Ob aber mit dieser Methode die Erkennung und Unterscheidung der Arten entsprechend dem Zeitaufwande gefördert werden würde, ist sehr zweifelhaft. Viel leichter ist die Orientierung durch einen Vergleich der Konidien nach Abbildungen bei gleicher Vergrößerung, wobei sofort das Wesentliche auch über die Form in die Augen fällt.

Nun könnte noch nach Konidienverlagerungen eine Gruppierung vorgenommen werden. Aber in unseren Arten sind hierin keine großen Unterschiede. Alle können ihre Konidien nichtlagerartig (zerstreut, in falschen Köpfchen, in Ballen) abschnüren oder, mit Ausnahme von *F. orthoceras*, auch lagerartig (Coremien, Sporodochien, Pionnotes). Es sind inzwischen aber Stämme von Fusarien in Kultur genommen, die keine Konidienlager haben, woraus hervorgeht, daß *F. orthoceras* nicht die einzige Ausnahme ist. Wo Sporodochien entstehen, können diese aus einem lockeren fädigen Hyphengeflecht hervorkommen oder aus mehr oder weniger begrenzten Plectenchymknäueln. Letztere waren besonders bei *F. coeruleum*, *F. subulatum*, *F. falcatum* und *F. gibbosum* auffallend. Als wichtiges Merkmal kann auch ihr Vorhandensein kaum gelten.

Aber das Vorhandensein von Chlamydosporen ist noch am ehesten gegenüber dem Fehlen bei anderen Fusarien wichtig. So hatten terminale, echte Chlamydosporen:

- F. solani,
- F. coeruleum,
- F. Martii,
- F. orthoceras (auch viele Chlamydosporen an seitlichen Auswüchsen der Hyphen),
- F. theobromae,
- F. falcatum (auch viele knäuelig gehäufte Chlamydosporen),
- F. gibbosum.

Dagegen suchte man sie vergebens bei:

- F. discolor,
- F. rubiginosum,
- F. subulatum,
- F. metachroum,
- F. Willkommii.

Bei letzteren wurden aber entweder intercalare Chlamydosporen beobachtet und solche, die durch Umwandlung von Konidienzellen direkt entstehen oder plectenchymatische begrenzte und unbegrenzte Gebilde. Selten war eine Art zu finden, die nicht mit einer oder der anderen Art von Dauergebilden ausgerüstet war. F. metachroum scheint eine von diesen Ausnahmen zu sein.

Vorläufiger Bestimmungsschlüssel der hier beschriebenen Arten.

- A. Konidien nicht oder sehr schwach dorsiventral; fast drehrunde, meist stumpfliche gerade oder schwach gekrümmte Formen, deren Ansatzende nie fußartig ist.
 - I. Fast zylindrische Formen F. didymum Hart.
 - II. Keulige oder schlangengurkenartige Formen F. Willkommii Lind.
- B. Konidien mehr oder weniger stark dorsiventral; beidendig verschiedenartig verschmälerte und gebogene Formen, deren Ansatzende stets papillen- oder fußartig ist.
 - I. Dorsiventralität und Querschnittswechsel an den Enden, besonders am Scheitel, stärker als im mittleren Teile.
 - a) Arten mit Terminal-Chlamydosporen (außer intercalaren).
 - 1. Konidienmassen ockerfarbig mit Einschlag nach lachsfarben oder orange.
 - α) Konidien herrschend nicht septiert F. orthoceras n. n.
 - β) Konidien herrschend 3septiert F. coeruleum (Lib.).
 - 2. Konidienmassen bräunlichweiß.
 - α) Konidien herrschend 3septiert F. solani (Mart.).
 - β) Konidien herrschend 3—4septiert.
 - * Mycelien können blauen Farbstoff bilden F. Martii n. sp.
 - ** Mycelien können olivenartige Farbstoffe bilden F. theobromae App. et Strk.
 - b) Arten ohne Terminal-Chlamydosporen (dagegen manche mit intercalaren). Konidien mit Neigung zu flaschenhalsartiger Scheitelverjüngung.
 - 1. Konidienmassen ockerfarbig mit Einschlag nach lachsfarben oder orange.
 - α) Konidien herrschend 3—5septiert.
 - * Mycelien können carminroten Farbstoff bilden F. discolor n. sp.
 - ** Mycelien können keinen carminroten Farbstoff bilden F. discolor var. sulphureum Schlecht. (s. sp.).

- β) Konidien herrschend 5septiert.
 * Durchschnittsbreite 5—5½ μ F. rostratum n. n.
 ** Durchschnittsbreite 6—7 μ F. rubiginosum n. sp.
- II. Dorsiventralität und Querschnittswechsel an den Enden, niemals stärker als im mittleren Teile.
- a) Querschnittswechsel im mittleren Teile schwach.
- α) Konidien herrschend 1septiert F. aquaeductum¹⁾.
 β) Konidien herrschend 5septiert.
 * Stroma normaler Sporodochien nicht plectenchymatisch . F. metachroum n. sp.
 ** Stroma normaler Sporodochien paraplectenchymatisch . F. subulatum n. sp.
- b) Querschnittswechsel im mittleren Teile stärker.
- α) Konidien herrschend 5septiert F. falcatum n. n.
 β) Konidien herrschend 5—7septiert F. gibbosum n. sp.

Dieser Schlüssel basiert also in erster Linie auf der Form, dann reihen sich an: Vorhandensein von Chlamydosporentypen, Konidienfarbe, Septierung, Mycelfarbe, Konidienbreite, Vorhandensein von plectenchymatischen Stromaknäueln. Dagegen sind nicht verwendet: Verzweigungen der Konidienträger, Kurvenarten (ob Ellipse oder Hyperbel), Länge. Damit ist nicht gesagt, daß die letzteren Unterscheidungsmerkmale weniger wertvoll sind. Vielleicht können sie bei einer Erweiterung des Schlüssels auf Grund einer größeren Artenzahl Bedeutung gewinnen. Die Chlamydosporen sind übrigens etwas stärker in den Vordergrund getreten, als vorher beabsichtigt war, da es auf diese Weise ohne Zuhilfenahme feinerer Formmerkmale möglich war, die mutmaßlich formverwandten Arten einander auch im Schlüssel näher zu bringen. Beim Farbenbilde des Mycels ist mit Vorsicht zu Werke gegangen, indem nur hervorstechende Farbtöne benutzt sind. Andere wertvolle Farbenangaben sind aber nicht immer aus dem Schlüssel zu entnehmen, z. B. nicht, daß *F. discolor* var. *sulphureum* gelbe Mycelien hervorbringen kann. Die Diagnosen sind nicht im entferntesten durch den Schlüssel ersetzt.

Der bisherige Gattungsbegriff kann nun in folgender Weise festgelegt werden:

VI. Der Gattungsbegriff *Fusarium* (Link).

Link in Mag. Ges. Naturf. Freunde, Berlin III, S. 10 (1824). — Sacc. *Michelia* II, S. 35; Syll. IV, S. 694.

Syn. *Atractium* Link pr. p. in Mag. Ges. nat. Freunde III, S. 10 (1809).

Fusidium Link pr. p. in Mag. Ges. nat. Freunde VII, S. 31 (1816).

Fusidium Link pr. p. in Spec. Plant. II, S. 96 (1825).

Fusisporium Link in Spec. Plant. I, S. 30 (1824).

Selenosporium Corda Icon. I, S. 7 (1837).

Fusoma Corda Icon. I, S. 7 (1837).

Pionnotes Fries Sum. Veg. Scand., S. 481 (1849).

Sacc. Syll. IV, S. 725.

¹⁾ Morphologisch noch nicht genauer bearbeitet sind folgende 3 Arten dieses Schlüssels: *F. aquaeductum*, *F. didymum*, *F. rostratum*. Sie waren aber bestimmbar, und die Konidien sind in Textabb. 2 abgebildet. *F. aquaeductum* ist zunächst ohne Autor gelassen, da es nicht einheitlich aufgefaßt zu sein scheint.

Konidien mehr oder weniger polar, meist dorsiventral, selten ausgesprochen radiär, mehr oder weniger gekrümmt, in der Reife gewöhnlich septiert, in Massen wenig oder lebhaft gefärbt, mehrere nacheinander an derselben Stelle erzeugt, aber nicht kettenartig verklebt, am Ende einfacher oder verzweigter, septierter Konidienträger, die entweder zerstreut zwischen den Hyphen, gelegentlich zu Coremien vereinigt, oder in Sporodochien gesellig auftreten. Konidien später pulverig zwischen den Hyphen zerstreut oder als tuberculariaähnliches, fest begrenztes, gallertiges Sporodochiumpolster, gelegentlich, als Pionnotes, in unbegrenzten schleimigen Lagern auftretend.

Chlamydosporen, oval oder birnenförmig, einzeln oder gesellig, in Ketten oder Knäueln, dauernd zusammenhängend, terminal oder intercalär, nicht mehrere nacheinander erzeugt, ohne besondere von den Konidienträgern zu unterscheidende Träger, auch in Farbe kaum besonders hervortretend. Nie in gallertigen Lagern dichter zusammengeschart.

Hyphen septiert, verschieden verzweigt, epi- und endophytisch, spärlich oder reichlich auftretend, entweder isoliert oder zusammen ein lockeres oder dichteres, teilweise zu coremienartigen oder, besonders als Stroma, zu plectenchymatischen gestaltlichen oder gestaltlosen Verwachsungen, ferner häufig auch zu immersem Wachstum neigendes, begrenztes oder ausgebreitetes, vielfach durch Anastomosen innig zusammengeschlossenes, gelegentlich lebhaft gefärbtes Mycel bildend.

Bemerkung. Es ist unentschieden gelassen, ob Arten ohne Konidienseptierung aus der Gattung ausscheiden, dagegen nicht, wenn sie wenigstens eine Neigung zur Septierung haben (*F. orthoceras*), oder ob erstere sich mit Saccardo zu einer Untergattung *Fusamen* vereinigen lassen; ferner, in welcher Folge die Merkmale für die Bestimmung einer Art als *Fusarium* entscheidend sind, wobei die Wahl ist zwischen: Septierung, Dorsiventralität, Polarität, Längsachsenkrümmung der Konidien. Sehr zweifelhaft erscheint eine Beziehung von *Fusarium* obiger Auffassung mit den von Saccardo unter *Leptosporium* vereinigten Arten, doch kann nur die Untersuchung vieler Formen diese Frage der Begrenzung des Gattungsbegriffs klären. Was die Farbe der Konidienmassen anbelangt, so scheinen schwarze Farben nicht normal aufzutreten, auch beim Mycel nicht. Helle, Orange- und Ockerfarben herrschen bei Konidien vor, für das Mycel treten noch gelb, rot, blau hinzu. Der Begriff Sklerotium ist für *Fusarium* diskutierbar. Die Untersuchungen haben nichts ergeben, was die Sonderstellung irgend welcher plectenchymatischer Gebilde als Sklerotien notwendig erscheinen ließe.

VII. Beziehungen von Fusarien zu höheren Fruchtförmern.

Wenn auch für diese Arbeit als Hauptaufgabe zu betrachten war, die Fusarien, d. h. die Konidienformen, für sich zu studieren und die Möglichkeit der Unterscheidung der einzelnen Formen darzutun, so wurde naturgemäß doch auch der Frage der Zugehörigkeit dieser Konidienformen zu höheren Fruchtförmern einige Aufmerksamkeit geschenkt.

Dabei mußte es auffallen, daß keine der im speziellen Teil dargestellten Arten, trotz zweijähriger Kultur eine höhere Fruchtform lieferte, sondern auf die Entwicklung von Konidien und Chlamydosporen beschränkt blieb. Es könnte das vielleicht zu der Vermutung Anlaß geben, daß die Methodik noch nicht genügend durchgebildet sei, und in der Tat wird man, wenn man der Frage nach der Entwicklung höherer Fruchtformen besonders nachgeht, wohl noch mehr verschiedenartigere Nährböden benutzen und vor allem auch noch mehr verschiedene physikalische Einflüsse in Betracht ziehen müssen.

Immerhin ist hervorzuheben, daß die Organismen auf einer erheblichen Anzahl von Unterlagen gezüchtet worden sind und daß dabei auch lebende Substrate nicht fehlten. Besondere Aufmerksamkeit wurde dabei Arten zugewandt, von denen man annehmen konnte, daß sie Perithezien entwickeln, wie z. B. *F. Willkommii*. Diese Art könnte allenfalls verdächtig sein als Konidienform zu *Nectria ditissima* zu gehören, denn es wurden von Perithezien dieses Ascomyceten Kulturen mit Konidien gewonnen, die sich nur durch eine Neigung zu höherer Septierung auszeichneten; da diese letzteren nicht wieder umgekehrt zu Perithezienentwicklung geführt haben, so könnte man analog schließen, daß man dann auch von *F. Willkommii*, dem aus einem Apfelgehäuse gezüchteten Pilze, keine Perithezienbildung erwarten könne, und daß die Art trotzdem als Konidienform von *Nectria ditissima* aufzufassen sei. Die Auffassung würde gestützt, wenn ein echter Parasit, wie es *N. ditissima* als Krebserreger an Obstbäumen sein soll, auf gekochten Substraten nur seine Konidienform zu entwickeln vermag, dagegen zur Perithezienbildung besonderer Stoffe bedarf, die er nur durch zeitweilige Übertragung auf gewisse lebende Pflanzenteile sich verschaffen kann. Damit im Einklang stände die Erfahrung, welche Ihssen (1910) gemacht hat. Derselbe konnte von seinem *Fusarium nivale* nur auf der lebenden Wirtspflanze Perithezien erhalten, nicht in Reinkulturen auf sterilisierten Nährböden. Auf letzteren zeigten sich stets nur Konidien, gleichgültig ob von Konidien oder von Ascosporen ausgegangen worden war. Dabei ist aber die Reinkultur meist auf Nährböden vorgenommen worden, die sich nach unseren Erfahrungen weniger eignen, nicht einmal zur Anzucht von normalem Konidienmaterial. Daher ist nicht zu übersehen, ob nicht doch Perithezien aufgetreten wären, besonders wenn eine Kultur auf verschiedenen Stengelgruppen versucht worden wäre. Das wäre hochinteressant, weil damit der Nachweis vielleicht erbracht werden könnte, daß ein wirklicher Schädiger von Kulturpflanzen auch saprophytisch seinen ganzen Entwicklungsgang beschließen kann. Das ist nämlich bisher noch für keinen einzigen wirklich anerkannten parasitären Ascomyceten bewiesen worden.

Sogar bei der Reinkultur saprophytischer Ascomyceten scheinen Schwierigkeiten in der Anzucht von Schlauchfrüchten zu bestehen; sonst hätten Reinke und Berthold (1879), die auf stark gefaulten Kartoffelknollen die Schlauchform ihres *Hypomyces solani* erzielten, sich gewiß nicht hierauf beschränkt, sondern auch die Züchtung in Reinkulturen durchgeführt, um jeden Zweifel an der Zusammengehörigkeit von Schlauchform und *Fusisporium solani* auszuschließen. Erfolgreicher waren mit der Anzucht der Schlauchform aus Fusarienkonidien Glück (1902), der die Zugehörigkeit eines

Fusariums zu einer Nectria nachwies, die er *N. moschata* nannte, und Butler (1910), der die Perithezien von *Neocosmospora vasinfecta* Smith in Reinkultur erzielte. Uns gelang die Züchtung der Schlauchform von *Gibberella saubinetii* auf gekochten Stengeln aus einem Fusarium, das sich mit keinem andern deckte und daher *F. rostratum* genannt worden ist (da *F. roseum* eine Sammelspezies ist und nicht als Konidienform dieser *Gibberella* weiter geführt werden darf). Ferner ließen sich aus einem Kakao-Fusarium, das uns unter *Nectria de Jonge* (1909) aus Amsterdam von der Zentralstelle für Pilzkulturen, aber ohne Perithezien zuzuging, nach einem Monate auf gekochten Stengeln von Kartoffeln reichlich die Schlauchfrüchte dieser *Nectria* erzielen. Über *Gibberella* und diese *Nectria* soll besonders berichtet werden. Es gelang übrigens auch leicht verschiedene *Melanospora*arten auf Stengeln zur Bildung von Schlauchfrüchten zu veranlassen und auch, was noch weniger verwundern wird, *Chaetomium*arten.

Am wichtigsten ist der Nachweis der Züchtbarkeit für *Nectria* und *Neocosmospora*, weil gerade diese Ascomyceten für eine Reihe von Kulturpflanzen als Parasiten angesprochen sind. Stimmt das, so ist prinzipiell die Frage der Züchtbarkeit von Perithezien parasitärer Pilze gelöst. Da auch bei unserer Züchtungsmethode Ascomyceten ihren ganzen Entwicklungsgang durchmachen, so wäre das in folgender Hinsicht von Bedeutung. Es ist nicht recht einzusehen, warum einige Fusarien auf denselben Nährboden in saprophytischer Weise Perithezien entwickeln, auf denen die große Mehrzahl selbst nach Jahren nur Konidien und Chlamydosporen bilden; daß beispielsweise von Kakao 3 Stämme mit Fusariumkonidien gezüchtet wurden, von denen einer Perithezien bildete und sich als *Nectria* entpuppte, die anderen nicht, obgleich alle 3 normale Konidien reichlich hervorbrachten. Diese Perithezien entwickelten sich obendrein auf gekochten Kartoffelstengeln, so daß man doch nicht etwa sagen kann, die Säfte der Wirtspflanze spielten vielleicht eine große Rolle für das Auftreten der Schlauchform.

Unter diesem Gesichtspunkte also wäre eine Bestätigung unserer Vermutung nahegelegt, daß nämlich nur eine zufällige äußere Ähnlichkeit von Konidienformen höherer Pilze mit Fruchtformen selbständiger niederer Pilze vorliegt, daß also, mit anderen Worten, die Vermutung eines Zusammenhangs jeder Sichelspore mit Ascomyceten oder anderen höheren Pilzen nur auf einem allerdings recht wahrscheinlich anmutenden, aber dennoch illusorischen Analogieschlusse beruht. Dieser Analogieschluß hat dem Ausbau des Systems der Fusarien am meisten geschadet, weil man es für zwecklos hielt, Unterscheidungsmethoden für mutmaßliche Nebenfruchtformen höherer Pilze zu suchen, die obendrein, wie man aus gewissen Befunden an gewiß häufig anormalen Kulturprodukten schloß, so stark variierten, daß die Zonen der Variabilität verschiedener Arten ineinander gingen und keine Unterscheidung zuließen.

Nun ist aber noch ein anderer Gesichtspunkt im Auge zu fassen. Um bei dem Kakao-Beispiel zu bleiben, wäre es denkbar, daß dasjenige Kakaofusarium, welches auf gekochten Kartoffelstengeln Schlauchfrüchte entwickelt, kein Parasit, sondern ein Saprophyt ist. Daß im Gegensatz dann die beiden anderen Kakaofusarien vielleicht Parasiten sind und gerade deswegen nicht auf gekochtem Substrate zur Ausbildung höherer Fruchtformen kommen können. Nun werden eine Reihe von Nectrien von

Kakao als Parasiten angegeben. Die von uns gezüchtete, von Frau van Hall de Jonge (1909) stammende Kakao-Nectria aber wird von der Verfasserin als Saprophyt angesprochen. Ferner ist *Neocosmospora vasinfecta* Smith (1899), das nach diesem Autor zwar ein Parasit auf *Gossypium*, *Vigna*, *Citrullus* sein soll, von Butler (1910) als harmloser Bodensaprophyt erkannt worden. Das spräche also in der Tat für eine Annahme, daß die Entstehung von Schlauchformen bei saprophytischer Züchtungsweise eine Wahrscheinlichkeit in sich schließt, daß man es auch wirklich mit einem Saprophyten zu tun hat. Dann kann man also von unseren Fusarien, für den Fall, daß sie zu Ascomyceten gehören, vermuten, daß sie Parasiten sind, weil sie ja saprophytisch keine Perithezien bilden zu können scheinen.

Beide hier diskutierte Ansichten haben Wahrscheinlichkeit. Beide sind hochinteressant. Ist die eine Ansicht richtig, so sind die im speziellen Teile aufgeführten Fusarien wahrscheinlich selbständig. Ist aber die andere richtig, so scheinen sie Parasiten zu sein.

Einstweilen dürfte es wohl in Zukunft das beste sein, alle Sichelkonidien, von denen etwas ausgesagt werden soll, zuvor in Reinkultur zu züchten, um sie erkennen und diagnostizieren zu können, unabhängig von der Frage der Perithezienbildung. Diese ist natürlich auch wesentlich, aber es hat sich durch diese Arbeit herausgestellt, daß Konidien und Chlamydosporen zur Charakterisierung der Arten genügen. Man wird also sowohl Konidienformen von Nectrien, Gibberellen, *Neocosmosporeen*, *Hypomyces* usw. ebenso genau studieren müssen wie die selbständigen oder für selbständig gehaltenen Fusarien.

Alle Sichelsporen können dann, wie das sicher möglich ist, zu einer vorläufigen Gattung vereinigt, solange in einheitlichen Bestimmungsschlüsseln zusammen aufgeführt werden, bis die Klärung der oben angeschnittenen Fragen eine Änderung der Taktik verlangt.

Es mag am Schluß erwähnt sein, daß vielleicht die Entwicklung von Schlauchformen in Reinkultur begünstigt werden kann, indem man auf gekochten Pflanzenteilen verschiedener Entwicklungsstadien der Pflanzen züchtet. Daß die Konidien von *Fusarium Willkommii* auf ganz jungen Sommertrieben von Obstbäumen nicht so normal, d. h. normal 5-septriert, sich ausbildeten, wie an älteren Trieben, steht fest; auch auf ausgereiften Kartoffelstengeln war die Ausbildung normaler als auf sehr jungen. Vielleicht ist auch die Perithezienbildung vom Alter des Pflanzenteiles ein wenig abhängig. Jedoch war bis jetzt die Variation der Nährsubstrate auch nach dieser Richtung hin bei uns ebensowenig von Erfolg im Sinne einer Schlauchformzucht aus den Kartoffelfusarien, als die Benutzung verschiedener Feuchtigkeitsgrade, Temperaturen, Licht- und Luftgaben, wenn auch zugegeben werden muß, daß in dieser Weise noch nicht erschöpfend genug vorgegangen sein mag.

B. Spezieller Teil.

I. *Fusarium solani* (Martius pro parte).

(Tafel I, 1—30, Tafel III, 1 und Textabb. 4.)

Für die ursprünglich geplante Monographie der Kartoffelfusarien lag es nahe, zunächst das zuerst von Martius (1842) beschriebene und verhältnismäßig gut abgebildete *Fusisporium Solani* aufzusuchen. Es lag dies um so näher, als sich nach Martius zahlreiche Forscher mit dieser Art beschäftigt haben und daraus zu schließen war, daß sie sehr häufig vorkommen müsse. Ein eingehendes Studium der Literatur ergab allerdings, daß nur wenige Autoren sicher die Martius'sche Art vor sich gehabt haben, wie z. B. Harting (1846), der sie unter dem Namen *Fusisporium solani flavum* und Wehmer, der sie als *Fusarium solani* Saccardo abgebildet und beschrieben hat. Andere Autoren, wie Desmazières, Bonordon, Schacht, Karsten, haben sie vielleicht vor sich gehabt, doch ist dies aus ihren Arbeiten nicht mit Sicherheit festzustellen, wieder andere haben außer dieser offenbar andere *Fusarium*arten mit beobachtet, versehentlich aber alle mit *F. solani* Martius in Verbindung gebracht (Schacht [1856], de Bary [1861]), auch scheint von manchen Autoren die Martius'sche Art überhaupt nicht aufgefunden, sondern unter *F. solani* eine ganz andere Species beschrieben worden zu sein (Saccardo in Michelia 1881, Hallier 1898)¹⁾.

Aber auch die Martius'sche Art ist noch nichts einheitliches, vielmehr umfaßt sie, wenn wir die Beschreibung und Abbildungen von Martins zugrunde legen, zwei einander allerdings sehr nahestehende Formen, die sehr häufig auf demselben Substrate, der Kartoffelknolle, vorkommen. Die eine derselben, und zwar die kleinere, entspricht mehr der Abbildung und ist die häufigere, die andere ist größer und entspricht dadurch mehr den angegebenen Maßen in der Martius'schen Beschreibung. Wahrscheinlich hat Martius bei seinen Untersuchungen zahlreicher Knollen aus verschiedenen Gegenden beide Formen gefunden und die größere als die völlig entwickelte Form der kleineren aufgefaßt und gemessen, die kleinere aber als die häufigere abgebildet. Beide kommen gelegentlich auch vergesellschaftet vor, in Kultur aber sind sie leicht zu trennen, und da ihre Merkmale konstant sind, muß jede als besonderer Typus aufgefaßt werden.

¹⁾ Vgl. Literaturstudie im allgemeinen Teile und *Fusarium rubiginosum*.
Biol. Arb. Bd. VIII.

Es war nun zunächst die Frage, ob beide als „Arten“ oder als „Varietäten“ aufzufassen sind. Da sie aber nicht nur in ihrer Größe verschieden sind, haben wir sie als gleichberechtigte Arten nebeneinander gestellt und den häufigeren Typus als *F. solani* (Martius pro parte), den weniger häufigen Typus als *F. Martii* beschrieben.

F. solani bildet in der Natur auf der Schale seines Wirtes begrenzte Sporenlager (Sporodochien). In der Jugend sind diese halbkugelig in Größe und Form tuberkulariaartig; sie kommen einzeln oder gruppenweise in Stecknadelkopf-, später bis Erbsengröße vor. Auf Wundflächen dagegen sind ausgebreitete Lager mit unbegrenzten Konidienschichten zu finden. Auch die Konidienschichten zahlreicher Sporodochien können natürlich, besonders bei feuchtem Standorte, zusammenfließen zu einer gallertartigen Schicht. Fusarien mit solchen unbegrenzten schleimigen Lagern zog man bisher zu der von Fries (1849) aufgestellten Gattung *Pionnotes*. Auch das *Fusisporium solani tuberosi* Desmazières wurde in *Pionnotes* umgetauft, ist aber nichts anderes als *Fusarium solani*, auf naßfaulen Knollen erwachsen. Die Gattung *Pionnotes* ist überflüssig, da sie nur auf einem Zustande, einer unter Umständen eintretenden Konidienverlagerung, beruht. Der Name *Pionnotes* kann indes zweckmäßig diesen Zustand eines ausgebreiteten Konidienschleimes weiterhin bezeichnen.

Am besten entwickelt sich die *Pionnotes*form auf unbehülltem Substrate, Wundflächen, Schnittflächen u. dgl.

Das Mycel auf der Kartoffelschale ist locker und spärlich. Je trockener die Luft, desto spärlicher ist es. Anders auf unbehülltem Substrate, wo sich, besonders in feuchter Luft, ausgedehnte bis 1 cm hohe dichte Rasen ausbreiten können. Natürlich können sich unter recht feuchten Bedingungen, z. B. in Kartoffelmieten, gelegentlich auch große Luft-Mycelwatten zwischen den Knollen ausbilden. Der Grund, weshalb einmal Rasen mit wenig oder gar keiner Fruktifikation, ein anderes Mal *Pionnotes* mit geringer Mycelentwicklung oder nur Sporodochien gefunden werden, ist von verschiedenen Ursachen abhängig, die bei Besprechung der Kultur Erwähnung finden werden.

Die Sporenhaufen sind im trockenen Zustande kalkigweiß mit einem Stich ins bräunliche, im breiigen Zustande bräunlichweiß, im Alter schwach hellbraun. Letzterer Ton tritt oft bei allmählicher Verdunstung der Feuchtigkeit bis zur Harzkonsistenz auf — es ist durchaus nicht die Regel, daß schließlich die Sporenmasse pulverig wird. — Diese offenbar typischen Farbenercheinungen der Konidien werden gelegentlich durch Verfärbungen des Stromas verändert. Die Mycel-Unterlage kann gelbbraun oder grünlichblau werden. Diese Farbtöne teilen sich durch die Hyphen den Konidien mit und geben mit deren Eigenfarbe Mischfarben meist nach olivgrün. Diese sekundär veränderten Konidienlager behalten auch bei Austrocknung ihr Grün, stärker bei Eindunstung bis zur Harzkonsistenz, schwächer im pulverigen Zustande. Die gleichen Farben wurden auch auf dem natürlichen Substrate beobachtet, doch ließ sich daran nicht entscheiden, ob sie allein auf das *Fusarium* oder auf andere mit ihm vergesellschaftete Organismen zurückzuführen waren. Den Beweis, daß diese Farbtöne normalerweise bei diesem *Fusarium* auftreten, lieferte jedoch die Rein-

kultur. In der Literatur finden sich schon bei Martius (1842, S. 14) Angaben über Farbenwechsel der anfangs „weißen“ Schimmelpolster, die „graugrün oder grauviolett“ werden. Wehmer (1897, S. 738) erzielt einen anfangs weißen, dann bläulichen wolligen Rasen von *Fusarium*, anscheinend aber nur gelegentlich, denn er erwähnt sonst immer nur „weiße Konidienpolster“, „weiße Rasen“. Genau genommen ist das Mycel — nicht reinweiß, sondern hellbräunlichweiß bis hellgelblichweiß; — wie etwa das Fleisch einer frisch durchschnittenen „weißen“ Kartoffelknolle; nur die festeren Mycelmassen sind intensiver gefärbt, ungefähr wie die Konidien, solange diese nicht sekundär verändert sind.

Damit ist der makroskopische Befund auf dem natürlichen Nährboden, der Knolle, erschöpft.

In der Kultur befindet sich der Naturbefund völlig bestätigt. Auf ungeschälten, bei 100° C. sterilisierten und mit Konidien beimpften Knollen entwickeln sich in 14 Tagen reichlich Sporodochien mit ihren feuchtglänzenden nackten, selten noch mit etwas Mycelflaum bedeckten Konidienschichten. Mycelentwicklung ist im allgemeinen spärlicher, wenn mit Konidien geimpft wurde, als bei Verwendung von Mycel zur Impfung. Auf Schnittflächen ist der Kontrast besonders in die Augen springend: Mycelimpfung veranlaßt die Bildung eines reichen Rasens, Konidienimpfung aber Pionnotesentwicklung.¹⁾ Auch die Schnelligkeit der Fruktifikation ist dann verschieden, indem Pionnotes in 14 Tagen schon weite Flächen in dicker Schicht bedeckt, ehe die Rasenkultur überhaupt mit der Bildung von Konidienträgern begonnen hat. Gutes Wachstum ist auch auf gekochten Stengeln von Kartoffeln zu erzielen. Auch hier findet eine reichliche Konidienproduktion statt: Sporodochien halbkugelig oder blatternartig ausgebreitet bedecken in 10—14 Tagen die Oberfläche, die fast ohne Mycel bleibt; nur an den Schnittflächen ist ein Schopf aus locker verflochtenen Hyphen sichtbar, zwischen denen Konidienballen verklebt sind, die sich an coremienartigen später zu besprechenden Hyphengruppen entwickelt haben. Neue Farberscheinungen bei Konidien und Mycel weisen die Kulturen nicht auf. Es mag noch erwähnt sein, daß auf zitronensaurem Zuckeragar und solchem ohne Zitronensäure, Nährböden, auf denen auch bei Impfung mit Konidien ebenfalls reichlich Mycel als dichter wolliger Rasen oder untergetaucht (Taf. III, 1) auftrat, stets nur weiße oder schwach bräunlichweiße Töne, nie Grün gesehen wurde, während andere Arten, gerade auf saurem Zuckeragar durch kräftige Farbstoffbildung ausgezeichnet waren.

Ist das makroskopische Bild des Pilzes schon mannigfaltig, so ist das in höherem Maße vom mikroskopischen zu sagen, so daß es schwer ist, dem Formenreichtum besonders der Fruchträger gerecht zu werden. Fruchtformen an sich wurden nur 2 beobachtet: Konidien und Chlamydosporen.

Beginnen wir zunächst mit dem vegetativen Elemente, dem Mycel. Ausgewachsene sterile Haupthyphen sind in der Regel 3—4 μ dick. Diese sind verzweigt, meist unregelmäßig. Die Seitenzweige, oft schon stark verjüngt bis zu 2 μ Dicke, können sich noch wiederholt weiter verzweigen. Die letzten Spitzen sind nur 0,8 μ dick.

¹⁾ Vgl. auch „Allgemeinen Teil“, S. 28.

Ältere Hyphen werden sogar bis $10\ \mu$ dick. Die Septierung ist überall verschieden weit. Mutterhyphen von Konidienträgern sind enger septiert als gewöhnliche Hyphen, ebenso die dicht verschlungenen Hyphen des unteren Mycelrasens und die gewebeartig verwachsenen der Stromata. Das Luftmycel erscheint unter dem Mikroskope als ein Gewirr verflochtener, isolierter, auch gelegentlich zu starken Coremien vereinigter Hyphen. Das Stroma der Sporodochien ähnelt im Aufbau den Coremien, muß aber eingehender besprochen werden, am besten an einem Längsschnitte (Tafel I, 12 u. 13), bei dessen Beschreibung auch verschiedene andere Hyphen-Wachstumsweisen gekennzeichnet werden mögen. Der Längsschnitt läßt bei einem ausgewachsenen Sporodochium 4 Schichten erkennen: Die Substrathyphen-, Stroma-, Konidienträger- und Konidienschicht. Die Substrathyphen (Tafel I, 12 I), die den im Substrat eingebetteten Teil des Sporodochiums bilden, durchziehen das Gewebe des Wirtes, dichter die peripherischen, lockerer die tieferen Partien. Sie haben wohl ernährungsphysiologische Bedeutung. An der Stelle, an der die Kartoffelschale durchbrochen ist, setzt das Stroma ein (Tafel I, 12 II), im Schnitt durch eine helle Linie scheinbar von der ersten Schicht getrennt. Vor allem kontrastiert diese stromatische Schicht gegen die erste durch die Dichtigkeit der Hyphenverwachsung, die hier unten an der Grenze besonders groß ist. Das Stroma ist aus der Länge nach zusammengewachsenen Parallelhyphen entstanden, stellt eine Art Gewebe (Plectenchym) dar, das ursprünglich unter der Substrathülle angelegt ist und die Hülle gesprengt hat. Fetzen der Hülle sind vom Stroma im Wachstum mitgerissen und liefern so noch Anhaltspunkte für seine Entstehungszone. Der obere Teil des Stromas ist aus lockerer verflochtenen und verwachsenen Hyphen gebildet, die aber oft stark aufgequollen sind (Tafel I, 13 II). Auf der meist konvexen Oberfläche des Stromas erhebt sich eine äußerst dichte Schicht strauchartig gedrungener, reich verästelter, durcheinander gewachsener, aber selten miteinander verwachsener Konidienträger (Tafel I, 12 III, 13 III), deren äußerste Spitzen meist eine dichtfilzige, halbkugelige Oberfläche bilden, auf der sich die Konidien in dichter Schicht (Tafel I, 12 IV) lagern.

Dieser dichte Filz von Konidienträgern ist wegen seines bunten Gemisches aller Verzweigungsarten mit allen ihren Entwicklungsstadien zu unübersichtlich, um ein Bild ihrer Einzeltypen erkennen zu lassen. Letztere wurden aber in Kulturen in gründlicher Weise studiert. Es ergab sich folgendes:

Aus irgend einer Stelle einer Hyphe erhebt sich im einfachsten Falle ein längerer oder kürzerer unverzweigter Träger, der an der Spitze von derselben Stelle Konidie für Konidie abschnürt (Tafel I, 14). In 5 Tagen sind bereits 10—30 Konidien abgestoßen, die, falls sie in Flüssigkeit eintauchen, um jede Trägerspitze herumliegen, oder zu Kugeln gruppiert sind, falls diese Spitzen in feuchte Luft hineinragen. In letzterem Falle schlägt sich ein Wasserkügelchen am Ende des Trägers nieder und nimmt die Konidien auf (Tafel I, 28), durch deren klebrige Ausscheidungen es allmählich eine gallertartige Konsistenz erhält. In der Trockenheit haften die Konidien dieser Sporangien-ähnlichen, aber hüllenlosen Kugeln noch aneinander, verteilen sich aber bei Einführung in Wasser. Solche sogenannte „falsche Konidienköpfchen“ werden schon von Corda (1838) für *Menispora*, Karsten (1865) für *Fusarium*, Reinke und

Berthold (1879) für die Konidienform von *Nectria solani* und für *Verticillium* und seitdem häufiger (Brefeld) für Fusarien, *Verticillien* und Verwandte erwähnt.

Einfache Träger sind einzellig (Tafel I, 39) oder mehrzellig; d. h. septiert und sitzen an gestreckten oder vielfach verschlungenen (Tafel I, 28) Mutterhyphen. Die gestreckten Mutterhyphen können einzeln oder zu Coremien (Tafel I, 20) vereinigt auftreten (Tafel I, 28 u. 20 a). Die Träger stehen entweder einzeln (Tafel I, 14) oder gesellig (Tafel I, 20 a), zerstreut oder paarig (Tafel I, 15 u. 16) geordnet an ihren Hyphen. Der letztere Fall kann als Übergang zu den verzweigten Trägern aufgefaßt werden; wenn nämlich die Mutterhyphe nicht vegetativ, sondern fruktifikativ ist — sie ist fruktifikativ, wenn sie mit einer Konidie abschließt (Tafel I, 15 u. 16) —, so ist sie Hauptachse des verzweigten, nämlich zerstreut (Tafel I, 9) oder paarig gegliederten Trägers (Tafel I, 15 u. 16). Letztere 2 Abbildungen stellen den Fall dar, in dem paarige Seitenglieder in mehreren Etagen übereinander stehen, aber so, daß die Ebenen zweier aufeinander folgenden Paare gekreuzt sind (dekussiert). Als Gegenstück ist der zerstreut gegliederte Träger (Tafel I, 9) zu beachten. Träger mit kleeblattartiger 3- Glieder-Zahl (Tafel I, 17 u. 18) können recht wohl den Jugendzustand von Tafel I, 16 bezeichnen oder den komplizierteren Typen, dagegen scheinen die Träger der Tafel I, 14 u. 22 schon ihren höchsten Entwicklungsgrad erreicht zu haben, was im vorliegenden Falle aus dem Nahrungsmangel¹⁾ der Kultur im hängenden Tropfen, der zum Schlusse nur noch Hungerkonidien hervorbringen ließ, geschlossen worden ist. Viele einfache, zerstreut stehende Träger haben die Coremienhyphen (Tafel I, 20), deren eine (a) isoliert rechts gezeichnet ist. In Tafel I, 28 strahlen die einfachen septierten Träger zentrifugal nach allen Seiten von dem fast eine Kugeloberfläche bildenden Hyphenknäuel aus, allmählich große Konidienmassen ablagernd.

Will man reichere Verzweigung der Konidienträger erzielen, so läßt man den Pilz auf sterilisierten Knollen- oder Stengelstückchen der Kartoffel im Reagenzglase wachsen. Auch hier zeigt sich Regelmäßigkeit und Unregelmäßigkeit der Gliederung, oftmals beide gleichzeitig an einem Träger. Lang gestreckte oder kurze, gedrungene Typen treten auf, erstere bei feuchterer, letztere bei schwach feuchter Kultur. Es sei gleich bemerkt, daß alle zusammengesetzten Verzweigungen keineswegs nur Kulturprodukte sind, sondern auf dem natürlichen Substrate in gleicher Weise nachgewiesen werden konnten.

Den unregelmäßigen Typus zusammengesetzter Verzweigung hat Tafel I, 21, die einige locker verschlungene langgestreckte Träger darstellt, deren Äste wechselständige Tendenz haben, wenn das auch bei der perspektivischen Überdeckung im Aufriß nicht so augenfällig ist. Diesem unregelmäßig verästelten gestreckten Träger steht scharf gegenüber der regelmäßige verästelte gedrungene der Tafel I, 30, und dazwischen gibt es alle möglichen Kombinationen, welche nur zum Teil veranschaulicht worden sind: Tafel I, 8, 10, 23, 24, 25.

¹⁾ Es wurden Gefriermikrotomschnitte von Kartoffelknolle in den hängenden Tropfen eines Farbschalen-Deckglases eingeführt. Die Schnitte waren in der Mitte durchlocht (mittels Korkbohrers vor dem Schneiden). Dann entwickelten sich in der freien Mitte die besten Träger. Nach 8—10 Tagen war aber die Nährkraft erschöpft, weshalb komplizierte Zweigsysteme selten oder gar nicht auftraten.

Der regelmäßige Typus Tafel I, 30 verlangt eine Erläuterung: Von einer $6\ \mu$ dicken Stammhypse erhebt sich die kräftige oben etwas anschwellende Achse des Systems, die in $16\ \mu$ Höhe einen nachträglich entstandenen Seitenast, einen einfachen, einseptierten Träger, aufweist. $8\ \mu$ höher beginnt ein 3gliedriger Wirtel, dessen Glieder sich in verschiedenen Stadien der Entwicklung befinden. Alle 3 Glieder sind wiederum (c) bei $12\ \mu$ Höhe wirtelig gegliedert, auf halber Höhe ist aber vorher je ein einfacher Träger (b) wie bei der Hauptachse inseriert. Das rechte Glied hat seine volle Ausbildung erreicht: einen 2etagigen Wirtel, dessen untere (c) Etage 3-, dessen obere (f) 2gliedrig ist ohne das Terminalglied; an die Glieder der unteren Etage setzen sich, wie die Blättchen eines Kleeblattes in 3 zahl, flaschenförmige einzellige Gebilde an, welche an ihrer Spitze eine Konidie nach der anderen abschnüren. Will man die Bezeichnung „Sterigma“ auch für Fusarien einführen, wie es für Fusarium-ähnliche Konidienformen höherer Pilze (Hypomyces) bereits geschehen ist, so sind diese einzelligen, meist etwas flaschenartig aufgequollenen Endspitzen so zu bezeichnen. Sie sind hier etwa $12\text{--}20\ \mu$ lang, verjüngen sich bis auf ca. $2\ \mu$ und

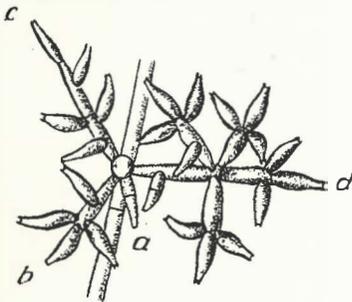


Abb. 4.

Konidienträger der Tafelfig. 30 im Grundriß, schematisch. Das jüngste Glied ist a, es folgen b, c, d.

enden stumpf, während die Hülle noch kragenartig (s) sich fortsetzt.¹⁾ Der Kragen, ungefähr $1\ \mu$ hoch, sieht aus wie der Rest einer vom Sterigma abgebrochenen Konidie, scheint aber ein besonderes Stützorgan der nacheinander entstehenden Konidien zu sein, dem auch ein Schutzwert für die jugendliche Sporenknospe zukommt. Mit der sicher mannigfaltigen, bei seiner Kleinheit aber schwer zu studierenden Ausgestaltung hängt gewiß die bei den Arten so verschiedene Form der Ansatzstelle der Konidien zusammen.

Die Verzweigung Tafel I, 30 ist, da die Hauptachse auf einen dünnen Fadenfortsatz (a) reduziert ist und die Hauptentwicklung des Systems den Seitenästen zugefallen ist, eine cymöse mit in wiederholt 3gliedrigen Succedanquirle²⁾ angeordneten Seitenästen und meist in 3 zahl auftretenden Endspitzen (Sterigmen). Die Textabb. 4 hebt den succedanen Charakter und die trifoliate Anordnung der Sterigmen hervor.

Etwas lockerer ist der Träger Tafel I, 24 aufgebaut, dessen Seitenäste 2 dekussierte 2gliedrige Quirle darstellen. Ein Seitenast (a) ist interessant durch 2 superponierte Sterigmenpaare, die mit dem Terminalsterigma zusammen in ihrer Anordnung einem unpaarig gefiederten Blatte ähneln. Auch dieses System hat nur eine Scheinachse.

Racemus-ähnliche Träger haben Tafel I, 10 und 25, wo die Hauptachse stark ent-

¹⁾ Der Kragen müßte, genau genommen, bei allen Sterigmenspitzen gezeichnet sein, was der Einfachheit wegen unterlassen ist. Er ist außerdem nur mit Immersionslinsen deutlich zu sehen, besonders tritt er bei Färbung mit Wollblau in Lactophenol hervor. Aufgefunden wurde er beim Studium alter, kräftiger, etwas pigmentierter Träger, die das Licht stärker brachen als die jugendlichen Gebilde.

²⁾ Succedan, weil die Entwicklung der Glieder ungleichmäßig nacheinander vor sich geht (vgl. Textabb. 1).

wickelt, Tafel I, 8, wo sie gestaucht ist und dem Träger doldigen Charakter gibt. Daß die Sterigmen regellos gruppiert sein können, auch wenn der Träger quirlig gestellte Seitenäste besitzt, beweist Tafel I, 10.

Ein Gemisch dieser zahlreichen Trägertypen findet sich nun im Sporodochium, wie das ohne weiteres aus Tafel I, 23 abgelesen werden kann. Hier kommen eine Reihe Konidienträger aus den Nebenzellen einer Stengelspaltöffnung (sp) hervor. Weniger Einzelheiten bietet Tafel I, 13 III, deren Trägerschicht aber auch einfache und zusammengesetzte Typen in reicher Fülle vereinigt.

Mit dem Bau der Konidienträger ist auch der der Chlamydosporenträger beschrieben. Es scheint nämlich die Regel zu sein, daß diese andere Art von Sporen, die Chlamydosporen, an denselben Trägerspitzen und Sterigmen entstehen können, die vorher Konidien abgeschnürt haben. Dies konnte nachgewiesen werden durch andauernde Beobachtung des Hyphenknäuels Tafel I, 28, dessen Fortentwicklung nach 18 Tagen in Tafel I, 29 partiell festgehalten ist mit einigen Terminal-Chlamydosporen an ehemaligen Konidienträgern¹⁾. Auch Tafel I, 11, die ebenfalls einer Kultur in hängendem Tropfen entstammt, zeigt Chlamydosporen an alten Konidienträgern. Natürlich können sie auch selbständig auf neuen Trägern entstehen. Das läßt sich in Dunkelkulturen auf Stengel leicht demonstrieren, weil hier die Konidienbildung verlangsamt, gelegentlich sogar ganz gehemmt wird, während Chlamydosporen nach 4 Wochen reichlicher vorhanden sind, gelegentlich in mit bloßem Auge sichtbaren Ballen von der Farbe der Konidienmassen. Chlamydosporen sind fast stets die Vererber ungünstiger Ernährungsbedingungen, erschöpfter Nährlösungen und Substrate. Zu große Feuchtigkeit bei Mangel an Nährsubstanzen und Sauerstoff bildet ebenfalls eine Bedingung ihrer Entstehung. Daher fanden auch Martius Chlamydosporen (seine Form var. sporotrichoides von *F. solani*) besonders auf Knollen, die im Wasser gelegen hatten, und Reinke und Berthold in der weichen Masse faulender Kartoffeln und bei Kulturen im hängenden Tropfen.²⁾ Letztere Autoren bilden Chlamydosporen ab, als Abschluß eines eben aus der Konidie herausgewachsenen Keimschlauches. Das war leicht zu bestätigen in Kulturen in Wasser (Tafel I, 3), worin nicht Nahrung genug für eine Konidiengeneration ist, kaum für den Keimschlauch, der in der Tat oft fehlt; die Chlamydospore erscheint in letzterem Falle als Knospe an der Konidie, oder sie wird, wie die Aplanosporen einzelliger Algen, direkt durch Umwandlung einer Konidienzelle gebildet (vgl. Tafel I, 3). Chlamydosporen entstehen außer terminal auch im Verlaufe der Hyphen durch kugelige Anschwellung beliebiger Zellen derselben, einzeln oder zu mehreren hintereinander, gelegentlich als eine längere Kette oder knäuelig gruppiert, während die typischen Terminal-Chlamydosporen nur ein- und zweizellig gefunden werden (Tafel I, 2). Die Trag-Hyphen der

¹⁾ Daß die Träger nicht neu gebildet waren, war klar aus dem Vergleich beider Bilder zu ersehen, tritt nur in der Zeichnung nicht so deutlich hervor, weil wegen Raumersparnis nur ein Teil in die Tafel aufgenommen worden ist. Die Schleifen a entsprechen sich.

²⁾ Die Angaben beziehen sich zwar auf die Konidienform von *Hypomyces solani*, die von den Autoren mit *Fusisporium solani* identifiziert wird, ihm aber vielleicht nur ähnlich scheint. Da Reinkulturen nicht gemacht sind, wird der Zusammenhang beider auch von Wehmer und Lindau (1909) neuerdings bestritten.

Chlamydosporen können sehr dünn sein ($1\ \mu$) oder sind von der Dicke der Konidienträgeräste.

Die Form einzelliger Chlamydosporen ist rundlich oder oval, häufig birnenförmig, die zweizelliger gestreckt oval mit Einschnürung beim Septum. Alle haben in der Reife eine derbe Hülle, die in der Regel glatt bleibt (Tafel I, 2), aber bei starker Austrocknung auch warzig beobachtet wird (Tafel I, 2 b). Letztere Abbildung entstammt einer Objektträgerkultur: Gefriermikrotomschnitte von Sporodochienstromata (Tafel I, 12 II) waren abgespült in Wasser und unter Deckglas gebracht, die Verdunstung wurde zuerst in feuchter Kammer verhindert; aus dem lebensfähig gebliebenen Stroma erhoben sich junge Konidienträger mit normalen und krüppeligen Konidien aller Stadien; später traten auch Chlamydosporen an den Konidienträgern auf, die bei allmählich doch merkbarer Verdunstung bewarzt wurden, makroskopisch ausgedrückt, wie mit Korkstückchen besetzt erschienen. Diese Art von Bewarzung scheint also wenig oder gar keinen systematischen Wert zu haben, da sie oft nur die Folge des Austrocknungsvorgangs zu sein scheint.

Die Größe einzelliger Chlamydosporen ist im Durchschnitt $8\frac{1}{2} \times 8\ \mu$, zweizelliger dagegen $9-16 \times 7-10\ \mu$, Durchschnitt $12 \times 8\ \mu$.

Bei der Keimung können entweder Mycelien mit Konidienträgern, oder Konidien an kurzen Keimschläuchen (ähnlich Tafel I, 3 im umgekehrten Wachstumssinne gedacht) oder wieder Chlamydosporen (Tafel I, 27) oder sterile Mycelien aus einer Mutterchlamydospore entstehen. Tafel I, 26 zeigt das Kuriosum einer in Wasser keimenden Chlamydospore, welche sich ursprünglich, wie ersichtlich, als Abschluß eines kurzen Konidienkeimschlauches entwickelt hatte.

Chlamydosporen scheinen für die Erhaltung der Art wichtig zu sein. Zwar sind sie bei *F. solani* in Kultur und Natur nicht so häufig wie z. B. bei *F. orthoceras* und *F. falcatum*, weshalb sie nicht jeder Untersucher gesehen hat — Harting (1845, S. 227) erwähnt speziell, er habe die Varietät, die Martius „sporotrichoides“ (= Chlamydosporen) genannt hätte, nicht aufgefunden —; aber ihr Auftreten gegen Ende der Vegetation und ihr derber Bau deuten auf die Funktion als Dauersporen hin.

Indes haben auch die ungleich reichlicher (sogar als Pionnotes!) auftretenden Konidien arterhaltende Bedeutung, um so mehr als sie unempfindlich sind z. B. gegen Austrocknung und plötzliche Temperaturschwankungen¹⁾ und 1–2 Jahre keimfähig bleiben.

Die Konidien sind danach zugleich Verbreiter und Erhalter der Art.

Ihre Wachstums- und Reifezeit, Form- und Septierungsverhältnisse, sowie Größe und Inhalt verdienen eingehendere Besprechung, während über die Farbe der Massen schon das Wesentlichste gesagt ist.

Die wichtigsten Fragen waren: Wie ist eine normale Konidie zu erzielen, welches sind die Kriterien der normalen Wachstumsweise und Ausgestaltung? gibt es Mikro- und Makrokonidien?

¹⁾ Unter der Gefriermikrotombehandlung zum Schneiden von Sporodochien, wobei die Konidien von $18-20^{\circ}$ auf 0° schnell abgekühlt wurden, litt bei dieser Art die Keimfähigkeit durchaus nicht.

Damit in Zusammenhang steht die Frage nach den Grenzen der Variation, der Variationsbreite. Stellte sie sich, wie es nach der Literatur schien, als unverhältnismäßig groß heraus, so war der scharfen Charakterisierung der Art ein schwer überwindliches Hindernis erwachsen.

In der Tat hat sich aber eine innerhalb gewisser Schwankungen große und genügende Konstanz der kritischen für die Artdiagnose entscheidenden Verhältnisse herausgestellt:

Betreffs allgemeiner für alle Arten gültiger Punkte sei auf den allgemeinen Teil verwiesen. Dazu gehören die Gründe, warum Kulturprodukte gekochter Substrate als normal betrachtet worden sind, trotz gelegentlicher größerer Abweichungen vom Naturbefund. Auch Jugend-, Reife-, Alterserscheinungen und deren Verwertung für die Deutung der Septen-, Größen-, Formenverhältnisse wurden dort im Anschluß an die Kulturmethode behandelt.

Jede Art hat aber einige Besonderheiten, indem Konidienverlagerungen (zerstreute Konidien, Sporodochien, Pionnotes) und Willigkeit der Fruktifikation und damit die Kriterien der Normalität und der Variationsbreite bei den Arten wechseln, Dinge, die im Sinne einer einheitlichen Erschließung der äußeren und inneren Morphologie der Konidie Beachtung verdienen.

F. solani fruktifiziert willig¹⁾, schnell²⁾ und reichlich, wenn Konidien zur Impfung benutzt worden sind, weniger reichlich, wenn von Mycel ausgegangen worden ist. Im ersteren Falle entstehen seine Konidien als Sporodochien oder Pionnotes³⁾, im letzteren dagegen zerstreut oder in winzigen Häufchen, die kugelig (Tafel I, 28), ellipsoidisch (wie Tafel I, 48) oder gestaltlos (Tafel I, 22) sind. Die meisten Konidien werden, ob normal oder anormal entwickelt, einzellig abgestoßen, nur in seltenen Fällen haftete auch eine septierte Konidie noch am Träger. Die Größe, bei der die Abschnürung erfolgt, ist in feuchten, nährarmen Medien klein (minimum $6 \times 3 \mu$), erreicht bei normaler Kultur aber fast die Maße erwachsener Konidien. Die Ausgestaltung nach der Abstoßung ist in erster Linie eine Funktion der Ernährung. In nährschwachen Medien kann die Fähigkeit zur Ausgestaltung normaler Größen verloren gehen. Das sieht man daran, daß die zuerst abgeschnürten Sporen noch reif, 3septiert, werden, die letzten aber einzellig bleiben; Träger, die dann noch neu entstehen, bringen fast nur noch einzellig bleibende Typen hervor. Diese Mikrokonidien zu nennen, ist überflüssig. Daß sie keimfähig sind, wie normale Formen, beweist nicht ihre Normalität, sondern nur die Fähigkeit dieses Pilzes, bei mangelhafter Ernährung zu dem einfacheren Typus, von dem seine phylogenetische Entwicklung ausgegangen sein mag, zurückzukehren.

Eine kräftige Kultur liefert ein anderes mikroskopisches Bild. Nach 6 Tagen schon sind 3 septierte Formen im Präparate zu beobachten, erst einzeln zwischen den weniger oder nicht septierten, dann zunehmend, schließlich bis 90%. Inzwischen

¹⁾ Nicht so willig fruktifiziert z. B. *F. Willkommii* unter denselben Bedingungen.

²⁾ *F. orthoceras* reift bedeutend langsamer aus.

³⁾ Beide Lagerarten wurden bei anderen Arten, z. B. *F. orthoceras*, überhaupt nicht aufgefunden.

erscheinen zerstreut auch 4-, gelegentlich 5septierte Sporen. Die anfangs zahlreichen 0—2septierten Konidien weisen nun eine sinkende Prozentzahl auf. Unabhängig von der Art des Nährbodens kamen stets die 3-Septaten zur Herrschaft, falls überhaupt der Boden dauernde Konidienentwicklung gestattete und nicht Austrocknung oder andere plötzliche ungünstige Verhältnisse der Ausreife der Formen ein vorzeitiges Ende setzten. Selbst eine Kontrolle nach 60 Tagen gab keinerlei Anzeichen, daß die Prozentzahl der 2-, 4-, 5-Septaten doch gelegentlich in steigender Tendenz verharren und die Zahl der 3-Septaten annähernd erreichen könnten.

5septierte Konidien sind durchschnittlich größer als 4-, diese größer als 3septierte usw.

Die Variationsbreite der Größe von Konidien gleicher Septenzahl (Konseptaten) ist gering im Verhältnis zu derjenigen, welche sich aus der Messung mehrerer verschieden septierter Typen (Disseptaten) ergibt.

Z. B. 1septierte Konidien sind 15μ l (minimum)

5 „ „ „ 59μ l (maximum).

Daraus die Variationsbreite $15—59 \mu$ herauslesen zu wollen, hieße Ausnahmegrößen bevorzugen, sich gleichzeitig eines wenn auch sekundären Artscheidungsmerkmals begeben.

Näher liegt auch jedenfalls, die Durchschnittsgrößen nur von Konseptaten zu ermitteln, vor allem der mit normaler oder für normal gehaltener Septenzahl, daneben von Konseptatentypen mit schwächer vertretener Prozentzahl. Der Übersicht halber kann man anschließend die Grenzwerte von Größen und von Septenzahlen erwähnen.

Bei diesem Verfahren erweist sich außerdem die Breite der Konseptaten auffallend konstant, was allerdings nicht für jede andere Art auch ohne weiteres gilt. Voraussetzung jeder Messungsart, also auch der Breitenmessung ist eine normale Kultur, deren Konidien weder Quellungen noch Schrumpfungen besitzen (vgl. allgem. Teil). Gequollene Triseptaten einer sehr feuchten, etwas gezuckerten, erst 9tägigen Stengelkultur hatten z. B. $6\frac{1}{2}—8 \mu$ Breite, normale dagegen $5—6 \mu$.

Einen Überblick erlauben die folgenden Messungs- und Zählungsbelege; dabei stammen die Durchschnittsgrößen immer von je 10 Konseptaten. Die Konidienverlagerung ist in Klammern gesetzt:

37 Tage alte Kultur auf Knolle (Sporodochien der Hülle):

0septiert vereinzelt;

1 „ $23 \times 4\frac{1}{2} \mu$, 8% ;

2 „ $27 \times 5\frac{1}{4} \mu$, 14 „ ;

3 „ $31 \times 5\frac{1}{4} \mu$, 78 „ ;

4 „ vereinzelt; 5septiert keine.

60 Tage alte Kultur auf Knolle (Pionnotes):

0—2septiert vereinzelt;

3 „ $30 \times 5 \mu$, 90% ;

4 „ $35 \times 5 \mu$, 10 „ ;

5 „ keine.

46 Tage alte Kultur auf Stengel (Sporodochien):

0—2	septiert	vereinzelt;
3	„	$34 \times 5\frac{1}{2} \mu$, Hauptmasse;
4	„	$38 \times 5\frac{3}{4} \mu$, seltener;
5	„	vereinzelt.

60 Tage alte von Mycel hergeleitete Kultur auf Stengel (Coremien vorherrschend):

0	septiert	$10 \times 3\frac{1}{2} \mu$, 4 %;
1	„	$20 \times 4\frac{1}{2} \mu$, 5 „;
2	„	vereinzelt 3 „;
3	„	$34 \times 5\frac{3}{4} \mu$, 67 „;
4	„	$41 \times 5\frac{3}{4} \mu$, 16 „;
5	„	$48 \times 6 \mu$, 5 „.

8 Tage alte Kultur auf Stengel mit typischen Konidien der Sporodochien:

0—2	septiert	—	3 %;
3	„	$39 \times 6 \mu$, 94 „;	
4	„	$39 \times 6 \mu$, 2 „;	
5	„	$42 \times 6 \mu$, 1 „.	

Trotzdem letztere Kultur jung war und der Verdacht nahe lag, daß die Breite eine Quellungsbreite infolge der Feuchtigkeit der Kultur ist, hat doch das Studium der Formen nichts Anormales ergeben (vgl. Tafel I, 1d). Das Wachstum der Art ist eben sehr schnell, so daß schon nach wenigen Tagen meßbares, d. h. normales Sporenmateriale vorhanden sein kann.

Dagegen hat früher einmal eine 9—20 Tage alte Stengelkultur, die sehr feucht war und außerdem Zuckerlösung enthielt, eine anormal breite Durchschnittskonidie geliefert: 3septiert $40 \times 7 \mu$, 4septiert $41 \times 7 \mu$. Die Länge weicht nicht so ab, daß sie für die normale Variationsweite ausgeschaltet werden müßte, während die Breite deswegen ungewöhnlich ist, weil die Konidien bauchige Zellen haben, was auf Quellung hindeutet.

Aus diesen und weiteren Beobachtungen wurden folgende Prozentzahlen der Konseptaten ermittelt:

1	septiert	8—0 %;
2	„	14—0 „;
3	„	67—90 „, gelegentlich bis 100 %;
4	„	16—0 „;
5	„	6—0 „.

Sprachlich ausgedrückt heißt das unter gleichzeitiger Berücksichtigung obiger Durchschnittsgrößen:

Normale reife Konidie	3septiert,	$30—40 \times 5—6 \mu$,
	seltener 2 „	$27 \times 5\frac{1}{4} \mu$ „
	und 4 „	$35—41 \times 5—6 \mu$ „
ausnahmsweise	1 „	$20—23 \times 4\frac{1}{2} \mu$ „
	und 5 „	$48 \times 6 \mu$ „.

Für die Artdiagnose genügt aber:

Normale reife Konidien sind 3septiert und messen durchschnittlich

$30-34 \times 5-6 \mu$, Grenzen $25-45 \times 4\frac{1}{2}-6\frac{1}{2} \mu$;

seltener 2 und 4, ausnahmsweise 1- und 5septiert.

Grenzwerte	{	Kleinste reife Konidie 1septiert $15 \times 4 \mu$.
		Größte „ „ 5 „ $59 \times 6\frac{1}{2} \mu$.
		Höchste Septenzahl 7.

Die Beschreibung der Form schließt sich im wesentlichen an den als normal betrachteten Konidientyp, die 3-septierte Konidie an, zumal die allgemeine Form auch der selteneren Typen nicht stark abweicht. Die Eigentümlichkeiten des Umrisses treten am besten hervor, wenn die ideale Längsachse der Bildebene parallel liegt. Grob betrachtet zeigt der optische Längsschnitt dann eine halbe langgestreckte Ellipse (Tafel I, 6d); eine Längsseite ist dem Durchmesser, die andere dem Bogen der Ellipse zu vergleichen. Für die Beschreibung empfehlen sich die Bezeichnungen Bauch- und Rückenlinie. Erstere ist hier gerade oder schwach konkav, letztere immer konvex. Die Konidie hat die Tendenz, am Ansatzende stumpfer als am freien Ende abzuschließen. Sie ist nicht gleichmäßig gekrümmt, sondern mehr am freien Ende, das gelegentlich schwach hakenartig wird (Tafel I, 1a) und sich etwas verjüngt. Das fast gerade Ansatzende hat als Eigentümlichkeit das Ansatzwärzchen, welches dort sitzt, wo die Rückenlinie auf die Bauchlinie stößt (Tafel I, 1a). Es ist bei dieser Art nur wenig entwickelt. Es hebt sich am besten ab, wenn die Konidie so in die Bildebene projiziert wird, daß Bauch- und Rückenlinie sich decken; man sieht es dann als Vorsprung, dem Schlußbogen des Ansatzendes aufgesetzt (Tafel I, 1a, 3. Konidie). Der eben beschriebene Typus ist bei Konidien aus Stengelkulturen am besten vertreten, Knollekulturen dagegen mit ihren kürzeren stumpflicheren Sporen eignen sich weniger zum Studium der Form. Die stärkste Krümmung hatten 4- und 5-septierte Formen einer 3 Monate alten Stengelkultur (Tafel I, 6a, b, c). Sie gehen aber bei Impfung auf Knolle wieder in die gedrungenen, weniger gekrümmten Formen über.

Die Keimung verwischt sofort die arteigentümliche Kontur. Das ist aus Tafel I, 4 ersichtlich, die 2 gequollene, gekeimte, durch Anastomose verbundene Konidien darstellt.

Die innere Morphologie, besonders die Cytologie ist eines besonderen Studiums wert, mußte aber im Rahmen dieser Arbeit unberücksichtigt bleiben. Interessant würde sein die Ermittlung des Zusammenhanges zwischen Septenentstehung und Kernteilung. Hierüber ist nichts ermittelt worden. Gelegentliche Beobachtungen aber deuten darauf hin, daß die Querwandbildung nicht immer mit der Kernteilung zeitlich zusammenzuhängen braucht. Mehrkernige Konidien hatten oft noch kein Septum. Sind aber die Wände vorhanden, so hat jede Kammer einen Kern (Tafel I, 5n) von kugelig oder ovaler Form, bis etwa 3μ Ausdehnung, der anstatt in der Mitte der Kammer, sehr häufig der Bauchlinie des optischen Längsschnittes genähert, also exzentrisch in der Äquatorialebene liegt. Die Kerne sind, mit Immersionslinse betrachtet, mattglänzend, brechen das Licht aber in den Kulturen verschieden, in

feuchten Kulturen am stärksten. Nie treten sie wie Fettkügelchen mit scharfer Konturzone (Tafel I, 1 c) hervor, auch nicht wie die Vacuolen bei Konidien mit schwammigem Inhalt (Tafel I, 1 a). Das den Kern einschließende und ihn schwebend haltende fädige Plasma nimmt Wollblau leicht in sich auf, wenn dieses in Laktophenol gelöst ist. Auch der Kern selbst speichert diesen Farbstoff. Daß wir es hier wirklich mit dem Kerne und nicht mit Vacuolen zu tun haben, bewies die Färbbarkeit der fraglichen Gebilde mit Haematoxylin.¹⁾ Tafel I, 5 läßt noch eine periphere pflasterartig gelagerte Schicht erkennen, die nach ihrer Lagerung wohl den granulären Wandbelag des Plasmaschlauches darstellen könnte, ebensogut aber auch einen Porenmantel, dessen Poren dem Stoffaustausch dienen. Die granulaartig aussehenden kaum $\frac{1}{2}$ μ großen Einzelgebilde des Mantels färben sich ebenfalls mit Wollblau.

Die gewonnenen Feststellungen lassen sich zu folgender Artdiagnose zusammenfassen:

Fusarium solani (Martius p. p.).

Syn. *Fusisporium solani* Martius p. p.

Martius in Denkschrift Ak. Wiss. München S. 20 (1842).

Karsten in Bot. Unters. a. d. physiol. Lab. d. landw. Lehranst. Berlin, I. S. 69—75 (1865), Fig. I u. II.

Harting in Nieuwe Verh. erste Kl. Kon. Nederl. Inst. Amsterdam XII, S. 227 (1846) (sub *F. solani flavum*) Tab. II. Fig. 5 u. 6.

Wehmer in Centralbl. f. Bakt. u. Path. 2. Abt. III, S. 727 (1897), Tab. X u. XI (sub *Fusarium Solani* Sacc.).

Pionnotes solani tuberosi (Desm.) vgl. Lindau in Rabenh. Krypt. Fl. IX. Abt., S. 513 (1909).

Fusarium commutatum Sacc. vgl. Lindau in Rabenh. Krypt. Fl. IX. Abt., S. 574 (1909).

Konidien nicht lagerartig (zerstreut, in falschen Köpfchen, in Ballen) oder lagerartig (Coremien, Sporodochien, Pionnotes). Normale reife Konidien im mittleren Teile fast drehrund spindelförmig, sehr schwach gekrümmt, mit kaum merklicher Anschwellung gegen das freie Ende zu, beidendig wenig verjüngt: im Längsschnitt mit flachbogiger Bauch-, dagegen stets gestreckt ellipsoidischer Rückenlinie, die, besonders am Scheitel, plötzlich umbiegt und mit stumpfem Schlußbogen in die Bauchlinie einmündet; die Basis stumpflich, oft mit kaum sichtbarem Wärzchen. 3 Scheidewände: durchschnittlich $30-40 \times 5-6 \mu$ (Grenzen $25-45 \times 4\frac{1}{2}-6\frac{1}{2} \mu$), seltener 2 und 4, ausnahmsweise 1 und 5 Scheidewände (Grenzwerte: 1 septiert $15 \times 4 \mu$ minimum; 5-septiert $59 \times 6\frac{1}{2} \mu$ maximum, größte Breite 7μ ; höchste Septenzahl 7). Farbe der Konidienmassen bräunlichweiß. im Alter hellbräunlich, gelegentlich grünlich infolge Hinzutretens eines grünlichblauen Plectenchymfarbstoffes. Konidienträger an Einzelhyphen oder Coremien, einfach oder verzweigt. Verzweigung baumartig, gestreckt ausgedehnt oder strauchartig, gestaucht gedrungen. Seitenäste unregelmäßig oder in

¹⁾ Färbung vgl. Ruhland, W., Eine cytologische Methode zur Erkennung von Hausschwamm-Mycelien. In Arb. aus der Kais. Blol. Anst. für Land- und Forstwirtschaft. Bd. V. 1907. S. 497.

2-gliedrigen, oft decussierten. gelegentlich 3-gliedrigen Wirteln angeordnet. Sterile Hyphen im mittleren Teile $3-4 \mu$ (Grenzen $\frac{3}{4}-10 \mu$) dick. Als Rasen fast weiß, oft mit etwas bräunlichweißem plectenchymatischen unteren Teile. Chlamydosporen an alten Konidienträgern, an anderen Hyphenarten, ferner innerhalb der Mutterkonidie oder als Abschluß eines kurzen Keimschlauches; terminal, intercalär, 1zellig rundlich oder birnenförmig, im Durchschnitt $8\frac{1}{2} \times 8 \mu$, 2zellig mit Einschnürung bei der Scheidewand, $12 \times 7\frac{3}{4} \mu$, seltener in Ketten oder Knäueln, glatt, ausnahmsweise kaum merklich fein, selten deutlich bewarzt. Stroma der Sporodochien bräunlichweiß. Auf trockenfaulen oder naßfaulen Kartoffelknollen und auf Melonen in Deutschland.

II. *Fusarium Martii* n. sp.

(Textabb. 5.)

Diese von *F. solani* durch Größe und höhere Septierung abweichende Form hat wahrscheinlich Martius (1842) bereits beobachtet. Sein *Fusisporium Solani* soll 75μ lang sein. Die Durchschnittsproportionen seiner der Größenangabe entbehrenden Konidienabbildungen verlangen indes die Annahme einer Breite von 10μ für die Durchschnittslänge 75μ . Fusarien mit so breiten Konidien gibt es kaum. Vielleicht ist aber 75μ von Martius als Maximallänge aufgefaßt, die Durchschnittslänge aber mit der unseres *F. Martii* übereinstimmend gewesen: $44-60 \mu$. Diese Auffassung verlangt, wenn die Figuren richtig gezeichnet sind, die Annahme einer Durchschnittsbreite $6-8 \mu$. Unsere Art hat aber anstatt $44-60 \times 6-8 \mu$ nur $44-60 \times 4\frac{3}{4}-5\frac{1}{2}$ (Grenzen $39-71 \times 4\frac{1}{2}-6 \mu$). Dieser Widerspruch löst sich indes, wenn man die Martius'schen Figuren (Taf. III, Fig. 27-29) genauer betrachtet und aus den Bedingungen, unter denen Martius nach seiner Beschreibung seine Fusarien fand, über den Entwicklungszustand seiner abgebildeten Konidien ein Urteil gewonnen hat. Die Einzelzellen seiner Konidien sind nämlich tonnenförmig aufgetrieben. Das geschieht erfahrungsgemäß oft bei der Keimung und oft, wenn die Sporenlager dauernd feucht liegen in gewissen (z. B. stark gezuckerten) auf die Konidien osmotisch stark wirkenden Nährmedien. In der Natur treten solche anormale Schwellungen der Konidienzellen häufig in und auf stark naßfaulen Kartoffelknollen auf und lassen in diesem Zustande die Septen manchmal nur schwer erkennen, weil ein granulärer Wandbelag aus mehr oder minder großen Bläschen die Zellen fast undurchsichtig macht. Sehr wahrscheinlich sind nun Martius derartig veränderte Konidien häufiger aufgefallen — er schreibt auch S. 19: „das Innere wird durch Verdichtung der Substanz getrübt“ — und diese daher meist abgebildet worden.

Solche veränderte Konidien können sehr wohl $6-8 \mu$ Durchschnittsbreite haben, was auch bei anderen Kartoffelfusarien gelegentlich festgestellt worden ist. Solche anormale Breiten können aber weder für die durchschnittliche Breite, noch für die Grenzen derselben in Betracht kommen, ebensowenig wie gequollene Leguminosensamen gemessen werden würden, wenn es gälte, die Durchschnittsgrößen der Samen zu ermitteln.

Obwohl es, wie man sieht, schwierig ist, die Identität von Fusarien mit früher beschriebenen zu entscheiden, selbst wenn gute Arbeiten wie die von Martius zur Verfügung stehen, sind doch wenigstens mittelbare Schlüsse aus Figuren und Text zu ziehen, so daß es in diesem eben besprochenen Falle möglich war, dafür einzutreten, daß Martius' *Fusisporium solani* sich teilweise auch mit unserem *F. Martii* deckt.

Legt man der Beurteilung der Martius'schen Art nur die abgebildeten Konidien zugrunde, so errechnet sich mit Hilfe der Erfahrung, daß die Konidien der meisten Fusarienarten nur zwischen 4 und 6 μ in der Durchschnittsbreite schwanken, aus seinen Konidienfiguren eine Länge von 30—45 μ , oder wenn man wegen der durch die tonnenförmigen Auftreibungen der Einzelzellen anormalen Breite der gezeichneten Konidien diese etwas schmaler mißt, einen etwas hinaufgeschobenen Längenbereich. Das sind aber die Maße von *F. solani*, so daß wir in der Martius'schen Art wohl mit Recht zwei selbständige Arten, nämlich unser *F. solani* Mart. p. p. und *F. Martii* mutmaßen müssen.

F. Martii ist mehrere Male an teilweise abgestorbenen Kartoffelknollen gefunden und zweimal in Reinkultur gezüchtet worden. Es war herrschend auf einzelnen Knollen der Sorte „Vor der Front“, dagegen vermischt mit dem *Fusarium* (Textabb. 7 C) des Formenkreises *F. solani* auf einer Knolle der Sorte „Richters Imperator“.

Diese Vergesellschaftung zweier nahe verwandten Typen legte den Verdacht nahe, es könne sich hier doch etwa nur um Schwankungen der Form und Größe im Bereich der individuellen Variabilität einer Art handeln.

Da die Lösung dieser Frage wichtig war, wurde, nachdem die Variationsweite beider Stämme getrennt untersucht war, eine Serie von Reagensgläsern mit Einzelkonidien beschickt, zunächst von *F. Martii*: Einige Gläser mit je einer 3-septierten, andere mit je einer 4-septierten Konidie. Es wurde darauf verzichtet, auch 5-septierte Konidien zu isolieren, da diese so selten sind, daß erst bei 30—50 Isolierungen eine 5-septierte Spore zu erwarten war. Die Isolierung wurde aus der Aufschwemmung einer Konidienmenge in der Weise vorgenommen, daß auf gut gereinigte Deckglascherben, die auf ebenso sauberen Objektträgern ruhten, eine Platinöse der Aufschwemmung aufgetragen und mikroskopisch die Zahl der Sporen festgestellt wurde. Die Aufschwemmung wurde so lange verdünnt, bis die Platinöse keine, eine oder zwei Konidien enthielt. Bei sauberer Arbeit gelang es, Fremdorganismen völlig fern zu halten. Die Kultur geschah auf gekochten Stengeln von Kartoffel, Lupine, *Vicia faba* und auf Kartoffelknollestücken. Die Beschickung der Gläser erfolgte, indem man die Deckglasscherbe mit der Konidie auf dem Objektträger entlang in das geöffnete Glas hineingleiten ließ, letzteres sofort wieder mit Watte verschloß und durch Hin- und Herbewegen des Glases die Scherbe und den Konidientropfen mit der feuchten Substratoberfläche in Berührung brachte.

In dieser Weise war es möglich, die Nachkommenschaft einer 3- oder 4-septierten Konidie zu beobachten:

1. Nachkommenschaft einer 3septierten, 42 μ langen normalen Konidie.

	3 septierte	4 septierte	5 septierte
	Konidien		
6 Tage alte Stengelkultur	48 \times 5 $\frac{1}{2}$ μ , ca. 75 %	54 \times 5 $\frac{1}{2}$ μ , ca. 25 %	54 \times 5 $\frac{1}{2}$ μ , —
60 „ „ „	47 \times 5 $\frac{1}{4}$ μ , 23 %	53 \times 5 $\frac{1}{4}$ μ , 76 %	56 \times 5 $\frac{1}{2}$ μ , 1 %
30 „ „ Lupine-Stengelkultur	48 \times 5 $\frac{1}{4}$ μ , ca. 50 %	54 \times 5 $\frac{1}{2}$ μ , ca. 50 %	— , —
30 „ „ Vicia faba-Stengelkultur	47 \times 5 $\frac{1}{4}$ μ , seltener	55 \times 5 $\frac{1}{2}$ μ , herrschend	— , —
60 „ „ Knollekultur (Pionnotes)	48 \times 5 $\frac{1}{2}$ μ : ca. 80 %	52 \times 5 $\frac{1}{2}$ μ , ca. 20 %	54 \times 5 $\frac{1}{2}$ μ , 1 %

2. Nachkommenschaft einer 4septierten, 58 μ langen, ziemlich stark gekrümmten Konidie.

	3 septierte	4 septierte	5 septierte
	Konidien		
6 Tage alte Stengelkultur	48 \times 5 $\frac{1}{4}$ μ , herrschend	54 \times 5 $\frac{1}{4}$ μ , seltener	54 \times 5 $\frac{1}{4}$ μ , ausnahmsweise 1–2 %
30–60 Tage alte Stengelkultur	48 \times 5 $\frac{1}{4}$ μ , 88 %	48 \times 5 $\frac{1}{4}$ μ , 12 %	— , —
30 Tage alte Lupine- „	44 \times 4 $\frac{3}{4}$ μ , 95 %	48 \times 5 μ , 5 %	— , —
30 „ „ Vicia faba- „	45 \times 5 μ , 83 %	48 \times 5 μ , 17 %	— , —

Es lieferte also eine 3-septierte Konidie von 42 μ Länge normal 3–4-septierte Konidien von durchschnittlicher Größe 47–55 \times 5 $\frac{1}{4}$ –5 $\frac{1}{2}$ μ , ausnahmsweise auch 5-septierte Konidien.

Die 4-septierte 58 μ lange Konidie dagegen lieferte vorherrschend 3-, seltener 4-septierte, auch ausnahmsweise 5-septierte Konidien, die 3–4-septierten in der Durchschnittsgröße 44–54 \times 4 $\frac{3}{4}$ –5 $\frac{1}{4}$ μ . Von der 4septierten Konidie wäre gerade ein Plus an 4septierten Tochterkonidien zu erwarten gewesen, falls eine Vererbung möglich ist. Anstatt dessen aber ist es gerade die 3-septierte Konidie, welche die normale Variationsweite der Form, Größe und Septierung offenbarte. Allerdings kann man auf anormale Kulturbedingungen schließen, da Quinqueseptaten nur ausnahmsweise in beiden Nachkommenschaften gefunden sind. In der Tat stellte sich heraus, daß eine zu hohe Kulturtemperatur, 30–35° C., vorlag, die der schnellen Entwicklung wegen gewählt war; die Kultur bewies also, daß hohe Temperatur wohl die Konidienbildung beschleunigte, aber die normale Ausbildung beeinträchtigen kann. Diese Wärmekulturen hatten oft eine etwas geringere Durchschnittslänge und auch die Tendenz, die höchstentwickelten Septentypen seltener zu bilden, als es normalerweise der Fall ist.

Es wurde das nachgewiesen durch eine neue Kulturserie, die bei Zimmertemperatur gehalten wurde. Auch hier deckten sich die beiden Nachkommenschaften nicht völlig, aber sie förderten beide größere und auch mehr 5-septierte Konidien als früher, ohne aber über die bereits festgestellte Grenze, etwa 10 %, hinauszugehen.

Nachdem auch die Nachkommenschaften anderer Konidien nicht prinzipiell Neues ergeben hatten, konnte die Ansicht als gestützt gelten, daß, obgleich die Nachkommen verschieden septierter und verschieden großer Konidien nie ganz genau gleiche Durchschnittsausmaße und Prozentzahlen der Konseptaten haben, doch eine

gewisse Grenze der Schwankungen nicht überschritten wird. Und diese Grenze kann aus der Nachkommenschaft einer einzigen Konidie erschlossen werden, wenn diese unter einer mäßigen Anzahl verschiedener Kulturbedingungen eine Zeitlang studiert worden ist.

Von einem Überführen des *F. Martii* in *F. solani* kann durchaus keine Rede sein.

Die normale Variationsweite der Art soll noch durch Belege, die aus verschieden alten und verschieden behandelten Kulturen gesammelt worden sind, nachgewiesen werden.

	3 septierte	4 septierte	5 septierte
	Konidien		
21 Tage alte Stengelkultur	48 × 5 ¹ / ₄ μ, 20 %	60 × 5 ¹ / ₂ μ, 70 %	62 × 4 ¹ / ₂ μ, 10 %
21 „ „ Knollekultur	50 × 5 μ, 41 %	59 × 5 ¹ / ₂ μ, 55 %	58 × 5 ¹ / ₂ μ, 4 %
70 „ „ „ (Pionnotes)	50 × 5 ¹ / ₄ μ, 66 %	53 × 5 ¹ / ₄ μ, 34 %	— „ —
60 „ „ Stengelkultur (in 2proz. Sodalösung)	47 × 5 ¹ / ₂ μ, 50 %	50 × 5 ¹ / ₂ μ, 50 %	58 × 5 ¹ / ₂ μ, vereinzelt
60 „ „ Stengelkultur (in 2proz. Zitronensäurelösung) . .	46 × 5 ¹ / ₂ μ, 45 %	52 × 5 ¹ / ₂ μ, 50 %	54 × 5 ³ / ₄ μ, 5 %
10 „ „ Stengelkultur	51 × 5 ¹ / ₄ μ, 43 %	58 × 5 ¹ / ₂ μ, 50 %	57 × 5 ¹ / ₂ μ, 7 %

Hier sind die Konidien normal 3—4 septiert, durchschnittlich 46—60 × 5—5¹/₂ μ, seltener 5 septiert.

Das Gesamtergebnis der Konidienverhältnisse ist: Normale Konidie 3—4 septiert, durchschnittlich 44—60 × 4³/₄—5¹/₂ μ (Grenzen 39—71 × 4¹/₂—6 μ), seltener 5 septiert.

Grenzwerte: Dickste Konidie 70 × 6 μ, 5 septiert; längste Konidie 82 × 5 μ, 6 septiert; schmalste Konidie 60 × 4¹/₂ μ, 4 septiert. Größte Wandzahl 6.

Da diese Art besonders durch ihre Konidien von *F. solani* abweicht, die Chlamydosporen aber bei beiden gleich sind, so kann die Darstellung des mikroskopischen Befundes sich fast auf die Konidienverhältnisse beschränken. Es sollen jedoch zuvor noch einige hervortretende Typen der Konidienträger an Hand einiger Textabbildungen berücksichtigt werden.

Ragen die Träger isoliert in die Luft, so haben sie leicht die Tendenz zur Coremienbildung, deren Anfänge verschiedentlich beobachtet worden sind. Es nehmen einfach einige Seitenglieder, anstatt senkrecht oder im spitzen Winkel zu wachsen, eine der Achse parallele Richtung und stellen durch Anastomose eine innige Verbindung mit dieser her, gelegentlich umschlingen sie rankenartig die Achse. Textabb. 5 c stellt einen solchen Träger dar, dessen oberer Teil coremienartig zu werden beginnt. Überall sieht man indes schon fruktifizierende Seitenglieder, die entweder kurz sind und 2 (c d) oder mehr (e hat z. B. 4) Sterigmen tragen oder länger sind, und die Verzweigungen haben, welche wir von *F. solani* kennen. Bei a ein 2gliedriger Wirtel, dessen eines Glied wiederum (b) dieselbe Verzweigung besitzt; auch deren Glieder haben bereits je einen Ast als Sterigma ausgebildet, scheinen aber noch in der Entwicklung. Einen schroffen Gegensatz zu diesem zierlichen Träger zeigt der bei D abgebildete. Dieser, aus einer 10 Tage alten Lupinestengelkultur stammende äußerst kräftige Träger ist dicht besetzt mit Seitenästen, die entweder Sterigmen in

Dreizahl tragen oder zuerst wieder wirtelig oder nicht wirtelig gestellte Nebenäste (a) mit oft schon wieder zu dreien angeordneten Sterigmen. Natürlich findet sich auch manches Glied mit zerstreut angeordneten Sterigmen, häufig ist aber diese Unregelmäßigkeit nur ein Entwicklungszustand. Diese kräftigen Trägertypen werden der Oberfläche der Pilzdecke entnommen, wo sie lose hinkriechen. Am entwickeltsten sind wie gewöhnlich die Sporodochienträger. E stellt einen abgerissenen Zweig eines solchen Trägerstandes dar. Hier sind 5 Glieder in einer Höhe inseriert. Es ist hier weder ein Mittelglied zu erkennen, das die Achse fortsetzt, noch eine gleich-

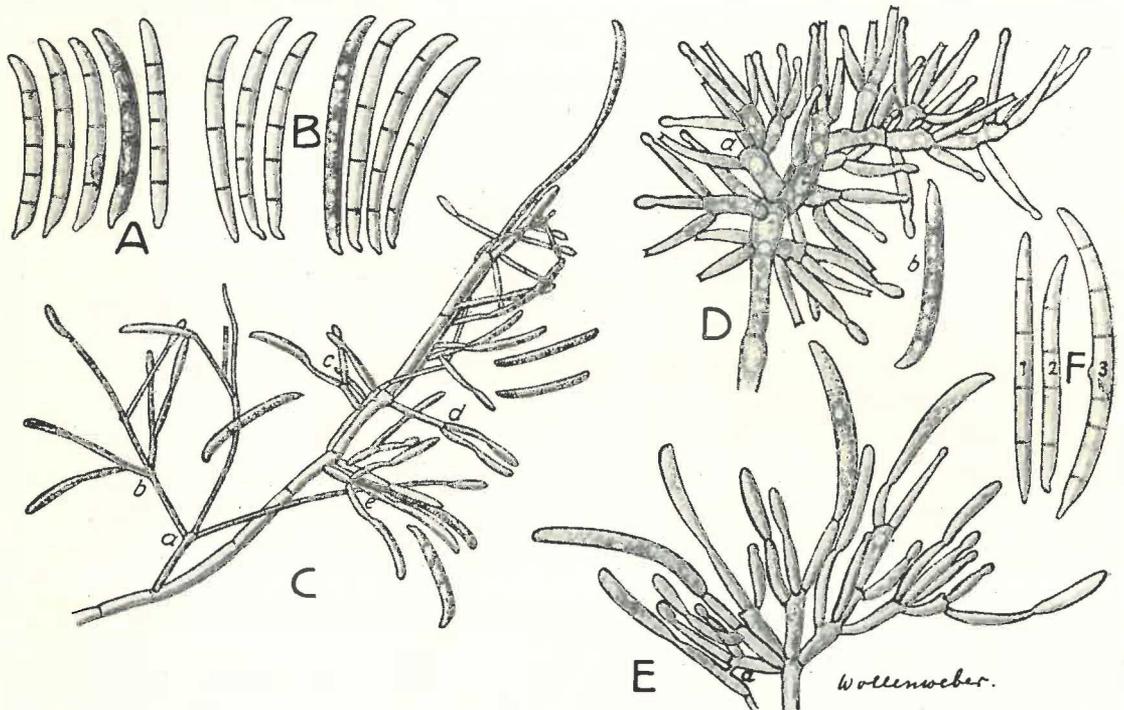


Abb. 5. *Fusarium Martii*.

- A. 5 reife normale, aber verhältnismäßig kurze Konidien einer 2 Monate alten Stengelkultur mit 2 Prozent Zitronensäurelösung.
- B. 7 normale Konidien einer 22 tägigen Stengelkultur.
- C. Konidienträger, dessen obere Seitenäste der Achse parallel zu wachsen beginnen oder rankenartig dieselbe umschlingen. So entstehen schließlich Coremien. Der untere freie Seitenast zeigt eine wiederholt zweigliedrige Wirtelung (a, b), von den weiter oben der Achse entspringenden kürzeren Seitenästen enden zwei als gabelige Träger (c, d), einer als 4gliedriger Wirtel (e); 27 tägige Knollenkultur. (250.)
- D. Auf der Oberfläche des Substrates oder des Stromas hinkriechende oder halb aufgerichtete Tragtrophe, deren massenhaft hervorsprossende Seitenäste die Sterigmen entweder in unregelmäßiger, häufig aber auch in gedrehter Anordnung tragen. 10 Tage alte Lupine-Stengelkultur.
- E. Abgerissener Zweig eines Sporodochium-Tragsystems. in ein Büschel aus 5 wiederum mannigfaltig verzweigten Gliedern endend. Der Zweig war mit dem Nachbarzweige durch Querverbindungen in Zusammenhang; an einer ist ein Nachbarglied haften geblieben (a). 10 Tage alte *Vicia faba*-Stengelkultur.
- F. Konidien. 1 und 2 aus 22 tägiger Knollenkultur, 1 in Rückenlage, weshalb die Krümmung nicht sichtbar, 2 ungewöhnlich gestreckt; 3 aus 14 tägiger Stengelkultur, die größte Konidie, welche beobachtet worden ist ($82 \times 5\frac{1}{2} \mu$).

mäßige Ausbildung der Glieder. Vielmehr gewinnt man den Eindruck, daß lokale Verhältnisse die Ausbildung einiger Glieder begünstigt, anderer hemmt. Auch hier ein Gemisch von Regelmäßigkeit und Unregelmäßigkeit in der Verzweigung. Die Teilträgerstände eines Sporodochiums scheinen häufig miteinander durch Anastomose (a) verbunden, in der Weise wie aus dem haften gebliebenen Gliede eines Nachbarstandes ersichtlich ist. Im allgemeinen scheint *F. Martii* eine noch reichlichere Verzweigung entwickeln zu können, als *F. solani*, doch sind prinzipielle Unterschiede nicht vorhanden.

Die Konidien fallen besonders auf durch ihre Schlankheit. Sie sind 9—12 mal so lang als breit, während sie bei *F. solani* nur 6—7 mal so lang als breit sind. Da die Breite ziemlich konstant ist, die Länge dagegen bis 82 μ hinaufschnellen kann, so kann diese gelegentlich das 17fache der Breite ausmachen und dann an Konidientypen wie die von *F. subulatum* und *metachroum* erinnern (Textabb. 5 F₃).

Die Krümmung der Konidien ist schwach und etwas ungleichmäßig insofern, als sie am Scheitel stärker ist als an der Basis, die oft sogar ganz gestreckt erscheint. In der Rückenlage ist von der Krümmung natürlich nichts zu sehen (Textabb. 5 F_{1,2}). Rücken- und Bauchlinie verlaufen fast gleichsinnig bei dieser Art, die Rückenlinie ist nur wenig voller, besonders vom 2. Drittel ab bis zum Scheitel. Die Scheitelzelle ist häufig etwas schnabelartig gekrümmt und endet stumpflich. Die Ansatzzelle ist charakteristischer als bei *F. solani*, sie ist gestreckter, länger und besitzt eine viel deutlichere Ansatzpapille (Textabb. 5 A, B), endet indes nie ausgesprochen fußartig wie bei *F. subulatum* usw.

Die Septen sind entweder stark ausgeprägt und erscheinen durch granuläre Anlagerungen oft als bikonvexe Linse, oder sie sind undeutlich zu sehen, wenn der besonders in gewissen feuchten Kulturen auftretende granuläre Mantel die Innenwand der Konidienhaut bekleidet, lückenlos oder mehr an den Septen (Textabb. 5 A, 4. Konidie). Auch in jungen Kulturen sind häufig die Septen sehr undeutlich (Textabb. 5 D b).

Zum Schluß sei noch aufmerksam gemacht auf die große Sporenwilligkeit dieser Art. Die Pionnotesschleime bei Knollekulturen quellen viel ergiebiger als bei *F. solani*; da das Stroma weniger entwickelt wird, so liegt die Pionnotes fast nackt auf der Substratoberfläche. Sogar auf ungeschälter gekochter Knolle ist die Pionnotes, die aus den Lenticellen herausquillt, so reich, daß in 3—4 Wochen die ganze Knolle mit einer dicken lückenlosen Schleimschicht bedeckt ist. Diese ist ursprünglich hell gelbbraun, wird später oft dunkelbraun; kommt indes der grünlichblaue bis indigofarbige Mycelfarbstoff hinzu, der sehr intensiv und willig auftritt, so entstehen die verschiedensten Mischfarben.

***Fusarium Martii* n. sp.**

Syn. *Fusisporium solani* Martius p. p. in Denkschr. Akad. Wiss. München S. 20 (1842), Tab. III, Fig 26—32.

Konidien nicht lagerartig (zerstreut, in falschen Köpfchen, in Ballen) oder lagerartig (Coremien, Sporodochien, Pionnotes). Normale reife Konidien bedeutend

länger als bei *F. solani*, im mittleren Verlaufe gerade oder nur schwach gebogen, an beiden Enden, besonders am Scheitel ein wenig stärker gebogen. Bauch- und Rückenlinie verlaufen fast parallel, nur von den Endsepten ab krümmt sich die Rückenlinie mehr als die Bauchlinie, in stärkerem Bogen am Scheitel, in schwächerem an der mit einem Ansatzwärtchen versehenen Basis in die Bauchlinie einmündend.

3—4 Scheidewände $44-60 \times 4\frac{3}{4}-5\frac{1}{2}$ (Grenzen $39-70 \times 4\frac{1}{2}-6$), seltener 5 Scheidewände.

Grenzwerte: Größte Konidien $70 \times 6 \mu$ (5 septiert) und $82 \times 5 \mu$ (6 septiert).

Schmalste Konidie $60 \times 4\frac{1}{2} \mu$ (4 septiert).

Farbenbild ähnelt dem von *F. solani*, ist aber viel prächtiger. Konidienfarbe schwankt zwischen bräunlichweiß und hellbraun. Durch Einfluß der grünlichblauen Plectenchymfarbe treten graue, blaugrüne, braune bis schwarze Mischöne der Pionnotes auf.

Konidienträger wie bei *F. solani*, nur selten Träger mit in 4gliedrigen Wirteln angeordneten Seitenästen.

Plectenchymatische Ausbildung des Stromas schwach oder fehlend, daher Pionnotes meist nackt dem Substrat aufliegend.

Chlamydosporen wie bei *F. solani*.

Vorkommen: Auf teilweise abgestorbenen Kartoffelknollen nicht selten.

III. *Fusarium coeruleum* (Lib.).

(Tafel III, 6, Textabb. 6.)

Eine auf Kartoffelknollen wohl seltenere Art, die auch in der Literatur nur vereinzelt auftaucht: zuerst Anfang des 19. Jahrhunderts im Herbarium der M^e M. A. Libert als *Selenosporium coeruleum* (vgl. Lindau 1909), dann bei Fuckel (1869) unter *Fusarium violaceum*, hier mit kurzer Beschreibung. Hier und da trifft man ihren Namen außerdem in pilzfloristischen Aufzählungen an (z. B. in Oudemans' Catal. des Champign. des Pays-Bas. Amsterdam 1904), womit der Erkenntnis des Pilzes aber nicht gedient wurde. Hallier (1898), der sie mit *Fusisporium solani* Martius verwechselt, scheint der einzige Forscher zu sein, der sie auch in Reinkultur züchtete und in Abbildungen erkennbar gut festhielt (vgl. seine Chlamydosporendarstellungen, auch den typischen Konidienumriß Taf. VII, 5).

Nach der gleichen spangrünen gelegentlichen Färbung der Pionnotes könnte man auch die Identität mit *F. aeruginosum* Delacroix (1891) vermuten, die auch auf Kartoffeln vorkommt. Aber die Abbildungen zeigen beiderseits allmählich zugespitzte Konidien; wenn auch die Umrisse nur leicht hingeworfen sein mögen und feinere Formenmerkmale nicht wiedergeben, so ist doch eine Entscheidung, ob hier *F. coeruleum* vorliegt, nicht möglich.

F. coeruleum kann nur bei oberflächlicher Betrachtung und anormaler Kultur mit *F. solani* verwechselt werden. Seine Konidienform und seine intensiveren und mannigfaltigeren Farbenerscheinungen geben ihm volle Artberechtigung. Irre führt aber der Umstand, daß seine reine Konidienfarbe, das rötliche Ocker, welches im

hellen Tageslicht erscheint, bei einem Lichtminimum dem Bräunlichweiß Platz macht, also der Farbe von *F. solani*; daß ferner der nachher zu erläuternde typische Umriß der Konidien unter anormaler Kultur (zu feucht, zu sauer, ohne Nährstoffe) verloren geht, auch aus dem Naturbefunde (wegen Naßfäule und mannigfacher die normale Konidienausbildung hindernder Zersetzungserscheinungen der Knollen) nicht immer erschlossen werden kann.

Das alles kann aber eine Verwechslung nur erklären, nicht entschuldigen. Es werden aber in folgender Beschreibung alle ermittelten morphologischen Feinheiten zum Ausdruck gebracht, um später aus einem verwickelten Naturbefund, wenn möglich unter Umgehung zeitraubender Reinkulturen, die sichere Arterkennung zu ermöglichen. Der Bau der Konidie ist dazu wichtiger als die oft verunreinigte Farbe ihrer Lager. Auf die Verzweigungen der Träger und der Chlamydosporen kann man sich nicht verlassen, da keine bemerkenswerten Formen-, Größen- und Gestaltungsverhältnisse diese Art gegen *F. solani* abzugrenzen scheinen.

Um die Kenntnis des Entwicklungsganges abzurunden und damit für spätere Forschungen eine Grundlage zu bieten, sind die wichtigeren Wuchsformen: Verzweigungen, Coremien usw. auch für diese Art dargestellt (Textabb. 6). Die Abbildungen mögen einen Teil der Beschreibung ausmachen und sind, da sie gleichzeitig als Meßbelege dienen sollen, in bequemer rechnerisch verwertbaren Vergrößerungen so genau wie möglich entworfen.

F. coeruleum besitzt nicht die Wachstumsenergie und Willigkeit der Fruktifikation, welche *F. solani* auf gleichen Substraten kennzeichnen. Seine Sporodochien erscheinen meist weniger zahlreich auf der Hülle mumifizierter oder naßfauler Knollen. Vielleicht ist die Langsamkeit des Wachstums Ursache des selteneren Vorkommens dieser Art. Sie ist in der Regel nämlich mit fremden Organismen, besonders Verticillien (z. B. *V. lateritium* Nees), ferner mit *F. discolor* var. *sulphureum* u. a. m. vergesellschaftet, gegen deren Konkurrenz sie nicht immer leicht aufkommen zu können scheint. Ihre Isolierung machte daher auch einige Schwierigkeiten. Die trockenen Sporodochien sind oberflächlich rötlich ockrig bis schwach gelbbraunlichweiß je nach der Lichtmenge, die der Kultur zuteil geworden ist. Hebt man die Sporenhalbkugel ab, so kommt das mehr oder weniger tief indigoblau gefärbte Stroma zum Vorschein, bei feuchter Lagerung durchdringt dieses Blau oft die Sporenkruste, herrscht dann sogar häufiger vor, als die ins Spangrüne spielende Mischfarbe von Konidienlager und Stroma. Im Schrifttume werden Stroma und Konidienfarbe gewöhnlich durcheinandergeworfen. Es heißt einfach: Fruchtlager angenehm¹⁾ violettblau“ („*amoene violaceis*“) bei Fuckel; besser liest sich schon „Fruchtlager blau, dann blaugrün, Konidien hyalin oder grünlich“ bei Delacroix. Doch werden die makroskopischen und mikroskopischen Farbeneindrücke nicht genügend auseinandergehalten. Alle Konidien erscheinen mikroskopisch mehr oder weniger hyalin mit einem matten grünen Schimmer. Diese Angabe hat also keinen Wert. Dagegen

¹⁾ Man beachte das Attribut „angenehm“, dessen Auffassung bei jedem Leser eine andere sein, auch als Gegensatz zu „unangenehm“ kaum eindeutiger werden dürfte.

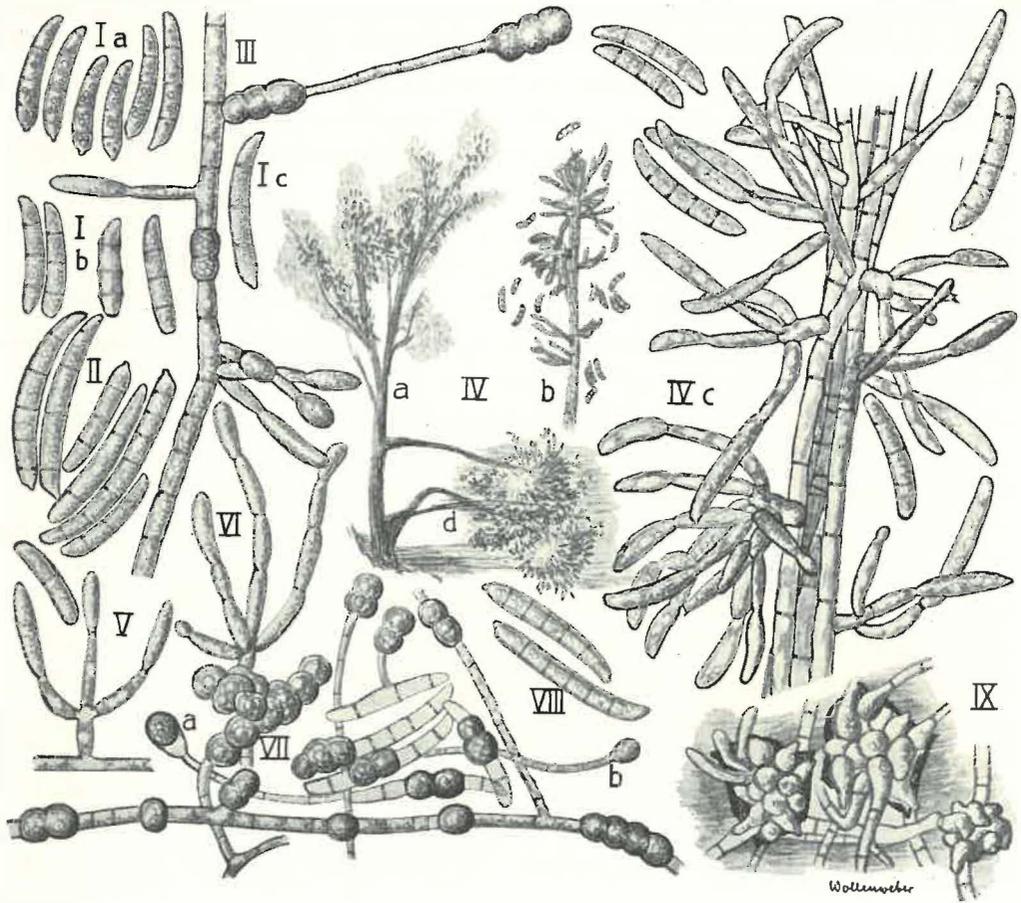


Abb. 6. *Fusarium coeruleum*.

Vergr. 500, wenn nicht besonders in Klammern beigefügt.

- I. Reife Konidie (Pionnotes) aus 42tägiger Knollekultur.
 - a) Konidie typisch sichelförmig, mit Ansatzwarze;
 - b) Konidie weniger typisch, ohne Warze, die 3. Konidie eingetrocknet, daher ringförmiger Wulst bei den Septen, Konkavität der Umrißlinie zwischen je 2 Septen;
 - c) Typische größere Konidie, aber mit nicht angeschwollenem Ansatzende.
- II. Reife Konidie mit 3 Ausnahmegrößen.
- III. Konidienträger mit jungen Chlamydosporen, die nach eintägigem Liegen des Objektes im Wasser unter Deckglas entstanden sind, oft an ehemaligen Sterigmen.
- IV. a—c) Ein stark entwickeltes Coremium aus 14tägiger Stengelkultur, bei verschiedenen Vergrößerungen dargestellt:
 - a) Gesamtansicht (25);
 - b) Coremium-Seitenast vergrößert (100);
 - c) Der obere Teil von b noch stärker vergrößert (500).
 - d) 2 Sporochien, von oben gesehen, von der Schale einer 15 tägigen Knollekultur (25).
- V. Konidienträger mit gedrehten Sterigmen.
- VI. Konidienträger mit 3gliedrigem Wirtel, dessen Glieder ungleichmäßig ausgebildet sind. Die älteren sind mehrzellig (9tägige Knollekultur).
- VII. Chlamydosporen terminal und intercalar, ein- und zweizellig, ferner in Ketten und Knäueln, aus Konidien oder in beliebigen Hyphen entwickelt. Auf Stengelhaut gewachsen, welche sich im Hängetropfen eines Farbschalen-Deckglases befand.
- VIII. 2 Konidien von typischer Form mit 5 Septen.
- IX. Anfänge von Sporochienstromata, deren 2 aus Spalten der Hülle hervordringen.

haben die Konidienmassen immer eine Eigenfarbe, deren makroskopische Bestimmung wertvoll sein kann. Auch ein mattes Gelbbraunlichweiß muß erwähnt werden und ist nicht etwa „hyalin“ zu nennen.

Es gibt allerdings Arten, bei denen Mycel und Konidienfarben gleich oder nur graduell verschieden sind (*F. gibbosum*). Dann ist die Auseinanderhaltung der Farben nicht so wichtig.

Die Kultur des *F. coeruleum* lieferte die Farbenerscheinungen ebenso reichlich oder reichlicher, vor allem genauer, weil Verunreinigungen vermieden werden konnten. Als Substrate dienten vorwiegend gekochte Stücke von Kartoffelknolle (21) und Stengel (1), daneben zitronensaurer (46) oder nicht saurer gezuckerter Kartoffelsaftagar und gezuckerter Nährsalzagar (42), sowie des Vergleiches wegen Stücke vorjähriger Apfeltriebe (3), feuchtes Stroh (4), Stengel von Lupine (5), großer Bohne (6) und Erbse (2).

Es wurden Licht- und Dunkelkulturen verglichen, der Temperaturfaktor indes nicht weiter verfolgt, da Gelegenheitsbeobachtungen vermuten ließen, daß Wärme im wesentlichen nur die Schnelligkeit des Wachstums beeinflusste.

Im Interesse der Kürze und Übersichtlichkeit seien nur einige Substrateinflüsse auf das Farbenspiel des Pilzes hervorgehoben unter Verzicht auf die protokollarische Aneinanderreihung der Ergebnisse der einzelnen Substrate.

Auf Erbsenstengel wurde die leuchtendste rötliche Ockerfarbe der Konidien erzielt, die Sporodochien bedeckten die ganze Hülle in stecknadelkopfgroßen Pünktchen, das Stroma blieb farblos. Im trockenen Zustande erhielt sich die Farbe ungeschwächt. Auf Kartoffelknolle und Stengel kam ebenfalls dieser reine Ton zur Ausbildung, wenn auch etwas schwächer, blieb auch zeitweise ungeändert. Später aber traten veilchen- bis indigoblaue Flecken auf der Knollen-Pionnotes auf, gelegentlich bläute sich die ganze Pionnotes; auch in die Stengelsporodochien trat Blau ein. Ein Schnitt senkrecht zur Substratfläche zeigte die Mycelunterlage blau. Sie durchzog die Hülle der Knollen und Stengel, sich an jeder Durchbruchsstelle eines Sporodochiums knäuelig stromatisch verdickend (Textabb. 6 IX). Unbehüllten Flächen lag sie als plectenchymatisch feste Schicht an. Während im Lichte nach 3--4 Wochen alle Mischfarben von indigoblau bis rötlich ockerfarbig gelegentlich bei den Konidien vorkamen, variierten sie im Dunkeln von indigoblau nur bis bräunlichweiß. Letztere Töne sind also vom Lichte unabhängig, der Einschlag aber, der letzterem Tone eine rötliche Ockerfarbe gibt, kann nur im Licht entstehen. Das beweist auch der in älteren Kulturen auf Knolle auftretende kurze lockere weiße Flaum der Plectenchymschicht, welcher im Lichte häufig sogar einen Stich ins violettrosa bekommt, der im Dunkeln nie auftritt. Die Indigotöne halten sich im Exsiccato; Pionnotes etwa 1 cm auf weißem Karton aufgetrocknet, behielt hier einen Mischton, der der Farbe der Eisengallustinte nahesteht, 9 Monate lang unverändert bei, was ein Vergleich mit einer daneben angebrachten Farbenprobe desselben Tones bewies.

Es darf nun nicht jedes beliebige Substrat benutzt werden, wenn es gilt, das normale Farbenspiel des Pilzes zu erzielen. Substrate mit Eigenfarbe schalten aus z. B. Apfelsprosse, deren Rinde schon bei Abkochung ein braunes Kondenswasser im

Reagensglase liefert. Auch Früchte, wie Äpfel und Birnen, Bananen, die, gekocht sich verfärben, sind ungeeignet, da das Pilzplasma die Farbstoffe aufnehmen und seinen Sporen mitteilen kann.

Jedenfalls empfiehlt sich, welche natürlichen Substrate man auch immer nehme, eine Kontrolle durch Kulturen auf solchen Nähragaren, die entweder nur Mycel- oder nur Konidienfarben liefern. Eine geringe Schwankung der Töne tritt allerdings immer ein, schon infolge des Alters, der Feuchtigkeits- und Lichtschwankungen; diese müssen in die Variationsbreite der Farbe hineingezogen werden. Die letztere wird damit ein wenig weiter, bleibt aber noch bestimmt genug, hat aber nun den Vorteil, daß sie die feinen, kaum merklichen durch Substratverschiedenheiten hervorgerufenen Farbschwankungen enthält.

Das Mycelwachstum verhält sich im ganzen wie bei *F. solani*. Es scheint indes auf Knolle festere und dickere Krusten zu bilden, was mit dem reichlichen, schon von Hallier erwähnten Auftreten der Plectenchyme, die er Sklerotien nennt, zusammenhängen mag. Diese „Sklerotien“ sind wohl morphologisch nichts als sterile Stromata: Warzenartige Gebilde, die massenhaft die Plectenchymkruste bedecken, auf denen sich zufällig später auch Konidien entwickeln können, stets von indigoblauer Farbe, nackt oder mit kurzem Mycelflaum bedeckt. Auf zitronensaurem gezuckerten Kartoffelsaftagar mit reichem submers wachsenden indigoblauen Thallus (Tafel III, 6) entstanden diese plectenchymatischen Gebilde nicht, im Gegensatz z. B. zu *Fusarium discolor*, welches sie in blumenkohlartigen braunen bis erbsengroßen Knötchen im Mycel auch auf Agar entwickelte.

Die Fruktifikation tritt nicht gleichmäßig bei allen Substraten auf, wurde aber stets reichlich auf den genannten Vegetabilien, wenig oder gar nicht auf den benutzten Agarböden (42, 46) erzielt. Bei geeigneter Abstimmung der Zutaten wird indes bestimmt auch auf Agar das Ergebnis günstiger ausfallen. Die auf Agar gewachsenen untersuchten Konidien sahen so aus, wie auf günstigem Substrate die Ausnahmen: unregelmäßig und wenig septiert, gerade, geknickt, anormal gekrümmt, obendrein oft gequollen. Es mag die Frage: „Was ist normal?“ gelegentlich schwierig zu lösen sein (z. B. bei *F. Willkommii* und bei *F. orthoceras*), hier ist sie es nicht.

Demgegenüber boten Kulturen auf gekochten Stengeln und Knollen der Kartoffel Sporen in reicher Fülle, und zwar Konidien und Chlamydosporen.

Konidien traten in denselben Verlagerungen (Pionnotes, Sporodochien [Textabb. 6 IV d], Coremien [Textabb. 6 IV. a—c], falschen Köpfchen, formlosen Ballen) oder zerstreut auf wie bei *F. solani*. Auch in den Verzweigungen IV c, VI, VI, besonders bei ersterer, ist kaum ein Unterschied gegen die erwähnte Art vorhanden, 2- oder 3gliedrige Wirtel oder unregelmäßige Verzweigung. Bei VI fällt die Schwellung der Kammern der Einzelglieder und die ungleiche Entwicklungsstufe der Glieder auf. Diese Schwellung tritt häufiger auf, auch bei nicht übermäßig feuchtem Standort, auch die kettenartige Aufeinanderfolge der Kammern. Es scheinen nicht immer junge Wirtel-Etagen daraus hervorzugehen. Oft mag eine solche Gliederverlängerung örtliche Ursachen haben, indem die Entstehungszone der Konidien möglichst an die Ober-

fläche verlegt wird, wo die Luft hinzutreten kann. Da der Pionnotes-Schlick aber immer zunimmt, muß zu dem Zwecke Kammer auf Kammer aufgebaut werden.

Chlamyosporen sind ebenfalls wie bei *F. solani* in allen Entstehungsarten (Textabb. 6 VII) vorhanden. Ihr Verhältnis zu den Konidien erläutert Textabb. 6 III eines rankenartigen Konidienträgers, der eine Nacht lang im Wasser unter dem Deckglas eingeschlossen gelegen und sofort mit Chlamyosporenbildung reagiert hatte. Er zeigt so den seltenen, aber schon von Schacht bei seinem *Fusisporium Solani* (= *Fusarium rubiginosum*) beobachteten Fall eines Übergangs von einer Sporenart zur andern. Er beweist auch den physiologischen Wert der Chlamyospore als Dauerspore, wie das auch aus den Befunden bei *F. solani* hervorging.

Es seien hier kurz die Durchschnitts-Größen der Chlamyosporen angefügt. Einzellig, oval oder birnenförmig, sind sie $9 \times 8 \mu$, wenn rund, $9 \times 9 \mu$, zweizellig $14 \times 9 \mu$. Die Birnenform und Kugelform haben, wenn terminal entstehend, eine Beziehung; letztere ist im Grunde genommen eine anormal zusammengezogene Birnenform, anormal deswegen, weil die Anschwellung der Mutterzelle stets birnen- oder eiförmig ist, also offenbar den normalen Umriss der Spore darstellt (Textabb. 6 VIIa). Alle intercalaren, auch Knäuel- und Kettenchlamyosporen, werden in Kulturen auf behüllten Substraten massenhaft in der Hülle angetroffen, bei Knollekulturen innerhalb der Plektenchymkruste. Die Farbe der Chlamyosporen bewegt sich in dem Rahmen der Konidienfarben. In der Jugend erscheinen sie gelegentlich auch ockerfarbig, wenn sie in feuchter Luft am Lichte entstehen. Da sie aber meist in und auf den stromatischen Mycelgebieten vorhanden sind und diese im Alter blau werden können, so trifft man dann auch Haufen von Chlamyosporen ähnlich verfärbt an. Die Verfärbung ist aber nicht etwa eine Reifeerscheinung, da man auf Erbsenstengel leicht den Nachweis führen kann, daß sie auch in nicht blauem Zustande reifen und wieder keimen.

Nun erübrigt noch einiges über die Form und Größe der normalen Durchschnittskonidien anzufügen.

Die allgemeine Form ist die eines selten ganz geraden, meist schwach gekrümmten Hornes, mit meist nach der Spitze zu kleiner, nach der Basis zu etwas größer werdendem, seltener im Hauptverlaufe unverändertem Querschnitte. Die Basis schließt rotationsellipsoidisch ab, ein in der Regel deutliches Wärzchen ist ihr aufgesetzt. Der Form entspricht der Längsschnitt. Er stellt eine schwach gekrümmte Sichel dar. Die Bauchlinie ist weniger und gleichmäßiger gebogen als die Rückenlinie, die gestreckt ellipsoidisch ist. Die Pole der Dorsal-Ellipse sind in der Nähe von Basis und Spitze der Konidie, das bedeutet eine beidseitig stark zunehmende Krümmung. In der eigentümlichen Veränderung des Querschnittes liegt der Hauptunterschied gegen die Konidienform von *F. solani*. Bei letzterer ist sehr häufig, fast regelmäßig eher eine Anschwellung des Querschnittes nach dem freien Ende zu, etwa zwischen dem zweiten und dritten Septum, von der Basis einer 3septierten Konidie ab gerechnet; bei *F. coeruleum* ist die Anschwellung, wenn sie vorhanden ist, mehr basal.

Die typische Form ist sowohl bei Pionnotes-, als bei Sporodochien-Konidien anzutreffen. Deren Produkte unterscheiden sich nur etwas in den absoluten Ausmaßen:

42 Tage alte Kultur auf Knolle		3 septiert	$31 \times 5\frac{1}{4} \mu$, 96%	:	
(Pionnotes):		4 „	$34 \times 5\frac{1}{2}$ „	4 „ ;	
36 Tage alte „ „ „		3 „	$31 \times 5\frac{1}{2}$ „	100 „ ;	
(Pionnotes):		3 „	$40 \times 5,0$ „	herrschend ;	
30 Tage alte „ „ „		4 „	$46 \times 5,0$ „	;	
		5 „	$45 \times 5\frac{1}{2}$ „	;	
		3 „	$38 \times 4\frac{1}{2}$ „	herrschend ;	
30 „ „ Kultur auf Stengel		4 „	$42 \times 4\frac{1}{2}$ „	;	
		(Sporodochien):	5 „	$42 \times 4\frac{1}{2}$ „	;
		3 „	$39 \times 5\frac{1}{2}$ „	88 % ;	
50 Tage alte „ „ „		4 „	$42 \times 5\frac{3}{4}$ „	10 „ ;	
		(Sporodochien)	5 „	$42 \times 6,0$ „	2 „ .

Ausnahmegrößen waren: $58 \times 5\frac{3}{4} \mu$, 7 Septen,

23×5 „ 3 „ „

$30 \times 6\frac{1}{2}$ „ bei großer Quellung in feuchter 45 Tage alter Kultur auf Knolle.

Konidien mit weniger als 3 Scheidewänden wurden in der Reife nur ausnahmsweise gefunden, so daß etwa die Konseptaten in folgenden Mengen vertreten sind:

0—2 septiert	2—0 % ;
3 „	66—100 „ ;
4 „	11—0 „ ;
5 „	23—0 „ .

Die normale Konidie ist demnach 3 septiert, $31—40 \times 4\frac{1}{2}—5\frac{1}{2} \mu$ (Grenzen $23—47 \times 4\frac{1}{2}—6$). Seltener kommen 4- und 5-, ausnahmsweise mehr oder weniger septierte Formen zur normalen Ausreife.

Was sonst bei *F. solani* über den inneren Bau der Konidie hinzugefügt ist, gilt auch für diese Art.

Die Diagnose ist wie folgt:

Fusarium coeruleum (Lib.).

Syn. *Fusarium coeruleum* (Lib.). vgl. Lindau in Rabenh. Krypt. Fl. IX. Abt. S. 574 (1909).

„ *Solani* Hallier, Die Pestkrankheiten der Kulturgewächse S. 109—112 (1898), Taf. VI und VII Fig. 1—6. (sub *Fusisporium Solani* Martius.)

Konidien nicht lagerartig (zerstreut, in falschen Köpfchen, in Ballen) oder lagerartig (Coremien, Sporodochien, Pionnotes). Normale reife Konidien seltener gerade als schwach sichelförmig gekrümmt, nach der stumpflichen in der Regel mit deutlicher Warze versehenen Basis zu mit etwas zu-, nach der oben gerundeten Spitze

zu mit etwas abnehmendem Querschnitt. Die Rückenlinie des Längsschnittes gestreckt ellipsoidisch, beidendig mit zunehmender Krümmung in die flachbogige Bauchlinie übergehend; 3 Scheidewände, durchschnittlich $31-40 \times 4\frac{1}{2}-5\frac{1}{2} \mu$ (Grenzen $23-47 \times 4\frac{1}{4}-6 \mu$), seltener 4-5, ausnahmsweise mehr oder weniger Scheidewände, (Grenzwerte: 3 septiert $23 \times 4\frac{1}{4} \mu$, 7 septiert $58 \times 5\frac{3}{4} \mu$). Farbe gelber bis rötlicher Ocker, bei schwacher Belichtung oder Lichtabschluß bräunlichweiß. Stroma plectenchymatisch, häufig veilchen- bis indigoblau, später blauschwarz werdend. Diese vom Lichte unabhängige Farbe beeinflusst die Konidienfarbe, die dann spangrün werden kann. Konidienträger wie bei *F. solani* verzweigt. Sterile Hyphen meist $3-5 \mu$ breit (Grenzen $1-10 \mu$), Luftmycel als Rasen weiß, in Plectenchymmassen teils bräunlichweiß, teils tief indigoblau; Plectenchym bei Kultur auf gekochter Knolle mit massenhaft blasenartig sich vorwölbenden blauen Wäzchen gleicher Struktur. Chlamydosporen wie bei *F. solani* in allen Arten der Entstehung; einzellige kugeilig (9μ D) bis birnenförmig ($9 \times 8 \mu$), zweizellige mit Einschnürung in der Mitte ($14 \times 9 \mu$).

Vorkommen: Auf trockenen oder naßfaulen Kartoffelknollen viel seltener als *Fusarium solani* (Mart.).

IV. Der Formenkreis von *Fusarium solani*.

(Textabb. 7.)

Zunächst gehören die 3 bisher beschriebenen Arten zu diesem Verwandtschaftskreise:

- F. solani*, Textabb. 7 A,
- F. Martii*, Textabb. 7 G,
- F. coeruleum*, Textabb. 7 J.

Alle haben vorwiegend 3- oder 3-4 septierte Konidien von mehr oder weniger zylindrischer Form und ziemlich schwacher Krümmung, mit verhältnismäßig stumpflichen Enden. Die Enden sind um so stumpfer, je stärker sich die Rückenlinie an beiden Enden vorwölbt und umbiegt, ehe sie in die meist viel flachere Bauchlinie einründet. Ihre Basis ist abgerundet oder mit papillenartigem, nie fußartigem Ansatzstück versehen.

Diese 3 Arten ließen sich aber gut unterscheiden, teils durch die Sporengröße, teils durch ihr Farbenbild, teils durch feinere Abweichungen in der Sporenform.

Außer diesen Arten sind aber eine ganze Anzahl Fusarienstämmen isoliert worden, von Kartoffeln, Lupinen, einer Melone, einem Orchydeenblatte, die als formverwandt mit *Fusarium solani* gelten mußten. Es fragt sich aber, ob der Grad der Formverwandtschaft genüge, um die Identität einiger oder gar aller dieser Stämme vertreten zu können.

Da es sich hier um prinzipielle Fragen handelte, um Art-, Varietät- und Rassenfragen, so wurden 8 dieser kritischen Stämme eingehend studiert mit allen den Mitteln, die die Unterscheidung der anderen Arten dieser Monographie ermöglichen hatten.

Das Resultat dieser Untersuchungen ist hier durch Abbildung und Messung wiedergegeben. Es mag noch vorausgeschickt werden, daß besonders Wert darauf gelegt worden ist, den normalen Typus zu erkennen und festzustellen. Es waren

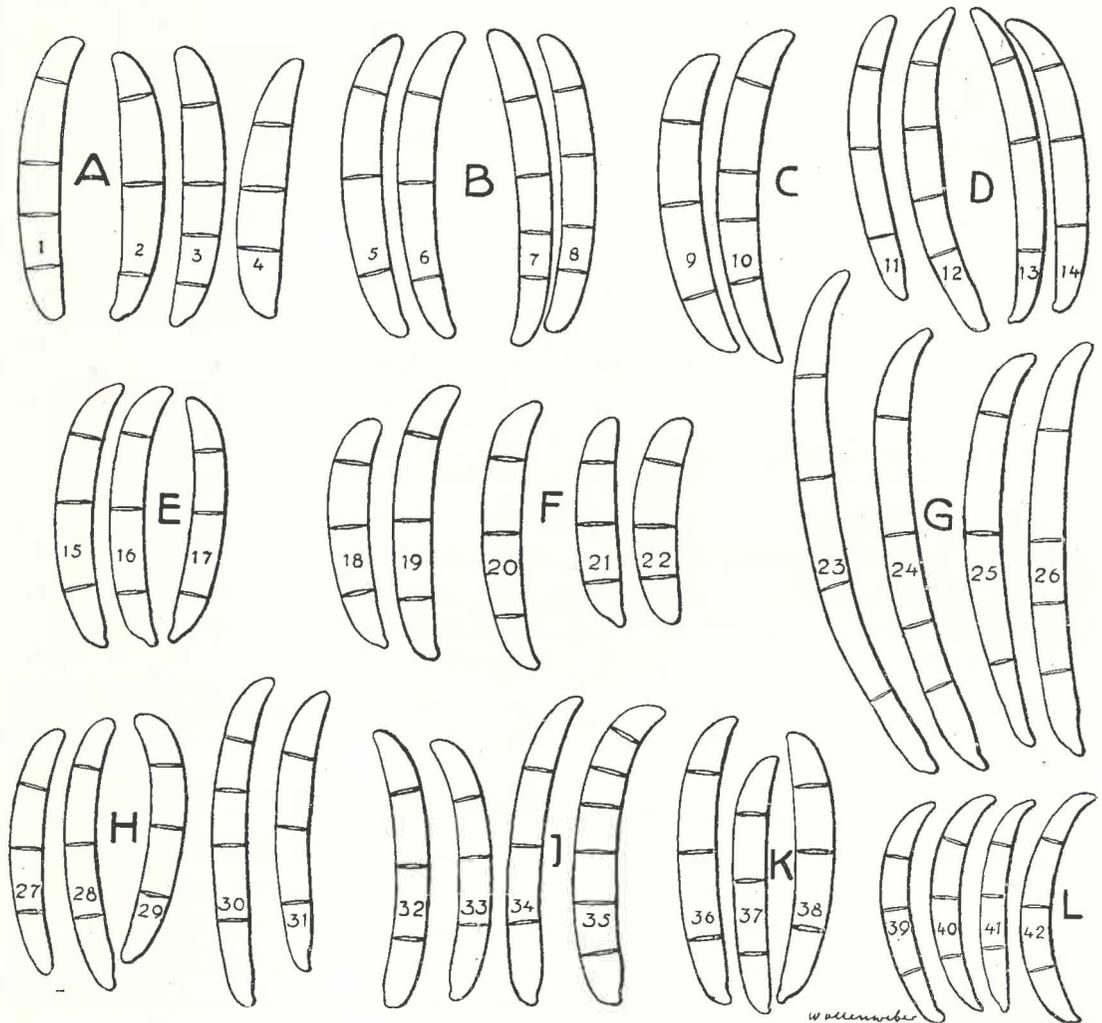


Abb. 7. Normale reife Konidien derjenigen Fusarienstämmen, die ein annähernd gleiches Farbenbild aufwiesen. Vergr. 1000. Alle auf gekochten Substraten gezüchtet.

- A 1—4. *F. solani*. Konidien (C) aus 35tägiger Lupinestengelkultur.
 B 5—8. Kartoffel-F. der Sorte Schnellert's. Konidien aus 74tägiger Knollekultur.
 C 9—10. Kartoffel-F. der Sorte Richter's Imperator. K. aus 30tägiger *Vicia faba*-Stengelkultur.
 D 11—14. Kartoffel-F. der Sorte Richter's Imperator. K. aus 34tägiger Kartoffelstengelkultur.
 E 15—17. *F.* von einem Orchydeenblatte aus Trinidad. K. aus 14tägiger Lupinestengelkultur.
 F 18—22. *F.* von Melone. Konidien aus 3tägiger Kartoffelstengelkultur (18—20).
 Konidien aus 75tägiger Kartoffelknollekultur (21—22).
 G 23—26. *F. Martii*.
 H 27—31. Kartoffel-F. der Sorte Agraria. Konidien aus 30tägiger Lupinestengelkultur.
 J 32—35. *F. coeruleum*.
 K 36—38. Kartoffel-F. der Sorte Böhm's Erfolg, aus 15tägiger Kartoffelstengelkultur.
 L 39—42. Lupinestengel-F. Konidien aus 10tägiger Kartoffelstengelkultur.

in allen Stämmen die Triseptaten vorherrschend. Sie maßen durchschnittlich bei einem Fusarium, isoliert von

1. Lupinestengel	28—35 × 4 ¹ / ₄ —4 ¹ / ₂ μ, Textabb. 7 L;
2. Kartoffelknollen der Sorte Agraria	33—37 × 4 ¹ / ₄ —4 ³ / ₄ „ „ H;
3. „ „ „ Richter's Imperator	36—44 × 4 ³ / ₄ —5 ¹ / ₄ „ „ D;
4. „ „ „ Böhm's Erfolg	33—40 × 5 —5 ¹ / ₂ „ „ K;
5. „ „ „ Schnellert's	39 × 5 —5 ¹ / ₄ „ „ B;
6. einem Orchideenblatte aus Trinidad	31—33 × 5 —5 ¹ / ₄ „ „ E;
7. einer angefalteten Melonenfrucht	33—36 × 5 ¹ / ₂ —6 „ „ F;
8. Kartoffelknollen der Sorte Richter's Imperator	39—41 × 5 ³ / ₄ —6 „ „ C.

Als Vergleichsarten seien hinzugefügt:

9. Fusarium solani, 3 septiert	30—40 × 5 —6 μ, Textabb. 7 A;
10. „ Martii, 3—4 septiert	44—60 × 4 ³ / ₄ —5 ¹ / ₂ „ „ G;
11. „ coeruleum, 3 septiert	31—40 × 4 ¹ / ₂ —5 ¹ / ₂ „ „ J.

Bei flüchtiger Betrachtung der Figuren fällt die Formverwandtschaft aller Konidien untereinander auf. Bei genauerem Vergleich aber erkennt man, daß Typus J (*F. coeruleum*) eine Sonderstellung einnimmt, daß nämlich der Querschnitt der Konidien gegen die Basis zu, wenn nicht anschwillt, so doch gleich bleibt, um stumpflich oder genauer, breitellipsoidisch zu enden. Alle anderen Konidientypen haben, wenn sie auch, oberflächlich betrachtet, fast zylindrisch erscheinen, doch von der Mitte aus eine sehr schwache Verjüngung nach der Basis, oft auch eine sehr schwache Anschwellung nach dem 2. Drittel (von der Basis gerechnet) zu. Darum erscheint die Basis selten so breitlich und stumpf wie bei *F. coeruleum*.

Je länger und schmaler die Konidien eines Stammes sind, desto länger und verjüngter ist die Basalzelle (vgl. Textabb. 7 G. 23). Nur selten und meist unter anormaler Wachstumsbedingung bildet sich die Basis breitlich und stumpf aus (Textabb. 7 F. 21 bis 22). Großen Einfluß haben auf die Form der Konidien die Längen- und Breitenausmaße. Sind die Konidien länger und schmaler als bei *F. solani*, so sehen sie manchmal ganz verschieden von der Vergleichsart aus. Die Unterschiede in der Durchschnittslänge waren bei G so groß, daß dieser Stamm als *F. Martii* besonders aufgestellt werden mußte. Es gibt aber noch eine Reihe von Übergangskombinationen, teils nach *F. solani*, teils nach *F. Martii*. D steht zwischen beiden, ähnelt aber in der Form letzterer am meisten. Die feinere Form der Scheitelzelle ist bei einzelnen Stämmen auch abweichend, nämlich spitziger bei einigen (E, L), stumpflicher bei anderen (A, B, F, H, K). Schließlich ist der Grad der Krümmung der Konidien beachtet worden, der auch bei den Stämmen nicht gleich ist, sondern bei E und L größer ist als bei A usw. Am sichersten scheint die Identität folgender Stämme: A, B, F, K. Von diesen kopieren sich fast die Konidien des Melonefusariums F und des *F. solani* A; fast ebenso gleiche Ausmaße und Formen hat K, obwohl bei diesem Stamme auffallend reichliche Plectenchyme auftraten, was von A und F nicht gesagt werden kann, obgleich sie auch hier gelegentlich beobachtet worden sind. Die Farbenbilder sind bei allen vieren gleich. Bei B. fällt die Durchschnittslänge im

Mittel etwas höher aus als bei A, F, K, die mittlere Durchschnittsbreite etwas geringer. — Die andern Stämme C, D, E, H, L zeigen nun einzelne Abweichungen stärker. D steht, wie erwähnt, in der Größe zwischen A und G, in der Form G näher. H steht D nahe, ist nur etwas kleiner. E und L nehmen eine besondere Stellung ein, weil sie im ganzen kleinere, aber gebogenere und spitzigere Konidien haben als *F. solani*; sie sind auch unter sich verschieden, L ist schmaler als E. C ist dadurch interessant, daß dieser Stamm ein Drittel aller Konidien mit 4 Septen ausbildet, auch unter den verschiedensten Bedingungen; das ist viel mehr als bei A, läßt also auf einen phylogenetischen Fortschritt schließen; Länge und Breite sind im Mittel etwas größer als bei A. Die Abweichungen zwischen C und A sind ungefähr proportional, daher die große Formverwandtschaft beider trotz der absoluten Unterschiede in den Ausmaßen. — Die Kraft der Farbstoffproduktion ist nicht bei allen Stämmen dieselbe: Bei D entwickelt sich die Indigofarbe so stark im Mycel bei Kulturen auf gekochter Knolle, daß die reichlich bei beiden auftretende Pionnotes völlig davon durchfärbt wird, während sie bei H, B, F, A sporadischer, fleckenartig erscheint und die Konidienschleime meist nur nach grün verfärbt. C, E, K sind sogar noch ärmer an indigogefärbtem Mycel und ihre Konidien bleiben meist normal hellgelbbraun. L bildet überhaupt kein Blau; das Mycel ist hier weiß oder rotocckrig-weiß. Endlich seien noch geringe Unterschiede in der Reifefarbe der normalen Konidienlager erwähnt. Kräftiger gebräunt als bei A sind sie bei H, mehr nach ocker (etwa Isabellenfarbe) gehend bei L; auch wenn man die Art der Austrocknung (pulverig, harzig) und die damit zusammenhängenden Schwankungen berücksichtigt, bleiben doch kleinere oder größere Schwankungen der Farben der Stämme untereinander.

Im ganzen ist aber einstweilen die Entscheidung nicht möglich gewesen, ob außer den 3 genannten Arten noch einzelnen Stämmen als Rassen, Varietäten oder gar Arten eine Sonderstellung zukommt. Die Entscheidung scheint auch noch nicht so wichtig für das Ziel dieser Arbeit. Sie würde es nur, falls sich herausstellen sollte, daß einer dieser verwandten Stämme für Kartoffeln pathogen ist, ein anderer unter denselben Bedingungen dagegen nicht. Dann müßten erneute Untersuchungen einsetzen, um den pathogenen und nicht pathogenen Stamm auch morphologisch unterscheiden zu können. Möglich, daß dann auch der Bau der Konidienträger Unterscheidungspunkte liefert die bisher entgangen sind. Das schien für das Orchideenblatt-Fusarium von Anfang an aus dem häufigen Auftreten 4gliedriger Wirtel hervorzugehen, was deshalb auffiel, weil *F. solani* kaum zu dieser Höhe der Entwicklung aufsteigt, sondern nur bis zu 3- und 2gliedrigen Verzweigungen. Auch schien der Konidienträger des Orchideenfusariums zierlicher gebaut, aus schmälern und längeren Gliedern, als bei *F. solani*. Obwohl beide Arten variieren, fielen diese Dinge immer wieder auf, worauf also für spätere Untersuchungen hingewiesen sein mag.

Das Bild des Formenkreises von *F. solani* kann einstweilen nur angedeutet werden: Stämme mit

- a) weniger zylindrischen gekrümmteren, beidendig spitzigeren Konidien: E und L (etwaiges Rassengebiet, dessen Typus vorläufig als *F. elegans* bezeichnet werden mag);

- b) zylindrischen schmalere Konidien: G, H, D (etwaiges Rassengebiet von *F. Martii*);
- c) zylindrischen, breiteren Konidien: A, F, K, B, C (etwaiges Rassengebiet von *F. solani*);
- d) nach der Basis zu breiteren, nach dem Scheitel zu spitzigeren Konidien: J (*F. coeruleum*).

Mit dem Namen *F. elegans* verbindet sich noch kein fester Begriff; die Kulturen E und L sind noch zu jung, um erschöpfend bearbeitet werden zu können. Dagegen haben die drei anderen aufgestellten Gebiete b, c, d je einen gründlich untersuchten Vertreter.

Für *F. solani* ergaben diese vergleichenden Studien die Wahrscheinlichkeit, daß es nicht auf eine Nährpflanze beschränkt ist, da es sich durch nichts von dem auf Melone gefundenen *Fusarium* unterscheidet.

V. *Fusarium rubiginosum* n. sp.

(Tafel I, 31—48 und Textabb. 8.)

In einer völlig ausgedörrten Kartoffelknolle (sogenannten Mumie) wurde dies kräftige *Fusarium* mit *Verticillium lateritium* und *Fusarium subulatum* n. sp. vermischt aufgefunden und mit diesen aus dem karminrosig verfärbten myceldurchsetzten pulverigen Parenchym rein gezüchtet. Häufig scheint diese Art mit ihren in der Reife rost- bis schokoladenbraunen Konidienmassen auf kranken oder abgestorbenen Kartoffeln nicht zu sein, denn sie wurde nicht wieder beobachtet trotz gründlicher Durchsuchung umfangreichen Erntegutes.

F. rubiginosum hat auffallende Wuchsformen, kennzeichnende Konidienformen und -farben. Unter dem Mikroskope treten die Konidien mehr wie bei anderen Arten hervor durch ihre dickere, etwas pigmentierte, darum stark lichtbrechende Hülle.

Solche Merkmale müßten ihre etwaige Auffindung unter den im Schrifttum bisher beschriebenen Formen leicht machen. Sie scheint aber unter selbständigem Namen nicht zu bestehen und jedenfalls seltener zu sein als andere Arten. Sicher ist leider nur die Identifizierung, soweit sie sich auf Abbildungen stützen kann, weil die bisherigen Größenangaben zu sehr schwanken und seltener nachweislich normalen Reifeformen als vielmehr allen Entwicklungsstadien kritiklos entlehnt worden sind, die Farbenangaben ferner oft unklar sind oder fehlen, auf Formenangaben endlich meist verzichtet ist, abgesehen von allgemeinen Bemerkungen.

Schacht (1856) hat *F. rubiginosum* bestimmt vor sich gehabt. Man vergleiche seine Konidienabbildungen, Tafel IX, 20, mit den hier Tafel I, 32 dargestellten. Es ist von ihm mit *F. solani* Mart. verwechselt. Vielleicht hat er aber auch letztere Form oder Verwandte davon gesehen, wenigstens deren Chlamydosporen, „den blauen Pilz“ (S. 21); doch ist die Entscheidung schwer, da er immer seinen „roten“, „gelben“, „blauen“ Pilz als Arteinheit auffaßt, wenn auch vielleicht nur, weil diese Formen auf derselben Knolle vorkamen; da er ferner diese Farben im wesentlichen für eine

Funktion der Ernährungsweise zu halten scheint. Da in der Tat gewisse Farben beeinflussbar sind, ist Schacht's Auffassung nicht notwendig falsch. Sicher aber begeht er einen Fehler, indem er z. B. Harting's (1846) *Fusisporium solani album* und *flavum*, sowie v. Martius' *Fusisporium solani* offenbar in den Formenkreis seiner Art einschalten zu können glaubt. Die Konidienform dieser Arten ist grundverschieden.

Saccardo's *Fusarium* (*Fusisporium*) *solani* (Mart.) Sacc. (1882) ist $60 \times 7-8 \mu$ und 5septiert, hat bis auf die große Länge mit *F. rubiginosum* Ähnlichkeit. In Syll. IV (1886) etwas später wächst die Ähnlichkeit, denn es sind auch Schwankungen der Länge $40-60 \times 7-8 \mu$ und der Septenzahl von 3-5 berücksichtigt; nicht stimmt aber die Farbe der Lager, die weiß angegeben wird. Scheinbar kommt diese „verbesserte“ Diagnose den im Schrifttume mannigfach schwankenden Angaben der von Saccardo als Einheit aufgefaßten Mischart *F. solani* Mart. zu Hilfe; es ist aber durch Erweiterung der Variationsweite die Erkennung der ursprünglich von Saccardo untersuchten Art unmöglich geworden, weil diese unbestimmte Diagnose für beliebig viele Arten paßt und man auch nun nicht mehr weiß: Was sind bei der letzten Diagnose Untersuchungsdaten, was Schrifttumsdaten! Abbildungen sind nicht gegeben. Saccardo's Art entspricht, obgleich die Beschreibung unzulänglich ist, sicher nicht dem Typus des *F. solani* von v. Martius (vgl. auch S. 11).

Wie weit sich andere mit *F. solani* verquickte oder irgend welche sonstige Arten der Form *F. rubiginosum* nähern, das zu untersuchen ist eine undankbare Aufgabe, auf deren Lösung hier verzichtet sein mag. Es sei nur noch erwähnt, daß Konidienform und Büschelverzweigung der Konidienträger an die von Matruchot's (1892) *F. polymorphum* erinnern. Aber die Endsterigmen der Träger besagter Art stehen, wie es scheint, meist zu dreien, der 4gliedrige Aufbau wird wenigstens nicht angedeutet; die Farbe der Konidienlager ist aber graulich, braun oder grün, die Unterlage dunkelblaugrün; ferner kommen Terminalchlamydosporen vor, bei unserer Art aber nicht. Marchal (vgl. Lit. Lindau in Rabenh. No. 2718) gibt, vermeintlich für die Konidien der Art Matruchot's, $7-75 \mu$ Breite und statt 5 nur 1-3 Septen an, also eine größere Durchschnittsbreite und geringere Septenzahl, als *F. rubiginosum* besitzt, so daß *F. polymorphum* als Mischart von 2 Arten anzusehen ist, die beide von *F. rubiginosum* verschieden sind. Man sieht, wie schwierig alle Identifizierungsversuche sind, solange die Variationen der Arten nicht untersucht und bewußt begrenzt werden, sondern die Diagnosen nur Angaben nach zufälligen Naturfunden von Konidienlagern enthalten oder auf Züchtungen ohne Nachweis der Reife und Normalität des untersuchten Materials begründet werden.

Da *F. rubiginosum* nur einmal gefunden wurde in einer eingetrockneten Kartoffel (Mumie), deren Zustand keine sicheren Schlüsse auf Konidienverlagerung und Farbe zuließ, so muß die Kultur die Lücke ersetzen. Sie gelang gut. Als nach 2 Monaten auf dem inzwischen von prachtvoll karminrot gefärbtem Mycel umwucherten gekochten Knollenstückchen hie und da auf knospenartig vortretendem Stroma ein etwa kaffeebraunes Konidienlager entstanden war und von diesen Konidien neue Kulturen auf Stengel- und Knollstückchen angesetzt worden waren, zeigten sich Haufen oder

Lager junger Konidien überall schon nach 5 Tagen, zuerst 0- bis 5 septierte, nach 14 Tagen vorherrschend 5 septierte, kräftige, gleichartige Formen. Lockeres Mycel war wenig vorhanden. Auch hier trat, wie bei *F. solani* und *coeruleum*, eine Abnahme des Mycels zugunsten des Konidienwachstums ein, wenn bei der Impfung von Konidien anstatt von Mycel ausgegangen worden war. Impfung von Mycel auf frisches Substrat verzögerte die Konidienbildung, da erst wieder das Mycel zur Herrschaft kam, das erst nach 4 bis 6 Wochen, selten früher, gelegentlich aber gar nicht fruktifizierte. In der Literatur ist wiederholt darauf hingewiesen, daß mehrfache Überimpfung auf frisches Substrat der Erzielung reicherer Konidienmassen günstig ist. Diese Angaben haben bisher nicht oft Bestätigung gefunden. Der Grund des verschiedenen Ausfalles diesbezüglicher Versuche ist naheliegend: Es ist wohl nicht immer genügend beachtet worden, bei Mycelimpfungen stets konidienfreies Mycel zu verwenden. Je mehr aber Konidien unbewußt mit dem Mycelrasen des Impfstückchens auf das frische Substrat gelangt sind, desto mehr junge Konidien wird die Kultur hervorgebracht haben, da nach unseren Untersuchungen zweifellos für jede dieser Wuchsformen die Neigung besteht, zunächst ihresgleichen zu bilden. Ausgenommen sind hierbei natürlich die Fälle, in denen das verwendete Substrat Eigenschaften hat, die die Fruktifikation ganz ausschließen. Auch Arten, die überhaupt geringe Willigkeit im Sporenanatz besitzen, lassen die Sporenanreicherung durch Sporenimpfung nicht deutlich hervortreten.

Eine bestimmte Säuremenge schließt bei einer Art die Konidienbildung aus, Mycel kann aber noch wachsen; bei einer anderen Art ist aber noch Pionnotes-, bei einer dritten wenigstens spärliche Sporenentwicklung möglich. Diese Beobachtungen wurden nebenbei gemacht, nicht um festzustellen, welche Konzentrationsgrenzen von Stoffgemischen und Einzelstoffen Mycel- oder Konidienwachstum gestatten oder ausschließen. Es wurden Nährböden verschiedenster Art im wesentlichen nur deshalb versucht, um nachzuweisen, daß es eine bestimmte Reifefarbe der Konidienlager und bestimmte Mycelverfärbung gibt. Nachdem dieser Nachweis unter gewissen Einschränkungen (vgl. allg. Teil) gelungen war, wurde vorherrschend mit Stengel und Knolle von Kartoffel weitergearbeitet, nur zur gelegentlichen Kontrolle ein anderes Substrat hinzugenommen. Zu den mit zunehmender Schnelligkeit und Menge des Sporenanatzes bei Impfung von Sporen wachsenden Arten gehört *F. rubiginosum*.

Es zeichnet sich nicht aus durch gleiche ausgedehnte Pionnotesmengen wie *F. solani*, auch ist die Sporenmasse nicht so flüssig quellend, sondern trockener, bröckeliger, aber man kann sie auch in solchem Zustande als Pionnotes ansprechen. Eine Kultur auf Knolle ging wie folgt vor sich:

21. August 1909: 120 Tage alte Konidien einer Knollekultur wieder auf gekochte Knolle geimpft.

25. August: Eine zarte Pionnotes beginnt die Oberfläche zu beziehen, bräunlich-weiß oben, wo das Knollestück nicht so feucht ist, unten allmählich orange werdend, hauptsächlich infolge eines karminroten Farbstoffes, der im Substratmycel zu entstehen beginnt. Trocknet die obere Decke der orangefarbenen Schicht etwas ab, so ist sie heller nach matt orangerosa hinneigend. Jugendfarben.

26. August: Die vom Karmin des Substratmycels beeinflussten Konidienmassen allmählich nach rotbraun umschlagend, die nicht beeinflussten unverändert bräunlichweiß.

31. August: Rotbraun hat sich vertieft, bräunlichweiß gebräunt bis zu ocker, das heller oder dunkler erscheint je nach dem Trockenheitsgrade. Reifefarben.

Inzwischen ist die anfangs der Substratoberfläche als dünne Schleimhaut anliegende Pionnotes teilweise von karminrosafarbenem Mycel überwuchert, teilweise von einer festen runzeligen plectenchymatischen roten Mycelkruste, die sich auf der Oberfläche ausgebreitet hat, emporgehoben. Dadurch ist sie trocken gelegt, sie zerbröckelt oder wird pulverig, so daß sie schnell ausreift, ihre helleren Jugendfarben mit dunkleren Tönen vertauschend. Neben ocker und rotbraun muß noch dunkelbraun erwähnt werden, die besonders als Altersfarbe häufig auftritt, bei allmählicher Eintrocknung in 1—2 Monaten (oft Schokoladefarbe).

Einfacher ist das Farbenbild bei Kulturen auf Stengel, da hier, abgesehen von etwas matt karminrosafarbenem, fleckenweise auch gelbbraunlichweißem Luftmycel ein kräftiger Ton, geschweige denn sattes Karmin des Mycels nicht in die Erscheinung tritt, also die fast reine unbeeinflusste Konidienfarbe beobachtet werden kann. Auch hier findet sich eine schnell bräunlich werdende Jugendfarbe, die dann dem Ocker Platz macht, um so pulverig einzutrocknen oder sich im Alter gelegentlich, besonders bei Konidienmassen in Harzkonsistenz, nach dunkelbraun zu vertiefen.

Trotz dieser scheinbaren Mannigfaltigkeit der Farben bleiben also die Schwankungen in beurteilbaren Grenzen. Sie lassen sich gruppieren in Konidienfarben und Mycelfarben, Gemische beider, Jugend-, Reife-, Altersfarben. Systematisch wichtig ist besonders die reine Farbe der reifen Konidien: Ein Ocker, bei Feuchtigkeit später mit einem Stich nach Braun, in pulverigem Zustande aufhellend. Die Mycelfarbe ist Karmin, am intensivsten gefärbt ist das Plectenchym, mattrosa bis karmin das Luftmycel. Diese Mycelfarbe Karmin ist deshalb weniger von systematischer Bedeutung, da sie eine Funktion bestimmter Substrate ist, gelegentlich also gar nicht auftritt, oder sogar einer anderen Farbe, dem rötlichen Ocker weicht (Konidienfarbe). Karmin entstand in den Plectenchymhyphen auf Knolle (21) und auf saurem gezuckertem Kartoffelsaftagar (46), ein leuchtendes, rötliches Ocker dagegen auf nicht saurem gezuckerten Nährsalzagar (42) und im Plectenchym des Bodenwasserthallus¹⁾ von Stengelkulturen. Dies Mycelfarbenspiel ist nun, wenn auch nicht in systematischer, so doch in biologischer Beziehung von Interesse, auch für die Lösung der Frage nach der Zahl und der Chemie der Farbstoffe und ihrer gegenseitigen Beziehung. Wahrscheinlich sind auch hier, ähnlich wie bei *Haematococcus pluvialis*, aus dessen rot erscheinenden Palmellen Zopf (1895) gelbes und rotes Carotin darstellen konnte, unter dem Schein eines einheitlichen Karmins doch mehrere Farbstoffe vertreten, die aber auf entsprechend abgestimmten Substraten einzeln hervorgerufen werden können. Der Sitz der Mycelfarbstoffe scheint, grob ausgedrückt, das Plasma zu sein.

¹⁾ Zur Verhütung des schnellen Austrocknens der Stengel in den Kulturreagensgläsern wird 1 ccm Wasser hinzugefügt, dessen Oberfläche sich allmählich mit einem Mycelthallus bedeckt.

Für die Konidien aber scheint außerdem die Membran ein Farbspeicher und zwar der braunen Töne zu sein, wodurch eben auch in der Reife der Umschwung vom Gelblichen nach Ocker und Braun zum Teil hervorgerufen sein mag. Der makroskopisch beobachtbare Farbenwechsel kann also entweder durch eine allmähliche Veränderung der Einzelfarben oder durch Überdeckung eines Plasmafärbstoffes durch ein später auftretendes Membranpigment erklärt werden. Für spätere Forschungen nach dieser Richtung mögen diese Andeutungen genügen. Eine weitere Klärung war für den Zweck dieser Arbeit entbehrlich.

Kennzeichnend für die Wuchsart des Mycels bei *F. rubiginosum* ist der Mycelreichtum und die Langfädigkeit der Hyphen, welche dem Luftmycel makroskopisch einen lockeren watteartigen Eindruck verleihen im Gegensatz zu *F. solani*, bei dem es meist dichter, moosartiger wächst. Besonders ausgeprägt ist der Unterschied auf gewissen Agarböden (z. B. 42) in Petrischalen. Der ganze Luftraum zwischen Deckel und Agar wird vom rosigen Mycel des schnellwüchsigen *F. rubiginosum* in Kürze locker durchzogen, während der fast schneeweiße schwach gezonte Rasen von *F. solani* dicht und kurz wächst.

Die mit bloßem Auge aus Wuchsformen und Wuchsarten abgeleiteten Unterscheidungsmerkmale sind gering im Verhältnis zu den mit Hilfe der Mikroskopie erschlossenen. Diese gestattet einen tieferen Einblick in die phylogenetisch fortgeschrittene Entwicklung des Pilzes, die sich besonders in der Ausbildung der Konidienträger und ihrer Sporen zu erkennen gibt. Auf diese muß eingegangen werden, während hingegen vom Mycel nur zu sagen ist, daß es meist langfädig, zerstreut verzweigt, im mittleren Verlaufe 3—4 μ breit und unregelmäßig septiert ist.

Diese Art wies in der Kultur die beiden Fruchtformen Konidien und Chlamydosporen auf.

Die Konidien sind am wichtigsten für die Verbreitung und die Erhaltung der Art. Die Chlamydosporen treten sowohl qualitativ (es fehlen Terminalchlamydosporen) als quantitativ zurück, auch im Vergleich zu denen bei *F. solani*, die hoch entwickelt waren.

Die Konidienträger haben dagegen, was Mannigfaltigkeit und Gliederung anbelangt, eine sehr hohe phylogenetische Stufe erreicht. Die leichte Züchtbarkeit der Art ermöglicht es, ebenso wie bei *F. solani*, sowohl das Werden eines hochgegliederten Trägers, als auch das beliebig niedriger gegliederter bis einfacher sogar auf Sterigmen reduzierter Träger zu verfolgen. Man hat nur die Nahrungszufuhr richtig abzustimmen.

Will man z. B. schnell einfache Trägertypen aus reifen Konidien hervorrufen, so genügt eine Kultur im hängenden Tropfen mit Kondenswasser von gekochter Kartoffelknolle. Fügt man dem Tropfen etwas mehr Nahrung hinzu, etwa in Gestalt eines dünnen Mikrotomschnittes von Knolleparenchym, so entstehen außerdem schon einige schwach gegliederte Träger. Folgende Bilder wurden mit dieser Methode binnen 8 Tagen — länger eignen sich solche im feuchten Raume eines Farbschälchen erzielten Bilder meist nicht als normale Wachstumsbelege bei nährstoffarmer Lebensweise, wegen der schwierigen Durchlüftung feuchter Kammern und auch wegen all-

mählicher Abnahme der Feuchtigkeit und der Nährstoffe — gewonnen: Schon binnen 24 Stunden nach Aussaat 41 Tage alter reifer Konidien massenhaft junge Konidien an kurzen (bis 15 μ lang) knospenartigen, flaschenförmigen oder auch nur dornig vorspringenden (2 μ lang) Sterigmen. Diese Sterigmen bilden sich an jeder beliebigen Kammer der Mutterkonidie: polar (Tafel I, 36 u. 38), seitlich (Tafel I, 35), einzeln, zu 2, gelegentlich gegenständig aus einer Kammer (Tafel I, 39). Bei vermehrter Nahrung wird außerdem noch ein Keimschlauch sichtbar, der vegetativ bleibt oder sofort Sterigmen erzeugt (Tafel I, 37). Letztere Abbildung erläutert, daß sich nach der Keimung die Konidie genau wie eine Hyphe verhält, welche dann entweder vegetativ ist oder, wie hier, gleich den morphologischen Wert eines Konidienträgers erhält; während aus zweien ihrer Kammern Sterigmen hervorsprossen, das dornenartige untere sogar schon eine Konidie abgeschnürt hat, wächst sie sich zu einem polaren Keimschlauche mit zahlreichen nach allen Richtungen hin stehenden Sterigmen aus; hier zufällig nur einseitig. Ebenso kann anstatt polar ein solcher Keimschlauch vegetativ oder Sterigmen-besetzt, aus jeder beliebigen Zelle der Mutterkonidie austreiben, wodurch die mannigfaltigsten Bilder entstehen. Sie sind in den ersten 2 Tagen gewöhnlich noch recht übersichtlich, dann aber anastomosieren die Hyphen miteinander oder verzweigen sich lebhaft, während die Sterigmen Konidie auf Konidie abschnüren, und so ein verwickelteres Gesamtbild zustande kommt. Mit Bezug auf die Konidienverlagerung sei hier gleich bemerkt, daß die Sporen im Wasser sich natürlich in einer Ebene oder zu unregelmäßigen Haufen verlagern, die besonders groß werden, wenn sie von den nach allen Richtungen des Raumes ausstrahlenden Trägern knäuelig verschlungener Hyphen abgestoßen wurden, in ähnlicher Weise, wie es für *F. solani* abgebildet worden war (Tafel I, 28). In die feuchte Luft ragende Sterigmen gruppieren ihre Konidien in falschen Köpfchen: 5 oder 6 verkleben oft so, daß sie als ein Ellipsoid erscheinen und etwa gelagert sind wie die Teilstücke einer Zitrone. Diese Gleichgewichtslage hängt mit dem Konidienquerschnitte zusammen, der nicht ganz rund, sondern etwa wie eine halbe 8, mathematisch wie eine halbe schlichte Lemniskate, eine Schleifenkurve, zu denken ist. Diese Kurve liegt so, daß ihr 0-Scheitelpol ein Punkt der Bauchlinie des Konidienlängsschnitts ist. Daraus ergeben sich nämlich flachere Flanken, somit auch größere Berührungsflächen der Sporen und also die beste Ruhelage, in der sie sich dann auch häufig miteinander verkleben (Tafel I, 48a). Bei größeren falschen Köpfchen geht diese Gruppierung verloren (Tafel I, 48).

Auffallend ist, daß die falschen Konidienköpfchen fast immer normal septierte große ausgewachsene, wohl niemals aber so ungleichgroße Sporen liefern, wie *F. solani* auch dann nicht, wenn die Nahrungszufuhr abgeschnitten oder die Stoffe allmählich verbraucht worden sind. Dann hört bei *F. rubiginosum* einfach die Abschnürung auf, nur wenige zuletzt abgeschnürte Konidien sind nicht normal, sondern unterseptiert und krüppelig (Tafel I, 42 u. 34b). Aber bei *F. solani* geht die fruktifikative Anpassung an allmählich abnehmende Nährkraft des Substrates oder Mediums soweit, daß sie fast bis zum Vegetationsabschluß Sporen abschnüren kann, die aber immer kleiner und kleiner werden, bis nur noch unseptierte Formen zum Vorschein

kommen. Wir hatten das an Tafel I. 14 nachweisen können, welche Abbildung gleichsam die ganze Skala abnehmender Nährkraft eines Knollescheibchens aus der im Laufe von 5 Tagen allmählich abnehmenden Sporenabschnürungsgröße beweist, gleichzeitig auch die Vermehrungskraft und Anpassungsfähigkeit von *F. solani*. Das so erklärte Auftreten von Köpfchen mit vorherrschend ein- und zweizelligen Konidien war ein Grund für ihre Sonderbezeichnung als „Mikrokonidien“, die aber nicht zu Recht besteht, auch nicht trotz des gelegentlichen massenhaften Auftretens dieser Hungerformen. Auch bei *F. rubiginosum* konnten in anormalen Kulturen Hungergebilde hervorgerufen werden, wenn auch schwieriger, aber sie verraten sich dann durch ihre krüppelige Form leichter als anormal als die bei *F. solani*. Da sie außerdem nie sehr zahlreich sind, so ist hier eine Mutmaßung von einem besonderen Konidientypus von vornherein ausgeschlossen.

Außer einfachen Konidienträgern wurden schon bei nährstoffarmen Kulturen in der feuchten Kammer schwach verzweigte Träger gefunden, kürzere unregelmäßig gegliederte oder mit 3 Sterigmen trifolierter Gliederung versehene, längere mit verlängertem Mittelsproß und zerstreuter Anordnung der Seitenglieder. Aber schon etwas Stengelhaut oder auch ein genügend dickes Mikrotomknollescheibchen, in den hängenden Tropfen eingeführt, bewirken eine reichere Büschelverzweigung einzelner Träger.

Während die schönsten, entwickeltsten und meisten derartigen Träger in groß angelegten Kulturen, z. B. im Reagensglase auf Knolle und Stengelstücken, entstanden und an diesen zum ersten Male der wiederholt 4 gliedrige Wirtelstand der Seitenäste erkannt wurde, boten die Kulturen im hängenden Tropfen den ersten Nachweis des Werdeganges dieses vollendeten Trägertypus. Dieser Nachweis entschied die Frage, ob die nicht viergliedrigen Träger als Entwicklungsstadien dieser oder als typisch unregelmäßige oder als anormale Stadien gedeutet werden sollten. Es wurde nämlich durch dauernde Beobachtung entstehender Träger die Erfahrung gewonnen, daß die Glieder auch regelmäßig werdender Träger nacheinander oder seltener zu zweien entstehen, daher auch längere Zeit einen ungleichmäßigen Gesamteindruck hervorrufen können, daß also eine scheinbare vollendete Unregelmäßigkeit die Entwicklungsstufe der Regelmäßigkeit sein kann. Damit steht nicht in Widerspruch die Tatsache, daß unregelmäßige Gliederung auch als typisch gedeutet werden muß. Auch sie gestattet nämlich dieselbe normale Konidienentwicklung. Systematisch von Bedeutung ist vor allem, daß *F. rubiginosum* zur Bildung von Trägern mit 4gliedrigem Aufbau fortschreiten kann, während dies *F. solani*, *coeruleum*, *Willkommii* und viele andere nachweislich nicht können, weder in der Natur noch in Kultur.

Ob Matruchot's (1892) *F. polymorphum* diese hohe Stufe der Gliederung erreicht, ist nach seinen Figuren zwar nicht ersichtlich, aber nach obigem nicht ausgeschlossen, da Unregelmäßigkeit in der Gliederung die Vorstufe der Regelmäßigkeit sein kann. Es wäre zu wünschen, daß auf diese Verhältnisse zukünftig näher eingegangen würde. Obgleich an Unterscheidungspunkten auch sonst kein Mangel zu sein pflegt, ist doch jeder neue sinnfällige Beweispunkt für die Auseinanderhaltung von Fusarienarten, wenn auch nur zur Bestätigung bereits getroffener sicherer Ent-

scheidungen, wichtig. Nur dann wird es möglich sein, bezüglich des Nachweises der Pathogenität einer Art für eine Kulturpflanze, eindeutige vergleichbare Literaturdaten zu erzielen, d. h. Daten, die sich bestimmt auf einen und nur einen Pilz beziehen.

Die beschriebenen hochentwickelten Konidienträger entstehen an rankenartig kriechenden Hyphen, welche bei Stengelkulturen die Hülle spärlich beziehen, oder im lockeren Luftmycel, das sich als Mantel aus langfädigen, fast senkrecht zur Substratoberfläche (besonders Stengel) gerichteten Hyphen bildet. Sie sind oft so groß und so zahlreich, daß sie mit bloßem Auge als Verdichtungen des Mycels sichtbar werden. Sie wurden ferner im Innern lebender, mit dem Pilz geimpfter Kartoffelknollen massenhaft nachgewiesen. Dort fanden sie sich an rosigem Mycel, das die in etwa 4—6 Wochen durch das energische Pilzwachstum entstandenen Höhlungen durchsetzte.

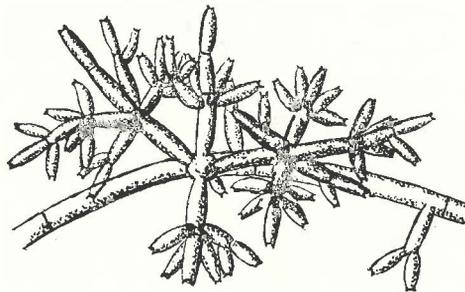


Abb. 8.

Konidienträger von Tafel I, 45 im Grundriß, schematisiert, um den 4gliedrigen Grundwirtel zu zeigen, dessen Einzelglieder wiederum 4gliedrige Wirtel haben usw. Die Glieder entstehen succedan. Der Träger ist noch in voller Entwicklung begriffen.

Um den Aufbau mit Hilfe einiger Abbildungen zu erläutern, sei zunächst auf die Textabb. 8 aufmerksam gemacht, die nach dem Aufriß Tafel I, 45 entworfen ist, da der letztere die Einzelheiten wegen der perspektivischen Überdeckung nicht darbieten kann, sondern nur den allgemeinen fächerförmigen Umriß des Trägers in der Seitenansicht. Es ist hier nur ein Entwicklungszustand festgehalten, nicht ein vollentwickelter Träger. Die Achse ist verkümmert oberhalb des 4gliedrigen Grundwirtels, der um so kräftiger gewachsen ist. Jedes Glied hat schon 1 fertigen Folgewirtel, von den Gliedern letzterer haben bereits einige in 4gliedrigen Wirteln angeordnete Sterigmen. Naturgemäß muß in dieser Weise ein viel dichteres Gesamtbüschel sich ergeben, als bei *F. solani* oder *coeruleum*. Das erhellt auch zur Genüge aus Tafel I, 44 und 45, auch aus 47, die einen im Grundriß entworfenen jungen Träger aus 4 tägiger Stengelkultur darstellt. Während nur Träger mit verkümmert Hauptachse und nur einem Grundwirtel als häufigste Fälle gezeichnet sind, kommen auch solche mit 2 etagenartig übereinander stehenden Wirteln vor (vgl. Tafel I, 54). Meist ist der Grundwirtel dann früher vollendet, aber es tritt auch der umgekehrte Fall ein, in dem die obere Etage schon 4 wirtelig, die untere noch 2 wirtelig ist (vgl. Tafel I, 54). Daß letzterer notwendig später 4 wirtelig werden muß, soll damit nicht behauptet werden.

Alle aufgeführten Verzweigungstypen liefern einerlei Sporen, und zwar nur Konidien, nicht Chlamydosporen, auch nicht im Alter, wie das bei *F. solani* oft der Fall war.

Chlamydosporen sind überhaupt selten bei *F. rubiginosum* und mögen hier mit ein paar Worten abgetan werden. Unter gleichen Bedingungen, unter denen bei *F. solani* Chlamydosporen jeder Art hervorgerufen wurden, z. B. in alten feucht gebliebenen erschöpften Medien, entstanden bei dieser Art nur gelegentlich Kettenchlamydosporen (Tafel I, 41). Vor allem aber wurden im Innern nicht gekeimter Mutterkonidien oder reifer durch feuchte Lagerung nicht zur Ruhe gekommener Jungkonidien durch Abrundung des Inhalts einer oder mehrerer Kammern Chlamydosporen gebildet, einzeln, zu 2 oder mehreren. Gelegentlich entleerten solche Konidien ihren Inhalt auch teilweise nach außen in der Weise nämlich, daß die entstehenden Chlamydosporen wie aus der Hülle herausgewachsen aussahen (Tafel I, 40 b). Alle diese Chlamydosporen aus Konidien wurden zuerst nach 5 Monate langer Kultur auf Mikrotomscheibchen im hängenden Tropfen gefunden. Sie waren dann zum Teil schon durch Zerfall der Mutterkonidienhülle frei geworden. Bei Einführung in frische Nährlösung keimten sie wieder aus und lieferten normale Jungkulturen. Auch wurden sie in den feuchten Mycelhöhlen lebender frischer Knollen beobachtet, die mit Konidien erfolgreich geimpft waren. Auch hier gingen sie aus reifen Neukonidien hervor.

Die Größe der selten ganz kugeligen, meist etwas ovalen Chlamydosporen wurde durchschnittlich zu $12 \times 9 \mu$ gemessen. In der Reife werden sie, besonders wenn sie trockener liegen, scheinbar auf der sonst glatten Außenhülle bewarzt; die Erhöhungen, welche im optischen Querschnitt leicht zu beobachten sind und die Auffassung als Warzen nahe zu legen scheinen, entstehen aber infolge Einschrumpfung der Außenhülle ganz von selbst. Eingetrocknetes Obst erhält ähnliche Schrumpfung der Hülle.

Am wichtigsten sind also die Konidien, die außer als Verbreiter auch als Erhalter der Art anzusehen sind, erstens weil andere Dauerformen entweder nicht bestehen (Sklerotien) oder selten sind (Chlamydosporen), zweitens weil ihr kräftiger Bau sie sehr widerstandsfähig macht.

Die Konidienhülle ist nämlich außerordentlich dickwandig, was z. B. bei *F. subulatum*, *Willkommii* u. a. nicht gesagt werden kann. Sie ist ziemlich druckfest, ihre Substanz scheint also sehr dicht zu sein; da sie beim Austrocknen der Konidie zwischen den Septen sich sehr nach innen einbuchtet kann (Tafel I, 34 a), muß sie trotz ihrer Dicke elastisch sein. Mikroskopisch tritt sie wie andernorts schon erwähnt wurde, auch deshalb stark hervor, weil sie in der Reife ein mattbraunes Pigment einlagert. Die Septen treten infolge Eintrocknens der nicht gestützten Hüllenteile ringförmig hervor, stärker als bei den meisten anderen Arten; mehr oder minder deutliche Ringverdickungen sind sonst jeder Art eigentümlich. Bei *F. rubiginosum* wurde es klar, daß die Deutlichkeit der Ringverdickungen auch von der Konidien Dicke, der Septierungsweite, der Beschaffenheit der Hülle wohl etwas abhängig und daher bei den Arten etwas verschieden sein kann, aber durchaus nicht

als Artmerkmal in Betracht kommt. Sie schwankt nämlich oft viel mehr durch den Grad der Eintrocknung innerhalb derselben Art als zwischen verschiedenen Arten. Es scheinen also die in früheren Diagnosen häufigen Bemerkungen: „Hülle an den Septen hervortretend“ oder „Hülle zwischen den Septen eingezogen“ im allgemeinen bedeutungslos zu sein, da mit ihnen ein bei den Arten zwar graduell verschiedenes, aber sonst allgemeines Symptom des Trockenzustandes reifer Konidien hervorgerufen wird.

Wichtige arttrennende Merkmale sind dagegen aus der allgemeinen Wölbung der Konidie, besonders aus der Änderung im Verlaufe der Krümmung bei Rücken- und Bauchlinie des axilen Längsschnittes herauszuholen. Auch für dieses *Fusarium* gilt es, zu dem Zwecke reifes typisches Sporenmateriale zu verwenden. Die jungen, eben erst abgeschnürten Formen sind noch meist dünn, gerade oder schwach gekrümmt, spindelförmig, an den Enden wenig verjüngt, noch nicht oder wenig und dann unregelmäßig und meist undeutlich septiert; nur die Länge ist schon fast oder ganz gleich der der Reifekonidien (Tafel I, 36—39). Aber schon 14tägige Kulturen liefern massenhaft Sporodochien mit überwiegend reifen Sporen. Als normale Reifeform mußte die 5septierte Konidie gelten wegen folgender Tatsachen: 6tägige Tropfenkulturen mit Knollenscheibchen lieferten Sporen mit 50% 5septierten, 30% 4septierten, 20% 3septierten Konidien, 14tägige Reagensglaskultur auf gekochten Stengelabschnitten von großer Bohne solche mit 86% 5septierten, 4% 4septierten, 6% 3septierten usw. Konidien; 60tägige Kultur auf gekochter Kartoffelknolle bot ferner 86% 5septierte, 9% 4septierte, 4% 3septierte, 43tägige Kultur auf gekochten Kartoffelstengeln 94% 5septierte, 2% 4septierte, 2% 3septierte und 2% sogar 6septierte Konidien. In einzelnen älteren Kulturen traten Schwankungen zugunsten der 4-Septaten auf, z. B. bei einer 72tägigen Kultur auf gekochter Knolle mit 60% 5-Septaten, 25% 4- und 15% 3-Septaten. Warum sind hier nicht mehr 5septierte Konidien vorhanden? Der Grund ist folgender: Gekochte Knolle ist zwar ein lange anhaltendes Nährsubstrat, das fast bis zum Ende der Vegetation die Konidienbildung gestattet. Während aber in den ersten Wochen die normale Ausgestaltung derselben noch möglich ist, muß ein Teil der zuletzt entstehenden wegen allmählichen Nahrungmangels sich mit der Notreife begnügen. So wird das prozentuale Verhältnis für die Normalseptaten ungünstig in zu alten Kulturen. Wenn man von Zeit zu Zeit bei einer und derselben Kultur die Konseptaten zählt, so findet man fast regelmäßig ihre Konidien in den ersten Tagen noch vorherrschend unternormal, dann allmählich herrschend normal, nach 2—3 Monaten aber oft wieder vorherrschend anormal septiert. Es ist also von Wichtigkeit, das Zeitoptimum der normalen Fruktifikation, der Hochkultur, zu erkennen, damit zu den Messungen und Formenuntersuchungen nicht versehentlich auch Konidien von Jung- und Altkulturen herangezogen werden. Besondere Vorsicht ist bei Verwendung von Sporen der Knollekulturen geboten. In Stengelkulturen haben sich stets weniger altersschwache und krüppelige Formen gefunden, weshalb diese für die Herausarbeitung der Arteigentümlichkeiten auch bei *F. rubiginosum* vorwiegend in Betracht kamen:

Normale reife 5septierte Konidien sind im allgemeinen dicker, gewölbter und beidendig mehr und allmählicher verjüngt als bei *F. solani*. Das geht deutlich aus dem Längsschnitt hervor. Beiden Arten gemeinsam ist aber, daß die Rückenlinie stärker gekrümmt ist als die Bauchlinie und der senkrechte Abstand beider Linien d. h. der Querschnitt der Konidie zwischen Mitte und zweitem Drittel — vom Ansatzende gerechnet — am größten zu sein pflegt (Tafel I, 31a—c).

Die Kurven der Rücken- und Bauchlinie sind am besten mit Ellipsen vergleichbar. Wir haben es bei *F. rubiginosum* mit breiteren Ellipsen zu tun als bei *F. solani*, besonders die Rückenlinie nähert sich manchmal schon einer kreisförmigen Krümmung. Aber das ist entweder nur vorübergehend der Fall oder nicht normal, kommt auch nur bei Konidien von Knollekulturen gelegentlich vor. Bei solchen Konidien ist die Bauchlinie wenig oder gar nicht gekrümmt, so daß der Längsschnitt solcher Formen ein Kreissegment darstellt. Tafel I, 32 enthält einige dieser Konidien, welche aber häufig noch entwicklungsfähig gewesen sind und typische Form annehmen, während sie in anderen Knollekulturen auch in diesem Zustande verharren und ausreifen.

Diesen Konidienformen mit gleichmäßiger Krümmung stehen die entwickelten, offenbar typischen mit ungleichmäßiger Krümmung gegenüber. Während bei ersteren die Hauptachse der Ellipse der Rückenlinie symmetrisch zur idealen Längsachse der Konidie liegt, ist dies bei letzteren nicht der Fall. Bei diesen liegt vielmehr der eine Hauptscheitel der Ellipse außerhalb der Rückenlinie, das andere innerhalb derselben in der Hälfte des Scheitels der Spore. Die Bauchlinie liegt in einer gestreckteren Ellipse. Die Hauptscheitel dieser liegen außerhalb, selten liegt einer innerhalb der Bauchlinie und zwar dann auch in der Nähe des freien Endes. Durch die verschiedenartigen Überschneidungen der Rücken- und Bauchlinienellipse sind folgende Formenmannigfaltigkeiten zu erklären: Die Schwankung der Zone des größten Querschnittes, der Grad der Krümmung der idealen Längsachse und der Verjüngung an beiden Enden der Konidie (Tafel I, 31). Vgl. auch allg. Teil.

Sehr ausgeprägt kann bei dieser Art die Ansatzwarze sein. Der Längsschnitt zeigt sie am deutlichsten. Das Endglied mit der Ansatzwarze hat etwa die Form eines langschäftigen Stiefels, dessen Hacken indes nur schwach hervortritt (Fig. 46a, 43b). Das freie Ende der Konidie verjüngt sich oft ähnlich, aber da der Ansatzhacken hier wegfällt, erscheint seine Längsschnittkurve ohne irgendwelche Einknickung, das freie Ende hat die Form eines Kegelmantels, dessen Spitze umgebogen ist (Tafel I, 43a, 31 die oberen Spitzen).

Der Eindruck von der Krümmung der Konidie wird verstärkt durch die 5 kräftigen, stark lichtbrechenden Septen, die nämlich nicht parallel sind, wie das annähernd bei *F. solani* der Fall war, sondern divergieren, oft so gleichmäßig, daß ihre Verlängerungen alle sich fast in einem Punkte schneiden, der bei regelmäßiger gekrümmten Konidien sogar oft den Krümmungsradius eines Teiles der Bauchlinie bestimmen kann.

Zum Schluß seien noch einige Meß- und Zählbelege gegeben:

14 Tage alte Kultur auf Stengel (*Vicia faba*) (schöne wohlgeformte Konidien in Sporodochien):

0—2-septiert	—	3%
3	„	6 „
4	„	4 „
5	„	44 × 6 μ, 86 „
6	„	48 × 6 „, 1 „

13 Tage alte Kultur auf Stengel:

5-septiert 39 × 7 μ herrschend.

43 Tage alte Kultur auf Stengel: (Konidienballen zwischen langfädigem Mycel):

3-septiert	—	2%
4	„	2 „
5	„	43 × 6 ¹ / ₂ μ, 94 „
6	„	2 „

30 Tage alte Kultur auf Knolle (pulverige Pionnotes auf runzeligem ausgebreitetem Stroma):

5-septiert 37 × 6¹/₂ μ herrschend.

60 Tage alte Kultur auf Knolle (pulverige Pionnotes):

0—2-septiert,	nicht beobachtet;
3	„ 26 × 5 μ, 4%
4	„ 26 × 5 ¹ / ₂ „, 9 „
5	„ 37 × 6 „, 86 „
6	„ 42 × 6 „, 1 „

76 Tage alte Kultur auf ungeschälter, ganzer gekochter Knolle (Konidien von Sporodochien der Hülle mit warzenartigem halbkugeligem Stroma, trocken, pulverig, gelbckrig mit Stich ins Olivbraune):

3-septiert	26 × 6 μ, 27%
4	„ 28 × 6 „, 25 „
5	„ 32 × 6 „, 48 „

Bemerkungen: Die 3-septierten Sporen machen einen krüppeligen Eindruck, die 4-septierten sind ungleich weit septiert und scheinen meist nur durch Nahrungs- und Wassermangel verhindert zu sein, das 5. Septum einzuschalten.

72 Tage alte Kultur auf Knolle (Konidienballen):

3-septiert	15%
4	„ 25 „
5	„ 60 „

Ausnahmegrößen: 74 × 6¹/₂ μ, 5 Septen (größte Länge);

54 × 8 „, 8 „ (größte Dicke);

20 × 6 „, 3 „ (kürzeste Konidie).

Danach ist die normal reife Konidie 5-septiert, durchschnittlich 32—44 × 6 bis 7 μ (Grenzen 23—53 × 5,5—7,5 μ), seltener 3- und 4-septiert, ausnahmsweise 6-septiert. Grenzwerte: Längen 20—74 μ, Breiten bis 8 μ, höchste Septenzahl 9.

Einige gelegentlich gemachte Beobachtungen können vielleicht für spätere cytologische Forschungen Wert haben: Wie schon bei *F. solani* angedeutet wurde, wächst der Brechungsexponent und damit die Sichtbarkeit der Kerne unter gewissen Bedingungen, unter denen jedenfalls Feuchtigkeit, Nährstoff- und Zellinhaltkonzentration die Hauptrolle spielen. Die Kerne sind dann leicht in der lebenden Konidie zu sehen ohne Anwendung von Farbstoffen. 14 Tage alte Kulturen auf feuchten Stengeln von *Vicia faba* lieferten Präparate mit Konidien aller Entwicklungsstadien, wenn die Sporen von noch jungen Sporodochien genommen worden waren: einzellige bis sechszellige lagen dann bunt durcheinander. Die einzelligen Formen hatten schon die Größe erwachsener; ihr Kern lag selten in dem die Mitte der idealen Längsachse schneidenden Querschnitte, sondern in dem Schnitte der stärksten Anschwellung, also in der Hälfte des freien Endes der Konidie, wahrscheinlich im oder in der Nähe ihres Schwerpunktes. Er liegt meist exzentrisch, gelegentlich auch — vor der Teilung? — peripher, dann planconvex gestaltet, sonst gewöhnlich kugelig. Zahlreiche Einzeller waren übrigens zweikernig. Die Lagerung der 2 Kerne zeigte ihre gegenseitige Beziehung oft noch deutlich: entweder lagen sie unweit voneinander oder so weit entfernt, daß einer im ersten, der andere im letzten Drittel der Zelle lagerte. Daß hier Kernteilungen vorausgingen, Kernwanderungen folgten, nicht etwa Neubildung von Kernen erfolgte in jungen Konidien, ließ sich auch durch dauernde Beobachtung einer Konidie unter dem Mikroskope direkt nachweisen. Abends ist der Vorgang am besten zu verfolgen. Um die Konidien nicht zu stören, ist es besser, sie anstatt in Wasser in ihrem eigenen Nährmedium zu untersuchen. Auch Vegetabilien, feuchte Stengel z. B., lieferten stets beim Kochen etwas Kondenswasser, das mit seinen aus dem Stengel stammenden Nährstoffen ein gutes Objektträger-nährmedium für Konidien von demselben Stengel abgibt. Die Lagerung der Tochterkerne schien nicht willkürlich: Oft lag ein Kern der Rücken-, der andere schräg gegenüber der Bauchlinie genähert so etwa, daß sie, wenn der kernführende Konidienteil als Zylinder gedacht wird, fast an den Enden der einen Diagonale des rechteckigen axilen Längsschnittes zu liegen kamen. Erst mit dem Erscheinen der ersten Querwand macht die willkürlichere Lage der beiden Kerne den Eindruck völliger Unabhängigkeit voneinander.

Alle Beobachtungen deuten darauf hin, daß Kernteilung und Septierung, gelegentlich sogar die völlige Ausbildung der Reifeform unabhängig von dem Konidienträger nach dem Freiwerden vor sich gehen können. Damit ist nicht gesagt, daß nicht die Konidie an ihrem Sterigma häufig haften bleiben kann bis zur Ausreife, sondern nur, daß sie nicht darauf angewiesen ist, und das Festhaften nicht etwa als die gewöhnliche und normale Bildungsweise gedeutet werden darf.

Daß die Tochterkerne nach dem Auftreten der ersten Querwand unabhängig sind, ergibt sich aus der Weiterentwicklung. Häufig bleibt der dem Ansatzende nähere Kern eine Zeitlang ungeteilt, wenn der andere sich schon längst wieder geteilt hat, und diese Kerne wiederum durch ein Septum getrennt erscheinen. Diese Bemerkungen mögen als Hinweis auf die jedenfalls hochinteressanten cytologischen Verhältnisse genügen.

Die Diagnose dieser Art lautet:

Fusarium rubiginosum n. sp.

Schacht, Die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten, S. 17—24, 1856 Taf. IX, Fig. 20, Taf. X, Fig. 1 pr. p., Fig. 2 (sub *Fusisporium solani* Mart.).

Konidien nicht lagerartig (zerstreut, in falschen Köpfchen, in Ballen) oder lagerartig (Coremien, Sporodochien, selten vorübergehend spärliche Pionnotes). Normale reife Konidien mit stark lichtbrechender derber Membran, spindelig sichelförmig, gekrümmt, beidendig häufig stärker, oft schnabelförmig umgebogen oder schiefkegelförmig endend; größter Querschnitt in der Mitte oder gegen das freie, seltener gegen das meist deutlich fußartige Ansatzende zu. Im Längsschnitt die Bauchlinie wenig, die Rückenlinie stark gekrümmt, ellipsoidisch selten kreisbögig. 5 Scheidewände, durchschnittlich $32-44 \times 6-7 \mu$ (Grenzen $23-74 \times 5,5-7,5 \mu$), seltener 3 und 4, ausnahmsweise mehr oder weniger. (Grenzwerte: 2-septiert $18 \times 4\frac{1}{2} \mu$, 8-septiert $54 \times 8 \mu$, 5-septiert $74 \times 6,5 \mu$, größte Septenzahl 8).

Farbe der Konidienmassen ocker (gelber bis rötlicher), in der Jugend gelblicher, im Alter, besonders bei feuchter Lagerung, bräunlicher.

Konidienträger einfach oder verzweigt, den vollkommensten Verzweigungstypus haben büschelige Träger, deren Hauptaxe häufig gestaucht ist, deren Seitenäste sich wiederholt verzweigen und, einschließlich der Konidien-tragenden Endauszweigungen, in bis 4-gliedrigen Wirteln angeordnet sein können.

Sterile und fruchttragende Hyphen von verschiedenster Dicke und Septierungsweite, Dicke $\frac{1}{2}-\frac{3}{4}$ der Konidiendicke.

Mycel weiß bis rosa, langfädig und locker, Stroma und Plectenchymmassen oft orange bis karminrot, niemals blau werdend.

Chlamydosporen selten, entweder aus Hyphenzellen intercalär, dann in der Regel kettenartig, oder aus Konidien entstehend; von ovaler Form, durchschnittlich $12 \times 9 \mu$.

Vorkommen: In einer trockenfaulen Kartoffel, sogenannte Mumie, gemeinsam mit *Fusarium subulatum*.

VIa. Fusarium discolor n. sp.

(Taf. I, 50—59; Taf. III, 7.)

Dies *Fusarium* wurde einmal von einem stark von *Phytophthora* befallenen Kartoffelstengel gewonnen. Der Stengel war teilweise abgestorben, *Verticillium lateritium* Nees und Bakterien gediehen üppig auf ihm.

Auf seinem Original-Substrate waren infolge der vorgeschrittenen Zersetzung nur stark geschädigte erdfarbene Sporodochienkonidien (vgl. Tafel I, 58 b) vorhanden. Weder Formen noch Farben ermöglichten die Bestimmung des normalen Pilztypus. Auch die Vacuolisierung des Inhalts und ihre häufige Begleiterscheinung, die undeutliche Septierung, erschwerten die Übersicht. Flüchtig betrachtet ähnelten allerdings die Formen der Konidien denen von *F. rubiginosum*, doch waren die Ausmaße erheblich geringer.

Die Reinkultur bestätigte die Ähnlichkeit mit der Konidienform genannter Art brachte aber gleichzeitig den Beweis, daß dennoch eine gute selbständige Art vorlag.

F. discolor scheint auf Kartoffeln bisher nicht gefunden und auch sonst nirgends beschrieben zu sein.

Die Züchtung der Art gelang auf gekochten Kartoffelknollen und Stengelstücken von Kartoffel, Erbse, Stroh, Lupine, großer Bohne, auf denen sie reichlich Konidien entwickelte, wenn sie mit reifen Konidien beimpft worden waren; ferner auf gezuckerten Nährsalz- (42) und zitronensaurem gezuckerten Kartoffelsaftagar (46), wo die Myceldecke besonders stark wurde, Konidien aber weniger auftraten, auch wenn von Konidien ausgegangen war. Bei Impfung von Mycel trat wie bei anderen Arten auf allen eben erwähnten Nährböden auch wieder größeres Mycelwachstum auf, Konidien kamen später und meist weniger, gelegentlich auch gar keine, dagegen sehr oft plectenchymatische Knoten, die blumenkohlartig kraus oder kugelig glatt waren und bis erbsengroß werden konnten. Impfte man solche Gebilde auf frisches Substrat, so erschienen gleiche Gebilde.

Das auch bei anderen Arten erkannte Verhalten der einzelnen Wuchsformen: daß lockeres Mycel, Plectenchym, Konidien, gesondert geimpft, immer möglichst ihresgleichen bilden, ist auf allen Substraten, die ein freudiges Gedeihen ermöglichen, nachzuweisen, nur in der Stärke verschieden. Dies Verhalten war für die morphologische Bearbeitung deswegen von großer Bedeutung, weil sich damit fast mit rechnerischer Sicherheit alle Wuchsformen, Konidienträger und Konidienverlagerungen dem Pilze entlocken ließen.

Dabei zeigte sich, daß *F. discolor* ausgezeichnet ist durch Luftmycelreichtum. In Agarkulturen (42, 46) war das besonders auffallend. Sein rosafarbenes, stellenweise gelbliches Luftmycel und karminrotes (46) oder matt orangefarbenes (42) Plectenchym (der im Substrat wachsende dichte gallertartige Teller) glich fast dem von *F. rubiginosum*. Erst als plectenchymatische Knoten hier und da zwischen dem Luftmycel auftauchten, unterschieden sich beide Arten merklicher.

Aber auch die für die Unterscheidung wichtigen Stengelkulturen besaßen, selbst wenn Konidien geimpft waren, in der Regel einen lockeren Mycelmantel aus mehr oder weniger senkrecht zur Oberfläche gerichteten langen Hyphen. Nur bei Kulturen auf Stengeln von großer Bohne wurde wenig Luftmycel gefunden. Hier saßen die Konidien infolgedessen als kleine feuchte formlose Häufchen auf der nackten Epidermis, während sie sonst im Luftmycel als kleinere oder größere Ballen verklebt hängen. Das Bestreben der Art, ihre Konidien im allgemeinen auf einem Mycelbette, nicht auf der nackten Substratoberfläche abzulagern, zeigt sich auch auf unbehüllten Substraten. Selbst wenn nachher, z. B. auf geschälter Knolle, ein typischer Pionnoteschleim lückenlos die Oberfläche bedeckte, ruhte er stets auf einer wenn auch nicht sehr hohen Schicht von Luftmycel. Im Gegensatz dazu stehen *F. metachroum* und *F. falcatum*, deren Pionnotes, ebenso wie die von *F. solani*, *theobromae* u. a. dem hüllenlosen Substrate nackt auflagern kann. Der Gegensatz ist aber nicht ganz scharf, eine vorübergehend dem Substrat aufliegende Pionnotes wird auch bei *F. discolor* beobachtet. Zum Beweise sei über den Verlauf einer Kultur auf geschälter, gekochter Knolle kurz berichtet:

21. August 1909. Konidien einer 100 tägigen Kultur wurden auf frisch gekochte Knolle geimpft.

22. August. Von der Impfstelle aus nach unten beginnt eine dünne Pionnotes sich auszubreiten.

26. August. Von der Pionnotes fast nichts mehr zu sehen. Sie ist durch- und überwuchert von einer hohen Mycelschicht, die unten auf dem Substrate karminrot, oben rosa oder farblos, stellenweise matt schwefelgelb erscheint.

14. September. An einigen Stellen quellen Konidienschleime hervor, entweder kopfartig auf besonderen vorspringenden Stromaten oder als loser Schleim auf dem Mycel mehr oder weniger ausgebreitet oder zwischen den Hyphen hängend.

Es liegt also auch hier eine, wenn auch nur vorübergehende nackt auflagernde Pionnotes vor, die aber nicht zur Herrschaft kommt, sondern von Luftmycel zurückgedrängt wird. Erst diese Myceldecke läßt die Bildung bleibender Konidienlager zu, die aber seltener die ganze Decke überziehen. Das ist erklärlich, denn während unter gleichen Ernährungsbedingungen bei *F. coeruleum* und *F. rubiginosum* ein runzeliges dickes plectenchymatisches Stroma häufig ohne viel hohes Luftmycel ausgebildet wurde, herrschte bei dieser Art fast immer das lockere hohe Luftmycel vor, das keine feste Unterlage für eine zusammenhängende Pionnotes abgab.

Das gesamte Farbenbild der Art sei noch im Vergleich zu dem von *F. rubiginosum* besprochen. Das Mycel färbt sich bei beiden Arten auf Knolle karminrot in seinen plectenchymatischen Teilen, welche Farbe mehr oder weniger in das sonst weiße Luftmycel eindringen kann. Die Konidien von Stengelkulturen sind bei *F. discolor* normal in der Reife leuchtend ockrig mit orangefarbigem Einschlag, dagegen bei *F. rubiginosum* ohne diesen Einschlag (vgl. dort genauer). Während die Farbe letzterer allgemein gelblicher bleibt, ist sie bei *F. discolor* dauernd rötlicher, auch in Trockenheit, im pulverigen Zustande, wo sie höchstens heller wird; seltener vertieft sie sich nach einem rötlichen Braun, besonders bei harziger Eintrocknung. Auch die Jugendfarben der Arten sind oft in derselben Weise verschieden.

Bei beiden Arten ist die Entwicklung der Farben nicht ans Licht gebunden. Die Plectenchymknötchen von unserer Art sind hell- bis dunkelbraun, 2—5 mm im Durchmesser, mit krauser Oberfläche. Sie fehlen bei der Vergleichsart. Beide haben dagegen gemeinsam kugelig über die Substrathülle vortretende Plectenchyme mit glatterer Oberfläche, die als Lager der Konidien dienen können.

Ein eigenartiges Bild, wie es nur diese eine Art bot, trat ferner in der Kultur auf ungeschälter Ganzknolle zutage. In 3—4 Wochen war die ganze Oberfläche wie besät mit halbkugeligen (bis $\frac{1}{2}$ cm D.) moosartigen Polstern von plectenchymatischer Grundmasse und kurzfilzigem rosigem Mycelmantel. Wo keine Polster waren, war die Kartoffelschale entweder frei geblieben oder mit jenem oben beschriebenen langfädigen hohen Luftmycel bedeckt, das weiß oder rosig wurde. An beliebigen Stellen, gelegentlich auch auf den Polstern, kamen dann die Konidien zum Vorschein.

Ehe wir den Vergleich zwischen *F. discolor* und *F. rubiginosum* weiter auch auf die mikroskopischen Verhältnisse der Konidienträger und besonders der Konidien ausdehnen, seien einige Worte über das Mycel, das indes nichts besonderes bietet,

vorausgeschickt. Es ist verzweigt, verschieden weit septiert, wenn auch im ganzen enger septiert als bei den bisherigen Arten. Die Hyphen schwellen, besonders in feuchten Substraten, häufig an. Aus einer geschwollenen Endzelle entstanden manchmal eine ganze Reihe dünner Hyphen, die, wie Tafel I, 57 zeigt, sehr eng septiert sind und sich wieder verzweigen. Die Breite hält sich im Rahmen der Konidiendicke, sie kann etwas größer werden, ist aber gewöhnlich etwas geringer, nämlich $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ der Konidiendicke.

Die Konidienträger beider Arten haben teilweise große Ähnlichkeit. Man vergleiche die Büschel der Träger Tafel I, 45, 55. Die Achse des Systems ist hier verkümmert. Im allgemeinen aber ist ihre Entwicklung bei *F. discolor* nicht so kümmerlich. Mehretägige Verzweigung einerseits (Tafel I, 54), traubig gestellte Seitenäste andererseits (Tafel I, 58) machen eine Verlängerung der Achse nötig, die in ähnlicher Weise bei *F. rubiginosum* nicht beobachtet worden ist. Aber man trifft bei beiden die in 4-gliedrigen Wirteln angeordneten Seitenäste an, entweder als Grundwirtel an der Hauptachse (Tafel I, 54) oder als Seitenwirtel an einem Seitenaste (Tafel I, 58). Daneben finden sich natürlich auch bei *F. discolor* alle möglichen niedrigeren Gliederungen und Unregelmäßigkeiten, die aber teilweise als Entwicklungsstadien aufzufassen sind. In Kulturen mit beschränkter Nährkraft tritt uns auch bei diesem *Fusarium* der einfache Träger entgegen (Tafel I, 49 a), der, solange die volle Nahrung vorhanden ist, auch normale Konidien abschnürt, später aber winzige Sporen hervorbringt (Tafel I, 54 b), die nicht mehr ihre volle Ausbildung erhalten, sondern 1- bis 2-zellig bleiben. Eine ins Unbegrenzte gehende Verzweigung haben die Sporodochien (Tafel I, 59), die auf gekochten Stengeln am schönsten wachsen. Sie konnten in den ersten Tagen noch gut übersehen werden und machten den Eindruck, daß Verzweigungen wie bei Tafel I, 58 bei ihnen häufig sind, wodurch nachher ein ungemein dichtes Oberflächenbild von Tragspitzen zustande kommt.

Auch die Konidien lassen sich vergleichen mit denen von *F. rubiginosum*. Eine Formverwandtschaft besteht sicher, was aus dem Vergleiche der Konidienlängsschnitte von Tafel I, 31, 55 hervorgeht. Nur hat *F. rubiginosum* oft eine schwache Neigung etwas bauchig zu werden, was bei *F. discolor* nicht gesehen worden ist. Letztere Art weicht aber ganz besonders ab von der ersteren durch die geringere Größe und die variable Septierung. Beides ist aus der folgenden Übersicht über einige Messungen und Zählungen ersichtlich:

75 tägige Kultur auf Knollescheibchen im hängenden Tropfen des Deckglases einer Farbschale (falsche Konidientröpfchen):

3-septiert		, 10 %;
4 „	$32 \times 4\frac{3}{4}$ μ ,	47 „ ;
5 „	39×5 μ ,	43 „ .

Kultur auf Lupinestengel:

			18tägig.	21tägig.
3-septiert	25×5 μ ,	14 %,	17 %;	
4 „	$30 \times 5\frac{1}{4}$ „,	24 „ ,	32 „ ;	
5 „	$26 \times 5\frac{1}{2}$ „,	62 „ ,	51 „ .	

Kultur auf Kartoffelstengel (Sporodochien mit warzenartig vorspringendem Stroma):

		31 tägig.	45 tägig.
3-septiert	$26 \times 4\frac{1}{2} \mu$,	43 %,	30 %;
4 „	$30 \times 4\frac{1}{2} \mu$,	42 „,	51 „;
5 „	$34 \times 4\frac{3}{4} \mu$,	15 „,	19 „.

60tagige Kultur auf Kartoffelstengel (ausgetrocknete, harzartig verhärtete Pionnotes) mit vielen kleinen altersschwachen Konidien, wie sie am Ende der Kultur kurz vor der Austrocknung noch häufig entstehen):

3-septiert	77 %;
4 „	15 „;
5 „	8 „.

Kultur auf Stengel von großer Bohne (*Vicia faba*) (Sporodochien):

		18 tägig.	31 tägig.
3-septiert	} etwas kleiner und dünner als auf Lupinestengel	29 %,	46 %;
4 „		50 „,	43 „;
5 „		21 „,	11 „.

90tagige Kultur auf Knollestückchen (Pionnotes die anfangs in großen Massen aus dem Innern herausflieend, nun eingetrocknet ist; viele krüppelige Konidien):

2-septiert	$18 \times 4 \mu$	} vorherrschend 3-septierte Konidien (Tafel I, 58b) mit häufig anormaler Form.
3 „	$23 \times 4\frac{3}{4} \mu$	
4 „	$27 \times 5 \mu$	
5 „	selten	

Diese Ergebnisse sind, abgesehen von den erwähnten Altersformen von normalen Formen gewonnen. Zwar liefern Knollekulturen, wie bei anderen Arten, nicht so ausgeprägte Sporen als Stengelkulturen, die Ansatzwarze tritt nicht so gleichmäßig hervor, auch sind sie nicht immer gleich scharf zugespitzt, besonders die kleinen Sporen nicht (Tafel I, 58b). Diese Unterschiede waren indes nicht groß genug, um Knollekulturen nicht auch für die normale Variationsbreite heranzuziehen. Auch die geringere Durchschnittsgröße und hohe Prozentzahl der Triseptaten bei Knollekulturen wurde berücksichtigt. Sie bestätigten um so eher, daß Größen und Septenschwankungen Arteigentümlichkeiten dieses *Fusariums* sind, als auch Stengelkulturen ähnliche Verhältnisse aufweisen konnten (vgl. 60tagige Kultur auf Stengel mit 77% Triseptaten). Im allgemeinen lieferten Stengel größere, kräftigere Konidien, manchmal überwogen die 5-septierten, manchmal die 4-septierten, gelegentlich auch die 3-septierten. Der Wechsel ist vom Substrat und auch vom Alter abhängig, wie aus den Zahlbelegen zu ersehen ist. Hier war die Züchtigung auf mehreren Substraten also ein Mittel, um die Veränderlichkeit der Konidien innerhalb der Normalität zu entdecken. Hätte man sich nur etwa auf die Ergebnisse von Lupinestengelkulturen verlassen, so hätte man den hier zufällig vorherrschenden 5-septierten Sporen die optimale Bedeutung zuerkannt, den anderen untergeordnete, da sie zum Teil gewiß als Entwicklungsstadien hatzen gedeutet werden können. Mag das auch nicht immer

ein großer Fehler sein, so muß doch für die Diagnose der Fusarien jede Eigenschaft gerade der für die Systematik wichtigen Konidien so genau wie möglich erforscht werden. Vielleicht würde sonst *F. discolor*, falls es auf anderen Substraten in der Natur später gefunden wird, leicht verkannt und neu beschrieben, weil zufällig die Triseptaten oder andere Konseptaten herrschen und ganz normal aussehen.

Für dieses *Fusarium* muß es also notwendig heißen: Normal 3—5-septierte Konidien, ausnahmsweise kommen weniger septierte zur normalen Ausreife. Die Variationsweite der Größe vereinfacht sich dann auch, da die Konseptatengruppen nicht einzeln berücksichtigt werden brauchen. Also:

Größe der ausgewachsenen Konidien $23-39 \times 4\frac{1}{2}-5\frac{1}{2} \mu$ (Grenzen $16-48 \times 3\frac{1}{2}-6 \mu$).

Höhere Septenzahlen sind bei *F. discolor* viel seltener als bei *F. rubiginosum*, nur ganz vereinzelt fand sich eine 6-septierte Spore. Die Breite wurde aber bei anormalen Quellungen und bei der Keimung $6-7 \mu$ gemessen (Tafel I, 50d), erreicht also dann ausnahmsweise die Normalbreite von *F. rubiginosum*. Für die Unterscheidung beider Arten sind die anormalen Konidien übrigens auch zu benutzen. Je kleiner und krüppeliger die Sporen bei *F. rubiginosum* werden, desto auffallender wird ihre Breite, die nicht so variabel ist; sie sehen plump aus, da die Enden stumpfer werden (Tafel I, 34b). *F. discolor* indes hat auch als krüppelige Konidie eine verhältnismäßig schlanke, beiderseits verjüngte und meist umgebogene Form (Tafel I, 54b). Auch das Trockenstadium vergrößert die Unterschiede (Tafel I, 34a und 50c).

Zum Schluß muß einiges über die normale Variabilität der Form angefügt werden. Die Konidien können stark (Tafel I, 55) und schwach gebogen (Tafel I, 52) sein. Erstere Formen traten auf Kartoffelstengel häufiger auf, letztere z. B. auf Stengel von *Vicia faba*. In beiden Fällen ist die Rückenlinie stets stark gekrümmt, nur die Krümmung der Bauchlinie schwankt. Das war auch bei *F. rubiginosum* der Fall. Dennoch verleugnen die Konidien durch diese Veränderlichkeit nie ihre einheitliche Normalform. Aber eine wesentliche Stütze beim Studium liegt in der Veränderlichkeit, insofern als z. B. Eigenschaften der Konidienform, die auf einem Substrat nur angedeutet und schwer oder gar nicht herauszufinden sind, auf einem anderen übertrieben deutlich werden. Hat man sie aber hier gefunden, so wird ein nochmaliger Vergleich mit Formen des ersten Substrates auch hier das Merkmal bestätigen. So hatten Konidien von *Vicia faba*-Stengel den größten Querschnitt meist in der Hälfte des freien Endes. Bei Kartoffelstengelkulturen war diese Eigenschaft bisher nicht entdeckt, ließ sich aber nun, wenn auch ganz schwach angedeutet, nachweisen, auch bei Konidien von Lupinekulturen, so daß in der Tat eine mehr oder minder ausgeprägte Neigung zu einer mäßigen Anschwellung über die Mitte der Längsachse hinaus nach dem freien Ende zu vorzuliegen scheint, wie bei *F. rubiginosum* und häufig bei *F. solani*.

Bezüglich der Gestaltung von Ansatz- und Endstück sei auf das bei voriger Art Gesagte verwiesen.

Als Dauerformen kommen für *F. discolor* wohl nur die übrigens selten gefundenen Chlamydosporen in Betracht.

Vielleicht könnten noch die beschriebenen blumenkohlartig krausen oder halbkugeligen plectenchymatischen Knötchen, welche steril bleiben oder als Stromata dienen, als Dauerformen angesehen werden. Notwendig erscheint das nicht, auch nicht die Bezeichnung dieser Gebilde als Sklerotien, da ihre Gestaltung wohl nur eine zufällige ist.

Es fallen bei mikroskopischen Durchsichten die chlamydosporenartigen Aufquellungen von Hyphenzellen auf (Tafel I, 53 und 56), wodurch allmählich große Ketten entstehen können. Der Inhalt ist mit Öltröpfchen erfüllt. Es ist aber nicht nachgewiesen, was aus diesen Ketten wird. Dagegen haben wir es bei den aus Konidien entwickelten Dauersporen (Tafel I, 51) sicher mit Chlamydosporen zu tun, ebenso wie bei *F. rubiginosum* (Tafel I, 40). Sie treten unter ungünstigen Bedingungen auf, bei Nahrungs- und Luftmangel, doch ist reichliche Feuchtigkeit nötig. Nach einigen Monaten zeigen diese auf Deckgläschen im hängenden Tropfen gezüchteten Chlamydosporen je nach Nahrungszufuhr den normalen Wachstumsverlauf von *F. discolor*.

Die Diagnose von *F. discolor* lautet wie folgt:

***Fusarium discolor* n. sp.**

Konidien nicht lagerartig (zerstreut, in falschen Köpfchen, in Ballen) oder lagerartig (Coremien, Sporodochien, Pionnotes). Normale reife Konidien spindelig sichelförmig, gekrümmt, beidendig etwas stärker umgebogen, die Basis sehr oft deutlich fußartig ausgestaltet, der Scheitel häufig schnabelförmig umgebogen oder schiefkegelig, mit allmählich sich verjüngender Spitze oder mit plötzlicher zwiebelartiger Verjüngung. Größter Querschnitt normal gegen das freie Ende zu oder in der Mitte. Im Längsschnitt die Bauchlinie weniger gekrümmt als die Rückenlinie, ellipsoidisch, selten kreisbogig. Mit 3—5 Scheidewänden, durchschnittlich $23-39 \times 4\frac{1}{2}-5\frac{1}{2} \mu$ (Grenzen $16-48 \times 3\frac{1}{2}-6 \mu$), ausnahmsweise 1 und 2 Scheidewände. Grenzwerte: Größte Breite, aber wohl nur bei anormaler Quellung, bei großer Feuchtigkeit 7μ , größte Septenzahl 6.

Farbe der Konidienmassen in der Reife und auch im Alter ockrig mit orange-farbigem Einschlag, in der Jugend noch blaß, sogar nach bräunlichweiß schwankend. Die Ockerfarbe auch im Dunkeln entstehend, jedoch dann nicht immer so leuchtend. Luftmycel langfädig und locker, weiß oder rosig. Plectenchymatische Mycelien ockrig oder karmin, letztere Farbe später im trockenen Zustande nach braunrot abdunkelnd. Auf Plectenchym entsteht oft ein kurzfilziger rosiger Luftmycelfilz.

Konidienträger einfach oder verzweigt, den vollkommensten Typus haben büschelige Träger, deren Seitenäste sich wiederholt verzweigen und, einschließlich der Konidientragenden Endauszweigungen, in bis 4gliedrigen Wirteln angeordnet sein können. Es können mehr als ein Wirtel etagig übereinander der Hauptachse des Trägers entspringen oder anstatt wirteliger racemisch angeordnete einfache Seitenäste, die dann aber oft wirtelig gestellte Sterigmen entwickeln.

Sterile und fertile Hyphen von verschiedenster Dicke und Septierungsweite, Dicke meist $\frac{1}{2}-\frac{3}{4}$ der Konidien. Zellen im Alter oft kettenweise chlamydosporenartig tonnenförmig aufgetrieben. Echte Chlamydosporen selten und dann nur ent-

weder in Ketten im Mycel oder innerhalb von Konidien einzeln oder mehrere hintereinander, etwas dicker als die Konidien werdend, am Mycel gelegentlich doppelt so dick.

Plectenchym mit blumenkohlartiger, krauser Oberfläche, gleich Sporodochien als plectenchymatisches Stroma aus der Substrathülle hervorbrechend oder über einem weitschichtigen Stroma hüllenloser Substrate zerstreut; hell-, später dunkelbraun.

Vorkommen: Auf teilweise abgestorbenen Stengeln von Kartoffeln.

Vib. *Fusarium discolor* var. *sulphureum* Schlecht. (s. sp.)

Dies muß eine echte Varietät von *F. discolor* sein, denn es gelang nicht, eine Form in die andere überzuführen. Die var. *sulphureum* bildet nämlich nach einiger Zeit auf gekochter Knolle herrschend gelb gefärbte plectenchymatische Mycelien, *discolor* karminrote unter denselben Bedingungen. Es ließ sich bei *sulphureum* durch kein Mittel ein karminrotes Mycel erzielen; nur trat in der Jugend bei hinreichender Belichtung ein zart lachsrosafarbenes Plectenchym auf, das aber meist schon nach 10 Tagen, durch das von innen vordringende Gelb allmählich verdrängt wurde. Nur dort, wo sich inzwischen schon reiche ockergelbe Konidienlager befanden, kam das Gelb nicht immer zur völligen Herrschaft. Auf gekochten Stengeln verhielten sich beide Formen in jeder Weise gleich.

Das Farbenbild der Mycelien von *sulphureum* glich nun in der Kultur ganz dem im Originalsubstrate, was besonders hervorzuheben ist, da es sich in der Natur in Gesellschaft verschiedener Organismen fand, deren Anteilnahme an der Farbstoff-erzeugung nicht ausgeschlossen war. Zuerst fand sich *sulphureum* in und auf einer naßfaulen Kartoffelknolle in Gesellschaft mit *F. coeruleum*, ferner einem die Stärkekörner des lebenden Gewebes durchwuchernden zitronengelben Pilze, der bis jetzt weder Konidien noch andere Fruchtformen bildete und daher nicht bestimmt werden konnte, sowie Oospora, Makrosporium, Nematoden, Bakterien usw. Neuerdings, Februar 1910, wurde diese Varietät häufiger an kranken Knollen aus dem Keller der Kaiserlichen Biologischen Anstalt beobachtet. Wieder war sie begleitet von den oben genannten Pilzen: *F. coeruleum* und dem zitronengelben unbekanntem Pilze. Durch letzteren waren die Stärkekörner völlig durchwuchert und große Gebiete gelb gefärbt, durch *F. coeruleum* die trockenfaulen Massen blau gefärbt. Bei den meisten dieser Pilzhöhlen war die herrschende Farbe indes verschieden gelb (ei- bis schwefelgelb) und zwar, wie die Reinkultur erwies, durch das Mycel von *sulphureum*. Die Reinkultur dieses schnellwüchsigen Pilzes gelang ziemlich schnell in allen Fällen. Standen Konidien auf dem Natursubstrate zur Verfügung, so lieferte die durch ihre Isolierung und Impfung auf Knolle und Stengel erhaltene Kultureserie meist schon nach 8 Tagen normale fruktifikative Jungformen: Sporodochien und Pionnotes. Impfte man aber Mycel ab aus den natürlichen Pilzhöhlen, so kam erst nur Mycel und später, oft erst nach Wochen, reichliche Fruktifikation zutage.

Die von dem gelben Mycel abgeleiteten Ausgangskulturen waren aber, wie zu erwarten war, noch nicht rein, sondern durch die oben erwähnten Pilze verunreinigt.

Die Ausscheidung aller dieser ist möglich auch ohne Fruktifikation, durch Variierung der Nährböden, wobei es darauf ankommt, einen solchen Nährboden zu finden, der den einen Pilz ins Wachstumsoptimum, den anderen in eine minder günstige Bedingung bringt. So ließ sich der zitronengelbe unbekannt Pilz isolieren, der, wie erwähnt, nicht fruktifizieren wollte. Bei allen anderen Pilzen war die entschieden sicherere Isolierungsmethode möglich, nämlich nach Erlangung von Konidien diese durch eine Aufschwemmung so zu vereinzeln, daß eine Platinöse der Aufschwemmung nur einzelne Konidien enthielt.

Diese Varietät ist nun ziemlich sicher schon von Schlechtendahl (1824) in teilweise zersetzten Kartoffelknollen gefunden und beschrieben worden:

„*Fusarium sulphureum* Schlecht.

F. stroma planiusculum erumpens varium subeffusum sulphureum, sporidiis minoribus curviusculis latiusculis utrinque subacutis.

In tuberibus semiputridis Solani tuberosi.“

Es kommen für Schlechtendahl's Art, die leider nicht abgebildet ist, nur Fusarien mit gelben Plectenchymen und ziemlich kleinen, nicht sehr gekrümmten, breitlichen, beiderseits verjüngten, doch nicht spitzen Konidien in Betracht.

Link (1825) fand *Fusarium sulphureum* in Kartoffelknollen wieder, nennt es aber auf Grund seiner Diagnose („*F. acervis effusis sporidiis compactis parvis fusiformibus crassiusculis curviusculis*“), bei der er im Gegensatz zu Schlechtendahl nichts von einem Stroma sagt: *Fusidium sulphureum*. Da Link auch andere Schlechtendahl'sche Fusarien zu *Fusidium* zieht, hat er angenommen, daß sie kein echtes Sporodochium und keinen Thallus hätten, denn für *Fusarium* verlangt er in *Spezies plantarum* (1825) ausdrücklich: *Sporidochium verum, verruciforme aut capitatum*. Link erläutert seine Diagnose des *Fusidium sulphureum* syn. *Fusarium sulph.* Schlecht. folgendermaßen: *Acervi sub epidermide tuberum emergunt sat crassi, diffluendo expansi, colore in recentibus sulphureo in sicco pallente. Sporidochium proprium non vidi, hinc ad Fusarium reducere non patui, Sporidia crassiora ac in reliquis, utrinque subacuta, unde non exacte fusiformia*. Link ist also seinem Standpunkte der Hauptsache nach treu geblieben, nämlich auf die Art und Weise der Hyphenzusammenlagerung und Sporenverlagerung gattungstrennendes Gewicht zu legen, während Sporenform, Septierung, Abschnürungsweise, ganz in den Hintergrund treten sowohl für die Gattungen als auch für die Arten. Er beschreibt indessen doch gut genug, um die Identität mit Schlechtendahl's und unserem Pilze zu ermöglichen. Farbe und Substrat waren die ersten Erkennungsmerkmale.

Slechtendahl hat wohl ebenso wie wir im Originalsubstrate nur zerstreute Konidien gefunden. Darum erwähnt er nichts von einem besonderen Farbeindruck, den er von gehäuft auftretenden Konidienmengen sicher gehabt und auch ausgedrückt haben würde, ebenso wie er bei seinem *Fusarium candidum* (1824) von „*sporidiis candidis*“ spricht. Aber auch selbst wenn einige kleine Konidienballen im gelben Mycel seiner Knollen vorhanden gewesen wären, so hätte er sie leicht übersehen können, da sie bei Lichtabschluß oder Lichtmangel (Keller, Knollenhöhlung) nicht

das auffallende ockerige in Orange spielende Colorit erhalten, sondern erheblich blasser bleiben und unter dem herrschenden Einflusse des Gelb stehen. Diese Vergilbung der Konidien läßt sich in der Kultur bei Lichtabschluß sehr schön verfolgen, am besten, wenn als Ausgangsmaterial der Kulturen auf gekochter Knolle Mycelien anstatt Konidien verwendet werden, da dann das Mycel zur Herrschaft kommt und mit seinem speziellen Farbenbilde auch das der Konidien bestimmt.

Die gelbe Farbe der Konidienmassen ist nicht als normal anzusehen. Das erwiesenen Kulturen auf gekochten Stengeln, wo die zahlreichen Sporodochien in reinem Gelborange leuchteten. Letztere glichen fast völlig denen von *F. gibbosum* in Form, Größe und Farbe. In Dunkelkulturen auf Stengel ist die Farbe blasser, aber auch matt gelborange. Niemals tritt auf Stengel, weder bei Licht- noch bei Dunkelkultur, das gelbe Mycel auf, dagegen ein ockerfarbiges, das je nach Belichtung schwankte, sich aber stets in den Grenzen der Farbe der Konidienmassen hielt.

Die normale Farbe der Konidienmassen ist Ocker mit orangefarbigem Einschlag, während für die plectenchymatischen Mycelien noch eigelb bis schwefelgelb hinzukommen, welche Farben in das Luftmycel mehr oder weniger eindringen können.

Weder durch Zusatz von Säuren, Alkalien, Zucker zu den gekochten Vegetabilien, noch durch Verwendung von Agaren verschiedener Zusammensetzung konnte das Auftreten von Karmin, nicht einmal das eines karminrosigen Anflugs des Mycels erzwungen werden zum Unterschiede gegen *F. discolor*, bei dem unter gleichen Bedingungen das Karmin das Mycelfarbenbild beherrscht.

Der Priorität zufolge hätte nun das hier beschriebene *Fusarium* als *F. sulphureum* Schlecht. geführt werden müssen. Es wäre das auch geschehen, wenn es eine selbständige Art darstellte. Da es aber in allem außer im Farbenbilde mit *F. discolor* übereinstimmt, so konnte es nur als Varietät zugelassen werden. Nach den Nomenklaturregeln muß es demnach heißen *F. discolor* var. *sulphureum* Schlecht. (s. sp.).

Wenn man der Frage der Verwandtschaft der beiden Formen von *F. discolor* näher treten will, so ist wohl eher die gelbe Varietät durch Mutation aus der roten entstanden zu denken als umgekehrt. Die rote Varietät bringt nämlich schon Spuren von Gelb hier und da im Mycel auf gekochter Knolle hervor, auch die ockerfarbenen Töne lassen sich bei ihrem Mycel unter besonderen Bedingungen hervorrufen. Es könnte also die gelbe Varietät in der Weise aus der roten abgeleitet gedacht werden, indem die Eigenschaft des Mycels, Gelb und Ocker mit Orangeeinschlag hervorzubringen, die bei der roten Varietät nur schwach vertreten ist, bei der gelben herrschend geworden ist. Eine entscheidende Stellungnahme ist hier nicht möglich. Es erschien am zweckmäßigsten, beide Varietäten unter dem Speziesnamen „*discolor*“, die mit gelbem Mycel als „var. *sulphureum*“ mit Schlechtendahl's Namen zu verbinden.

Die Diagnose von *F. discolor* var. *sulphureum* schließt sich an *F. discolor* an:

***Fusarium discolor* var. *sulphureum* Schlecht. (s. sp.).**

Syn. *Fusarium sulphureum* Schlechtendahl in Flora Berolinensis II. S. 139 (1824).

Diese Varietät gleicht morphologisch und anatomisch *F. discolor*.

Sie weicht ab im Farbenbilde, nicht in der normalen Farbe der Konidienmassen, die auch ein Ocker mit orangefarbigem Einschlag darstellt, sondern in der der plectenchymatischen Mycelien, die nie karminrot werden, sondern wechseln zwischen Ocker und Gelb (Eigelb bis Schwefelgelb), das allmählich das Luftmycel und die Konidienmassen durchdringen kann.

Vorkommen: In Höhlungen von Kartoffelknollen. Der Pilz durchsetzte die Höhlungen mit gelbem Mycel, mehrere Male in Gemeinschaft mit dem blauen von *F. coeruleum* und dem sterilen zitronengelben eines Pilzes, dessen Hyphen Stärkekörner des lebenden Gewebes durchbohren.

VII. *Fusarium subulatum* n. n.

(Taf. II, 65—87.)

Eine, wie es scheint, sehr verbreitete, vielleicht ubiquistische Art. Auf Kartoffeln wurden zahlreiche Mycelpolster und Konidienlager beobachtet; die Konidien dieser Lager waren sehr lang und schmal, schmaler, wenn sie von teilweise abgestorbenen Stengeln des Feldes, breiter, wenn sie von Knollen stammten. Je feuchter der Standort, um so breiter und kürzer waren sie. Dennoch aber ist die Variationsweite der Sporen, absolut genommen, nicht erheblich, wenn man erst ein Urteil über Größe und Form des Normaltypus erlangt hat und nur normale Formen vergleicht.

Zahlreiche Fusarienstämme wurden zu verschiedener Zeit von verschiedenen Sorten der Kartoffel (Knolle und Stengel) und anderen Substraten gewonnen, kultiviert und verglichen. 17 Stämme waren ähnlich und 9 davon auffallend gleich. Sie hatten die mehr oder weniger orangefarbenen Konidienlager, die oft karminroten bis krappbraunen Töne der plectenchymatischen Mycelgebilde und mikroskopisch die herrschende Zahl der Quinqueseptaten. Einige dieser Stämme stimmten auch in der Bildung und dem Bau der Konidienträger, sowie den Ausmaßen und dem Umriß der Konidien überein mit dem Originalstamme, der aus einer Kartoffelmumie in Gemeinschaft mit *F. rubiginosum* isoliert und den Untersuchungen über diese Art zugrunde gelegt worden ist. Andere Stämme zeigten sich noch mehr oder weniger abweichend, selbst unter gleichen Bedingungen, gleichen Altersstufen. Wieder andere konnten noch nicht geprüft werden, weil sie sich noch in Ankultur befanden, also noch keine normalen Konidienmengen vorhanden oder die Stämme noch zu jung waren.

Soviel aber steht fest, daß *F. subulatum* auf Kartoffeln ziemlich häufig vorkommt; außerdem sind Fusarien nicht selten, die mit *F. subulatum* form- und farbenverwandt sind. Die Unterschiede, die sie aufweisen sind aber, soweit sich bis jetzt übersehen läßt, so gering, daß sie höchstens als Rassenunterschiede in Betracht kommen dürften.

Merkwürdigerweise scheint *F. subulatum* trotz seiner Verbreitung auf Kartoffeln bisher nicht beobachtet worden zu sein. Wenigstens besteht keine Beschreibung, aus der das zu schließen wäre.

Nur *F. roseolum* (Steph.) [cfr. Lindau in Rabenh. Krypt. Fl. IX. Abt. S. 587 (1909)], das aber wohl mit Recht als ungeklärt von Lindau gestrichen ist, wird ähnlich von Berkeley und Broome (1851) gefaßt: „*Roseolum*, floccis brevibus; sporis curvis elongatis, 3—6-septatis. On decayed potatoes, Bristol, H. O. Stephens.“ Aus dieser kurzen Diagnose und einigen sich anschließenden Erklärungen gehen folgende Berührungspunkte mit unserer Art hervor: Zartes, rosiges, flockiges Mycel, verlängerte, gekrümmte, 3—6-septierte Konidien, die oft an den Septen ringartig verdickt (d. h. in modernem Sinne im Trockenstadium befindlich) sind. *F. roseolum* wird aber von den Autoren noch „slightly obtuse“ genannt, ein großer Ausnahmefall für normale *F. subulatum* Konidien, die nämlich einen der schmalsten und spitzesten Typen von Fusarien darstellen (Tafel II, 65). Würde man den Grad der Verjüngung des Querschnitts als Artmerkmal unberücksichtigt lassen, so benimmt man sich eines der schärfsten Unterscheidungsmittel. Dann würde man ohne weiteres auch *F. discolor* als *F. roseolum* bezeichnen können, die sich durch die breitere und kürzere, beidendig schwächere Verjüngung von *F. subulatum* unterscheidet, ohne im geringsten „slightly obtuse“ genannt werden zu dürfen.

F. roseolum muß auch schon deswegen gestrichen werden, weil Größen und Konidienfarben fehlen, ohne die es bei Fusarien leider nicht geht.

Also auf Kartoffeln ist *F. subulatum* unbekannt.

Nun besteht aber vielleicht die Möglichkeit, daß es von anderen Substraten beschrieben ist!

Dieser Verdacht tauchte auf, als auch von Erbse, Lupine, großer Bohne, Zuckerrübe, Kohlarten, meist von den vegetativen Organen dieser Pflanzen, sodann aus stagnierendem Wasser Fusarien isoliert worden waren, welche, auch unter gleichen Bedingungen wie die Kartoffelfusarien, auf gekochten Knolle- und Stengelstücken von Kartoffel, gleiche Mycelien, gleiche Farbenbilder von Mycel und Konidien aufwiesen, deren lange, schmale Konidien herrschend 5-septiert waren und sofort die Formenverwandtschaft mit *F. subulatum* erkennen ließen.

Auf gewisse Unterschiede, das Auftreten von tiefblauen Plectenchymen als Knospungen auf sonst karminroten Plectenchymlagern, sowie gewisse andere biologische Abweichungen läßt sich hier einstweilen nicht eingehen, schon deshalb nicht, weil die mikroskopische Bearbeitung, besonders auch der Konidienträgerformen dieser Stämme noch in vollem Gange ist.

Soviel scheint aber schon sicher, daß ein Stamm von Erbse, großer Bohne, Zuckerrübe, Lupine, *Triticum dicoccum* mit *F. subulatum* identisch sind. Damit ist nicht gesagt, daß die von diesen Substraten bereits beschriebenen Formen alle identisch sind, sondern ist nur das ubiquistische Vorkommen dieser Art nahegelegt und gestützt.

Daß einer Pflanze mehrere Fusarienarten angepaßt sein können — ob als Parasiten oder Saprophyten ist hier gleichgültig — ist hier für die Kartoffelpflanze nachgewiesen.

Für Lupine geht es aus Schikorra's Arbeit (1906) hervor. Auf *Lupinus angustifolius* fand derselbe 2 verschiedene Arten: *F. roseum* var. *lupini albi* Sacc.,

dessen Beziehung zu *F. subulatum* im folgenden noch besprochen werden soll, und eine nicht so eingehend untersuchte und daher nicht benannte Art, deren Konidien kleiner sind, deren Mycel ein anderes Farbenbild aufweist!

Für Erbse endlich ließ es sich im Sommer 1909 ebenfalls beweisen: Während aus welkekrankem Wurzelhalse von *Pisum sativum* 1908 *F. falcatum* rein gezüchtet wurde (der weiter hinten eingehender behandelte Pilz), fand sich 1909, ebenfalls in Querschnitten in Höhe der Bodenoberfläche, außer *Melanospora* ein *Fusarium*, das sich bis jetzt durch keinen sinnfälligen Unterschied gegen *F. subulatum* abgrenzen läßt.

Natürlich ist auch der Fall wahrscheinlich, daß nur ein einziges *Fusarium* eine Pflanzenart bewohnt, zum mindesten, daß dieses eine vorherrscht. Das scheint bei *F. lolii* W. G. Smith (1884) der Fall, einer guten Art, die auf den Karyopsen von *Lolium perenne* ihre orangefarbenen, gallertigen Konidienlager entwickelt. Diese kleine Form läßt sich kaum verwechseln mit den großen Formen, wie v. Tubeuf (1908) schon betont, auch scheint sie durch ihre Konidiengestalt gut gegen die übrigen kleinen Gramineenfusarien abgegrenzt — der Beweis an anderer Stelle, daß diese Art erst vor 2 Monaten in Kultur genommen und noch nicht so dargestellt ist, wie es ein Vergleich mit der Literatur erfordert —. Dies sei bemerkt, weil andererseits auch Gräser-Fusarien isoliert wurden, welche nicht auf Gräser beschränkt sind: Das erwähnte von *Triticum dicoccum* stammende *Fusarium* der Körner verhielt sich in Kultur genau wie *F. subulatum* von Kartoffel sowohl in bezug auf sein Farbenbild, als auch auf Gestalt, Bau und Größe der Konidien.

Diese eben dargelegten Beobachtungen machten die Durchsicht der Diagnosen aller bisher beschriebenen Fusarien, insbesondere der Gräser-Fusarien, notwendig um zu entscheiden, ob *F. subulatum* irgendwo bereits gefunden und erkennbar genau umgrenzt ist.

Die Ausbeute¹⁾ war sehr gering. Entweder die Septenzahl einer Art mit ähnlichen Konidiengrößen war eine von *F. subulatum* verschiedene, nämlich bei *F. roseum* Lk. 3, bei *F. Cordae* Mass. 3—5 (außerdem sind die Konidien von Corda in Sturm's Flora breitlicher und etwas gebogener (besonders Rückenlinie) abgebildet), oder die Konidien treten in rosafarbenen Lagern auf, bei *F. roseum* var. *rosae* Sacc., was bedeutsam ist, da Saccardo die Farben genau unterscheidet. *F. subulatum* hat aber intensiv gefärbte orangefarbige Lager, auch sind die büscheligen Konidienträger reich verzweigt (Tafel II, 81), was für Saccardo's Form verneint wird, die außerdem leider auch nicht dargestellt und nur kurz beschrieben ist. Auch für eine Identität unserer Art mit *F. acidii tussilaginis* Allesch. spricht nur die Sporengröße und noch die Farbe der Konidienlager, dagegen soll jene meist Konidien mit 6 Septen besitzen, die *F. subulatum* in Kultur höchstens zu 20%, in der Natur noch seltener aufwies. Eine Annahme, daß besonders gut gewählte Nährmedien oder Vegetabilien eine herrschende Sechseptatenzahl hervorbringen könne,

¹⁾ Die Durchsicht schließt sich an die Lindau'sche F.-Übersicht (1909) an, weshalb von einer speziellen Literaturangabe unter Hinweis auf diese abgesehen werden kann.

findet vorläufig keine Stütze. Aber ein gleiches oder annähernd gleiches Farbenbild scheint auch nur dann für die Identität zweier Fusarienstämmen zu sprechen, wenn Sporengröße und Sporenbau ebenfalls gleich sind. Letzterer geht aus der ersteren aber nicht notwendig hervor, es lassen sich Sporentypen der verschiedensten Gestalt aus derselben absoluten Länge und Breite nicht nur theoretisch entwerfen, sondern auch als verschiedenen Arten zugehörig in der Natur nachweisen. Bei *F. aecidii* tuss. fehlt die nähere Beschreibung des Sporenbau; sie ist ohne Abbildung auch nicht zu ergänzen, eine etwaige Formverwandtschaft mit unserer oder einer anderen Art läßt sich also nur vermuten, aber nicht entscheiden.

Die weitere Durchsicht war aber insofern interessant, als sie die Veranlassung wurde, bei einigen Arten auf die Originalabbildungen zurückzugehen. Dabei kam zutage, daß manchmal die jüngste Fassung von Diagnosen unmöglich mehr den Urtypen gerecht wird, auch wenn der Urtypus der Art gut abgebildet und beschrieben ist, daß also die Fassung einer Art allmählich über die erlaubten Grenzen hinausgegangen ist. Als Beispiel sei *F. graminum* Corda (1837) herausgegriffen: Die Diagnose (vgl. Lindau, S. 540) gibt jetzt als Konidiengröße an $30-40 \times 3,5 \mu$, die Konidie ist also kurz und dünn. Vergleichen wir damit Corda's Originalfigur (Icon. I, 3 Fig. 59)! Corda gibt zwar keine Vergrößerung an, seine lange noch nicht genug gewürdigten guten Abbildungen der Konidien lassen aber indirekt Schlüsse auf die absoluten Ausmaße zu. Einmal ergibt die Messung des Verhältnisses von Länge zur Breite, daß die Corda'schen Konidien etwa durchschnittlich 24 mal so lang als breit sind. Die moderne Diagnose will $3,5 \mu$ Breite, danach müßte die Länge 84μ sein, während $30-40$ verlangt werden. Bei Annahme von $30-40 \mu$ Länge für Corda's Konidien würde sich die notwendige Breite $1\frac{1}{4}-1\frac{2}{3}$ errechnen, was natürlich auch widerspricht, außerdem wird kaum ein solch schmales Fusarium bekannt sein. Nun beachte man folgendes: Corda fand seine Arthäufig, und zwar an den Fruchtknoten von Gräsern, wie er das auch zeichnet (Fig. 59). Also ist die Art gewiß auch später oft beobachtet, und die Ausmaße stecken im Bereich der in der Literatur der Gramineenfusarien wiedergegebenen — zunächst gleichgültig bei welcher Art —. Es kommen in dieser speziellen Literatur nur Längen kaum bis 70μ , nur Breiten bis 7μ , meist aber Breiten von $3-5 \mu$ vor. Corda's Figuren kann nur ein schmales, höchstens zwischen 3 und 4μ breites Fusarium darstellen, da dieser Breite bereits 72 bis 96μ Länge entsprechen müßte. Da die Konidien ihrem Fundorte nach trocken gewesen sein werden, so wird sogar die Schwankung der Breite nach 3μ zu häufiger gewesen sein. Damit nähert sich diese Form wesentlich dem langen schmalen Typus von *F. subulatum*, was durch die Umrißform der Abbildungen noch bestätigt wird. Welche Art versteckt sich aber nun unter der jüngsten Diagnose von *F. graminum* mit 3 Septen? Lindau vermutet, *F. heterosporum*. Möglich auch *F. lolii*. Sicher ist nichts zu beweisen. Es ergeben sich aus dieser Darlegung, die nur ein Schulbeispiel aus der Verwirrung der *F.*-Literatur herausgreifen sollte, folgende Schlüsse:

1. *F. graminum* ist eine Mischart von Fusarienarten mit langen, schmalen und kürzeren, gedruugenen Konidien.

2. *F. graminum* Corda, die Originalform ist nach den Figuren Corda's vielleicht *F. subulatum*.
3. *F. graminum* (cfr. Lindau 1909) ist zu streichen, weil auch die Corda'sche Diagnose nicht genügt, um die Art sicher wieder zu erkennen, weil sie trotz der Möglichkeit einer mittelbaren Größenbestimmung durch ihre unvollständige Fassung eine Quelle von Irrungen wird, außerdem schon in einer anderen neueren Art enthalten sein dürfte.

Ein ähnlicher Widerspruch haftet dem Namen *Pionnotes Biasolettiana* an, dessen Konidien von Corda (1838, Fig. 14) ganz anders abgebildet werden, als von Briosi und Farneti (Taf. VI., Fig. 8, Atti Ist. bot. Pavia, 2 ser. VIII, 1903) welche 3—5-septierte, $50 \times 4 \mu$ (Grenzen 35—60 μ) große Konidien bei der mit Corda's Pilze vereinigten Konidienform ihrer neuen Flechte *Chrysoglutum*, die nach Lindau aber keine Flechte ist, fanden. Briosi und Farneti's Abbildungen, die Lindau in seinen Abbildungen 3 und 4 für *Pionnotes Biasolettiana* (Corda) benutzt hat, stimmen mit *F. subulatum* überein, in Größe und Septierung sind auch keine besonderen Abweichungen enthalten. Corda aber hat vielleicht eher einen anderen Organismus vor sich gehabt, ein *Fusarium* mit breiteren Konidien; falls man nicht die größere Breite etwa dadurch erklären zu können meint, daß Corda's *Fusarium* aus Saftflüssen von Birke stammt und seine Konidien, die den Eindruck vacuoliger Degeneration und anormaler Quellung machen, normal viel dünner und schlanker ausgefallen sein würden. Die Unsicherheit der Einheit der Art *P. Biasolettiana* gestattet daher zurzeit nicht, über Vermutungen einer Identifizierung mit *F. subulatum* hinauszugehen. In seine Synonymik ist aber Briosi und Farneti's Konidienform mit einiger Vorsicht eingeführt worden.

Ähnlich wie mit *Pionnotes Biasolettiana* verhält sich die Geschichte der Art *P. betae*. Daß keine durchgreifenden Unterschiede zwischen *Fusisporium betae* Desm. und *Fusisporium rhizophylum* Corda bestehen, ist schon von Corda erwähnt, und man hat daran mit Recht festgehalten. Corda hat aber auch die Ähnlichkeit von *F. betae* mit *F. Biasolettiana* betont. Es kann also die Ansicht aufkommen, daß alle 3 Namen einer Art angehören. Die gelegentlichen kurzen Längen müßten dann im Sinne der individuellen Variabilität, die großen Breiten (bis 6 μ) der Konidien durch Quellungen, in feuchter Lage oder durch Keimung hervorgebracht, zu erklären sein. Die Ausmaße sind für *Pionnotes betae* (Desm.) (cfr. Lindau 1909, S. 513) in der Literatur wie folgt angegeben:

(1830) <i>Fusisporium betae</i> Desm.	3—4-septiert	$40 \times 5\frac{1}{2} \mu$;
(1880) <i>Fusarium</i> (<i>Fusisporium</i>) <i>betae</i> (Desm.) Sacc.	3- „	$50-60 \times 4-5$ „;
(1893) „ <i>betae</i> Masee	3—5- „	$35-40 \times 4$ „;
(1909) <i>Pionnotes betae</i> (Desm.) Lindau	3- „	$50-60 \times 4-5$ „.

Desmazières' Abbildungen beweisen, daß er auch 5-septierte Konidien gesehen hat, ferner, daß entweder die Breite von ihm zu breit oder die Länge zu kurz angegeben ist. Die Grenzen seiner Ausmaße sind also nicht genau oder die Abbildungen nicht. Masee scheint nach Abbildung und Ausmaßen eine kleine Form vor sich gehabt zu haben, kaum aber eine andere Art, da er die Ähnlichkeit

mit Desmazières Pilz betont und vielleicht nur zufällig kleine Pionnotes-Schleimkonidien beobachtet hat. Dann könnte *P. betae* also einheitlich sein.

Da nun sicher auf den einzelnen Substraten bei genauerer Durchsicht noch verschiedene Fusarienarten gefunden werden, und etwa noch besser mit einer oder der anderen eben erwähnten Art übereinstimmen könnten, so sei jetzt nur auf die etwaige Identität aufmerksam gemacht, ohne die Entscheidung vorweg zu nehmen, die sich aus einer Reihe zukünftiger genauer Untersuchungen viel zwangloser und leichter ergeben wird, auch mit Bezug auf die Stellung von *Selenosporium herbarum* Corda (Icon. II, S. 6), welche Art form-, septen-, farbenverwandt mit *F. subulatum* ist, allerdings nur $40 \times 4 \mu$ Konidiengröße haben soll. (Bei Annahme von 4μ Breite muß die Länge nach Corda's guten Abbildungen etwa 60μ sein, jedenfalls viel höher, als er selbst angibt.)

Während bis jetzt die Durchsicht im Interesse der Synonymik nichts Sicheres ergeben hat, ist eine Art zu erwähnen, die *F. subulatum* fast kopiert: *F. roseum* var. *lupini albi* Sacc. Die Art ist von Schikorra genau genug umgrenzt, um, abgesehen von der Umrißform, auch ohne Abbildung verstanden zu werden. Das soll nachher weiter belegt werden. Chlamydosporen (und Sklerotien) sind bei beiden nicht sicher gefunden.

Es wäre also die Frage, ob dieser Name anstatt *F. subulatum* zu wählen ist!

Im allgemeinen Teile ist aber auf die Unmöglichkeit, *F. roseum* Link als Art anzuerkennen, hingewiesen worden. Es ist nämlich als der vollendetste Typus einer Mischart erkannt worden. Dahingegen sind einige Varietäten besser gekennzeichnet und lassen sich gewiß vertreten, obgleich Lindau sie nicht von *F. roseum* unterscheiden möchte. —

Fällt aber *F. roseum* fort, so wäre zu entscheiden — immer die Identität des Lupinenhülsen- und Kartoffelfusariums vorausgesetzt —, ob das Lupinen-*F.* als *F. lupini albi* Sacc. weiter zu führen ist.

Es scheint aber die Benennung nach Substraten ein Übelstand, der, wo es geht, noch möglichst beseitigt werden sollte. Das Substrat des Fundorts verliert auf Grund der neueren morphologischen Untersuchungen immer mehr an Bedeutung für die Unterscheidung der Arten, die, zielbewußt fortgesetzt, allmählich ganz unabhängig von dem jeweiligen Substrate möglich sein wird. Dahingegen ist der mnemotechnische Vorteil einleuchtend, wenn die Speziesbenennung eine besondere Eigenschaft der Art hervorhebt.

Da außerdem die Identität der beiden in Frage kommenden Arten nicht mit vollster Sicherheit bewiesen werden kann, da Formen der Konidien und Verzweigungen ihrer Träger in der Beschreibung Schikorra's nicht gewürdigt sind, Abbildungen aber fehlen, so mag der Vorschlag der sicherste sein, einstweilen die von Kartoffeln isolierte Form als *F. subulatum* zu führen, und die Entscheidung der Identität vergleichenden Untersuchungen auf breiterer Grundlage zu überlassen.

Die Art hat sich etwa 2 Jahre lang konstant gezeigt unter den verschiedensten günstigen Kulturbedingungen. Ihre Variabilität ist nicht größer als die der übrigen

Arten, ihre Septenverhältnisse sogar fester als die anderer Arten z. B. *F. discolor*, *F. Willkommii*, *F. orthoceras*.

Sie gedeiht auf denselben Substraten, die für die vorausgehenden Arten benutzt worden sind.

Auf behüllten Substraten tritt wie gewöhnlich, wenn Konidien darauf geimpft worden sind, Konidienbildung hervor, während das Mycel, wenigstens Luftmycel, fast verschwunden zu sein scheint. Bei dem für die Art eigentümlichen schnellen Wachstum ist die ganze Oberfläche der gekochten Stengelstücke (Kartoffel, Lupine, große Bohne usw.) in einigen Tagen, spätestens 14 Tagen, wie besät mit orangefarbigem Sporodochien mit typischen ausgewachsenen Konidien. Auf ganzer gekochter Knolle dauert das etwas länger wegen des größeren Widerstandes, den die Korkschale dem Durchbrechen der Stromata entgegensetzt. Haben aber diese Stromata erst den Platz zur Konidienentwicklung geschaffen und mit der Fruktifikation einmal begonnen, so kann diese, gerade auf den lange nährkräftigen Knollen, 4—6 Wochen anhalten. Es scheint dann oft, wie wenn unaufhörlich ein Schleim säulenförmig aus dem Knolleninnern hervorquölle. Säulen von 1 mm Durchmesser und bis $\frac{1}{2}$ cm Höhe waren nicht selten. Schließlich beim Trockenwerden sah die Oberfläche aus wie gespickt mit diesen allmählich erhärtenden Stiftchen, die unter dem Mikroskope im Wassertropfen sofort wieder in unzählige Konidien zerflossen. Ein anderes Bild erscheint, wenn das Ausgangsmaterial der Impfung vegetatives Mycel ist. War die Knolle in vorigem Falle fast mycelfrei geblieben, nur hier und da besonders in feuchter Luft mit etwas Flaum aus isolierten Hypen bedeckt, so bedeckt sie sich jetzt in 8 Tagen mit moosartigen, über- und durcheinander wachsenden Räschen von matt rosiger etwas nach gelb neigender Farbe und verschiedener Größe, so daß aus diesem Gewirr auf die Oberfläche der Knolle gar nicht mehr geschlossen werden kann. Auf dem Moosfelde tauchen in den nächsten 8—14 Tagen oft auch Konidienschleime auf, oder pulverig verstreute Konidien färben die Rasen mehr nach orange.

Während sich auf behüllten Substraten von den Verfärbungen des Plectenchyms mikroskopisch nichts zeigt, tritt auf gewissen unbehüllten (Knollestückchen) alsbald eine karminrote Mycelfärbung des Substrates auf, das dadurch oft wie Fleisch der roten Rübe aussieht, solange der Mycelmantel nicht entwickelt ist. — Das Mycel, besonders das Luftmycel, kann nämlich allgemein eine größere Rolle spielen, wenn es nicht durch eine Hülle des Substrates behindert wird. *F. subulatum* ist aber, wenn nur die Bedingung dazu da ist, sehr mycelreich, wächst gern als Luftmycel im Gegensatz zu *F. metachroum*, einem formverwandten *Fusarium*, das gern immers wächst und so schnell eine Pionnotes hervorrufen kann, die das nackte Substrat lückenlos überzieht, daß dem Luftmycel gleichsam die Existenzbedingung genommen ist. Um schnell ein hüllenloses Substrat mit einer nackten Pionnotes zu beziehen, d. h. zunächst ohne eine Spur von Stroma oder Luftmycel, sind Eigenschaften notwendig, welche *F. subulatum* nicht oder nicht in dem Maße hat wie z. B. *F. metachroum* und *falcatum*: Zerfall der geimpften Mutterkonidien in ihre Einzelzellen oder Bildung junger Konidien direkt an den Einzelzellen der ganzen oder zerfallenen Mutterkonidie, deren Membran sie aufsitzen ohne Keimschlauch, oder als Abschluß eines kurzen Keim-

schlauches. Man kann sich vorstellen, wie diese Vorgänge ad infinitum in den ersten Tagen schon große Konidienmengen hervorrufen müssen und der Konidienzerfall andererseits die schnelle Überflutung des Substrats ermöglichen, besonders wenn dessen Oberfläche feucht ist und die Konidien ganz oder als Einzelzellen nach ihrem Zerfall die Schwerkraft benutzen d. h. von oben nach unten fließend sich verbreiten können.

Bei *F. subulatum* ist aber weder submerses Wachstum, noch Konidienzerfall, noch Massensprossung von Jungkonidien unmittelbar aus Mutterkonidienzellen — abgesehen von Ausnahmefällen — beobachtet. Die Jungkonidien bilden sich in der Regel erst an längeren Keimschläuchen terminal oder an Seitenästen derselben. Durch alles dies wird klar, warum die Pionnotes dieser Art viel stärker von Mycel durchsetzt ist, als die von *F. metachroum*, bei dem die Konidien fast in hefeartiger Sprossung ohne Mycel sich vermehren können. Es ist auch bemerkenswert, daß *F. subulatum* auf den meisten Substraten mit starkem Luftmycel wächst, ihre Pionnotes also trockener gelagert zu werden pflegt, während hingegen *F. metachroum* auch nach Monaten als nackte Pionnotes den Knollestückchen auflag und makroskopisch fast frei von Luftmycel blieb.

Im vorhergehenden ist stillschweigend vorausgesetzt, daß die Substrate mit reifen Konidien beimpft wurden. Impft man aber Mycel auf das neue Substrat, so tritt dieses viel mehr in Vordergrund, so daß gelegentlich 4—6 Wochen vergehen, ehe Konidien in makroskopisch sichtbaren Haufen auf einigen von innen hervordringenden Plectenchymrosetten auftauchen. Auch ist vorausgesetzt, daß die Art sich schon in „Normkultur“ (vgl. allgem. Teil) befindet, d. h. schon so lange kultiviert worden war, daß mit großer Wahrscheinlichkeit ein harmonisches Wachstumsoptimum sich eingestellt hatte. In „Ankultur“ liegen die Verhältnisse häufig anders: Die direkt vom Natursubstrat zwecks Erzielung einer Reinkultur abgeimpften isolierten Konidien, besonders aber das Mycel, welches aus mikroskopischen Schnitten aus den Gefäßen kranker Kartoffelstengel herausgezüchtet wurde — also alle „Ankulturen“ — lieferten bei *F. subulatum* auf allen angewandten Substraten zunächst reiche Luftmycelien. Dasselbe gilt auch für viele andere Arten. Nach 1—2 Monaten erscheinen aber endlich, gewöhnlich zwischen dem weißen üppigen Luftmycel, einige bis erbsengroße unregelmäßige Plectenchym-Warzen, die aus dem tiefer liegenden Stroma heraus wuchern und entweder steril bleiben oder sich mit orangefarbenen Konidienlagern bedecken. Sie hatten meist die reine Konidienfarbe, seltener waren sie durch die auf Knolle gewöhnlichen karminroten plectenchymatischen Verfärbungen beeinflußt. Auf Stengel war auch später keine Beeinflussung merklich, da das Karmin hier fast gar nicht zur Entwicklung kommt; auf Knolle dagegen war sie später um so merklicher, als das absolute Sporenmaximum gegenüber dem abnehmenden Luftmycel hervortrat, je inniger also die Konidienmassen mit dem karminroten Stroma in Beziehung treten konnten. Hier mag erwähnt sein, daß Rot nicht die einzige Mycelfarbe bei *F. subulatum* ist. Tränkt man Knollestückchen nämlich mit Zuckerwasser (2%), so scheinen schon nach 5 Tagen Kultur des Pilzes zwei Farben miteinander um die Herrschaft zu ringen: Eine gummiguttartige und die karminrote

Farbe. Letztere entsteht hinterher und zwar in der Mitte des Thallus; sie breitet sich aus, allmählich den gelben Rand vor sich herschiebend. Dasselbe beschreibt Schikorra (1906 S. 182) für sein *F. roseum* Lk. var. *Lupini alba* Sacc. — Die mikroskopische Prüfung des gelben Teiles ergab im Mycel massenhaft Konidien, fast eine Pionnotes. Allmählich entstanden durch gegenseitige Beeinflussung allerlei Mischabstufungen zwischen Rot und Gelb. Mikroskopisch erscheinen die Hyphen und Konidien aber meistens fast hyalin, aber gelegentliche stärkere Farbstoffbildung ließ erkennen, daß die roten Töne im Plasma, die gelben in der Membran hervorgerufen werden. — Auch hier erhebt sich das ebenfalls orange-gelbe Stroma mit seinem gleichgefärbten Luftmycelfilz als dicke runzelige Schicht allmählich über die Substratoberfläche und hebt die Konidienmassen mit empor, die schließlich die normale Reifefarbe erlangen.

Das Farbenbild, im ganzen mit *F. discolor* übereinstimmend, ist folgendes: Luftmycel weiß oder karminrosig; Plectenchym weiß, gelblich, karminrot; Konidien, wenn harzartig getrocknet und rein, orange, wenn in pulverigen, luftigen Haufen, orangerosig abgeblaßt.

Sekundäre Veränderungen entstehen durch gegenseitige Beeinflussung von Konidien- und Plectenchymfarben. Konidienlager können dann die Mischfarben rötlicher Ocker und zinnober erhalten; im Alter dunkeln einige nach rotbraun und schwarzbraun ab. Durch 2prozent. Zuckerlösung, mit der Knollestückchen getränkt werden, entwickeln sich ein orange-gelbes Plectenchym mit gleichgefärbtem Luftmycel und typisch orange-gelbe Konidienlager, während das Karmin etwas zurücktritt.

Die Unterscheidung von *F. discolor* und *F. subulatum* würde makroskopisch nur durch die Konidienfarbe ermöglicht, also schwer sein, da diese etwas schwankt. Die mikroskopischen Befunde aber trennen die beiden Arten vorzüglich durch Konidienform, Septierung, und den bei *F. subulatum* so häufigen weitästigen lockeren Aufbau der Konidienträger des freien Luftmycels. Mit der Beschreibung letzterer sei begonnen, da das Mycel selbst nichts besonderes bietet, seine Hyphen wie gewöhnlich von verschiedener Dicke und Septierungsweite sind ($1\frac{1}{2}$ — $6\ \mu$ Dicke), sich auch nicht anders verzweigen, wie die der frühen Arten (Tafel II, 76).

Konidienträger können sehr einfach sein, sind aber auch oft hoch entwickelt, bei günstiger Ernährungsweise überwiegen meist die entwickelteren Verzweigungsformen. Die einfachen Träger, z. B. aus Kulturen im hängenden Tropfen, erinnern an die von *F. solani*: Oft entstehen sie als Abschluß eines mehr oder weniger langen Konidienkeimschlauches, nur ganz selten sprossen sie ohne Schlauch direkt aus der Konidie hervor wie bei *F. rubiginosum*, *metachroum*, *falcatum*.

Durch Längsstreckung der terminal schon fruktifizierenden jungen Konidienkeimschläuche sind diese bald imstande, sich vegetativ oder fruktifikativ zu verzweigen. Oft entstehen zahlreiche einfache Konidienträger an solchen Keimschläuchen, die also dann selbst den morphologischen Wert einer Konidienträgerachse erhalten; deren Seitenäste entstehen meist an beliebigen Stellen, weder ausgesprochen basifugal noch basipetal, entweder als einfach bleibende Träger (Tafel II, 70) oder sich dann verzweigend (Tafel II, 75). Junge Seitenäste einer 5-tägigen kräftigeren Kultur (auf Knolle) endigten

bald zahlreich in gedrehten Sterigmen (Tafel II, 80). Das konnten aber die Entwicklungsformen verwickelterer Beüstung sein. Solche Weiterentwicklungen waren durch dauernde Beobachtung eines Trägers sogar in Kulturen im hängenden Tropfen zu studieren, um so besser, je mehr Luft hinzutreten konnte, besonders gut, wenn dem Wassertropfen ein Stück Stengelhaut oder ein Gefriermikrotomschnitt von Knolle zugeführt worden war. Bald konnten 2etagige Träger in der Entstehung verfolgt werden (Tafel II, 74), bald mehretagige (Tafel II, 83 u. 85). Die Etagen bildenden Elemente waren entweder Sterigmen (Tafel II, 74) oder deren Folgestadium, nämlich mehrzellige Träger, die wiederum sich verzweigen konnten (Tafel II, 83). Die Zahl der in gleicher Höhe inserierten Etageelemente war verschieden, sowohl in der Entwicklung, (Tafel II, 74, 83, 85), also auch in der Reife (Tafel II, 77, 81), ist aber im Optimum weit höher als bei *F. solani* und deren Verwandten, scheint sogar die bei *F. rubiginosum* und *discolor* beobachtete — Ausnahmen sind natürlich auch für letztere nicht ausgeschlossen, auch wenn sie nicht nachgewiesen werden konnten — übersteigen zu können (Tafel II, 77, 81). Während im Luftmycel meist die weniger zahlreich gegliederten Etagen vorzuherrschen scheinen, sei es an isolierten oder zu Coremien vereinigten Achsen (Tafel II, 84, 86), kamen die zahlreich gegliederten im Trägersystem der Sporodochien zur Entfaltung. Der Gesamteindruck der Luftmycelträger war weitästiger, ausgedehnter, im ganzen auch oft unregelmäßiger bei ungleichmäßigerem Wachstum, eine Folge der lokalen Verhältnisse und der Trägerverlagerung; ob einzeln oder in Coremien, ob aufrecht (Tafel II, 83, 84) oder kriechend (Tafel II, 86), ob innerhalb dichten oder lockeren Myceln, einseitig (Tafel II, 80) oder allseitig beleuchtet. Der Gesamteindruck der Sporodochienträgerstände war dagegen gedrungen, gestauchtästig, strauchartig, büschelartig. Zu diesem Eindruck trugen die wiederholten Verzweigungen der Seitenäste und die reichästigen (bis 6ästige Quirle beobachtet) Quirle bei, deren Glieder sich willig wieder verzweigten, wie es schien, überall da, wo überhaupt noch Platz für Weiterentwicklung in dem halbkugeligen Sporodochien-Gebüsch vorhanden war (Tafel II, 77, 81).

Der Werdegang von Sporodochien ließ sich genau verfolgen in Farbschälchen, die als feuchte Kammer hergerichtet waren, im hängenden Tropfen mit Stengelhaut und den daran haftenden tieferen Schichten. Die Hyphen, die schon wenige Tage nach Keimung der Mutterkonidien die Epidermis und die darunter liegende Schichten zu durchziehen begannen, quollen hier und da sackartig auf oder erhielten seitlich Aussackungen (Tafel II, 78, 79). Letztere konnten allmählich zu großen knäueligen Gebilden heranwachsen (Tafel II, 87). Sie durchbrachen, wo sie nicht schon eine Öffnung vorfanden (Spaltöffnungen, Lenticellen), die Epidermis gewaltsam (Tafel II, 82 a, b) und entsandten durch die stetig mehr auseinandergezwängte Öffnung Hyphen, welche die Grundlage des Trägerstandes wurden (Tafel II, 82, 87). Bricht man einen reifen Trägerstand einer etwa 45tägigen kräftigen Reagensglaskultur (auf Stengelstücken) auseinander, so bleibt häufig als Fußstück ein chlamydosporenähnliches Stück der knäueligen Unterlage hängen (Tafel II, 81).

Die Unterlage, deren knäuelige oder plectenchymatische Natur aus ihrem eben beschriebenen Werdegang hervorgeht, ist natürlich das Stroma des Sporodochiums.

Es entspricht dem herausgebrochenen Teil II der Tafel I, 12 von *F. solani*. Die Stromata können auch bei *F. subulatum*, anstatt in der Öffnung stecken zu bleiben, sich mehr oder weniger herauswölben, doch geschieht dies im allgemeinen nie in dem Maße, wie z. B. bei *F. discolor*, wo sie selbst als makroskopisch auffallende bis erbsengroße kugelige Körper auf der Oberfläche behüllter und sogar unbehüllter Substrate (Kartoffelschnittflächen, Agar) auftreten können.

Bemerkenswert ist aber, daß die Entstehung des Stromas eines Sporodochiums bei *F. subulatum* sich, wie bewiesen, auf die Aussackung einer Hyphe zurückführen läßt, höchstens auf die miteinander durch Anastomose vereinigten Aussackungen und Wucherungen einiger weniger Hyphen; daß dagegen bei anderen Arten, wie *F. solani*, ganze Mycelkomplexe oder Bündel von Hyphen sich zu einem Stroma des Sporodochiums plectenchymatisch zusammenschließen. Das erklärt, daß bei *F. subulatum* das fertige Stroma des Sporodochiums para-, bei *F. solani* proso-plectenchymatischen Bau zeigt. Übergänge sind natürlich vorhanden, und es soll hier mehr der Vollständigkeit halber auf die Bildungsweisen der Stromata aufmerksam gemacht, als ihre Verschiedenheit als Unterscheidungsmittel der Arten herangezogen werden. Es ist außerdem nicht notwendig, daß diese an gekochten Vegetabilien beobachteten Vorgänge der Sporodochienentwicklung genau so an teilweise oder völlig lebenden Pflanzenorganen vor sich gehen, aber es ist nicht einzusehen, warum sie nicht im Prinzip ähnlich aufzufassen sind, zumal sie in solcher Fülle und Üppigkeit auch bei saprophytischer Lebensweise zu verfolgen sind.

Man könnte aus der mehr stengelbewohnenden Lebensweise von *F. subulatum* schließen, daß gerade deshalb die Stromata verhältnismäßig kleiner sind als Aussackungen einer oder weniger Hyphen, weil sie in der Natur sicher die Spaltöffnungen und Lenticellen als Durchbohrungsstelle gern benutzen, diese aber immerhin der Ausweitung durch das nachdrängende Stroma erfolgreichen Widerstand entgegensetzen. Diese Stromata bleiben in der Tat dann vorwiegend endophytisch, die makroskopisch sichtbaren orangefarbenen Pünktchen auf der Stengelepidermis, der epiphytische Teil des Sporodochiums, besteht also nur aus Konidienträgern und Konidienkruste. Umgekehrt mögen andere Bildungsweisen der Sporodochien bei anderen Fusarien auch als Anpassungen an die ihnen von der Wirtspflanze gebotenen Verhältnisse gedeutet werden können. Je verschiedenartiger die Bildungsweisen der Stromata und Konidienverlagerungen sind, je wandelbarer sich diese in der Kultur zeigen, um so wahrscheinlicher ist es, daß man es mit einem polyvoren Pilze zu tun hat, der naturgemäß anpassungsfähiger sein muß, befähigt, unter den verschiedensten Wachstumsbedingungen zu gedeihen und sich fortzupflanzen. Es gibt Arten, z. B. *F. orthoceras*, die weniger anpassungsfähig zu sein scheinen, deren Fruktifikation weder so verschiedenartig ist, noch so willig unter den verschiedenartigen Bedingungen sich vollzieht, wie das bei *F. subulatum* der Fall ist.

Alle beschriebenen Typen von Konidienträgern bringen gleichartige Sporen und zwar nur Konidien hervor, die zur normalen Entwicklung gelangen, wenn nicht grade Nahrungsmangel oder schnelle Austrocknung es verhindern oder die Eigenschaften der Nährsubstrate Störungen verursachen, welche vorzeitige Abstoßung der

Konidien, anormale Quellungen, sofortige Wiederkeimung zur Folge haben, wodurch die normale Ausgestaltung und Ausreife unterbrochen, verzögert, ganz verhindert werden kann oder gar überflüssig wird.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß jede Einzelzelle der Konidie, genau genommen, eine selbständige Spore ist, daß die vollseptierte reife Konidie den Wert eines kleinen Zellenstaates, einer Zellkolonie, hat, zu vergleichen den Kolonien mancher Volvocineen (*Stephanosphaera*, *Gonium* usw.). Ebenso bekannt ist das gelegentliche Vorkommen von Einzelindividuen unter besonderen, meist anormalen Umständen. Deshalb heißt es aber nicht: *Stephanosphaera* kommt einzellig oder als Zellkolonie vor, sondern das einzellige Vorkommen wird richtig als Variations-Atavismus gedeutet. Anders bei *Fusarium*, wenn man das Schrifttum fragt: Hier werden Mikrokonidien und Makrokonidien unterschieden. Der Grund des in dieser Arbeit mehrfach hervorgehobenen Irrtums, einzellige und zweizellige Konidien als Mikrokonidien besonders zu benennen und als selbständige normale Sporenart aufzufassen, liegt in der gelegentlichen größeren Häufigkeit ihres Auftretens. Es ist aber in dieser Arbeit auf die Ursache des Auftretens besonders genau geachtet, und diese ist in den meisten Fällen eine anormale Wachstumsbedingung. Allein bei *F. orthoceras* sind die kleinen Formen neben denen des höchsten Typus, der Triseptate, so häufig und regelmäßig zu finden, daß es scheint, als müßten sie hier als normal gedeutet werden, als sei hier eine Art vorhanden, die noch im Übergange zur Art mit herrschender Triseptatenzahl begriffen ist.

Dies läßt sich für *F. subulatum* nicht behaupten. Ein- bis zweizellige Formen von Konidien fanden sich meist nur vereinzelt und krüppelig unter günstigsten Bedingungen. Nur in einer Kultur im hängenden, mit Nähragar versetzten Tropfen wurden nach 14 Tagen zahlreiche nur ein- bis zweizellig werdende Konidien von den übrigens stark geschwollenen Trägern abgestoßen (Tafel II, 85). Sie blieben in diesem Zustande eine zeitlang, schwellen aber an oder keimten wieder aus. Im Verhältnis zu früher erwähnten günstigeren Tropfenkulturen brachten diese aber doch wenige Sporen hervor, das vegetative Wachstum überwog. Die Konidien kamen nicht zur Reife, ihr Inhalt machte später oft den Eindruck vakuoliger Degeneration. Diese Gebilde können unmöglich mit den im folgenden zu beschreibenden normalen Konidien in Wettbewerb treten, sondern ihre Entstehung ist eher in variationsatavistischem Sinne zu deuten.

Ein einheitliches Bild liefern die normalen Konidien, ob sie als falsche Köpfchen, als Häufen an den Sterigmen knäuelig verschlungener Hyphen, als Sporodochienkruste, Pionnotes oder in irgend einer anderen Verlagerung entstanden sind. Sie wurden, einzellig noch, schnell nacheinander abgeschnürt, lagen oft in diesem Jugendzustande in eiförmigen Häufen zusammengeklebt (Tafel II, 66), septierten sich dann allmählich und reiften aus. Weitaus die meisten normalen Konidien sind 5-septiert, 6-septierte sind aber nicht selten; auf weniger günstigen Substraten können viele 3- und 4-septierte Konidien gefunden werden, doch wäre es verfehlt, solche Kulturen in den Vordergrund zu stellen, wenn es gilt, den Normaltypus der Konidie zu finden. Sie sind nämlich selten so charakteristisch gestaltet (Tafel II, 72 a) und gleich-

mäßig gewachsen, wie die Produkte günstiger Substrate (besonders Stengelstücke). Es gibt aber unternormal septierte Formen zahlreich in den Jungkulturen als Entwicklungsformen (Tafel II, 72 außer a), die sich aber durch ihre Formverwandtschaft mit ausgewachsenen Konidien sofort als normale Jungformen zu erkennen geben.

Die Pfriemenform ist typisch für die Konidie von *F. subulatum*, in trockenen Kulturen ist sie stärker ausgeprägt (Tafel II, 65), weil schmaler, als in feuchteren (Tafel II, 73). Die Breite variiert etwas, wie man sieht, geht aber nicht unter ein gewisses Maß herunter, auch bei völliger Austrocknung nicht (Tafel II, 67). Sie schwankt normal nur $\frac{1}{6}$ (in den Grenzen höchstens bis $\frac{1}{3}$) nach oben und unten um die Durchschnittsbreite, die etwa $3\frac{3}{4} \mu$ mißt. Die Breite sogar der gekeimten Konidien (Tafel II, 69) wird noch meist von der Variationsbreite der normalen Konidien umfaßt. Ebenso schwankten die Längen durchschnittlich nicht über $\frac{1}{6}$ der Durchschnittslänge, die etwa 60μ ist, in den Grenzen nicht über $\frac{1}{3}$ derselben nach oben und unten. Ausnahmen (Tafel II, 68) sind nicht einbegriffen.

Die Konidien sind schlank, wenig gebogen, in der Mitte weniger als an den Enden, die stärker gekrümmt sein können, besonders das Scheitelende. Der Querschnitt ändert sich ähnlich wie bei anderen Arten, und zwar kann er in der Mitte oder mehr nach dem Scheitel zu (Tafel II, 73) am größten sein. Letzteres wird um so deutlicher, je breiter die Konidien sind. Die Verjüngung des Querschnitts erfolgt an den Enden allmählich, doch im allgemeinen etwas schneller am Scheitel als an der Basis, die oft schwach fußförmig abschließt, wie Konidien von *F. discolor* und *F. rubiginosum*, nur schlanker. Basis und Scheitel sind an den äußersten Enden wieder abgerundet. Jede Zelle besitzt einen Kern (Tafel II, 71), wenn nicht gerade eine neue Wand gebildet werden soll. In diesem Falle, oft auch bei unterbliebener Wandbildung, können 2 Kerne in einer Zelle der Konidie sichtbar sein. Selten sind sie ohne Färbung sichtbar, heben sich aber bei Färbung mit Wollblau in Lactophenol deutlich ab. Die Septen sind lange nicht so scharf zu unterscheiden, wie bei anderen Arten, oft nur mit Immersionslinsen. Der Grund liegt einmal in ihrer geringen Dicke, dann in ihrer geringen Lichtbrechung. In den Figuren sind sie ein wenig stärker hervorgehoben.

Einige Meßbelege und Zählungen mögen diese Daten ergänzen: (Alle Substrate wurden gekocht);

40 Tage alte eingetrocknete Sporodochien auf Stroh:

3—4-septiert, vereinzelt,	1 %;
5 „ 66 × 3 $\frac{3}{4}$ μ ,	78 „ ;
6 „ 69 × 4 μ ,	20 „ ;
7 „	1 „ .

40 Tage alte Kultur auf Lupinenstengel (Sporodochien noch feucht):

3—4-septiert	2 %;
5 „ 67 × 4 μ ,	87 „ ;
6 „	9 „ ;
7 „	2 „ .

40 Tage alte Kultur auf Stengel von großer Bohne (Sporodochien schwach feucht):

5-septiert $69 \times 3\frac{1}{2} \mu$ herrschend.

93 Tage alte Kultur auf Kartoffelstengel (Sporodochienkrusten völlig harzig verhärtet):

3-septiert ausnahmsweise;

4 „ $54 \times 3 \mu$, selten;

5 „ $66 \times 3 \mu$, herrschend.

137 Tage alte Kultur auf Kartoffelstengel (Sporodochien schwach feucht geblieben):

3—4-septiert sehr selten;

5 „ $52 \times 4\frac{1}{4} \mu$, herrschend.

74 Tage alte Kultur auf Kartoffelstengel (Sporodochien schwach feucht geblieben, viele Konidien mit inhaltsleeren Endkammern, also Inhalt etwas nach der Mitte der Konidie kontrahiert):

3-septiert $40 \times 3\frac{3}{4} \mu$;

4 „ $44 \times 4 \mu$;

5 „ $58 \times 4 \mu$ herrschend.

76 Tage alte Kultur auf ungeschälter unzerschnittener Knolle (säulenartig aus der Schale hervorgequollene Sporenmassen, die jäh abgetrocknet, also in der Entwicklung unterbrochen sind):

1—2-septiert $1\frac{0}{10}$;

3 „ 33×4 „ 33 „ ;

4 „ 42×4 „ 51 „ ;

5 „ $49 \times 4\frac{1}{2}$, 15 „ ;

6 „ ausnahmsweise.

Normale reife 5-septierte Konidien sind also durchschnittlich $49-69 \times 3-4\frac{1}{2} \mu$ (Grenzen $42-79 \times 2\frac{1}{2}-5 \mu$) gemessen. Seltener sind 3-, 4- und 6-, ausnahmsweise mehr oder weniger septierte Konidien beobachtet. Grenzwerte: 4-septiert, $32 \times 4 \mu$ (sehr kleine); 5-septiert, 53×5 ; $65 \times 2\frac{1}{2}$ (dickste und dünnste); 9-septiert, 92×4 (längste Konidie); höchste Septenzahl 9.

Die Diagnose wurde danach, wie folgt, zusammengefaßt:

Fusarium subulatum n. n.

Syn. *Fusarium roseum* Lk. var. *lupini albi* Sacc. (1881) (cfr. Lindau in Rabenh. Krypt. Fl. IX. Abt. S. 521 [1909]).

F. diffusum Carm. (cfr. Masee Brit. Fung. Fl. III, S. 480 [1893]).

(?) *F. graminum* Corda Icon. I, 3 (1837) Fig. 59. *F. graminum* (Corda) Sacc. (cfr. Lindau l. c. S. 540) pr. p.

(?) *Pionnotes Biasolettiana* (Corda) Briosi und Farneti, Att. Ist. bot. Pavia 2. ser. VIII, S. 103, Tab. VI., Fig. 2 u. 8 (sub. *Chrysogluten*). *P. Biasolettiana* (Corda), (cfr. Lindau l. c. S. 510) pr. p.

(?) *Fusisporium betae* Desm., Ann. sc. nat. XIX, S. 136 (1830), Tab. XVIII, Fig. 2 c.
Pionnotes (Desm.), (cfr. Lindau l. c. S. 513) pr. p.

Konidien nicht lagerartig (zerstreut, in falschen Köpfchen, in Ballen) oder lagerartig (Coremien, Sporodochien, Pionnotes). Normale reife Konidien pfriemenförmig, gekrümmt, beidendig manchmal etwas stärker gebogen, besonders das freie Ende. Von der Mitte oder dem mittleren Gebiete aus nach den Enden ganz allmählich verjüngt, nicht scharf zugespitzt endend, sondern an den äußersten Enden abgerundet. Das Ansatzende oft deutlich fußartig ausgestaltet. Rücken- und Bauchlinie des Längsschnittes verlaufen fast gleichsinnig, letztere ist nur wenig flacher als erstere; ellipsoidische, seltener fast kreisbogige Krümmungen.

5 Scheidewände, durchschnittlich $49-69 \times 3-4\frac{1}{2} \mu$ (Grenzen $42-79 \times 2\frac{1}{2}-5 \mu$), seltener 3, 4 und 6, ausnahmsweise mehr oder weniger. Grenzwerte: 3-septiert: $28 \times 4 \mu$ (sehr kurze), 5-septiert: 53×5 ; $65 \times 2\frac{1}{2} \mu$ (dickste und dünnste), 9-septiert: $92 \times 4 \mu$ (längste Konidie); höchste Septenzahl 9.

Farbe der Konidienmassen orange, aber mit beliebigem Einschlag nach zinnober oder nach scharlach je nach Umständen. Plectenchymfarbe karminrot. Die Plectenchymfarben können die reine Konidienfarbe beeinflussen, wodurch die verschiedensten Mischöne entstehen. Dem weißen Luftmycel können sich diese Töne stellenweise, wenn auch sehr schwach, mitteilen.

Konidienträger einfach oder verzweigt, Verzweigung baumartig ausgedehnt oder buschartig, gestaucht, gedrunken. Seitenäste und Sterigmen zerstreut oder wirtelig angeordnet, 2—4-, selten 5-gliedrige Wirtel.

Sterile und fruchttragende Hyphen von verschiedenster Dicke ($1\frac{1}{2}-6 \mu$) und Septierungsweite.

Chlamydosporen nicht beobachtet.

Vorkommen: Weit verbreitet auf Solanaceen, vielleicht ebenso häufig auf Chenopodiaceen, Gramineen, Leguminosen.

VIII. *Fusarium metachroum* n. sp.

Taf. I, 111—118, Taf. III, 8.

Diese mit *F. subulatum* sehr nahe verwandte Art wurde von Weizenkörnern aus Posen isoliert. Sie erzeugt karminrote (mit Stich ins Violette) Flecken auf den Körnern, von gelatinösen, makroskopisch auffälligen Konidienschleimen war nichts zu sehen.

Wenn man von Getreidefusarien hört, denkt man zunächst an die unter *Fusarium roseum* Link überall zitierte Art.

Fusarium roseum Link ist aber eine Mischart, und kaum aufrecht zu erhalten (vgl. S. 11 u. 12) Es ist nämlich einmal der Fehler gemacht, Link's *Fusarium* (*Fusidium*) *roseum* und Link's *Fusisporium roseum* zusammenzuwerfen; ferner soll das jetzige *Fusarium roseum* Link nach einem Forscher (Massee 1893) $30-65 \times 4 \mu$ große, 3-septierte Konidien, nach einem andern (Hedgcock 1906) sowohl $8-14,5 \times 3,6 \mu$ große, ein- bis zweizellige, und $19-30$

× 3,5—6 μ große, zwei- bis vierzellige Konidien haben, während es Woronin (1891) meist mit 5-septierten Konidien gesehen hat: Woronin an Getreideähren, Hedgcock an Kiefernholz, Massee an modernden Blättern und Stengeln.

Man liest außerdem über *Fusarium roseum* Link in Verbindung mit *Gibberella saubinetii* (Mont.) Sacc. bei Selby (1898), mit *Phialea temulenta* Prill. et Delacr., welchen Zusammenhang Jaczewski in einer mündlichen Mitteilung in der Sitzung für Phytopathologie auf dem internationalen Kongreß in Wien 1907 behauptet hat.

Andererseits ist zwar sehr wahrscheinlich, daß in der Mischart *Fusarium roseum* Link unser *F. metachroum* enthalten sein mag: Sieht man von den Fundstätten ab, so kann Corda's (1837) *F. roseum* Link nach dem Umriß der Abbildungen unserer Art entsprechen, wenn man sich über die Septierung hinwegsetzt, die bei diesen Arten undeutlich zu sein pflegt und daher bei den damaligen Vergrößerungen übersehen worden sein kann. Auch Woronin's (1891) *Fusarium roseum* des „Taumelgetreides“ wird ähnlich beschrieben wie unsere Art; aber Größen und Abbildungen fehlen, weshalb keine Entscheidung möglich ist; ebenso nicht bei Link's *Fusisporium roseum* (1824), das an trockenen Halmen größerer Gräser vorkommen soll, zwar ein ähnliches Farbenbild hat wie unsere Art, aber unvollständig beschrieben und nicht abgebildet ist. Endlich ist noch *Selenosporium herbarum* Corda (Icon. II, S. 6), als formverwandt zu nennen, das auf *Borraginaceen* vorkommen soll, dessen Klarstellung aber, wie bei *F. subulatum* hervorgehoben ist, an den Widersprüchen zwischen Corda's Ausmaßen und Abbildungen der Konidien scheitern muß.

Danach ist die Identifizierung keiner *Fusarium*art des Schrifttums mit unserer Art gesichert.

Ganz zwecklos aber würde es sein, noch die Nebenfruchtformen höherer Pilze mit den Konidien unseres *F. metachroum* vergleichen und für deren Synonymik verwenden zu wollen. Folgendes Beispiel beweist das:

Von den isolierten und in Kultur genommenen Konidien eines orangefarbenen Konidienbelages der Körner einer Weizenähre wurden 2 gänzlich verschiedene Pilze gewonnen: *Gibberella saubinetii* (Mont.) Sacc. und eine *Fusarium*art, die aber verschieden ist von *F. subulatum* und *metachroum* und vorläufig noch nicht bearbeitet ist. Der Beweis, daß beide Organismen verschieden sind, wurde in folgender Weise geführt: *Gibberella* liefert auf gekochten Kartoffelstengeln im Reagensglase nach 14 Tagen bis 3 Wochen regelmäßig Perithezien, gleichgültig, ob von Ascosporen oder von großen Sichelkonidien, der Nebenfruchtform von *Gibberella*, ausgegangen wurde. Die Stengel waren schließlich wie übersät mit diesen wohl ausgebildeten schwärzlichen, im durchfallenden Lichte blauen Perithezien. Die Ascosporen waren sichelförmig und 3-septiert, die Nebenfruchtform sichelförmig und meist 5-septiert; zwischen beiden gibt es Formen- und Größenunterschiede. Dahingegen lieferte die andere Kultur niemals Perithezien, sondern immer nur Mycel und neue Konidien von dem Typus der in das Kulturglas hineingeimpften. Diese Konidien waren formverwandt mit den der Nebenfruchtform von *Gibberella*, aber nicht gleich.

Wir haben hier also den Fall einer Vergesellschaftung eines selbständigen echten *Fusariums* mit einer *Gibberella*, deren Nebenfruchtform zwar *fusarium*artige

Konidien besitzt, die auch mit dem erwähnten echten *Fusarium* leicht verwechselt werden können, die aber in der Kultur Perithezien bildet unter den verschiedensten Bedingungen, während dies das echte *Fusarium* nicht konnte.

Dieser Fall einer Vergesellschaftung von *Fusarien* und *Gibberella* ist auch von Saccardo (*Michelia* 1881) für *F. roseum* var. *filicis* Sacc. angegeben.

Diese Erfahrung mahnt also zur Vorsicht, aus der zufälligen Formenverwandtschaft von echten *Fusarien* und Nebenfruchtformen von mit ihnen gelegentlich vergesellschafteten *Ascomyceten* ohne Reinkultur einen ontogenetischen Zusammenhang zu konstruieren.

Die Darstellung des Entwicklungsganges von *F. metachroum* ist mit Bezug auf die Verwandtschaft mit *F. subulatum* kurz gefaßt und soll hauptsächlich unterscheidende Momente berücksichtigen.

Beide Arten gedeihen auf allen Substraten, Vegetabilien und Agar vorzüglich, fruktifizieren, wenn von Konidien ausgegangen wird, schnell und reichlich und liefern dasselbe Farbenbild der Konidien. Auch die Karminfarbe des Plectenchyms, die auch gelegentlich das nicht plectenchymatische Mycel zeigen kann, haben beide Arten gemeinsam. Dennoch ist das makroskopische Kulturbild wesentlich verschieden bezüglich der Menge und der Eigenschaften des Mycels (Taf. III, 8):

Eine bei *F. metachroum* sehr hervortretende Eigenschaft des Mycels ist die, leicht immers zu wachsen. Ferner ist die Masse des Mycels auf dem Substrate gering im Verhältnis zu dem endobiotischen Mycel und auch absolut genommen gering, sowohl auf behüllten wie auf unbehüllten Substraten. Eine Folge des leichten Einsinkens des Mycels in die Feuchtigkeit des Substrates ist, daß das Mycel vorherrschend kriechend wächst. Am schönsten zeigen Agarkulturen (42, 46) das im Substrate sich hinziehende kriechende Mycel, das radiär nach allen Seiten ausstrahlt mit ganz zarten Strängen und einer zarten, engen Zonenbildung. Eine Folge der geringen Mycelentfaltung ist das fast gänzliche Fehlen eines epibiotischen plectenchymatischen Stromas auf unbehüllten Substraten, das bei *F. subulatum* stets reichlich entwickelt war. Daher findet sich bei *F. metachroum* ein besonderer Pionnotes-Typ vor, auf gekochten Knolleschnittflächen erscheint schon nach einer Woche eine feine rot orangefarbige, lückenlose, gelatinöse Schicht der Substratfläche, allmählich an Dicke zunehmend, immer der Oberfläche des Substrates nackt aufliegend. Durch die Ansmiegung an das nackte Substrat bleibt diese Pionnotes dauernd feucht, solange das Substrat feucht ist, während *F. subulatum* allmählich als Isolierschicht einen Plectenchymmantel entwickelt, auf welchem Stroma die gelatinöse Konidienmasse trockener gelagert wird. Damit ist es klar, daß die nackte Pionnotes von *F. metachroum* den durch Verfärbungen des Substratmycels angedeuteten Veränderungen des Nährbodens mehr ausgesetzt ist. Sie deutet dies an durch einen dauernden Farbenwechsel. Kaum hat sich das Karmin des Substratmycels entwickelt, so durchdringt es auch schon die Pionnotes, die dann alle Mischfarben zwischen orange und karmin annimmt, wobei gelegentlich das Rot einen Stich ins Blaurote bekommt. Wo das Substrat völlig trocken geworden ist, kann die Pionnotes sich etwas aufhellen, infolge des Eindringens der Luft in diese Partien, beim pulverigen Zerfall wurde

sogar eine so weitgehende Aufhellung bemerkt, daß ein rosiges Weiß, allerdings mit Stich ins Orange, resultierte. Im Alter müssen außerdem noch, unabhängig vom Austrocknungsprozeß, Farbveränderungen hinzutreten, die man als Altersfarben bezeichnen kann, mit denen übrigens oft eine Schädigung der Keimkraft der Konidien verbunden ist. Solche Altersfarben sind rotbraun und schwarzbraun. Nicht so mannigfaltig ist die Farbänderung der Konidienmassen bei Kulturen auf behüllten Substraten, speziell Stengeln verschiedenster Nutzpflanzen. Aber auch diese gestatteten sämtlich die Entwicklung von Karmin, so daß die Stengel oft wie in rote Tinte getaucht erschienen, also auch die Mischfarben zwischen Karmin und Orange auftraten. Aber da hier nicht Pionnoteslager, sondern Sporodochien entstehen, die letzteren hier aber nur sandkorngroß sind, so fielen die Farbveränderungen makroskopisch kaum auf, zumal die Sporodochien durchfeuchtet blieben und die Stengelunterlage durchscheinen ließen, wodurch sie ohnehin dunkel erschienen. Oft waren die Stengel-Sporodochien nur schwer mit bloßem Auge zu erkennen infolge ihrer Kleinheit und ihrer Durchfeuchtung; beim Austrocknen des Stengels zerfielen sie fast nie pulverig, hellten sich also nicht auf, sondern trockneten harzig ein, so daß sie auch dann kaum zu sehen waren, oft ganz verschwunden zu sein schienen. Das Lager der Sporodochien entwickelt sich endobiotisch, wie bei *F. subulatum*, aber im ganzen winziger, entsprechend der geringen Sporodochiengröße. Infolge dieser reduzierten Entwicklung des Sporodochienstromas dringt das Stroma nicht über die Stengel-Oberfläche hervor, wie es bei *F. discolor* der Fall war. Es kann auch die Durchbruchsöffnung nicht so stark erweitern, wie das Stroma der Sporodochien von *F. subulatum*, und das Sporodochium bleibt deshalb meist klein. Auch auf feuchtem Stroh entwickelten sich diese Sporodochien in derselben Weise, konnten hier aber noch kleiner werden, so daß sie wie ein fein verteilter Staub hier und da auf der Oberfläche lagen. Stellte man dem Pilze aber größere Öffnungen zur Verfügung (Lenticellen der gekochten Kartoffelknolle), so konnten die Sporodochien natürlich größer werden, wenigstens der Sporen tragende Teil. Obwohl die Vergrößerung hier auch eine teilweise Folge größerer Nährkraft des Substrats ist, zeigt doch das Fehlen eigentlicher Plectenchymgruppen bei der vorhin besprochenen Pionnotes, daß die gesteigerte Nahrungszufuhr nicht eine gesteigerte Ausbildung der Plectenchyme bedingen muß.

Also ist es eine Eigenschaft von *F. metachroum*, keine plectenchymatischen Stromata zu entwickeln. Diese Eigenschaft mag durch Anpassung an die natürlichen Wachstumsbedingungen zu erklären sein. Weizen hat viel festere mechanische Elemente. Diese Festigkeit, die sich im verdorrten Halme noch zeigt, die außerdem die Körnerhülle kennzeichnet, erlaubt nicht die ungehinderte Erweiterung der Durchbruchsöffnungen der Sporodochien. Auch ist der Pilz infolge des geringeren Feuchtigkeitsgehaltes des Wirts mehr auf die endophytische Wachstumsweise angewiesen. Aber auch dort, in den Haut- und Rindenschichten, ist kein Platz zur Ausbildung größerer plectenchymatischer Komplexe. Er durchzieht also diese Gebilde locker, dringt, meist durch die Spaltöffnungen, an die Oberfläche, ohne aber größere Öffnungen zu schaffen oder vorhandene stark zu erweitern. So muß der

Konidienträger-Apparat auch kleiner bleiben, da er nur von kleinen Mycelgruppen ernährt werden kann. Auch ein größerer gelatinöser Belag bei Körnern kann sich infolgedessen nur dann bilden, wenn das Korn geplatzt ist, weil dann dieselben Verhältnisse obwalten wie bei der Bildung einer Pionnotes auf Schnittflächen von Kartoffel.

Die Eigenschaft von *F. metachroum*, immers zu wachsen, kann als Anpassung an die natürlichen Verhältnisse erklärt werden. Die Versorgung mit Feuchtigkeit spielt bei diesem Pilze eine um so größere Rolle, als er sie auf Weizenhalmen und Körnern nur in geringer Menge vorfindet. Er entfaltet nämlich seine Hauptwirksamkeit jedenfalls erst, wenn die Wirtspflanze ihr saftreiches Stadium bereits verlassen und zu fruktifizieren begonnen hat. Der Pilz ist dann, ob er nun auf Halmen oder Körnern vorkommt, nicht im entferntesten so feucht gebettet wie Kartoffelpilze, z. B. *F. subulatum*. Er ist im Gegenteil mehr auf Niederschläge angewiesen, also auf Feuchtigkeit von außen her. Diese gilt es festzuhalten und zwar so schnell wie möglich, da sie in kurzer Zeit verdunstet sein kann. Im Einklang damit scheint nun die auffällige Tendenz, in fast allen Kulturen in die Substratfeuchtigkeit einzusinken. Seine osmotischen Eigenschaften müssen jedenfalls dieses Einsinken veranlassen. Irrig wäre die Vorstellung, daß das Einsinken des Mycels immer ein anormales Wachstum oder eine Schädigung bedeuten müsse; es kann zwar eine Schädigung andeuten bei manchen Arten, wo z. B. die eingesunkenen Mycelteile mikroskopisch sich von Bakterien durchdrungen zeigten. Meist aber ist das immerse Wachstum auf osmotische Ursachen zurückzuführen und kann bei einer Art eine festere Eigenschaft sein, z. B. bei *F. metachroum*, bei anderen dagegen nicht; letzteres konnte dadurch bewiesen werden, daß bei gewissen Arten die Konzentration der Nahrung und die Konsistenz des Mediums so abgestimmt werden konnten, daß in einer Kultur Einsinken des Mycels erfolgte, in einer anderen nicht. *F. subulatum* kann gezwungen werden, immers zu wachsen, aber gedeiht dann lange nicht so üppig und entwickelt auch bei weitem nicht so reichliche und normale Konidien, als in Medien, welche eine Ausbildung von Luftmycel gestatteten. *F. subulatum* ist einem feuchtigkeitsreichem Wirt mehr angepaßt (Stengel und Knollen, Rüben usw.), als einem weniger feuchten (*Triticum dicoccum*); auf letztgenannter Wirtspflanze ist die Art nur einmal gefunden, mit krüppeligen Konidien, die erst in der Kultur gleichmäßige normale lange Konidien erzeugten. Das scheint anzudeuten, daß *F. subulatum* zwar an alle möglichen Wirtspflanzen mit den verschiedensten Feuchtigkeitsgraden anpassungsfähig ist, aber doch feuchtere Verhältnisse bevorzugt, während *F. metachroum* nicht so anpassungsfähig zu sein scheint, da sie auf anderen Substraten als Weizen vorläufig nicht entdeckt worden ist. *F. subulatum* erschwert also der Feuchtigkeit den Eintritt, *F. metachroum* erleichtert dagegen den Wasserverkehr. Oder, anders ausgedrückt, erstere Art kann sich gegen die ihr meist reichlich zur Verfügung stehende Feuchtigkeit schützen durch Entwicklung von Luftmycel oder isolierende Plectenchymschichten, verliert die Eigenschaft Luftmycel zu bilden aber auch nicht bei Darbietung niederer Feuchtigkeitsgrade. *F. metachroum* dagegen hat die Möglichkeit nicht oder jedenfalls in äußerst geringem Grade, sich gegen die

Feuchtigkeit osmotisch zu schützen, vielleicht auch dann nicht, wenn sie ihrer Entwicklung schadet, weil sie einem Wirte mit geringeren Feuchtigkeitsgraden vorherrschend angepaßt ist. Vielleicht liegt in derartigen Beobachtungen ein Mittel, um sich über die Verbreitung einer Art ein Bild zu machen, wenigstens sollten sie fortgesetzt werden.

Die Feuchtigkeitsgrade der Wachstumsbedingungen und ihr Einfluß auf die Ausgestaltung der Sporenformen waren deswegen zu berücksichtigen, weil einmal die Breite der Konidien mit der Feuchtigkeit schwankt, andererseits aber die Breite der normalen Konidien als Unterscheidungsmittel der Arten in Betracht kommt. Diese Art nun war auf allen feuchten Medien und Vegetabilien etwas breitlicher, d. h. breiter und kürzer. Es fragte sich, ob sie durch ein trockeneres Substrat schlankere Konidien erhielte. Da Stroh ein solches Substrat ist, wurden Konidien auf Strohhalm (im Reagensglase mit etwas Bodenwasser) ausgesät, zugleich mit Parallelkulturen des *F. subulatum*, wobei darauf geachtet wurde, daß Reifegrad der geimpften Konidien, Alter, Keimkraft, Feuchtigkeit gleich waren. Nach 6–10 Wochen Kultur wurden die überall typischen Sporodochien öfters untersucht; ihre Konidien zeigten eine nahezu gleich bleibende Größendifferenz. Vergleichen wir die normalen Quinqueseptaten, so waren die Strohkonidien von *F. subulatum* $66 \times 3\frac{3}{4} \mu$, die von *F. metachroum* nur $53 \times 4\frac{1}{4} \mu$ groß im Durchschnitt. Man wird aus dem Vergleiche der Meßbelege beider Arten ersehen, daß die Größen der Konidien zwar innerhalb der Art schwankt, die Breite häufig etwas geringer ist, je älter d. h. je trockener die Kultur ist, daß aber die ganze Serie der *F. metachroum*-Kulturen fast durchweg um eine Konstante breitlicher ist, übrigens im ganzen nicht so stark individuell schwankt wie *F. subulatum*. Damit ist bewiesen, daß der Feuchtigkeitsgrad nicht den Wert der Breite als Unterscheidungsmittel herabdrücken kann; daß man aber in kritischen Fällen vorteilhaft mit so genau wie möglich vergleichbaren Kulturbedingungen arbeiten sollte, um schwer unterscheidbare Arten zu trennen.

Es muß nun noch ein mikroskopischer Überblick der Art gegeben werden. Diesen Überblick gestatten Kulturen in hängendem Tropfen eines Farbschalendeckglases, in den ein Stück Stengelhaut oder ein Mikrotomschnitt von Knolleparenchym der Kartoffel eingeführt worden war, ferner Großkulturen auf Stengeln, Knollestücken, Strohhalm. Im hängenden Tropfen keimt eine Konidie, indem sie an Breite stark zunimmt (Tafel II, 116) und ihre Zellen tonnenförmig aufquellen. Die Breite, normal $4-4\frac{1}{2} \mu$, kann nun bis 6μ , in einzelnen Fällen bis $7\frac{1}{2} \mu$ steigen. Je nach Nährwert des Tropfens erfolgt nun Keimung eines Schlauches aus einer oder mehreren Zellen (Tafel II, 111 c). Der Schlauch bleibt vegetativ zunächst und entwickelt erst später Konidienträger (vgl. Tafel II, 80), oder er wird gleich fruktifikativ, indem er als Abschluß eine Konidie entwickelt (Tafel II, 115, 118), diese abschnürt und nacheinander von derselben Stelle neue Konidien entstehen läßt, unregelmäßig und krüppelig bei Nahrungsmangel oder sonstigen ungünstigen Bedingungen (Tafel II, 111), typisch und binnen kurzer Zeit herrschend 5-septiert (Tafel II, 111) unter günstigen Ernährungsverhältnissen. Auf Stengelhaut im Wassertropfen entstehen, wenn auch ausnahmsweise, sogar schon hochentwickelte Konidienträger mit in 4-gliedrigen Wirteln 1- bis

2etägig übereinander angeordneten Seitenästen (Tafel II, 113), aber gewöhnlich niedriger entwickelte unregelmäßigere Träger (Tafel II, 112), die an rankenartig kriechenden Hyphen massenhaft zum Vorschein kommen, einfach häufiger, als verzweigt. Die Konidien konnten in solchen Mengen in diesen Tropfenkulturen abgeschnürt werden, daß viele Hunderte 5-septierter Konidien nach 10—14 Tagen als makroskopisch sichtbare Pünktchen (Tafel II, 114) haufenweise zusammen lagen. Auch die bei verschiedenen Arten erwähnten falschen Konidienköpfchen fehlten nicht, wenn die Träger in die feuchte Luft ragten. Die entwickelteren Trägertypen aber entstanden wieder auf Stengelstücken in Sporodochien (Tafel II, 117). Die entwickeltsten Konidienträger finden sich gewöhnlich bei Sporodochien; also mußte man sie in Stengelkulturen suchen, wo bekanntlich die Sporodochien zur schönsten Entwicklung kommen. Beim Studium derselben von Anfang an fielen folgende Unterschiede gegen *F. subulatum* auf: Fast gänzliches Fehlen einer plectenchymatischen Basis der Sporodochien, Gebilden, wie sie in Tafel II, 78, 79, 87 für *F. subulatum* dargestellt wurden. Die Sporodochien bilden sich in folgender Weise: Hyphen durchziehen die Hautschichten des Stengels; sie sind ziemlich breit, bis 7 μ , meist aber 4—6 μ , engseptiert, verzweigt, hier und da aufgequollen wie bei Konidienkeimung. Auch oberhalb des Substrats kriechen diese Hyphen, falls die Oberfläche feucht ist. Schon nach 2 bis 3 Tagen ist eine große Anzahl Hyphen fruktifikativ geworden. Die endophytischen Hyphen haben zahlreich die Epidermis durchbohrt, wenn diese zart ist, wie bei gekochten Kartoffelstengeln, oder dringen aus Spaltöffnungen an die Oberfläche, nicht einzeln, sondern rutenbündelweise, aber doch sind es meist nur die Erzeugnisse einer Traghyphne, die an einer Stelle büschelig vordringen (Tafel II, 117). Präpariert man diese Traghyphen mit ihren Sporodochien vorsichtig frei, so fällt auf, daß die Konidienträger fast mähenartig einseitig der Traghyphne entsprossen. Von der Seite gesehen, erscheinen die Träger also etwa palissadenartig angeordnet. Die Palissadenreihe der endophytischen Traghyphen-Konidienträger ist natürlich mehrfach unterbrochen und zwar dort, wo der Aussprossung von Trägern mechanische Hindernisse in den Weg getreten waren, an Stellen, wo das Vordringen an die Oberfläche behindert worden war. Die oberflächlich kriechenden Traghyphen dagegen hatten oft eine fast lückenlose Palissadenreihe einfacher Konidienträger. Tafel II, 112 zeigt ein paar vereinzelt stehende Träger einer Traghyphne. *F. subulatum* kann solche Palissadenreihen auch bilden, aber sie sind dort nicht herrschend. Die Sporodochien sind aber bei *F. subulatum* ganz anderer Entstehung (Plectenchymgruppen!), während sie bei *F. metachroum* aus der Palissadenreihe entstehen, indem die Trägermenge einer Durchbohrungsstelle den Platz ausnutzt und aus ihrer Ebene heraus nach allen Seiten radiär von der Traghyphne ausstrahlt (Tafel II, 117). Infolge dieser Bildungsweise ist eine so üppige Verzweigung der Sporodochien-Konidienträger nicht notwendig, und es tritt auch selten eine solch üppige regelmäßige mehretägige Gliederung der Seitenäste ein, wie wir sie bei *F. subulatum* kennen lernten. Daß sie hier gelegentlich möglich ist, zeigt aber Tafel II, 113. Infolge der niederen, meist einetägigen Verzweigung ihrer Konidienträger bleiben die Konidienträgerbüschel gestaucht, gedrunken und zwergig, entwickeln auch nicht so große Konidienmassen wie *F. subulatum*, so daß die Sporo-

dochien mehr wie sehr fein gepulverter Sand, oft fast staubartig die Oberfläche behüllter Substrate (besonders Stengel) bedecken. Sie sind daher oft unauffällig, besonders noch wegen ihrer dauernden Durchfeuchtung, die sie auch bei Austrocknung nicht hervortreten läßt, weil sie nicht pulverig, sondern harzartig eintrocknen.

Die größten Konidienmassen lieferten wie gewöhnlich Knollekulturen, aber nicht die normalsten gleichmäßigsten Formen. Besonders dort, wo die Knolle schnell abtrocknete und die Konidien nicht mehr auswachsen konnten, waren krüppelige Stadien vorherrschend (Tafel II, 111). Sie zeigen auf den ersten Blick, daß sie anormal sind, nicht etwa besondere „Mikrokonidien.“ Was den inneren Bau der normalen Konidien anbetrifft, so ist hier die undeutliche Septierung auffallend (Tafel II, 111b). Nicht in jeder Kultur ist das der Fall, z. B. nicht auf Kartoffelstengeln, die mit 2% Soda-lösung getränkt worden waren, auch nicht auf Stroh. Dagegen häufig auf sehr feuchten Stengelkulturen von allerlei Nährpflanzen und den meisten Pionnotes bildenden Substraten, besonders in jungen Kulturen. Die Septierung ist oft erst mit allen Einstellungsfeinheiten und bei starker Vergrößerung zu verdeutlichen. Dadurch wird es verständlich, daß die älteren Forscher die Septen häufig übersehen haben, selbst Corda, der ein scharfer Beobachter war und ja eine ganze Reihe Fusarien außerdem mit septierten Konidien gesehen und als *Selenosporium*arten beschrieben und abgebildet hat. Mit der undeutlichen Septierung gemeinsam tritt fast immer eine Granulierung des Konidieninhalts auf, derjenigen ähnlich, wie sie bei der Keimung die Regel ist. Man braucht diese Inhaltsveränderungen nicht immer als krankhaft zu bezeichnen, denn bei *F. metachroum* gibt es normale Konidienformen auch zahlreich unter Konidien mit granuliertem Inhalt und undeutlicher Septierung. Doch mahnen diese Anzeichen immerhin zur Vorsicht, wenn es gilt, den Konidientypus herauszufinden. Als Typus gelten für *F. metachroum* die Konidien aus Strohkulturen (Tafel II, 111a). Sie decken sich übrigens fast völlig mit denen der meisten anderen Substrate, abgesehen von Schwankungen der individuellen Variabilität, welche aus nachfolgenden Belegen hervorgehen. Es ist beim Vergleich von *F. subulatum* und *metachroum* nicht außer acht zu lassen, daß die breitesten Konidien (Tafel II, 73) von ersterer Art den Normaltypen letzterer (Tafel II, 111a) in der allgemeinen Umrißform sehr ähneln, so daß hier nur noch der Größenunterschied der Durchschnittskonidie übrig bleibt, zumal auch das Ansatzende nicht von dem des *F. subulatum* abweicht, sondern schwach fußartig ausgebildet sein kann (Tafel II, 111b). Es ist aber zu berücksichtigen, daß *F. metachroum* niemals eine gleichmäßige Konidiengruppe (Tafel II, 65) des Normaltypus von *F. subulatum* hervorzubringen imstande ist. Die Variationsweiten der beiden Arten streifen sich oder decken sich partiell, aber sie sind nicht im entferntesten kongruent zu nennen.

Dauerformen sind bei dieser Art nicht gefunden, auch keine echten Chlamydosporen. Chlamydosporenähnliche Gebilde wurden nur in jungen Knollekulturen beobachtet. Es entstehen durch Zerfall der Mutterkonidien, also oidienartig, rundliche Sporen, auch solche durch Abrundung des Inhalts einer oder mehrerer Zellen einer Konidie (Tafel II, 111d). Sie sind aber wohl nur als eine Reaktionserscheinung auf veränderte extreme Wachstumsbedingungen aufzufassen. Nach

einigen Tagen ist diese Erscheinung vorüber, die Kugelzellen haben inzwischen ohne Ruhestadium gekeimt und verhalten sich weiterhin wie Zellen einer normale Mutterkonidie (Tafel II, 111 d*).

66 Tage alte eingetrocknete Sporodochien auf Stroh:

- 3–4-septiert ganz vereinzelt;
- 5- „ $53 \times 4\frac{1}{4} \mu$ fast 100%;
- 6- „ nicht beobachtet;

69 Tage alte Kultur auf Lupinestengel (Sporodochien klein, kaum sichtbar):

- 5-septiert $56 \times 4\frac{1}{2} \mu$, 100%;

64 Tage alte Kultur auf *Vicia faba*-Stengel (Sporodochien klein, Stengel wie in rote Tinte getaucht):

- 5-septiert $56 \times 4 \mu$, fast 100%;

27 Tage alte Kultur auf Kartoffelstengel (mäßig feucht):

- 3-septiert $35 \times 3\frac{3}{4} \mu$, 22%;
- 4- „ $44 \times 4\frac{1}{2} \mu$, 20 „ ;
- 5- „ $52 \times 4\frac{1}{2} \mu$, 56 „ ;
- 6- „ $65 \times 4\frac{3}{4} \mu$, 2 „ ;

109 Tage alte Kultur auf Kartoffelstengel (völlig trocken):

- 3-septiert $45 \times 3\frac{1}{2} \mu$;
- 4- „ $40 \times 3\frac{3}{4} \mu$;
- 5- „ $48 \times 4 \mu$ herrschend.

Bemerkung. Daß der Durchschnitt 4-septierter Konidien hier niedriger ist als der 3-septierter Konidien, liegt daran, weil erstere hier krüppelig sind und nicht Entwicklungsstadien der 5-septierten Konidien, dagegen die 3-septierten das normale Entwicklungsstadium der Quinqueseptaten sind.

45 Tage Stengelkultur (Kartoffel), Stengel getränkt mit

	2% Sodawasser	Zuckerwasser	Zitronenwasser
3-septiert	$38 \times 4\frac{1}{4} \mu$, 9%;	$34 \times 4 \mu$, 7%;	$42 \times 4 \mu$, 27%;
4- „	$43 \times 4\frac{1}{2} \mu$, 31 „ ;	$39 \times 4\frac{1}{4} \mu$, 6 „ ;	$49 \times 4 \mu$, 42 „ ;
5- „	$50 \times 4\frac{1}{2} \mu$, 60 „ ;	$56 \times 4\frac{1}{2} \mu$, 80 „ ;	$53 \times 4 \mu$, 31 „ ;
6- „	— —	$61 \times 4\frac{1}{2} \mu$, 7 „ ;	— —

3tägige Stengelkonidien standen meist noch unter dem Einflusse zu starker Feuchtigkeit, weshalb ihre Durchschnittsgrößen, $52 \times 5 \mu$, noch keinen systematischen Wert haben mit Bezug auf die anormale Breite.

Die normale reife 5-septierte Konidie ist als durchschnittlich $48-56 \times 4-4\frac{1}{2} \mu$ (Grenzen $35-80 \times 3\frac{1}{2}-5\frac{1}{2} \mu$); seltener gelangen 3- und 4-septierte, ausnahmsweise 6-septierte Konidien zur normalen Ausreife.

Grenzwerte vgl. Diagnose.

F. metachroum grenzt sich gegen *F. subulatum* also ab durch

1. geringere mittlere Durchschnittslänge,
2. größere mittlere Durchschnittsbreite,
3. geringere Neigung zu übernormaler, größere zu unternormaler Septierung als *F. subulatum*,

4. vorherrschend immerses Mycelwachstum,
5. Entwicklung nackter Pionnotes ohne plectenchymatisches Stroma,
6. Entwicklung winzigerer Sporodochien ohne plectenchymatische Basis,
7. Überwiegen niederer Verzweigungen der Konidienträger.

Fusarium metachroum n. sp.

Konidien nicht lagerartig (zerstreut, in falschen Köpfchen, in Ballen) oder lagerartig (besonders Sporodochien und Pionnotes). Normale reife Konidien von der Form der *F. subulatum* Konidien, aber etwas breiter und kürzer.

5 Scheidewände, durchschnittlich $48-56 \times 4-4\frac{1}{2} \mu$ (Grenzen $35-80 \times 3\frac{1}{2}-5\frac{1}{2}$), seltener 3- und 4-, ausnahmsweise 6-septiert.

Grenzwerte: $38 \times 3\frac{1}{2} \mu$ (kleinste 3-septierte), $68 \times 4\frac{1}{2}$ (längste 6-septierte), $83 \times 7\frac{1}{2} \mu$ (breitste Konidie, 9-septiert, in Keimung), $96 \times 5\frac{1}{2} \mu$ (längste Konidie, 10-septiert). Höchste Septenzahl 10.

Farbenbild gleich dem von *F. subulatum*, auch der Bau der Konidienträger, aber die unregelmäßigen und niedriger entwickelten und zwergig gedrungenen Trägertypen wiegen vor. Sporodochien ohne plectenchymatische Unterlage. Chlamydosporen nicht beobachtet. Mycelentwicklung geringer als bei *F. subulatum*; das Mycel wächst fast auf allen Substraten immers, während es bei *F. subulatum* sich stets als Luftmycel mehr oder minder heraushebt.

Vorkommen: Auf Weizenkörnern, von dem Rittergute Slivno in der Provinz Posen.

IX. Fusarium orthoceras n. n.

(Taf. I, 60—64, Taf. III, 2.)

Ein Pilz von besonderem Interesse für phylogenetische Gesichtspunkte durch seine Sporentypen, besonders durch das Überwiegen unseptierter gerader Konidien, die durch die Gestalt und kopfige Anhäufung an *Verticillium*, *Acrostalagmus*, *Cephalosporium* erinnern können. Die Bestimmung nach ihnen allein würde schwierig sein, wenn nicht auch septierte Sichelsporen vorhanden wären. Diese letzteren sind, wie wir sehen werden, weit verschieden von denen der meisten anderen Arten. Außer den Konidienverhältnissen tragen auch die in reicher Fülle entwickelten bewarzten Chlamydosporen dazu bei, eine Verwechslung mit irgend einer anderen Art dieser Arbeit auszuschließen.

Auch die Identifizierung der Art mit dem von Smith und Swingle (1904) gefundenen, als Erreger der Trockenfäule („Dry rot“) angesprochenen Pilze *Fusarium oxysporum* machte keine Schwierigkeit, obwohl diese ausführliche amerikanische Arbeit mehr auf die Ökologie als auf die Morphologie eingeht, gestützt auf den Standpunkt (S. 27): „In the many different kinds of culture media used this fungus showed a number of very striking variations. For this reason it is impossible to give a general description that will hold universally.“

Die Artunterscheidung kann sich aber nicht völlig auf die Ökologie verlassen, wohl aber auf die Morphologie dieser doch immer noch verhältnismäßig großen Pilzformen. Die Voraussetzung der morphologischen Bearbeitung ist aber eine normale Kultur, und der Begriff „normal“ ist empirisch. Daß dieser Begriff aber in ziemlich enge Grenzen eingeschlossen werden kann, ist im allgemeinen Teile ausführlich behandelt worden.

Auch bei *F. orthoceras* entstand nun die Frage: „Ist die Fülle von unseptierten Konidien normal, oder sind es die viel charakteristischeren, aber selteneren Triseptaten, oder sind beide Formen normal und die kleineren Sporen Jugendstadien der größeren?“ Mit anderen Worten: „Ist die Art in einem phylogenetischen Übergangsstadium, in welchem die Septierung der Konidien langsam Boden gewinnt, liegt etwa eine progressive Mutation vor, oder haben wir es hier umgekehrt mit einem Mutationsatavismus zu tun, der von der Septierung der Konidie abwärts schreitet zur einzelligen Form, oder ist es ein Variationsatavismus, indem infolge künstlicher Kultur einzellige Konidien der mutmaßlichen Voreltern als Rückschläge überwiegend auftreten können, oder liegt endlich eine normal individuelle Variabilität vor? Das alles soll und kann hier nicht entschieden werden. Die Kultur aber zeigte folgendes:

Wenn Konidien auftraten — und das geschieht in beliebig vielen verschiedenen Medien, auf den verschiedensten Vegetabilien, roh oder gekocht —, so fanden sich fast stets einzellige und septierte Formen, letztere seltener, erstere bei weitem herrschend. Nur, wenn Stoffe (Säuren, Alkalien usw.) in solcher Menge zugefügt wurden, daß sie das Wachstum sichtbar hemmten und den Pilz schädigten, konnten einzellige Konidien oft noch auftreten, septierte Konidien aber nicht mehr. Ähnlich war dies Sporenverhältnis bei *F. solani*, nur mit dem Unterschiede, daß beim Einsetzen günstiger Wachstumsbedingungen die Triseptaten herrschend wurden, bei *F. orthoceras* nicht. Wie steht es in der Natur?

In der Natur wurde diese Art von Smith und Swingle, wie es scheint, un-
gemein häufig gefunden, in den „dry rot“-kranken Kartoffeln häufig sogar allein, oder in Gesellschaft anderer Pilze. Hier dagegen, in Deutschland, ist sie zwar nicht selten, konnte aber bis jetzt nirgends in kranken Kartoffelbeständen regelmäßig und herrschend beobachtet werden¹⁾. Sie wurde isoliert:

1. aus dem Nabel verschiedener Kartoffelknollen 1907/08,
2. aus dem Stolo einer stark blattrollkranken „Magnum bonum“-Kartoffel, deren oberirdischer Teil dagegen *Verticillium albo-atrum*, *Fusarium subulatum* und *Periola tomentosa* beherbergte,
3. in Bodenhöhe aus Querschnitten einer rollkranken Kartoffelpflanze mit reicher

¹⁾ Der mikroskopischen Untersuchung ganzer Bestände steht zwar nichts im Wege, die Bestimmung der im Wirt gefundenen Mycelien erforderte aber zeitraubende Kultur und war bisher für Fusarien außerdem besonders erschwert, da diese im bisherigen Schrifttum selten genügend unterschieden waren, ihre Merkmale also erst gefunden werden mußten. Daher ist es selten möglich gewesen, von etwa 50 Pflanzen eines etwa 1 ha großen Feldes den oder die Pilze zu bestimmen, ein nicht oft gefundener Pilz kann aber häufig sein, vielleicht sind nur nicht genug Pflanzen untersucht worden.

Ernte (950 g Knollengewicht), deren oberirdischer Teil aber *F. spec.* (Abb. 2, F), *F. discolor*, *Periola tomentosa* besaß,¹⁾

4. aus den basalen und unterirdischen Teilen norwegischer „Magnum bonum“²⁾. In allen diesen Fällen waren Konidien entweder nicht gefunden worden oder nur wenig, aber mehr Chlamydo-sporen. Dagegen haben Smith und Swingle (S. 16) weiße oder grauweiße Tufts von Mycel auf „Dry rot“-Knollenschale in Fruktifikation gesehen, zuerst mit einzelligen, später auch mit mehrzelligen Konidien, und gelegentlich kompakte warzenartige Stromata mit dichten Massen von Chlamydo-sporen. In der Kultur haben sie, wie es scheint, auch im allgemeinen mehr einzellige als mehrzellige Konidien erzielt, niemals aber erwähnen sie eine Kultur mit nur mehrzelligen Sporen.

Aus Kultur- und Naturbefund kann also wenigstens geschlossen werden, daß sowohl einzellige als septierte Konidien in dem normalen Entwicklungsgange von *F. orthoceras* existieren, also weder das herrschende Vorkommen der Einzeller als Variationsatavismus, noch das spärliche Auftreten septierter Konidien als anormal gedeutet werden darf. Auch kann nicht angenommen werden, daß etwa noch ein besseres Kulturmedium hergestellt oder gelegentlich eine kranke Pflanze aus der Natur gewonnen werden könnte, auf der sich das prozentuale Verhältnis der Sporentypen etwa zugunsten der Triseptaten oder anderer Septaten herausstellen würde, Einzeller aber nur selten gefunden werden würden. Ausgeschlossen ist das zwar nicht, aber kaum wahrscheinlich.

Was also bei anderen Arten ein Variationsatavismus ist, bei *F. solani*, *F. theobromae*, *F. falcatum*, scheint bei *F. orthoceras* eine charakteristische Eigenschaft zu sein.

Wie stark ist aber diese Eigenschaft ausgeprägt? Zur Lösung dieser Frage ist es nötig, die Grenzen der individuellen Variabilität zu bestimmen. Das ist zur Umgrenzung der Art wichtig. Es wurde daher untersucht, in welchen Grenzen das gegenseitige Verhältnis von einzelligen zu mehrzelligen Konidien schwanken kann, erstens in den verschiedenen Altersstadien einer einzelnen Kultur auf einem bestimmten Medium, sodann auf verschiedenen Nährböden. Damit wurde ein systematischer Punkt festgelegt, der die Wiedererkennung der Art erleichtert (vgl. Zählbelege am Schluß).

¹⁾ Die Pflanze stammte von einem Felde der Domäne Dahlem, das 1908 und 1909 „Magnum bonum“ getragen hatte. 1908 waren die Pflanzen verhältnismäßig klein und stark rollkrank, die Ernte war gering; 1909 war neues als gesund bezogenes Saatgut verwendet worden, die Pflanzen waren von normaler Größe, zeigten aber durchweg im Hochsommer die Anzeichen der Rollkrankheit; die Ernte war für die Bodenverhältnisse normal. Von diesem Felde wurden kurz vor der Ernte vom 14. bis 20. September 1909 Stichproben untersucht. Von einer dieser Pflanzen rührt dieser Stamm her.

²⁾ Das Material war 1908 bei Lyngör, von der Südküste Norwegens, von moorigem Boden gesammelt. Die Pflanzen waren sämtlich blattrollkrank, hatten aber in den Gefäßen des oberirdischen Teiles nie Mycel, auch peripher nicht, dagegen in Bodenhöhe und am unterirdischen Teile des Stengels, sowie an den oft abgestorbenen Wurzeln, peripher, seltener innen. In welcher Menge prozentual die Pflanzen *F. orthoceras* enthielten, ist nicht ermittelt, da die Untersuchung nur eine gelegentliche war, auch die Einsendung von Material nach der hiesigen Anstalt wegen des Transportes nur in beschränktem Maße erfolgen konnte. Die Pflanzen hatten auch auf der Reise gelitten.

Viel wichtiger ist aber das Studium des Baues der Konidien, insbesondere der Triseptaten. Um solche Konidien in normaler Form und Ausreife zu züchten, sind flüssige Nährlösungen, Agar- und Gelatinesubstrate zu vermeiden: sie liefern zwar Konidien, sogar in größerer Menge, aber der Prozentsatz an Normalformen ist viel geringer als bei Konidien fester Substrate; meist sind sie unregelmäßiger in der Längsrißkontur, an den Septen eingezogen, zwischen den Septen bauchig, also mehr oder weniger gequollen, womit auch zusammenhängt, daß Basis und Scheitel nicht typisch erscheinen, sondern viel stumpfer bleiben. Mißt man nämlich solche Konidien, so wird ihre Durchschnittslänge gewöhnlich kürzer, ihre Durchschnittsbreite breiter ausfallen, als es normalerweise der Fall ist.

Das sei vorausgeschickt mit Bezug auf Smith und Swingle's (1904) Messungen (S. 30) und Abbildungen (Plate VIII, Fig. 23—25), denen dieser Fehler anhaftet, und die aus diesem Grunde etwas anders als bei *F. orthoceras* ausgefallen sind, wie am Schlusse noch bewiesen werden wird. Die Abweichungen sind nicht sehr groß, aber groß genug, um die normale Schwankung der Konidienbreite, sogar die äußersten Grenzen ($4\frac{3}{4}\ \mu$) um ein Viertel zu überschreiten. Werden solche Differenzen aber nicht auf Grund ihrer Ursachen erklärt und beseitigt, so schwächen sie die Unterscheidungsschärfe der Arten, hier speziell die Beweiskraft der Identität von *F. oxysporum* Smith und Swingle und *F. orthoceras*, selbst wenn die biologischen Befunde bei beiden diese Identität stützen.

Da die Identität beider Formen hier vertreten werden soll, so könnte man auf den Gedanken kommen, sie unter *F. oxysporum* Smith und Swingle zusammen zu fassen. Das ist aber aus mehreren Gründen nicht möglich:

1. entsprechen sich nicht die Schlechtendahl'sche und die Smith und Swingle'sche Art, wie bewiesen werden soll,
2. deuten die Befunde an Exsiccatenmaterial von *F. oxysporum* Schlecht. an, daß die Art nicht einheitlich ist,
3. stempeln Smith und Swingle die Art zu einer Mischart durch die weitgehenden Schlüsse, die sie aus ihrer allerdings nicht geringen Variabilität ziehen (S. 50 u. 51), und mit Recht ist ihre Ansicht, alle Kartoffelfusarien als Synonyme ihrer Art aufzufassen, bereits auf Widerstand gestoßen (Lindau 1909, S. 526, Sorauer (1908), Handbuch II, S. 469).

Wie schwierig es ist, *F. oxysporum* Schlecht. wieder zu finden, geht aus der Literatur hervor:

Fusarium oxysporum Schlechtendahl (1824).

„*F. stroma convexum erumpens varium roseum superficie inaequali rugulosa, sporidiis parvis curvatis utrinque acutissimis.*“ Diese kurze Diagnose ist durch keine Abbildung erläutert worden. Der einzige Anhaltspunkt ist noch das Vorkommen: „In tuberibus semiputridis Solani tuberosi.“

Cordea (1837) S. 3 glaubt die Art wiedergefunden zu haben und schreibt:

„*F. tenue* (an *F. oxysporum* Schlechtendahl, Berol. 2, S. 139?)

Tab. I, Fig. 57.

acervulis majusculis, irregulariter confluentibus roseis; sporis fusiformibus subcurvatis, tenuissimis, utrinque acutissimis, diaphanis, pallide-roseis. Hab. in caulibus herbarum putridis prope Pragam.“ Es folgt die Fig.-Erklärung.

Corda bildet die Art mit Konidien, ähnlich denen unseres *F. subulatum* (Fig. 65) ab, nur scheinen seine Konidien noch spitzer und schmaler, im ganzen auch weniger gebogen, als die von *subulatum* und wahrscheinlich kleiner zu sein. Corda's Art kann daher sehr wohl in Schlechtendahl's Art enthalten sein, auch ist sie polyvor, womit nicht im Widerspruch steht, daß Schlechtendahl seine Art zufällig auf Kartoffeln fand.

Wenn nun, wie Lindau (1909) S. 587 will, *F. tenue* als unvollkommen beschrieben fortfallen soll, so fordert die Konsequenz, erst recht *F. oxysporum* Schlechtendahl eingehen zu lassen, das weder klar gefaßt, noch abgebildet ist. Ob es gestrichen wird oder nicht, ist aber für die Identifizierungsfrage unserer Art ohne Einfluß. Schlechtendahl's Art ist nicht unsere Art und auch nicht *F. oxysporum* Smith und Swingle: Schlechtendahl hätte nämlich sicher mit Bezug auf die Konidien anstatt „curvatis“ subcurvatis oder curviusculis geschrieben, wenn sie so gerade oder so schwach gebogen gewesen sein würden als die unserer Stämme; er hätte sicher nicht „stroma convexum erumpens“ geschrieben, wenn sie lockere Myceltufts entwickelt hätte, wie unsere Stämme. Die Konidien treten nämlich bei *F. orthoceras* nie in kompakten Lagern, Sporodochien und Pionnotes auf, was aber nach Schlechtendahl's Diagnose für *F. oxysporum* angenommen werden muß. Diese Auffassung hatte auch schon Link (1825, S. 106) bei der Beschreibung seines *F. oxysporum* Schlechtendahl durch den Zusatz „sporidochiis confluentibus“, was auf einen Pionnoteschleim hindeutet, betont; auch hat er „Tubercularia-ähnliche“ Sporodochien gesehen. Desgleichen findet sich auch bei Lindau (1909, S. 525) für *F. oxysporum* Schlechtendahl „Fruchtlager zusammenfließend“, was Schlechtendahl nicht angibt, aber nach Link und Corda in der Voraussetzung geschlossen worden ist, daß Schlechtendahl, Link, Corda, deren Beschreibungen wenigstens keine Widersprüche enthalten, denselben Organismus vor sich gehabt hatten.

Kritisch — so weit es die Unsicherheit im Schrifttum erlaubt — zusammengefaßt, steht es also mit *F. oxysporum* Schlecht. folgendermaßen:

F. oxysporum Schlecht. ist wahrscheinlich identisch mit *F. tenue* Corda, auf keinen Fall aber mit *F. oxysporum* Smith und Swingle. *F. tenue* ist von Lindau gestrichen; es hat Konidien vom Typus des *F. subulatum*, muß aber wohl kürzer und schmaler sein. Vielleicht findet sich bei weiterer Durchforschung der Fusarien eine Art mit solchen Konidien, wie sie Corda abbildet, die außerdem mit Schlechtendahl's Beschreibung von *F. oxysporum* übereinstimmt. Ist eine solche Art nicht zu finden, so ist *F. oxysporum* zu streichen.

Damit erscheint die Auffassung unserer Art unter dem neuen Namen *F. orthoceras* n. n. (syn. *F. oxysporum* Smith und Swingle non Schlecht.) gerechtfertigt, unabhängig von einer Entscheidung über das Schicksal von *F. oxysporum* Schlecht.

Die Beschreibung dieser Art gestaltet sich etwas einfacher unter Berufung auf die sorgfältigen und eingehenden ökologischen Untersuchungen durch Smith und

Swingle und kann sich im wesentlichen auf die Morphologie der Konidien beschränken. Auch sie ist behandelt in jener Arbeit, aber da die Gesichtspunkte unserer Arbeit andere sind, so sind sie von diesem Standpunkte aus nicht vollständig.

Um völlig sicher zu gehen, daß beide Pilze identisch sind, erbaten wir eine Kultur des *F. oxysporum* der Verfasser. Wir erhielten eine solche durch die Güte des Herrn E. F. Smith, zwar nicht eine Originalkultur, sondern eine in Oregon von Herrn W. A. Orton aus „Dry rot“-kranken Kartoffeln gezüchtete Art. Die letztere war im Reagensglase verschlossen Herrn Smith nach Washington zur Diagnostizierung übersandt worden, wurde aber den 27. IV. 1909 uneröffnet nach Deutschland weitergeschickt als vermutlich *F. oxysporum* Smith und Swingle. Sie wuchs mit reichem Luftmycel, sobald sie auf gekochter Knolle weitergezüchtet worden war. Konidien, die in der Originalkultur nur ein-, höchstens zweizellig ziemlich wenig sich fanden, wollten auch nach zweimaligem Überimpfen nicht in größerer Menge auftreten, auch nicht wenn nur mit Konidien neu geimpft worden war. Erst die 3. und 4. Überimpfung erhöhte die Konidienzahl, so daß nach nunmehr 9 Monaten reichlich einzellige, aber auch mehrzellige Sporen gefunden wurden. Mycel und Mycelfarbe glichen von vornherein dem von *F. orthoceras*, auch die Chlamydosporen, die immer mehr oder weniger häufig vorhanden waren, glichen denen unserer Art. Nachdem nun endlich auch der Vergleich der Konidien, besonders der Triseptaten keinen wesentlichen sinnfälligen Unterschied förderte, konnte die Identität beider Pilze als genügend gestützt gelten. Was indes an kleinen Abweichungen der Stämme biologisch und morphologisch ermittelt werden konnte, soll der Vollständigkeit halber im folgenden Erwähnung finden. Es wurden die eingangs erwähnten 4 Stämme, 3 von deutschen, 1 von norwegischen Kartoffeln und der 5. Stamm, *F. oxysporum* Smith und Swingle von Kartoffeln aus Oregon, verglichen. Dagegen lehnt sich die Beschreibung an den zuerst isolierten Stamm vom Nabel einer Knolle an, was der Einheitlichkeit wegen geschieht. Auch den Fig. 60 bis 62 liegen Reinkulturen nur dieses einen Stammes zugrunde, während Fig. 63 nach dem amerikanischen, Fig. 64 nach dem norwegischen Stamme entworfen sind. Diese Vergleichsgruppen sollen einerseits eine Stütze der Identität der Stämme sein, andererseits ist es, obgleich nicht wahrscheinlich, so doch nicht ausgeschlossen, daß bei ausgedehnten Fusarien-Isolierungen bei Kartoffelepidemien sich doch Unterschiede etwa der amerikanischen und deutschen Stämme mit diesen Sporentypen herausstellen, wodurch die Möglichkeit gegeben ist, auf diese Abbildungen zurückzugreifen. Es könnte z. B. der Fall eintreten, daß der eine Stamm Kartoffeln krank macht, der andere nicht, und dies ein Ansporn neuer vergleichender Untersuchungen werden, wobei dann mit Hilfe verfeinerter Unterscheidungsmittel doch Unterschiede aufgedeckt würden, die die Aufteilung der von uns einheitlich als *F. orthoceras* aufgefaßten Stämme ermöglichten und auch notwendig machten. Soviel ist sicher, daß sie auch dann, wenn sie nicht identisch sind, doch so nahe verwandt sein müssen, daß sie höchstens als Varietäten geschieden werden können.

Bevor auf die Fruktifikationsorgane eingegangen wird, seien kurz gestreift: die Kultur und das Farbenbild. *F. orthoceras* wächst auf allen in dieser Monographie

häufig erwähnten Substraten, auch auf Agar (Taf. III, 2), wo es gern immers wächst; es schwankt je nach Substrat in der Ausbildung und Färbung des Mycel. Das Mycel breitet sich als Luftmycel im ganzen nicht so schnell aus wie das von *F. subulatum*, *rubiginosum*, *discolor* u. a., sondern etwa nur so schnell wie das von *F. coeruleum* und *Willkommii*. Es bezieht mit seinem Mycel die Oberfläche von Knollenstücken erst nach 14 Tagen, bei anderen Arten schon in der Hälfte der Zeit. Das Luftmycel sieht filzig aus, wächst gedrungen, am besten auf den erwähnten zerschnittenen Knollenstückchen, die es allmählich als geschlossener, $\frac{1}{4}$ mm dicker Mantel umgibt. Auf dem Mantel erhebt sich später oft noch lockeres flaumiges Luftmycel. Auf behüllten Substraten, besonders Stengelstücken, ist dagegen entweder nur Hyphenflaum, kein filziger, dichter, geschlossener Mantel, zu sehen, oder es bleibt die Stengelepidermis dauernd nackt und das ganze Mycel wächst endobiotisch. Der endobiotischen Wachstumsart scheint dieser Pilz besonders angepaßt. Er durchzieht mit Vorliebe die Epidermis und die daran grenzenden Schichten und bildet hier seine Chlamydosporen aus, fast regelmäßig und in ungeheurer Menge in geringem Abstand eine neben der andern. Nur in feuchter Atmosphäre läßt sich der erwähnte Flaum aus Lufthyphen aus der Epidermis herauslocken, offenbar aber nicht, um zu fruktifizieren, denn Konidien und Chlamydosporen wurden hier nur vereinzelt gefunden. Finden sich im ganzen auf Stengelstücken stets nur wenig Konidien, sondern fast nur Chlamydosporen, so sind Knollenstücke reich an beiden Sporentypen. Knollenstückchen schienen dem Pilze die günstigste Wachstumsbedingung zu gewähren. Solche Kulturen bildeten infolgedessen die Grundlage der Bestimmung des Farbenbildes und der Sporenmorphologie.

Es wurden auf diesem Substrate folgende mehr oder weniger der Verbreitung und Erhaltung dienende Formen gezüchtet: Konidien, Chlamydosporen.

Mit der Ausbildung dieser Formen hängt der makroskopische Farbeindruck der Kulturen zusammen, der also vorausgeschickt werden muß (für Kulturen auf gekochten Knollenstückchen):

Das Luftmycel, in der Jugend rein weiß, erhält später gewöhnlich einen Stich ins Gelbbraunlichweiße (= Sahnefarbe, Creme). Der dem Substrat anliegende tiefere, meist plectenchymatische Teil des Thallus ist intensiver gefärbt (Elfenbein). Während diese mattgelblichen Töne sich fast immer im diffusen Tageslicht und bei Lichtabschluß entwickeln, tritt in hellem Lichte, besonders wenn die Sommersonne Zutritt zum Kulturraume hat, ein mattrötlicher Farbstoff hinzu, der mit dem gelblichen einen rötlich ockerartigen Mischton ergibt. Dieser Mischton tritt besonders dort auf, wo sich Konidien bilden, auch chlamydosporenhaltige Partien haben die Farbe. Es mag hier gleich bemerkt sein, daß die auf Knollenstückchen entwickelten beiden Sporenarten mehr in den tieferen Mycelschichten des Mycelmantels zu finden sind. Besonders die Chlamydosporen durchsetzen eine ziemlich dicke dem Substrat angeschmiegte Schicht, die plectenchymatisch sein kann. Sogar im Substrate selbst gibt es noch Chlamydosporen, die also weniger luftbedürftig sind als Konidien, welche in den höheren lockeren Luftmycelschichten vorkommen. Die konidientragende Schicht ist natürlich nicht von der Chlamydosporenschicht scharf abgegrenzt; aber man sieht

in einem senkrecht zur Substratfläche geführten mikroskopischen Schnitte, daß die Chlamydo-sporen nach oben zu abnehmen, während die Konidien zunehmen bis zur Mitte der Luftmycelschicht. Die obere Luftmycelschicht ist dagegen ganz sporenfrei oder sporenmäßig, während die Konidien anderer Fusarienarten mehr oberflächlich auftreten und nur stellenweise und in der Regel erst im Alter hier und da durch Luftmycelbüschel überwuchert werden. Wäscht man die Konidien aus der fruktifikativen Schicht aus, so erscheint ihre Farbe im Bodensatz einer Aufschwemmung (etwa im Reagensglase) matt ockerfarbig, oft mit lachsartigem Einschlag. Das ist die normale Konidienfarbe bei Lichtkulturen. Die auf dem Plectenchym hier und da auftretenden rauhfächigen warzenartigen „Sklerotien“, die auch Smith und Swingle (S. 34) erwähnen, sind entweder gelbbraunlich weiß oder grünlichblau. Letztere Farbe ähnelt der der Konidien von *Penicillium glaucum*.

Das normale Farbenbild ist danach folgendes:

Luftmycel weiß bis gelbbraunlichweiß, im Licht mehr oder weniger sich nach rötlichem Ocker verfärbend.

Plectenchym wie Luftmycel, wegen seiner größeren Dichte aber etwas intensiver gefärbt.

Konidien und Chlamydo-sporen gelbbraunlichweiß bis rötlich ockerfarbig mit helllachsartigem Einschlag.

Plectenchyme gelbbraunlichweiß bis grünlichblau.

Mit Bezug auf die Farbenschwankungen, welche Smith und Swingle erzielt haben, seien noch folgende Erklärungen gegeben:

Durch Säure wird grünlichblau in blaßrotbraun verwandelt. Knollestücke, die mit 2% Zitronensäure getränkt waren, lieferten zunächst lachsrote bis karminfarbene Mycelien, die aber nach 10 Tagen schon gewöhnlich allmählich nach Veilchenblau verfärbten in dem Maße, wie die Alkalibildung des Pilzes die Zitronensäure abstumpft. Schließlich dunkelte das Blau stark ab nach schwarzblau. Im Alter dagegen verblaßte es wieder. Mit 2% Zucker getränkte Knollenstücke hielten erst das Mycel weiß, dann erschien ein mattes bläuliches Rot, das auch später nach 4 bis 6 Wochen veilchenblau wurde, auch hier ging mit dem Zunehmen des Blau eine zunehmende Alkaleszenz des Substrates Hand in Hand. Mit 2% Soda getränkte Knollenstücke dagegen zeigten nur schwach bräunlichweißes oder weißes Mycel, ein Zeichen, daß, wie Smith und Swingle (S. 59 [7]) auch fanden, stärkere Alkalimengen die Tendenz haben, das Mycel wenig oder gar nicht zu färben.

Das Wesentliche und Neue in der Farbstoffbildung ist also nur das Auftreten des Rot, das aber aufgefaßt werden kann als Reaktion auf Säure, die entweder dem Substrat zugesetzt (Zitronensäure) oder sich etwa vorübergehend bildet bei Zusatz gewisser Stoffe (Zucker). Das Rot ist also nicht als normaler Farbstoff für *F. orthoceras* zu erwähnen, zumal es auch in den Medien nicht konstant ist, sondern bald violett und dann blau wird. Auch in der Natur ist der Pilz Substraten angepaßt, deren Säfte entweder neutral sind oder nur wenig von der Neutralität abweichen.

Da es nun Fusarien gibt, die unter Bedingungen, die von den natürlichen nicht stark abweichen, nur einige bestimmte Farben bilden, blau, rot, orange, gelb usw., entweder nur eine oder zwei, aber nie beliebig viele Farben, da außerdem bestimmte, nur innerhalb geringer Grenzen schwankende Konidienfarben und bestimmte Mycelfarben bei jeder Art vorkommen, welche systematisch benutzt werden können, so ist es von diesem Standpunkte nicht vorteilhaft, die erzwungenen Farbenabstufungen gleichwertig nebeneinander zu stellen: Smith und Swingle (S. 59) haben aber die erzwungenen Abstufungen der Farben zum Teil benutzt, um damit ihre irri-ge Auffassung von der Synonymik aller Kartoffelfusarien (S. 50, 51) zu beweisen; die Farbenmannigfaltigkeit ihres Fusariums schien das allerdings nahe zu legen (S. 59): „Under varying conditions various colors were obtained, e. g., purple, violet, lilac, pink, rose, yellow, cream, salmon, cinnamon, gray and green.“ Prüfen wir aber die Ursachen, unter denen diese Farben sich bilden und scheiden die durch Säurezusatz und vorübergehende Säurebildung hervorgerufenen aus, so wird das normale Farbenbild viel einfacher und natürlicher. Die durch Lichtschwankungen hervorgerufenen Farbenschwankungen dürfen natürlich nicht aus dem normalen Farbenbilde ausgeschaltet werden. Denn erstens sind diese Pilze auch der Lebensweise im Dunkel angepaßt, zweitens gibt es unter ihnen solche, die auch im Dunkel dieselben Farben erzielen wie im Licht, und lassen sich also unterscheiden von anderen, die im Lichte andere Farbstoffe bilden als bei Lichtabschluß. Um das normale Farbenbild zu erzielen, muß man natürlich Nährböden, die schon gefärbt sind, vermeiden, da der Pilz die Farben des Substrats häufig aufnimmt. Gekochtes Obst (Äpfel, Birnen, Pflaumen usw.) z. B. erhält eine Farbe, die in den Hyphen von *F. orthoceras* eindringt und diese bräunlich verfärbt, auch Stücke von älteren Apfelbaumzweigen empfehlen sich nicht, da der schon beim Kochen hervorquellende gelbbraune Saft dem Mycel später eine Farbe gibt, die ihm natürlicherweise nicht zukommt. Auch hierin liegt die Ursache einiger Besonderheiten der von Smith und Swingle angegebenen Farben. Wir verweisen auf die Tabellen dieser eingehenden amerikanischen Arbeit, die recht lehrreich sind. Smith und Swingle erhielten auf gekochten Kartoffelknollenstücken das gleiche Farbenbild, wie es oben für *F. orthoceras* zusammengefaßt ist. Es geht aber aus ihrer Beschreibung nicht hervor, wie die Konidien gefärbt waren. Die Ursache ist das zerstreute Auftreten der Konidien. Diese Eigenschaft des Pilzes, anstatt Sporodochien und Pionnoteslager zerstreute Konidien zu bilden, und das gleiche Farbenbild waren gute Stützen der Identität der hier verglichenen Stämme. Weitere Stützpunkte lieferte der mikroskopische Vergleich:

Über Mycel und Konidenträger ist weniger zu sagen. Das Mycel ist wie bei anderen Fusarien gebaut, reichlich verzweigt und septiert. Die Septierung der Hyphen ist allerdings im ganzen enger wie bei anderen Arten, auch ist die Hyphendicke durchschnittlich geringer ($2-3\frac{1}{2} \mu$), aber die Grenzen der Dicke sind doch wieder nicht von denen anderer Arten abweichend ($1-4 \mu$).

Die Konidenträger sind gewöhnlich einfach und unverzweigt (Tafel I, 62 β , e u. d), entweder entstehen sie als einzellige kurze papillenartige Seitenauswüchse

kriechender gerader oder vielfach verschlungener (vgl. Fig. 122) Traghyphen oder als mehr oder weniger lange septierte Seitenäste dieser Hyphen; gelegentlich auch als Abschluß derselben. Ragen die Spitzen in die feuchte Luft des Kulturgefäßes, so bilden sich die falschen Konidienköpfchen (Tafel I, 62 a, b) genau wie bei anderen Fusarien. Die Konidien aller dieser Träger sind und bleiben meist einzellig, können indes auch eine oder mehrere Querwände entwickeln (Tafel I, 60 a u. c). Der höchste Typus von Konidienträgern dieser Art ist der mit gedreht stehenden Sterigmen (Tafel I, 62 a, a). Er ist durchaus nicht häufig. Auch an diesem Träger entstanden einzellige Konidien, gelegentlich auch mehrzellige. Nie gewann man den Eindruck, daß für die nachher zu beschreibenden entwickeltsten septierten Konidien besondere Träger gebildet werden. Dagegen ließ sich in Kulturen auf Knollescheibchen im hängenden Tropfen eines Farbschälchen nachweisen, daß von einem Sterigma Konidien der verschiedensten Größe abgeschnürt werden können, ähnlich wie es für *F. solani* abgebildet wurde (Tafel I, 14). In jüngeren Konidiengruppen eines Sterigmas sah man oft vorherrschend einzellige, seltener zweizellige Formen, in älteren gelegentlich dreizellige ausnahmsweise dazwischen. Obwohl sehr häufig bei den nährstoffarmen Wasserkulturen zuerst die Konidien unternormal klein, dann normal groß, im Alter der Kultur wieder klein abgestoßen werden, hierdurch also die verschiedene Größe zum Teil erklärt werden kann, so ist andererseits ein nachträgliches Wachstum der Konidie auch nach der Abstoßung vom Sterigma sicher nachgewiesen worden, wie ja auch die Septierung gewöhnlich erst nach dem Abfall der Konidie in dieser vor sich geht.

Die Eigenschaft dieser Art, alle an ihr beobachtbaren Konidienformen, ein- und mehrzellige, wenn auch nicht in gleichen Mengen, aber doch beliebig an demselben Trägertyp zu erzeugen, bestärkt in der Vermutung, daß die Wechselzelligkeit eine ihr normal zukommende Eigenschaft, nicht aber eine Folge mangelhafter Ernährung ist.¹⁾ Zwar schwankt das Verhältnis einzelliger zu mehrzelligen Konidien durch Variierung der Ernährung und infolge des Altersgrades der Kultur, aber immer nur innerhalb nicht sehr weiter Grenzen, wie aus den Belegen am Schlusse ersichtlich ist. Immer waren mindestens $\frac{1}{2}$, meist aber über $\frac{4}{5}$ der Gesamtkonidienzahl einzellig, in den Rest teilten sich die septierten Konidien so, daß 1- und 3-septierte Konidien noch etwas bevorzugt erschienen gegenüber 2-septierten, und 4-, 5-, 6-septierte zu den Ausnahmen gezählt werden mußten. Vielleicht ist *F. orthoceras* eine im Übergange zur Septierung der Konidien begriffene Art. Die Septierung dürfte wohl einen phylogenetischen Fortschritt bedeuten, da bei den meisten anderen Fusarien einzellige Konidien selten und nur unter sehr ungünstigen Bedingungen noch zu erzwingen sind und sich ferner durch Form und Bau unzweifelhaft als atavistische Stadien zu erkennen geben.

¹⁾ Es wurden nämlich auch lebende Pflanzenteile als Nährböden verwandt. Denn, falls *F. orthoceras* parasitär auftreten kann, war es möglich, daß es sich auf lebenden Pflanzen oder Knollen anders verhielt, als auf totem Substrat, vor allem auch andersartige Konidien entwickelte. Es verhielt sich aber mit Bezug auf seine Sporen nicht wesentlich anders. Bei diesen wenigen bisherigen Versuchen wurde übrigens noch nicht die Frage gelöst, ob und unter welchen Bedingungen der Pilz der Kartoffel schadet.

Die Konidienmorphologie ist nun etwas schwieriger zu umfassen, weil man sich entscheiden muß, aus welchem Formentyp die Arteigentümlichkeit von *F. orthoceras* sich am besten ergibt. Die einzelligen Konidien sind zwar herrschend und normal, aber sie sind ohne hervortretende Eigenschaften: oval, mehr oder weniger gestreckt, der Ansatzpol des Ovals ist oft weniger gewölbt, beinahe flach abgeschnitten. Betrachten wir dagegen die 1- und 3-septierten Konidien, so sind diese viel eigenartiger gebaut. Daher werden diese genauer zu beschreiben sein, zumal sie, besonders die Triseptaten, den echten Fusarientypus dieser Art vertreten und als solche besser mit anderen Fusarien verglichen werden können. Da ferner 1- und 3-septierte Konidien formenverwandt sind, weil nämlich oft auch die 1-septierte Konidie das Jugendstadium der Triseptate ist, genügt die Beschreibung letzterer. Die seltenen höher septierten Formen weichen von diesem Formentyp nicht ab.

Die Triseptate ist fast gerade, etwa von der Gestalt eines kaum gebogenen Hornes von sehr wenig im mittleren Teile wechselndem Querschnitt. Infolge der geringen Biegung der idealen Längsaxe ist die Lage der Konidie im Wasser beliebiger als bei anderen Arten, so daß sie häufig mit der Bauchfläche nach oben oder unten anstatt seitlich zu liegen kommt, während die stärker gekrümmten und dicken Fusarien meist ihre Gleichgewichtslage mehr oder weniger parallel mit der Bildebene des axilen mikroskopischen Längsschnittes haben und an 3 Punkten der Unterlage aufzuliegen pflegen, etwa an der Basis, dem Scheitel und einem Punkte des mittleren Flankengebietes. Durch diese beliebige Lage erscheint *F. orthoceras* noch gerader, als es ist (Tafel I, 60 d, auch 60 b). In typischer Seitenlage aber wird erkennbar, daß die Triseptate wie bei anderen Fusarien eine fast gerade Bauchlinie, eine etwas stärker gebogene Rückenlinie hat, daß die schwache Biegung der idealen Längsaxe am Ansatzende schwächer ist als am freien Ende, wo sie gelegentlich eine Neigung zu hakenartiger Krümmung hat (Tafel I, 61 a, die längste Konidie). Oft, abgesehen von den äußersten Enden, von fast zylindrischem Querschnitt (Tafel I, 61), ist doch auch bei dieser Art eine mäßige Anschwellung des Querschnittes zu bemerken, die gegen die Mitte zu oder auf etwa $\frac{2}{3}$ (ab Basis) der Längsaxe am stärksten ist (Tafel I, 60 b, d). Bei diesen Formen endet der Scheitel stumpfer, etwa ellipsoidisch, die Basis spitzer, mehr kegelig. Liegen solche Konidien auf dem Rücken, so haben sie etwa einen dolchartigen Längsriß (Tafel I, 60 d, die obersten). Der spitze dolchartige Eindruck wird bei Dauerpräparaten besonders gut sichtbar, wenn durch wasserentziehende Einbettungsmittel (Glyzerin) die Basis etwas eingezogen ist und dadurch schärfer zugespitzt erscheint, als es normal der Fall zu sein pflegt (Tafel I, 60 d). Das Ansatzende ist wie bei anderen Fusarien vom freien Ende verschieden; es besitzt keine eigentliche Neigung zu einem fußartigen Endstück (Tafel I, 60 e, 2, 3', 4' und 61 a, Basis unten); dagegen besitzt die Basis, ähnlich wie auch bei *F. solani*, ein schwach entwickeltes Würzchen. Tafel I, 60 e 1 zeigt den Ausnahmefall, wo der Sterigmenkragen beim Abfall der Konidie an der Basis derselben sitzen geblieben ist, die nun im Längsschnitt gesehen mit zwei Zähnen versehen erscheint. Die Ausgestaltung des Scheitels der Konidie (Tafel I, 60 e, 3. u. 4), auch die gelegentliche hakenartige Umbiegung sind abhängig von der Art, wie der volle Schlußbogen der Rückenlinie

in die Bauchlinie einmündet: Überwallt die Rückenlinie die Fluchtlinie der Bauchlinie (Fig. 60e 4), so ist eine hakige Scheitelkrümmung der Konidie die Folge. Von diesem extremeren Falle bis zur gestreckt ellipsoidischen Scheitelform bestehen alle Übergänge.

Vom allgemeinen mikroskopischen Eindruck der Konidien läßt sich im Gegensatz zu Arten wie *F. rubiginosum*, *solani*, im Einklang mit *F. subulatum* sagen, daß die Lichtbrechung derselben schwach ist, auch die der Septen. Das hängt zum Teil mit der geringen Dicke der Konidien, aber auch mit ihrem zarteren Aufbau zusammen. Hülle und Septen sind äußerst dünn.

Es wurden die verschiedensten Messungen und Zählungen vorgenommen, von denen einige hier wiedergegeben sein mögen. (Alle Substrate gekocht):

30 Tage alte Knollekultur (zerstreute Konidien, noch feucht):

0-	septiert	$9 \times 2\frac{1}{2} \mu$	bei weitem herrschend;
1-	„	13×3	„ seltener;
2-	„	19×3	„ vereinzelt;
3-	„	$31 \times 3\frac{3}{4}$	„ seltener;
4—5-	„	$37 \times 3\frac{3}{4}$	„ vereinzelt.

205 Tage alte Kultur (die vorige in älterem trockenerem Stadium):

0-	septiert	$6 \times 2\frac{1}{2} \mu$	92 %;
1-	„	$14 \times 2\frac{3}{4}$	„ 5 %;
2-	„	19×3	„ vereinzelt;
3-	„	$29 \times 3\frac{1}{4}$	„ 3 %;
4—5-	„	—	vereinzelt.

36 Tage alte Kultur auf mit 2 % Zuckerlösung getränkter Knolle (Plectenchym und Luftmycel stellenweise rotbraun, Konidien zahlreich, lange schlanke Formen der Fig. 61a):

0-	septiert	$12 \times 3\frac{1}{4} \mu$	91 %;
1-	„	$27 \times 3\frac{1}{2}$	„ 6 %;
2-	„	—	vereinzelt;
3-	„	43×4	„ 3 %;
4—5-	„	—	nicht beobachtet.

30 Tage alte Kultur auf mit 2 % Zitronensäurelösung getränkter Knolle (Plectenchym und Luftmycel zart veilchenblau stellenweise; Konidien zahlreich, lange schlanke Formen):

0-	septiert	$12 \times 3 \mu$	81 %;
1-	„	$26 \times 3\frac{3}{4}$	„ 13 „ ;
2-	„	—	vereinzelt;
3-	„	46×4	„ 6 %;
4—5-	„	—	nicht beobachtet.

Später wurde in einer 5 Monate alten trockenen Kultur der Durchschnitt der Triseptaten noch kleiner gemessen als bisher; nämlich $25 \times 3\frac{1}{2} \mu$.

14 Tage alte Kultur auf erhalten gebliebenen, aber entstärkten Mutterknollen 2 Monate alter Kartoffelstauden; Lichtkultur, Juli 1910 (Konidien und Chlamydo-sporen reichlich und in guter Ausbildung):

0-	septiert	50 %
1-	„	23 „
2-	„	3 „
3-	„	24 „
4-5	„	—

Zum Vergleiche wurden auch einige Kulturen des Oregonstammes genauer durchgesehen. Ein Beispiel:

117 tägige Knollekultur (ziemlich trocken, Konidien zahlreich im Mycel eingebettet):

0-septiert	$9 \times 2\frac{3}{4} \mu$	66 %;
1- „	$10 \times 2\frac{3}{4}$	„ 11 „ ;
2- „	16×3	„ 5 „ ;
3- „	$23 \times 3\frac{1}{4}$	„ 12 „ ;
4- „	$26 \times 3\frac{1}{2}$	„ 3 „ ;
5- „	$27 \times 3\frac{3}{4}$	„ 2 „ ;
6- „	$31 \times 3\frac{3}{4}$	„ 1 „ .

Da diese Messungen bei dem Oregon-Fusariumstamme kleinere Konidiengrößen lieferten, als bei den deutschen Stämmen, so wurden noch des Vergleichs wegen Konidien auf mit 2% iger Zitronensäure getränkte Knollestücke geimpft und die Kulturen nach 18 Tagen untersucht: Mikroskopisch wurde zunächst Rotfärbung des gelatinös verklebten Mycels festgestellt, die allmählich in Violett überging, stellenweise war auch die bräunlichweiße Mycelplectenchymfarbe unbeeinflusst geblieben; mikroskopisch wurden große Mengen Konidien gefunden, 0—3-septierte am meisten, 4—6-septierte sehr selten. Die Formen der Konidien, auch der Triseptaten wichen nicht ab von den Tafel I, 63a, b abgebildeten, die Größe war durchschnittlich viel höher als die der obigen Messung und schwankte um $30 \times 3\frac{3}{4} \mu$ herum, so daß sie sich also in die Variationsweite der deutschen und norwegischen Stämme völlig einfügte. Daß häufig 4μ Breite gemessen wurde, hängt mit der Jugend der Kultur und der Feuchtigkeit zusammen, aber man sieht, wie gering die Schwankung der Breite zwischen jüngeren feuchten und älteren trockeneren Konidien ist. Im ganzen lieferte diese zitronensaure Knollekultur eine weitere Stütze der Identität, trotzdem die ganz langen Variationsformen (Tafel I, 61 a) des Originalstammes von *F. orthoceras* nicht beobachtet werden konnten. Die ohnehin geringen Unterschiede des amerikanischen von den deutschen Stämmen beschränken sich also auf die Tendenz, höher entwickelte Septaten (mehr septierte) vereinzelt, aber doch weit häufiger als bei den deutschen Stämmen zu entwickeln.

Diese Unterschiede aber erschienen, wie gesagt, weder geeignet, die Form als Varietät geschweige denn als Art von *F. orthoceras* zu trennen. Möglich wäre ja immerhin, daß die amerikanische Form mit Bezug auf die Septierung eine wenig höhere Stufe erreicht hat als unsere, aber da dieses Fusarium, wie aus dem Studium seiner

Entwicklungsweise hervorgeht, gerade die Eigenschaft besitzt, labile Septenverhältnisse (Tafel I, 63 b) zu haben, so kann man die geringen Schwankungen hierin bei den verschiedenen Stämmen getrost in den Bereich der individuellen Variabilität ziehen. Daß auch der norwegische Stamm denselben Konidientypus hervorbringt, möge durch Tafel I, 64 a bewiesen werden.

Es ergibt sich also aus dem Konidienstudium:

F. orthoceras hat meist unseptierte Konidien eiförmiger bis zylindrischer Gestalt, durchschnittlich $6-12 \times 2\frac{1}{2} - 3\frac{1}{4} \mu$ (Grenzen $4-20 \times 2-4 \mu$), viel seltener 1-septierte $13-27 \times 2\frac{3}{4} - 3\frac{3}{4} \mu$ (Grenzen $11-41 \times 2\frac{1}{2} - 4\frac{1}{2} \mu$) und die geradhornförmigen 3-septierten Konidien $25-46 \times 3\frac{1}{4} - 4$ (Grenzen $15-61 \times 3-4\frac{3}{4}$), nur vereinzelt 2, 4, 5 Scheidewände. Grenzwerte: 6-septierte Konidie $69 \times 4\frac{1}{2}$ (längste) aus Zuckerkultur; 3-septierte $15 \times 2\frac{1}{2} \mu$ (kleinste); bei Keimung tritt Quellung ein, die bei dieser Art auffallend ist, so daß die Breite bis 6μ hinaufschneilt: 1-septierte Konidie $29 \times 5\frac{1}{4} \mu$, 3-septierte $27 \times 5\frac{1}{2} \mu$. Größte Septenzahl 7.

Es erübrigt noch ein Hinweis auf die Chlamydosporen. Nach ihrem massenhaften Auftreten zu urteilen, könnten sie als herrschender Sporentyp aufgefaßt werden. Chlamydosporen sind stets vorhanden, während Konidien in gewissen Kulturen fehlen. Sie sind als Erhalter der Art wichtig, da sie nach 2 Jahren noch keimen. Zwar tun dies die Konidien auch, aber wie es scheint, sind sie doch nur in geringerem Prozentsatze so lebenszäh. Chlamydosporen entwickeln sich erstens an allen Stellen, an denen sich Konidien entwickeln können und außerdem intercalar, einzellig, zweizellig, seltener mehrzellig, in letzterem Falle kettig oder auch knäuelig verlagert. Ihre Gestalt ist von rundlichem, ovalem oder birnenförmigem Umrisse. Die Wand ist dick, in der Jugend, auch oft in der Reife noch glatt, meist aber ist bei dieser Art die Reife der Chlamydosporen durch Bewarzung der Außenwand (Tafel I, 61 b, 63 c, 64 b) gekennzeichnet. Der Inhalt der stark lichtbrechenden Sporen ist, wie gewöhnlich, reich an Öltröpfchen (Tafel I, 61 b). Bei der Keimung hängt es von der Nahrungsmenge ab, ob die sich entwickelnden Keimschläuche Konidienträger aussprossen lassen (Tafel I, 62 β d) oder Chlamydosporenträger (Tafel I, 62 β a). Je geringer die Nährkraft des Mediums oder je ungünstiger die Bedingungen überhaupt, um so schneller kommen anstatt Konidien die Chlamydosporen, um so kürzer ist der Keimschlauch. So bilden sich Chlamydosporen oft schon als Abschluß des Keimschlauches sowohl von Konidien wie von Chlamydosporen (Tafel I, 62 β , c u. b); in dieser Beziehung erinnert diese Art an F. solani u. a.

Die Größe reifer Chlamydosporen, die in den Kulturen aller isolierten Stämme dieselbe war, ist durchschnittlich:

1-zellig $11 \times 9 \mu$ (Grenzen $8-14 \times 7-13 \mu$),

2-zellig $13 \times 9 \mu$ („ „ $10-21 \times 6-13 \mu$).

Die Plectenchyme endlich haben paraplectenchymatische Struktur und unterscheiden sich vom Stroma nur dadurch, daß sie kaum noch eine Spur von Fadenmycel aufweisen, sondern einen fast schaumartigen rundzelligen Typus haben, während das Stroma noch gleichsam einen Schritt zurück ist und noch deutlich die Zugehörigkeit zum Mycel verrät, trotzdem auch bei ihm schon ziemlich dichte Fadenknäuel oder

Geflechte vorkommen. Wie erwähnt, bilden sich Plectenchyme nur auf gekochten Knollestückchen, auch dort nicht einmal regelmäßig. Sie scheinen Differenzierungen des Stromas zu sein, denen, bei dieser Art wenigstens, kaum irgend welche Bedeutung für die Erhaltung der Art zukommt. Auch Smith und Swingle glauben nicht (S. 34), daß ihre „Sklerotien“ mit der Bildung von Fruchtkörpern irgend etwas zu tun haben.

Die Diagnose der Art ist demnach:

Fusarium orthoceras n. n.

Syn. *Fusarium oxysporum* Smith u. Swingle (U. S. Dep. of Agric. Bureau of Plant. Ind. Bull. No. 55 (1904) 8 tab.).

Konidien nicht lagerartig (zerstreut, in falschen Köpfchen), nie in Sporodochien und als Pionnotes. Normale reife Konidien, wenn klein bleibend, mehr oder weniger gestreckt eiförmig bis zylindrisch, wenn zu großen Formen entwickelt, von der Gestalt eines geraden oder kaum gebogenen Hornes. Die Längsachse ist schwach gebogen. Im mittleren Teile von fast zylindrischem Querschnitt, meist erst von den Endsepten ab verjüngt, basal mehr kegelig, am Scheitel mehr ellipsoidisch, basal entweder spitz und nur am äußersten Ende etwas abgestumpft, oder im ganzen stumpflicher endend; eine Neigung zu einem Ansatzwärtchen ist vorhanden. Die Bauchlinie und Rückenlinie des Längsschnittes, entsprechend der geringeren Änderung der Querschnittfläche, fast gestreckt im mittleren Teile der Konidie, am Scheitel die Rückenlinie in die schwach gekrümmte Bauchlinie gewöhnlich mit einem volleren Bogen übergehend, als am gestreckteren basalen Ende.

Normal einzellig durchschnittlich $6-12 \times 2\frac{1}{2}-3\frac{1}{4} \mu$ (Grenzen $4-17 \times 2-4 \mu$), seltener eine, $13-27 \times 2\frac{3}{4}-3\frac{3}{4} \mu$ (Grenzen $11-41 \times 2\frac{1}{2}-4\frac{1}{2} \mu$) und **drei**, $23-46 \times 3\frac{1}{4}-4 \mu$ (Grenzen $15-61 \times 3-4\frac{3}{4} \mu$), nur vereinzelt 2, 4, 5 Scheidewände. Grenzwerte: 6-septiert, $69 \times 4\frac{1}{2} \mu$ (längste Konidie), 3-septiert, $15 \times 2\frac{1}{2} \mu$ (kleinste Konidie); bei Keimung infolge Quellung breiter als normal, z. B. 1-septiert $29 \times 5\frac{1}{4}$, 3-septiert $27 \times 5\frac{1}{2} \mu$; größte Breite bei der Keimung 6μ ; größte Septenzahl 7. Farbe der myceldurchsetzten Konidienmengen (mycellose Konidienkrusten bestehen nicht bei dieser Art) bräunlichweiß bis ockerfarbig (mit hell-lachsartigem Einschlag); je heller das Licht, desto reicher ist letztere Farbe vertreten. Konidienträger meist einfach, sterigmenartig kurz oder verlängert, selten verzweigt, höchster Typus: gedreit angeordnete Sterigmen. Luftmycel schneeweiß oder, durch Verfärbungen des Plectenchyms beeinflußt, mit einem Stich bräunlichweiß oder rötlichem Ocker. Plectenchym ausgebreitet oder warzenartig, runzelig, je nach Wachstumsbedingungen verschieden, meist aber wie die Konidien gefärbt, nur oft kräftiger, gelegentlich aber grünlichblau unter dem herrschenden Einfluß gewisser Stoffe (Zitronensäure) zeitweilig oft matt veilchenblau (violett) oder (Zucker) rotbraun.

Vegetative und fruchttragende Hyphen von verschiedener Dicke und Septierungsweite. Häufigste normale Dicke $2-3\frac{1}{2} \mu$ (Grenzen $1-4 \mu$), verhältnismäßig enge Septierung.

Chlamydosporen meist schon gleichzeitig mit den Konidien und ebenso willig und reichlich entwickelt, und zwar endo- und epibiotisch, auf behüllten Vegetabilien stets vorherrschend endophytisch. Sie entstehen entweder terminal an den Haupt- hyphen oder deren längeren oder kürzeren unverzweigten Seitenästen, oder interkalar, einzellig, seltener zweizellig, ausnahmsweise in mehrzelligeren interkalaren Ketten; die Zellen sind birnenförmig, umgekehrt oval oder rundlich, in der Jugend glatt- wandig, in der Reife meist typisch bewarzt. Größe durchschnittlich: einzellig $11 \times 9 \mu$ (Grenzen $8-14 \times 7-13$), zweizellig $13 \times 9 \mu$ (Grenzen $10-21 \times 6-13$). Farbe gleicht der Konidienfarbe.

Vorkommen: An teilweise abgestorbenen Knollen, Wurzeln und den unteren, meist unterirdischen Stengelteilen der Kartoffeln und im Boden des Kartoffelackers, in Deutschland, Norwegen, wahrscheinlich ganz Europa und in Nordamerika; wahr- scheinlich an Kartoffeln weit verbreitet und häufig.

X. *Fusarium theobromae* Appel und Strunk.

(Taf. II, 94—99 und Textabb. 9.)

Durch einige Berührungspunkte machte diese Art anfangs die Identifizierung mit einer oder der anderen Art des Formenkreises *F. solani* wahrscheinlich, der also ubiquistische bzw. kosmopolitische Vertreter zu haben schien. Aber auch, als das genauere Studium sie als gute Art gekennzeichnet hatte, war sie wegen der etwas schwierigeren Erkennung ihrer Eigentümlichkeiten von besonderem Interesse, gleichsam als eine Probe auf die dieser Monographie zugrundeliegende Methodik der Systematisierung der Fusarien.

Der Pilz ist bereits, wenn auch kurz, da nur konserviertes Material zur Ver- fügung stand, von genannten Autoren (1904, S. 635 bis 637) beschrieben und folgendermaßen gekennzeichnet worden: „Diagnose: Konidienlager ausgebreitet, ohne bestimmte Form, häufig polsterförmig verfilzt, ungefärbt; Konidienträger verzweigt; Konidien hyalin, in jüngerem Zustande elliptisch, ungeteilt, später spindelförmig, wenig gebogen, an beiden Enden zugespitzt, $45-75 \mu$ lang, $5-7 \mu$ breit, mit mehreren Querwänden. Auf der Schale und auf den Samen verschieden weit ent- wickelter Kakaofrüchte im botanischen Garten zu Viktoria.“

Das Material zu der Ausgangskultur des hier zu beschreibenden *Fusariums* ist uns durch Herrn Regierungsrat Dr. Busse, der lebendes, konidientragendes Mycel 1905 aus Kamerun mitgebracht hatte, seinerzeit überwiesen worden und war bereits ein Jahr lang in Kultur auf Nährgelatine oder Nährfließpapier, ohne sonderlich typische gleichmäßige Sporenmengen zu liefern, bis es neuerdings durch Überimpfen auf gekochte Stücke von Knolle und Stengel der Kartoffel und anderer Vegetabilien gelang, große Sporenmengen, besonders Konidien von sehr charakteristischer Gestalt und guter Lebenskraft zu gewinnen und dauernd zu erhalten. Jetzt war eine Identifizierung möglich, sowohl durch Vergleich mit den Originalpräparaten des Appel' und Strunk'schen Organismus und den Konidien des Originalsubstrats, nämlich der Kakaofrüchte aus Viktoria, die in Formalin konserviert worden waren.

Es fand sich hinreichend genaue Übereinstimmung in Form, Größe und Bau der verglichenen Objekte, so daß die Identifizierung ohne Zweifel richtig ist:

Die Gesamtvariation der Ausmaße der Konidien unseres Stammes betrug: $22-67 \times 3\frac{1}{2}-6 \mu$, während die zitierte Diagnose $45-75 \times 5-7 \mu$ angibt. Die Schwankung der Länge und Breite nach unten ist für die Identifizierung nicht wesentlich, da die Jugendstadien und ihre allmähliche Ausreife diese Grenze verwischen können je nach der Auffassung der Autoren über die Kriterien der normalen Reifemerkmale, auf die außerdem bisher wenig geachtet worden ist; nach oben hin ist aber beinahe eine völlige Übereinstimmung des Längenmaximums beider Stämme. Es bleibt nur die Abweichung des Breitenmaximums zu erklären, da die Breite in dieser Arbeit eine große Rolle für die Unterscheidung der Arten spielt. Nun ist aber bisher kein Unterschied gemacht zwischen normaler und anormaler Breite der Konidien. Daß diese aber erheblich schwankt, ist früher z. B. bei *F. solani* hervorgehoben, deren Breitengrenzen normal zwischen $4\frac{1}{2}$ und $6\frac{1}{2} \mu$ liegen, sich aber manchmal besonders unter anormal feuchten Bedingungen, auch bei der Keimung durch tonnenförmige Aufquellungen der Konidienzellen, um $1-1\frac{1}{2} \mu$ erhöhen können. Es ist nun aber mit Reinkulturen möglich, alle normalen und anormalen Änderungen der Ausmaße zu beurteilen, selbst die immerhin manchmal kritischen Übergangsfälle, wenn z. B. die Breite der Konidien bereits anormal ist, ohne daß eine merkliche Tonnenanschwellung eingetreten ist. Hier können Veränderungen des Inhalts entscheidend sein, um die Anormalität zu finden. Da auch hierauf bei Aufstellung der Ausmaßegrenzen der Konidien bisher nicht geachtet ist, kann die besprochene Differenz von 1μ der Breitenmaxima der 2 Vergleichsstämme die Identifizierung nicht gefährden, da diese sich außerdem auf den Vergleich der Präparate stützen kann.

Auch Brick (1909), der sich zum Vergleich mit seiner das Absterben von Kakaozweigen verursachenden größeren und viel höher septierten Art *Fusarium decemcellulare* Brick. Reinkulturen des Stammes *F. theobromae* App. u. Str. aus der Biologischen Anstalt kommen ließ, maß die Konidien meist zu $50-55 \times 5-5\frac{1}{2} \mu$, was hier bemerkt sein mag, um die von uns vertretene Identität noch weiter zu stützen.

Die kritische Beurteilung der Meßresultate, besonders der Konidienbreiten, ist deshalb so wichtig, weil immer neue Pilze mit Sichelsporen von Kakao beschrieben werden, teils als Nebenfruchtformen einer gleichzeitig in Perithezienform auf demselben Substrate gefundenen *Nectria*, teils als selbständiges *Fusarium*. Bei diesen beschriebenen Pilzen ist man, wenn Abbildungen fehlen, auf die Ausmaße angewiesen, da die Formbeschreibung der Konidien nicht immer ein eindeutiges Bild des Konidientypus gestattet. Vermutlich gibt es auf Kakao, ebenso wie auf Kartoffel mehrere selbständige *Fusarien* und mehrere *Nektrien* mit sichelförmigen Konidien als Nebenfruchtform, ferner *Hendersonia*, wie aus Brick's Arbeit S. 224-225 hervorgeht und die deshalb erwähnt sein mag, weil Arten dieser *Sphaeropsidalengattung* z. B. *H. lineolans* auch außer den typischen *Pyknidensporen* fädig gebogene Konidien hat, auch die *Pyknidensporen* wie *Fusarien* aussehen können (*H. fusarioides*).

Es sind also *Fusarium*-artige Sporen auf Kakao häufig und in mannigfacher Vergesellschaftung unzweifelhaft gefunden worden. Verschiedene derselben sind

einander ähnlich in Form und Größe, während andere sich scharf trennen. Die Grundlage der Erkenntnis der Krankheitsursachen ist aber, ein solches Maß der Genauigkeit in der Charakterisierung der verdächtigen Pilzformen zu erreichen, daß auch die in gewissen Stadien gleichen oder ähnlichen Pilze sicher unterschieden werden können.

Ein großes Hemmnis der Erkenntnis scheint das Bestreben vieler Forscher zu sein, hinter jedem *Fusarium* die Nebenfruchtform einer *Nectria* zu vermuten. Ferner, daß aus der Ähnlichkeit gewisser Konidienstadien bei einer Gattung mit denen bei einer anderen Gattung auf die Beziehung oder gar Identität beider geschlossen wird: So hat Frau van Hall de Jonge (1909) einen Pilz, dessen typische *Fusarium*-Konidien von $59-90 \times 6-9 \mu$ Größe mit 6, selten 4, 5, 7, 8 Querwänden, sie beschreibt und gut abbildet, dennoch *Spicaria colorans* genannt, einzig aus dem Grunde, weil er in Kulturen auch kleine *Spicaria*-ähnliche Konidien an mehr oder weniger *Spicaria*-ähnlich verzweigten Trägern liefert. Diese kleinen Konidien aber und die Trägertypen der van Hall'schen Pseudo-*Spicaria* sind bei *Fusarien* bekannt, besonders die Verzweigung kann eine sehr reiche und mannigfache sein und erinnert, oft innerhalb einer einzigen Art, an *Verticillium*, *Penicillium*, *Spicaria*, ohne daß von einer Identität mit einer dieser Gattungen danach die Rede sein kann. Man vergleiche ferner unsere Befunde von Kleinkonidien bei *F. orthoceras*, *falcatum*, *solani* und gar *theobromae*, die dann zum Teil nach Frau van Hall de Jonge *Spicarien* genannt werden müßten, wenn man auf ihr gelegentlich häufiges Vorkommen und ihre Entstehung an *Spicaria*-artigen Trägern entscheidendes Gewicht legen würde.

Andererseits ist aber die van Hall de Jonge'sche Pseudo-*Spicaria* nicht identisch mit *F. theobromae*, obwohl sie gleichgeformte Konidien hat. Septierung und Größe sind bedeutender, vor allem produziert das Mycel auf schwach alkalischem Boden einen roten Farbstoff und nicht einen gelben, grünen, olivbraunen wie *F. theobromae*.

Anscheinend sind also mehr als eine selbständige *Fusarium*-Art auf Kakao wirklich nachgewiesen.

Nicht damit zu verwechseln sind verschiedene *Nectria*-arten von Kakao, auf die hier aber nicht weiter eingegangen werden soll; auf die Ähnlichkeit von *Fusarium Willkommii* mit den Nebenfruchtformen gewisser *Nectrien* (*N. ditissima* Tul. u. *N. [striatospora?]* van Hall de Jonge) kommen wir bei der Beschreibung der betreffenden Art zurück.

F. theobromae kann im Vergleich zu *F. Martii* besprochen werden, mit dem sie trotz der Abweichungen im Farbenbild und in der Konidienform doch vieles gemein hat.

Gemeinsam ist beiden die normale, auch im Alter gleich bleibende, wenn trocken, nur etwas heller werdende, hellgelbbraune Farbe und der Reichtum der Konidienmassen, auch die Art der Verlagerung: Pionnotes in Kulturen auf gekochter, geschälter Knolle, stecknadelkopfgroße Sporodochien auf der Hülle der Stengel und ungeschälten Knollen, gelegentlich Coremien, Konidienballen, falsche Konidienköpfchen überall, wo feuchte Luft ein Luftmycelwachstum gestattet. Auch die Wachstums-

energie ist die gleiche und zwar bei beiden sehr groß. Die vom Plectenchym produzierten Farbstoffe sind aber verschieden: mannigfach gelb, dann grün und olivbraun, auch kaffeebraun, schließlich oft sehr nachdunkelnd nach dunkelgrün und dunkelbraun bei *F. theobromae*, während grünlichblaue und indigoartige Töne bei *F. Martii* vorhanden sind. Damit soll nicht gesagt werden, daß das Grün bei *F. theobromae* eine chemisch einheitliche Farbe ist, sondern nur, daß es als Grün, nie als Blau oder Indigo, wie bei *F. Martii*, in Erscheinung tritt. Daß es vielmehr aus blauen und gelben Elementen zusammengesetzt sein dürfte, legt schon das Auftreten der gelben Jugendmycelien nahe. Während nun *F. Martii* unter dem Einflusse seiner Plectenchymfarbe grüne oder blaugrüne Pionnotes-Mischtöne erkennen läßt, sind bei ersterem zunächst stark nach gelb neigende, dann olivgrüne und schließlich tiefbraune, oft im Alter schwärzliche Pionnotes-Mischfarben zu beobachten. Es ist sonderbar, daß *F. theobromae* die Neigung hat, ihre Pionnotesschleime so zu verändern, daß eine der Farbe der Kakaofruchthülle ähnliche oder gleiche Nuance sich ergibt, und diese Eigenschaft auch dann nicht verliert, wenn seine Konidien auf fremden Substraten, wie Kartoffelknollen, kultiviert werden. Abgesehen von den Alterstönen der Pionnotes beider Arten, die oft nicht so gut zu unterscheiden sind, ist das Farbenbild der Knollekulturen meist auffallend verschieden, innerhalb der Art aber gleich in den oben erwähnten Grenzen.

Weniger gute Unterscheidungspunkte würden die Konidienträgertypen liefern: Auch bei *F. theobromae* wechselt Unregelmäßigkeit mit Regelmäßigkeit ab. Entweder alternieren die Träger an einer Stammhyph (Tafel II, 96a) oder sie entstehen paarig (Tafel II, 96b). In den Trägerständen der Sporodochien können regelmäßige Verzweigungen vorwiegen, meist sind es dann wie bei den Arten der Solanigruppe 2- oder 3gliedrige Wirtel, gelegentlich auch einmal 4-gliedrige (Tafel II, 97), wobei die Glieder, auch wie bei dieser Gruppe, in gedreht angeordneten Sterigmen auslaufen oder weniger Sterigmen entwickeln.

Auch der Träger (Textabb. 9 A, B) bleibt mit seinem, wenn auch im ganzen zierlicheren Geäst durchaus im Rahmen des Solani-Formenkreises. Solche Träger fanden sich in dem Luftmycelthallus bei Kulturen auf Knollenstücken vielfach, konnten aber auch auf anderen nährkräftigen günstigen Substraten beobachtet werden um so gestreckter und weitästiger, je feuchter die Luft war. Auch waren die Axen mehrerer Träger coremienartig verkettet.

Vergleichen wir die Sporentypen, so sind auch hier Konidien und Chlamydo-sporen vorhanden, Sklerotien, wie es scheint, nicht.

In Tropfenkulturen dieselben Phänomene wie bei der Vergleichsart: Wegen baldigen Nahrungsmangels eine Tendenz zur Chlamydo-sporenbildung in allen Organen, allerdings weniger in den Konidien selbst als an und in den Hyphen. Am meisten sind sie intercalär zu ein, zwei oder mehreren (Tafel II, 98e), oft aber auch terminal ein- (Tafel II, 98b) und zweizellig oder an kurzen Auswüchsen der Hyphen ebenfalls ein- und zweizellig (Tafel II, 98a) zu beobachten. Chlamydo-sporen-ähnliche Bildungen sind ebenfalls zu finden: Hyphenauftreibungen (Tafel II, 98d) und die tonnenförmigen Zellaufquellungen bei verzögerter Keimung. Die Art der Konidienbildung,

ist in Tropfenkulturen scheinbar ebenso mannigfach, in Wirklichkeit ebenso einfach wie bei *F. solani*: Falsche Konidienköpfchen, d. h. Konidien in einer schließlich schleimig werdenden Blase an der Spitze der in die feuchte Luft ragenden meist einfachen Träger (Tafel II, 99); ferner Konidien aller Entwicklungsstadien an Trägern im Wasser (Tafel II, 95a) oder, wenn der Nahrungsmangel groß ist, nur kleine Konidien (Tafel II, 95b), die sich oft nicht einmal mehr über das zweizellige Stadium hinaus weiter entwickeln können, sondern monatelang in diesem Zustande verharren, hier

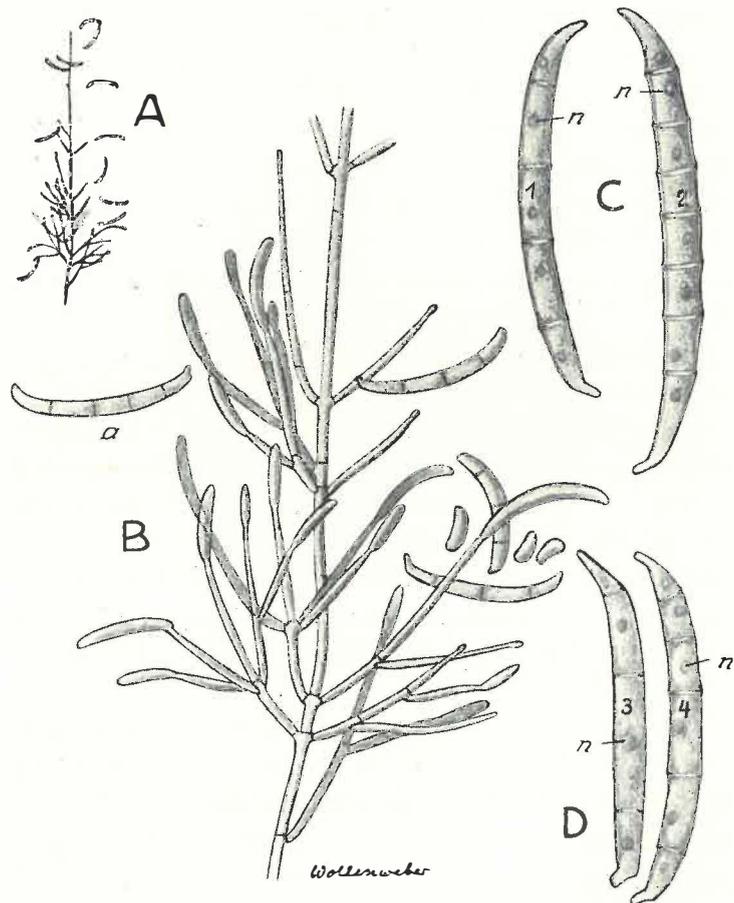


Abb. 9. *Fusarium theobromae*.

- A, B. Einer der massenhaft den Thallus einer 17tägigen Kultur auf gekochter Knolle durchsetzenden Konidienträger mit mehretägiger, oft paariger Anordnung der Glieder, welche denselben Verzweigungstypus wiederholen oder gelegentlich in 3-gliedrigen Wirteln angeordnete Seitenäste entwickeln. A (100). B (500).
- C, D. Konidien von der Hülle der Original-Kakaofrucht, für die ursprüngliche Diagnose (1000).
1. Mit 4 Querwänden.
 2. Eine Riesenkondie, 7-septiert, aber von normaler Form.
 3. Triseptate, deren lange 2. Zelle einen sehr großen Kern hat, der sich jedenfalls bei normaler Weiterentwicklung bald geteilt hätte wie bei 1.
 4. Quinquesepate.

Die 4 Konidien sind mit Wollblau in Lactophenol gefärbt, nachdem sie bereits in Formalin fixiert waren. Die Zellkerne (n) treten überall deutlich hervor.

und da sogar durch Kontraktion des Plasmahalts zu Chlamydosporen werden (Tafel II, 98 c). Da die falschen Konidienköpfchen (Tafel II, 99 b) und andere Konidien-gemeinschaften einzelner Träger (Tafel II, 95 a) alle Übergänge vom einzelligen bis zum sechszelligen Typus haben, die höher entwickelten um so mehr, je optimaler die Ernährung ist, so ist auch hierin wieder eine Stütze der Ansicht zu finden, daß wir es nicht mit einem ein- bis zweizelligen besonderen Konidientypus zu tun haben, sondern mit niedriger entwickelten Jugendstadien, die zwar auch selbständig und lebensfähig sein können, nichtsdestoweniger aber anormal sind und in den meisten Fällen auch als Hungerformen aufzufassen sind. Normalerweise werden nämlich die Konidien erst abgestoßen, wenn sie nahezu ihre volle Länge erreicht haben, so daß sie nach der Abstoßung nur noch im wesentlichen ihre innere Entwicklung zu vollenden brauchen. Dies sieht man an Konidien aller verzweigten Träger besonders regelmäßig, so daß man annehmen könnte, wie es wohl auch hier und da im Schrifttum geschehen ist, die verzweigten Träger, d. h. die höher entwickelten Träger tragen einen besonderen Konidientypus, die „Makrokonidien“, während die einfachen unverzweigten Träger „Mikrokonidien“ hervorbrachten. In der Tat ist aber der unverzweigte Träger nur die notwendige Folge mangelhafter Ernährung bei Fusarien, die sonst durch reiche Verzweigung ausgezeichnet sind. Und je weniger normal septierte Konidien diese Träger hervorbringen, desto geringer ist die Nährkraft des Mediums.

Immerhin ist es interessant, daß der Züchter es bei einigen Fusarien in der Hand hat, die mutmaßlich phylogenetisch niederen Konidientypen willkürlich hervorzurufen.

Am wichtigsten sind nun für die Unterscheidung die Formeneigentümlichkeiten der normalen Konidien unserer Art.

Die Konidienform steht zwischen *F. metachroum* und *F. Martii*. Sie hat spitzere Endzellen als letztere, stumpfere als erstere, ist im mittleren Teile zylindrischer als erstere, verjüngt sich aber immerhin etwas mehr nach den Enden zu als letztere. Die Endzellen sind indes gebogener als bei beiden Vergleichsarten, die Scheitelzelle außerdem viel plötzlicher verjüngt wie bei *F. metachroum*.

Besonders gestaltet ist das Ansatzende, das deutlich fußartig sein kann (Tafel II, 94 a, b, c; Textabb. 9 C, D). Der Hacken ist nicht so ausgeprägt, der Fuß aber verhältnismäßig lang und in so starkem Winkel von der vorherigen Kurve der idealen Längsachse abgebogen, daß dadurch bei flüchtiger Betrachtung der Eindruck erweckt wird, als sei die Konidie auch an der Basis ebenso stark gebogen wie am Scheitel (Textabb. 9 C). Das zeigt sich schon an jüngeren Konidien, die eben erst ihre Entwicklung vollendet haben (Textabb. 9 Ba). Aber auch die älteren, sogar die ausnahmsweise hoch septierten großen Formen lassen diese starke beiderseitige Umkrümmung deutlich erkennen (Tafel II, 98 f).

In der Septierung schließt sich die Konidie an *F. Martii* an: Sie ist normal 3—4, seltener 5, vereinzelt etwas höher septiert. Die Deutlichkeit der ziemlich breiten, oft durch granulare Anlagerungen bikonvexen Septen ist ebenso groß wie bei der Vergleichsart. Die Kerne, die normal einzeln in der Zelle liegen, treten gut

hervor, oft schon an lebenden Konidien oder durch Färbung mit Wollblau in Lactophenol (Tafel II, 94 c, Textabb. 9 C, D).

Als Belege für die Verteilung der Septatengruppen und für die Außmaße der Konidien sind folgende anzuführen:

Tage	Kultur auf	3-septiert	%	4-septiert	%	5-septiert	%
90	Knolle (Pionnotes)	$46 \times 4^{3/4}$	93	$50 \times 4^{3/4}$	6	—	1
8	Kartoffelstengel	$47 \times 4^{1/2}$	56	$54 \times 4^{1/2}$	31	$54 \times 4^{1/2}$	13
74	„	$44 \times 4^{1/2}$	75	50×5	20	50×5	5
87	„	—	74	—	23	—	3
74	„	$43 \times 4^{3/4}$	84	48×5	15	49×5	1
74	Vicia faba-Stengel	$47 \times 4^{3/4}$	69	50×5	29	52×5	2
36	Kartoffelstengel	45×5	69	50×5	26	$53 \times 5^{1/4}$	8
21	„	—	33	—	47	—	20
14	Tropfenkultur (mit Stengelhaut)	—	30	—	32	—	38

Also: Konidien 3—4-septiert, durchschnittlich $43-54 \times 4^{1/2}-5 \mu$ (Grenzen $22-64 \times 3^{1/2}-6 \mu$), seltener 5-septiert, $49-54 \times 4^{1/2}-5^{1/4} \mu$.

Es geht hier deutlich aus den verschiedenen Altersstufen hervor, daß je älter die Kultur, desto mehr die Triseptaten zur Herrschaft kommen, desto geringer auch der Größendurchschnitt wird, ferner daß es ein Optimum des Alters zu geben scheint, bei dem die größte Prozentzahl der höchstentwickelten Konidien, der 5-septierten, erzielt wird. Die Vergleiche können sich natürlich nur auf gleiche Substrate beziehen, hier z. B. auf Kartoffelstengel, auf denen nach 21 Tagen $1/5$ der Gesamtsporen als Quinqueseptaten ausgebildet waren, fast die Hälfte waren 4-septiert und der Rest 3-septiert, während nach 8 Tagen Kultur nur etwas über $1/3$ Konidien mit 5 Querwänden, etwa $1/3$ mit 4 und über die Hälfte mit 3 Querwänden gezählt worden waren. In alten Kulturen verschob sich die Zahl wieder ganz zu Ungunsten der 5-septierten Konidien, die nach 87 Tagen nur $1/33$ der Gesamtzahl ausmachten.

Was hier bei Reagensglaskulturen mit reichen Nährstoffmengen schließlich auch angedeutet ist, nämlich das allmähliche Überwiegen der niedriger septierten Stadien in dem Maße der Erschöpfung der Nährmittel, schließlich das Auftreten von krüppelhaften Alters- und Hungerstadien Hand in Hand mit einer geringeren Durchschnittsgröße, das alles war in Tropfenkulturen mit weniger günstigen Ernährungsverhältnissen, wie bereits erwähnt, stets viel früher und schärfer ausgeprägt und steigerte sich bis zum gelegentlichen Überwiegen selbst ein- bis zweizelliger Konidien (vgl. indeß die Prozentzahlen des letzten Beleges).

Die eingangs abgedruckte Originaldiagnose von *F. theobromae* muß in folgender Weise erweitert werden:

***Fusarium theobromae* Appel und Strunk.**

Konidien nicht lagerartig (zerstreut, in falschen Köpfchen, in Ballen) oder lagerartig (Coremien, Sporodochien, Pionnotes). Normale und reife Konidien in der Form zwischen *F. Martii* und *F. metachroum* stehend, im mittleren Verlaufe von geringerer Querschnittsabnahme nach den Enden zu als *F. metachroum*, größerer als

F. Martii, die Endzellen, besonders die Scheitelzelle, stärker zugespitzt als bei letzterer, Scheitelzelle mit plötzlicher Verjüngung, also kürzerer eigentlicher Spitze als F. metachroum, auch mit oft stärker umgebogener Spitze. Fuß der Basalzelle normal deutlich ausgeprägt.

3—4 Scheidewände, durchschnittlich $43-54 \times 4\frac{1}{2}-5 \mu$ (Grenzen $22-64 \times 3\frac{1}{2}-6 \mu$), seltener 5, vereinzelt 6 und 7 Scheidewände, in anormalen Bedingungen, besonders bei Nährstoffmangel, treten ein- bis zweizellige Hungerformen massenhaft auf.

Grenzwerte: Sehr große Konidie $67 \times 5 \mu$ (7-septiert), sehr kleine $22 \times 4 \mu$ (3-septiert). Größte Querswandzahl 8. Konidienlager normal bräunlichweiß bis ganz hellbraun; oft aber werden sie durch das z. B. auf gekochter Kartoffelknolle bis olivfarbige Plectenchym beeinflusst, so daß folgende Mischöne auftreten: anfangs zitronen- bis schwefelgelb, dann kaffee-, schokoladenbraun, kastanienbraun, gelegentlich fast schwärzlich bei völliger Austrocknung.

Konidienträger gleichen im allgemeinen denen von F. Martii, Chlamydosporen in Bildung, Größe und Form ebenfalls.

Vorkommen: Auf der Schale und auf den Samen verschieden weit entwickelter Kakaofrüchte im botanischen Garten zu Viktoria (Kamerun).

XI. Fusarium Willkommii Lindau.

Taf. II, 88—93; Taf. III, 4.

Die Art ist aus dem Kerngehäuse eines Apfels gezüchtet worden, das sie als lockeres weißes Mycel durchsetzte. Während sonst die meisten Fusarien auf dem natürlichen Substrate, Knolle, Stengel, Korn usw., wenigstens schon einige Konidien oder sogar wohlentwickelte Sporodochien zeigten, die den Vergleich mit gezüchteten Konidien zuließen, mußten bei dieser Art Konidien erst gezüchtet werden. Die Kultur wurde Grundlage der Bestimmung. Zunächst schien das Mycel keine Sichelsporen entwickeln zu können, wenigstens nicht auf den benutzten Nährböden: Agar, Stengel, Knollen. Nach 4—6 Wochen entstanden aber zylindrische, vorwiegend zwei- und einzellige Konidien als kleine, dem gedrungen filzigen Mycelpelz der gekochten Knollenstücke staubartig auflagernde Blättern. Solche Konidien hatten große Ähnlichkeit mit denen von Fusarium didymum Harting (Textabb. 2 L.), welches neuerdings auch mehrere Male an Kartoffeln aufgefunden wurde und später ausführlich gekennzeichnet werden soll.

Während nun F. didymum herrschend zweizellig blieb, auch in der Hochkultur, die sich durch Entwicklung schöner buttergelber oder weißlicher Sporodochien und einer reichen Pionnotes kennzeichnete, entstanden bei F. Willkommii bei wiederholter Aussaat der ersteren kleinen Konidien auf gekochte Stengel aller Art (Lupine, Kartoffel, große Bohne, angefeuchtetes Stroh usw.) ein höherer Konidientypus, Quinqueseptaten, von schwacher Biegung und von der Form einer nach der Basis zu kaum verjüngten, drehrunden, beidendig halbkugelig abschließenden Keule. Dieser Typus kam aber immer erst nach etwa 14 bis 21 Tagen allmählich zur Herrschaft,

während vorher minder septierte, zeitweise wieder die didymum-ähnlichen Typen vorwogen, die übrigens nach einer gewissen Blütezeit der Fruktifikation in Altkulturen oftmals von neuem prozentual mehr oder weniger hervortreten konnten. Man muß hier also die Quinquesepate mindestens als optimale, wenn nicht überhaupt als normale Spore bezeichnen.

Die sorgfältige Beurteilung des Wechsels der Mengenverhältnisse verschieden septierter Konidien im Verlaufe einer einzigen Kultur auf einem günstigen Substrate, im Gegensatz zu solchen auf verschiedenen der Fruktifikation verschieden günstigen Substraten, ließ den sicheren Schluß zu, daß die 0- bis 2-septierten Konidien teilweise als Rückschläge, die durch ungünstige Ernährung hervorgerufen werden, aufzufassen sind. Es könnte der Einwand gemacht werden, diese Konidien seien doch keimfähig genau wie die Quinquesepaten und lieferten ebenso normale Wuchsformen auf neuem Substrate, wie höhere Septaten. Mit dem Begriff Rückschlag braucht aber auch gar nicht die Fortpflanzungsunfähigkeit verbunden zu sein; Rückschläge sind nur Formen niederer Wachstumsenergie, die gerade bei Fusarien, deren Konidien mit einer Kolonie aus mehreren Zellen verglichen werden können, selbst einzellig, noch normal reifen und keimen, da jede Zelle selbständig gedacht werden kann, obwohl die Zellen einer Konidie unter sich durchaus nicht morphologisch gleich sind, sondern z. B. Basal- und Scheitelzellen oft sehr von den Innenzellen abweichen, also der Gedanke an eine verschiedenartige Bedeutung der Einzelzellen einer Konidie an und für sich wohl auftauchen könnte. Diese Fusarienzellenstaaten sind aber doch, soweit sich das aus dem Studium einiger Arten bis jetzt erkennen läßt, noch nicht so hoch organisiert, daß jede Zelle ihre besondere Aufgabe hat.

Vergleichen wir die Fusarienkönidie mit Zellkolonien bei den Chlorophyceen, so ist die Vereinigung der Einzelzellen etwa soweit gediehen wie bei *Stephanosphaera pluvialis*. Dieselbe besteht aus 8 durch Plasmafortsätze locker verbundenen Individuen, die von einer gemeinsamen kugeligen Membranschicht umschlossen sind. Man kann die Ernährungsweise aber so beeinflussen, daß Keimung und Vermehrung anormal verlaufen. Dann wird die 8-Zahl nicht mehr regelmäßig eingehalten: Kolonien mit weniger als 8 Zellen, z. B. häufig 1- und auch 4-zellige Kolonien treten auf. Wir werden dann nicht sagen: *Stephanosphaera* komme als 1- bis 8-zellige Kolonie vor, obgleich einzellige unter anderen Bedingungen wieder normale *Stephanosphaeren* liefern, also noch vollkommen lebens- und fortpflanzungsfähig sein können.

Bei *Gonium* haben wir dasselbe: Während normal bei *G. pectorale* 16 Zellen eine tafelförmige Kolonie bilden, kann die Zahl unter anormalen Lebensbedingungen auf 4 und 1 (seltener dazwischen liegende Zahlen) zurückgehen. Ein 4-zelliges *G. pectorale* sieht aus wie eine normal 4-zellige Art, *G. sociale*, aus der sich erstere Art einst entwickelt haben mag. Dies wäre also nur die übrigens nicht allein in der Natur dastehende Erscheinung, daß höher organisierte Formen unter ungünstigen Bedingungen ihre mutmaßlich phylogenetisch niederen Entwicklungsformen hervorbringen.

So auch bei unserem *Fusarium*, wo dieselben Erscheinungsformen der Fruktifikation zugleich atavistisch und ontogenetisch gedeutet werden können. Es wurde

eine annähernd zu gleicher Zeit entstehende Sporodochien-Gruppe einer Kultur auf Kartoffelstengel dauernd kontrolliert. Die entnommenen Proben hatten folgende Mengenverhältnisse der Septaten:

Konidien nach 12,	14,	16,	18,	20,	22,	24,	26 Tagen
0-septiert: 0%	1%	4%	1%	2%	2%	0%	0%
1- „ : 40 „	28 „	24 „	28 „	31 „	13 „	4 „	5 „
2- „ : 4 „	12 „	6 „	1 „	0 „	1 „	2 „	1 „
3- „ : 33 „	36 „	13 „	15 „	13 „	15 „	10 „	8 „
4- „ : 15 „	10 „	12 „	15 „	13 „	13 „	12 „	16 „
5- „ : 8 „	13 „	40 „	40 „	41 „	56 „	72 „	70 „
6- „ : 0 „	0 „	0,5 „	0 „	0 „	0 „	0 „	0 „
7- „ : 0 „	0 „	0,5 „	0 „	0 „	0 „	0 „	0 „

Diese in Zahlen ausgedrückten Kurven der Mengenverhältnisse, die einer mäßig belichteten Kultur eines 15—20° C. warmen Zimmers, Februar 1910, entlehnt sind, und sich eine Weile noch konstant hielten auf der Höhe des 26tägigen Zustandes, waren bereits im Mai 1909 in fast gesetzmäßig gleicher Weise zustande gekommen. Voraussetzung ist nur die Aussaat von normal ausgereiften Konidien, wobei es gleichgültig ist, ob man Quinqueseptaten zur Aussaat auswählt oder niedere Septentypen oder eine Platinöse voll Konidien eines Sporodochiums mit verschiedenartigen Konidien. Reifes Material erhält man besser bei Kultur auf mäßig feuchten Stengeln, die in 30—50 Tagen unter den angegebenen äußeren Bedingungen im Reagensglase austrocknen, als in feuchteren Medien, die längerer Zeit zur Austrocknung bedürfen. Auf letzteren nämlich anastomosieren häufig nach einigen Wochen die Konidien, ohne in ein eigentliches Reifestadium zu treten. Die buttergelben Konidienlager verwandeln sich dadurch in eine Art Stroma, das, falls noch Nahrung vorhanden ist, sogar noch einige junge Konidien niederer Septierung zu bilden vermag, sonst aber keine weiteren Gebilde hervorbringt.

Die niederen Septentypen sind also im allgemeinen entweder die Zeugen einer noch nicht völligen Anpassung an das Nährmedium, bei Jungkulturen, oder abnehmender Wachstumsenergie bei erschöpften Altkulturen.

Die Tabelle beweist das erstere: Die Anpassung an gekochte Kartoffelstengel ist erst nach 3—4 Wochen soweit gediehen, daß die Quinqueseptaten zur Alleinherrschaft gelangen und damit den Höhepunkt der normalen Fruktifikation verraten.

Würde die Tabelle bis 50 Tage weiter geführt sein, so würde aus ihr auch das letztere Phänomen ersichtlich sein, die allmählich prozentuale Abnahme der Quinqueseptaten zugunsten niederer Septentypen. Der absteigende Ast der Prozentkurven der Normalkonidien ist aber nicht so steil wie der aufsteigende und geht gewöhnlich nicht wieder so tief herunter, um so weniger, je größer das in der Blüte der Konidienbildung geförderte Quantum an Normalkonidien ist, und je kürzer die noch anhaltende Wachstumsperiode ist, die mit der Austrocknung oder mit dem Nahrungsmangel endet.

Das Studium dieser Tabelle lehrt weiter, daß die Einzelkurven ganz verschieden verlaufen. Sie können bedingt für phylogenetische Hypothesen benutzt werden:

Während die Kurve der Quinqueseptaten stark aufsteigt, fallen ebenso ständig die der Uni- und Triseptaten, während die der Quattuorseptaten in einer kleinen Höhenzone nur wenig hin und her schwankt und In- und Biseptaten niemals zu größerer Höhe ansteigen. Letztere sind daher wahrscheinlich Krüppelstadien (atavistische), Quattuorseptaten Übergangsstadien, Uni- und Triseptaten die normalen phylogenetisch nächst niederen Stadien, die mutmaßlichen Vorfahren der jetzt herrschenden Quinqueseptate (ontogenetische Anomalie).

Die einzelligen haben vor den dreizelligen Konidien aber noch folgendes voraus. Je ungünstiger die Bedingungen zur Fruktifikation überhaupt sind, also je weniger höher septierte Konidien entstehen, um so mehr treten, wenn überhaupt noch Sporen gedeihen können, die einzelligen Konidien prozentual in den Vordergrund, während die Sporenmenge selbst nachläßt.

Diese ungünstige Bedingung ist auf Kartoffelknolle gegeben, die gekocht oder roh dargereicht werden kann. Roh scheint sie noch ein wenig günstigere Bedingungen zu liefern, vielleicht daß der Eiweißgehalt dabei eine Rolle spielt. Aber Triseptaten sind auch hier eine Seltenheit. Auch Nähragare (Taf. III, 4) verschiedener Zusammensetzung zitronensauer, alkalisch, gezuckert oder nicht, lieferten wenig Konidien im Verhältnis zu Stengelabschnitten, und fast nur ein- und zweizellige (letztere in größerer Zahl) Formen. Daß solche häufig anormal sind, legt ihr oft unregelmäßiger und verquollener Umriß nahe (vgl. Tafel II, 111 c, welche ähnliche Formen darstellt). Daß es andererseits auch direkt Hungerformen sein können, beweist ihr Auftreten in Kulturen im hängenden Tropfen destillierten Wassers, dem übrigens auch etwas Nahrung in Gestalt eines Mikrotomschnittes von Kartoffelknolle beigegeben werden kann, ohne daß höhere Formen entstehen (Tafel II, 90). Auch in Impfstellen lebender Formobstbäumchen (Apfel), wo der Pilz Absterbeerscheinungen, wie sie für Jugendstadien des Krebses bekannt sind, hervorrief, wurden diese ein- und zweizelligen Konidien spärlich gefunden, besonders an den durch Bakterien jauchig veränderten Gewebepartien.

Ganz ausgeschlossen erscheint also auch bei diesem Fusarium die Auffassung, daß man es in letzteren Fällen mit einem normalen selbständigen Sporentyp (Mikrokonidien) zu tun habe.

Man kann nämlich, wenn man dem hängenden Tropfen etwas mehr Nahrung zuführt, etwa Stengelhaut, in einigen Tagen Gruppen von Konidien verschiedener Stadien (Tafel II, 88 g) an demselben Mycel willkürlich züchten, auch an Stellen des Luftmycels in sonst normalen Stengelkulturen entstehen oft weiße Pünktchen, die dasselbe Septatengemisch haben (Tafel II, 88 g). Hier ist die Nahrungszufuhr jedenfalls eine Zeit lang ungünstig gewesen, so daß zunächst kleine Konidien entstanden, oder die Verhältnisse sind durch vorzeitige Austrocknung ungünstig geworden, so daß zuletzt nur noch einige kleine Konidien entstanden, während anfangs die Bildung höherer Septaten noch gelang. Solche Gruppen verschieden großer und verschieden septierter Konidien (Tafel II, 88 g) stellen also nicht etwa die aufeinanderfolgenden Stadien der Entwicklung einer Konidie dar: Kleine, durchschnittlich $10-25 \times 3-4\frac{1}{2} \mu$ messende ein- bis zweizellige Konidien werden nie nach ihrer Abstoßung, obwohl sie dann noch etwas wachsen können, Quinqueseptaten. Auch die Triseptaten haben nur dann die

Anwartschaft, sich zu Quinqueseptaten auszugestalten, wenn ihre Durchschnittslänge bei ihrer Abstoßung nicht wesentlich unter 54—62 μ liegt. Diese Gruppen sind also viel eher als äußere Kennzeichen einer sich erschöpfenden Fruktifikationskraft infolge Nahrungsmangels anzusehen.

Die Entwicklung der Konidien kann gelegentlich über die Quinqueseptate hinausgehen. Konidien mit 6 und 7 Wänden wurden, wie aus der Tabelle hervorgeht, zwar gefunden, stets aber nur in geringer Zahl. Auch die Kultur auf den verschiedensten Substraten (Apfelsprossen verschiedenen Alters, Stengel von Lupine und großer Bohne, Stroh¹⁾) brachte nur unwesentliche Steigerungen der Mengenverhältnisse der Sex- und Septemseptaten: auf 2%.

Ebenso wie dieser Fusariumstamm aus dem Apfelkerngehäuse verhielt sich ein Stamm aus Sporodochien von der Rinde 2—3jähriger Apfelsprosse, der ein halbes Jahr später, Juni 1909, erhalten wurde. Hier gelang die Reinkultur sofort durch Isolierung der reifen vorherrschend 5-septierten Konidien, die auf gekochte Kartoffelstengel übertragen wurden. Nach 10 Tagen begannen, wie beim ersteren Stamme, die buttergelben Sporodochien kolonienweise auf dem spärlichen kurzen weißen Mycelflaum aufzutreten, deren Konidiendecken sich schnell ausdehnten und häufig mit denen der Nachbarn zu größeren blatterartigen Belägen verflossen. Das Konidienbild war vollkommen identisch dem des ersten Stammes. Ferner glichen die gezüchteten Konidien denen der Sporodochien aus der freien Natur in Bau und Septierung.

Für die ganze Methode ist es nämlich von besonderer Bedeutung, daß die Konidien in der Kultur dieselben Formen und Septenverhältnisse haben wie in der Natur. Wäre das nicht der Fall, so wäre die Bestimmung des aus dem Kerngehäuse stammenden Pilzes unsicher; hätte er in der Kultur z. B. nur Konidien mit 5 Septen, so könnte er nicht ohne weiteres zusammengeworfen werden mit einem Fusarium, dessen Konidien in der Natur gleichmäßig 5- bis 6-septiert sind.

Nun fanden sich aber Fusarienstämmen mit Keulenkönidien, welche 5- bis 6-septiert auftraten und durchschnittlich etwas länger waren als die der zwei bisherigen Stämme:

Das eine dieser höher septierten Fusarien wurde ebenfalls am Apfel gefunden und zwar an einem 8—10jährigen Baume an der krebsartig abgestorbenen Rinde des Hauptstammes (Engl. Wintergoldparmäne; Fundort: Chaussee bei Buckow in der Mark), in zahlreichen Sporodochien mit vollentwickelten normalen Konidien (Fig. 91). Eine Messung ergab folgendes Bild der Konidienverhältnisse:

1—4-septiert 13%, 5-septiert 40%, 6-septiert 31%, 7-septiert 16%.

Je nach Ausbildung der Sporodochien konnten auch die 6-septierten Konidien herrschend sein, während die 7-septierten stets in niedrigerer Prozentzahl auftraten. Konidien mit weniger als 5 Scheidewänden waren überhaupt selten. Auch bei diesem Stamme wurden nur insofern in der Kultur Änderungen bemerkt, als unter ungünstigen Wachstumsbedingungen (z. B. auf Kartoffelknolle) die minder septierten

¹⁾ Die Substrate wurden meist gekocht, der Kontrolle wegen aber auch gelegentlich roh dargeboten, ohne wesentlich andere Ergebnisse zu erzielen.

Konidien häufiger wurden, während sich auf günstigem Boden (Kartoffel- und Lupinenstengel) annähernd dieselben Größen- und Mengenverhältnisse der Septaten ergeben konnten, wie in der Natur.

Der andere Stamm mit höher septierten Konidien wurde von *Fagus silvatica* gewonnen, von krebsartig abgestorbenen Rindenpartien, die mit Perithezien von *Nectria ditissima* gruppenweise besetzt waren. Zerdrückte Perithezien lieferten auf Kartoffelstengel die schönsten Fusarienkonidien. Leider ist nicht einwandfrei zu behaupten, daß die Ascosporen diese Fusarien gebildet hatten. Als nämlich nachträglich eine genaue Isolierung von Ascosporen für diesen Nachweis vorgenommen worden war, stellte sich heraus, daß sie nicht mehr keimten. Die Zusammengehörigkeit von Keulenkondien und Ascosporen von *N. ditissima* ist aber bereits von Brefeld (1891, S. 172) nachgewiesen und wiederholt bestätigt worden. Sie ist also auch hier nicht unwahrscheinlich. Die Kulturkonidien dieses Stammes verteilten sich in folgender Weise: Eine 12 Tage alte Kultur hatte bereits 76 % 5-septierte, je 8 % 4- und 6-septierte, 6 % 1- und 2 % 3-septierte Konidien. Schon 8 Tage später waren die 6-septierten Konidien viel häufiger (bis 24 %), 7-septierte fanden sich auch nicht selten, aber auch jetzt noch herrschten die 5-septierten vor (meist ca. 70 %). Je älter die Kultur wurde, desto mehr glichen die Mengenverhältnisse der verschiedenen Septaten denen des vorigen Stammes. (Vergleiche die Größen der Konidien aller 4 Stämme am Schlusse.)

Es fragt sich nun, ob diese 4 Stämme eine einzige Art vorstellen trotz der, wenn auch nicht sehr großen, Verschiedenheit in den Septatenverhältnissen und damit im Zusammenhang, in den Durchschnittsgrößen, die um so größer sind, je mehr Septaten vorhanden sind. Ferner, ob alle als Nebenfruchtform zu *N. ditissima* gehören. Um das zu entscheiden, wurden im September 1909 Formobstbäumchen (Dunchapfel) mit diesen *Fusarium*-Stämmen beimpft: Es traten die gleichen krebsartigen Absterberscheinungen an jeder Impfstelle jedes F.-Stammes auf an Sprossen jeden Alters. Nach 10 Monaten aber waren in keinem Falle Perithezien oder Sporodochien entstanden, so daß einstweilen das ähnliche Krankheitsbild den einzigen Anhaltspunkt der Identität aller Stämme bietet. Da der Zusammenhang dieser Fusarien mit *N. ditissima* auch nicht über allen Zweifel erhaben ist, muß vorläufig an der Auffassung festgehalten werden, daß wir es hier möglicherweise doch mit selbständigen Fusarien zu tun haben. Da nun alle 4 Stämme auch in der Verzweigung der Konidienträger nicht unterschieden werden können, die Septierung der Konidien bei jedem Stamme aber so stark schwanken kann, daß die Grenzen der Unterscheidung verwischt werden, so sind alle vier vorläufig als eine Einheit gefaßt.

Damit ist die Bestimmung als *F. Willkommii* Lindau sehr leicht geworden. Willkomm (1866) fand die von Lindau nach ihm benannte Art, sein *Fusidium candidum*, an *Fagus silvatica* und hat sie gut abgebildet und beschrieben, wenn er sie auch versehentlich mit anderen Pilzen, darunter auch einem anderen *Fusarium* (Taf. VI, Fig. 14) verquickt hat. Dieser Fehler ist häufiger gemacht, auch von Tulasne (1865, S. 73, Tab. XIII), dessen Irrtum, zarte, spitze, kleine Sichelkonidien („Spermatien“) mit den Keulenkondien zusammen in den Formenkreis seiner *Nectria*

ditissima zu ziehen, schon von Brefeld (1891, S. 171) hervorgehoben wurde, Brefeld hat (S. 172) auch die Unwahrscheinlichkeit der Auffassung Hartig's (1880, S. 109) betont, welcher angeblich bakterienähnliche Konidien von $1,5 \times 0,3-0,5 \mu$ Größe an Mycel aus Ascosporen der *N. ditissima* gesehen hatte. Am weitesten in der irrümlichen pleomorphistischen Auffassung ging Rjostrup (1902, S. 489, Fig. 203), welcher 3 Typen von Konidien zu *N. ditissima* zieht: einen Tubercularia-ähnlichen mit kleinen, ovalen Konidien, einen den Tulasne'schen „Spermatien“ entsprechenden und den allgemein gefundenen Keulentypus. Mit Reinkulturen hatte aber nur Brefeld gearbeitet, welcher die Keulenkönidien aus Ascosporen züchtete; meist erhielt er zylindrische ($16-18 \times 4,5 \mu$) einzellige, dann bis sechszellige Formen, die $53 \times 5,5 \mu$ groß wurden, endlich nach 4 Wochen auf kugligen roten Hyphenknäueln die großen, schon von Tulasne gezeichneten, bis 80μ langen Konidien, die auch 7- bis 8-zellig werden konnten. Das mag mit Bezug auf unsere an allen 4 Stämmen verschiedener Herkunft fast gleichartigen Befunde hervorgehoben sein, obgleich die Ähnlichkeit mit den Brefeld'schen Kulturformen nicht eher beweist, daß unsere Stämme Konidienformen von *N. ditissima* sein müssen, bis auch die von den Keulenkönidien der Sporodochien abgeleiteten Kulturen Perithezien bilden.

Außer der Ähnlichkeit mit Konidien dieser *Nectria* ist aber auch eine solche mit Konidien einiger als selbständig beschriebenen Fusarien vorhanden: Zunächst paßt die Beschreibung von *F. bacilligerum* Berk. et Br. (cfr. Lindau 1909, S. 528), die allerdings recht lückenhaft ist, sehr gut zu *F. Willkommii*, so daß sie als Synonym aufgefaßt ist, obgleich diese Art auf *Alnus glutinosa* sich findet. Ferner sind *Fusarium pallens* und *Fusarium album* ähnlich *F. Willkommii*. Leider ist erstere Art nicht einheitlich, letztere nicht klar gefaßt; bei beiden wurde daher versucht, aus Exsiccaten Klarheit zu gewinnen. Aber auch diese zeigen die Schäden einer mangelhaften Diagnose und sind aus verschiedenen Arten zusammengesetzt: Im Museum botanicum Berolinense fanden sich folgende Exsiccaten des *Fusarium album*.

De Thümen, *Mycotheca universalis* No. 1969 (f. *Picea vulgaris*) mit Keulenkönidien gleich denen von *F. Willkommii* und $60-90 \times 5\frac{1}{2}-6 \mu$ Größe, 5-6-septiert;

C. Roumeguère, *Fungi gall.* No. 1996. Fundort: Sur les troncs entassés dans les Ports du Rhone. Konidien derselben Form, $46-50 \times 6 \mu$, 5-6-septiert;

Ehrenberg, No. 22. Auf *Ulmus campestris* Konidien $25-32 \times 4-4\frac{1}{2} \mu$, 1-, 2- und 3-septiert. Scheint eher *F. didymum* Harting zu sein.

Bei Saccardo's (*Syll.* IV, S. 698 [1886]) Beschreibung ist die Konidiengröße für *F. album* Sacc. $50-65 \times 6-8 \mu$. Die Abbildungen Saccardo's (*Fungi italici* [1877] Tab. 42) zeigen Konidien mit stärker geschwungener Längsachse, zu welchem Unterschiede gegen *F. Willkommii* noch die größere Breite hinzukommt, die letztere nur infolge Ausbauchung der Zellen bei verzögerter Keimung erreicht. Es ergibt sich also aus Beschreibungen und Exsiccaten, daß *F. album* Sacc. von Saccardo zwar Unterschiede gegen *F. Willkommii* aufweist, daß es aber, nach den unter *F. album* Sacc. vorgefundenen Exsiccaten anderer Forscher in 2 Fällen wie *F. Will-*

kommii aussieht. Ehrenberg hat ein wahrscheinlich kleineres *Fusarium*, vielleicht *F. didymum*, als *F. album* aufgefaßt.

Bunter ist das Bild bei *Fusarium pallens* (Nees), dessen von Lindau (1909, S. 523) vorwiegend nach Link (1825, S. 104—105) zusammengestellte Synonymik ein Gemisch verschiedener Gattungsnamen bietet: *Atractium*, *Selenosporium*, *Fusidium*, *Fusarium*. Die Art liefert ein weiteres, dem bei der Synonymik von *F. subulatum* besprochenen ähnliches Beispiel, daß der Urtypus, obgleich verhältnismäßig genau beschrieben, durch spätere Untersuchungen und sogenannte Verbesserungen der Diagnosen häufig verloren geht. Nees (1818, S. 237—38 und Taf. V, Fig. 7) beschreibt den Urtypus von *F. pallens*, sein *Atractium pallens*, das von Erlenzweigen stammt, mit ca. 8 Septen und bildet entsprechend hoch septierte Keulenkondien ab. In der jetzigen Diagnose steht aber „Kondien spindelig-sichelförmig, mit 3—5 Scheidewänden“. Die Septierung ist also später ganz vernachlässigt, was nicht berechtigt ist. Vermutlich hat Nees eine Art vor sich gehabt, die, wenn nicht identisch, so doch sehr nahe mit *F. Willkommii* verwandt sein muß. Link (1825, S. 523) mag dagegen schon eine andere Art gesehen haben, da er selbst sagt, daß die Kondiendecke der Sporodochien rötlich wird, während sie Nees als „albido-cinereum“ bezeichnet, was von pulverig trockenen, nicht ganz reinen Willkommii-Kondienlagern auch gesagt werden kann. *F. candidum* Ehrenberg (1818, S. 12, 24) endlich kann nicht Synonym von *F. pallens* sein, weil es nach Ehrenberg's Original-exsiccate (zu finden Museum bot. Berol., Dahlem, wie es scheint auf Birkenwurzeln) nur einseptierte Kondien von $22 \times 3 \mu$ Größe hat, die viel eher in den Verwandtschaftskreis von *F. didymum* gehören. Das letzte Pseudo-Synonym von *F. pallens*, *Atractium pallidum* Bonorden (1851, S. 135, Fig. 219) ist unmöglich als *Fusarium* zu identifizieren. Damit liegt der Schluß nahe, *F. pallens* (Nees) in der von Lindau aufgenommenen Fassung fallen zu lassen und nur den Typus, das *Atractium pallens* Nees, anzuerkennen. Dieses aber kann mit einiger Vorsicht zu *F. Willkommii* gestellt werden, obgleich die Septenzahl 8, die Nees aber nur ungefähr angibt, von unserer Art nur ausnahmsweise erreicht wird.

Vor allen Dingen müssen die späteren Untersuchungen dahin gehen, bei jedem *Fusarium* die Variationsweite von Septierung und Größe, wenn möglich auch in Reinkultur, zu ermitteln.

Dann erst läßt sich auch entscheiden, ob z. B. Ehrenberg's von Birkenrinde gesammeltes *Fusarium candidum macrosporum*, das auch unter den Exsiccaten Ehrenberg's im Museum bot. Berol. aufgefunden wurde und 6—7-septierte, $100 \times 6 \mu$ große Keulenkondien hat, ein zufällig besonders großer Stamm von *F. Willkommii* oder, was wahrscheinlicher ist, eine selbständige Art bzw. Varietät ist.

Zum Schluß möge der Übersicht wegen an der Hand einiger Figuren der Entwicklungsgang von *F. Willkommii* kurz zusammengefaßt werden, wobei der aus dem Apfelkerngehäuse isolierte Stamm zugrunde gelegt ist.

Das Mycel ist weiß oder hat einen Stich ins Gelbliche (Taf. III, 4). Es wächst meist nicht sehr üppig als Luftmycel, auch nicht besonders schnell, endophytisch

dringt es aber sehr schnell vorwärts, was daraus hervorgeht, daß schon nach 5—10 Tagen sehr weit entfernt von der Impfstelle die buttergelben Sporodochien auftauchen.

Die Stromata der Sporodochien sind im Gegensatz zu andern Arten nicht plectenchymatisch, sondern die Konidienträgerbüschel dringen, einer oder wenigen endophytischen Hyphen entspringend, frei aus der Öffnung der Substrathülle hervor, hier allerdings sehr dicht zusammengedrängt, jedoch weder coremienartig verwachsen, noch verdickt oder verquollen. Die Konidien lagern sich tropfenartig ab. Auch auf unbehüllten Substraten, wo sie sich auf einem filzigen Mycelpelz blatternartig ablagern, besteht das Stroma aus locker verflochtenen Hyphen, nicht aus Plectenchym. Häufig aber entstehen noch steril bleibende, sklerotienartige, oft über senfkorngroße, nachher rotbraune plectenchymatische Kügelchen oder halbkugelige Warzen, vereinzelt oder gruppenweise, auf der Hülle der Substrate oder auf dem Mycelpelz unbehüllter Substrate. Sie machen flüchtig betrachtet den Eindruck von Perithezien, mit denen sie aber doch nichts gemein haben. Konidien scheinen sie nur zufällig einmal zu bilden, während Brefeld gerade auf diesen „roten Hyphenknäueln“ seines *Fusariums* von *N. ditissima* (S. 172) die größten bis 80 μ langen Konidien auftreten sah, auf welchem Nährboden, gibt er nicht an.

Die buttergelbe Farbe der Konidienmassen bekommt im Alter oft eine Trübung nach hellgelblichbraun. Pulverig eingetrocknet hellen sie sich bis kalkigweiß oder sahnefarbig auf, besonders tun dies die im Luftmycel hängenden Konidienballen. Bei pulveriger Eintrocknung halten sich die Konidien am besten, bis jetzt schon über ein halbes Jahr lang, während sie bei harziger Eintrocknung, die bei lange feucht gebliebenem Substrate eintritt, oft die Keimkraft einbüßen. Zu lange andauernde Feuchtigkeit ist, wie bereits bemerkt, auch insofern ungünstig, weil reife Konidien dann wieder auskeimen und, wenn sie im Lagern beisammen sind, durch Anastomosen zu einer Stroma-ähnlichen buttergelb bleibenden gallertigen Masse verwachsen, auf der wieder neue meist kleinere Konidien gebildet werden können.

Mikroskopisch ist folgendes zu bemerken: Das Mycel ist im Verhältnis zu den Konidien ziemlich dünnfädig. Es hat meist $2\frac{1}{2}$ —3 μ , selten bis 4 μ dicke Hyphen von unregelmäßiger Septierung und weitästiger, spärlicher Verzweigung.

Die Konidienträger sitzen an einfachen oder zusammengesetzten Tragständen. Erstere sind in Tropfenkulturen hervorzurufen (Tafel II, 93), in der Weise wie bei *F. rubiginosum* und *metachroum*. Letztere sind im Luftmycel und in den Sporodochien zu finden. Sie sind im Gegensatz zu anderen Arten weitästig, oft sehr ausgedehnt, mit unregelmäßiger Gliederung (Tafel II, 89b), bei der aber Dichotomie und Gegenständigkeit, auch Wirtelung der Äste vorkommen können (Tafel II, 89a). Am häufigsten ist noch die paarige Gliederung der Sterigmen an den letzten Auszweigungen des Trägers. Die Entwicklung dieser Sterigmen ist, wie gewöhnlich, meist successiv, auch die der Nebenäste des Trägerstandes, weshalb ein in der Abbildung festgehaltener Zustand (Tafel II, 89a) die verschiedensten Entwicklungsgrade sogar an den Ästen eines und desselben Wirtels aufweist. Die Verzweigung bei den Sporodochien ist dem gedrungenen Bau dieses Gebildes entsprechend gestauchter, sonst aber von gleichem Typus wie beim Luftmycel (Tafel II, 92).

Die Konidien, deren zylindrischer, etwas keuliger Bau schon erwähnt ist, werden in eigentümlicher Weise abgeschnürt (Tafel II, 88e und 89c), wie das aus mit Wollblau in Lactophenol gefärbten Präparaten hervorgeht¹⁾ und auch im Leben beobachtet werden kann. Das zylindrische, oben flaschenhalsartig verjüngte Sterigma bringt zunächst einen kugeligen Kopf hervor, der weit über die Sterigmendicke hinaus anschwillt, sich verlängert und schließlich keulig wird, falls ein großer Typ gebildet werden soll. Die Zeit bis zur völligen Ausbildung der Konidie ist verschieden, in Tropfenkulturen beträgt sie oft nur einige Stunden, da hier wegen Nahrungsmangel und anderer ungünstiger Bedingungen die Konidien klein abgestoßen werden. Die Konidien, die ziemlich fest sitzen, fallen ab, wenn sie ausgewachsen sind, und sind dann meist noch einzellig. Die Wände bilden sich nach dem Abfallen sehr schnell. Meist sind die Konidien auch noch einkernig vor dem Abfallen. Verzögert sich dieses, so können sie mehrkernig sein, auch gelegentlich schon Querwände haben. Die ziemlich schmalen Querwände (ca. $\frac{1}{3} \mu$ breit) sind nicht so stark lichtbrechend, wie bei *F. rubiginosum* u. a., auch verändert sich ihr Aussehen wenig, nie machten sie den Eindruck einer bikonvexen Linse, wie bei anderen Arten, wo sich Körnchen anlagern können.

Die Basis der Konidien, die die Form der Sterigmenöffnung wiedergibt, ist halbkugelig, ohne Papille oder Fuß (Tafel II, 88a bis d). Der äußere Eindruck der Konidienform steht sehr unter dem Einflusse der Breite, die schwanken kann. Die Breite kann normal zwischen $4\frac{1}{2}$ und $6\frac{3}{4} \mu$ schwanken und ist wohl von der Feuchtigkeit des Substrates abhängig. In den Konidien feuchter Kulturen (Fig. 88d) sind die Kerne ohne Färbung sichtbar als mattglänzende bis 2μ dicke Kügelchen. Letztere färben sich mit Wollblau intensiv blau. Sie liegen vorherrschend in einer Linie der Bauchfläche genähert (Tafel II, 88c, f), seltener ist ihre Lage unbestimmt. Durch die wasserentziehende Kraft des Lactophenols, das als Einbettungsmittel benutzt werden kann, werden die Konidien anormal schlank, so daß der Durchschnitt der Quinqueseptaten $61 \times 4\frac{1}{4} \mu$ gemessen wurde (Grenzen $48-71 \times 3\frac{3}{4}-4\frac{1}{2}$). Es wäre verfehlt, solche Messungsergebnisse für die Diagnose zu benutzen. Solche schmale Konidien existieren normalerweise nicht, weder trocken noch feucht. Es sei dies erwähnt, weil diese Veränderungen erst durch umfassende Vergleiche mit den Ausmaßen lebender Konidien als anormal erkannt worden sind, und weil es möglich ist, daß Messungen nach fixiertem Materiale von früheren Forschern benutzt worden sind, wodurch sich die Abweichungen in den Ausmaßen also gelegentlich erklären lassen.

Chlamydosporen sind bei diesem *Fusarium* nicht gefunden worden. Über die rotbraunen plectenchymatischen Gebilde ist bereits gesprochen worden.

Es seien also nur noch die Durchschnittsausmaße der Konidien dieses Stammes angefügt und mit denen der 3 anderen verglichen:

¹⁾ Dabei findet aber eine Kontraktion der Konidien statt, wie der Vergleich von Fig. 88c und d lehrt, wobei der Kontrast zwischen Hyphendicke und Konidiendicke fast aufgehoben wird (Fig. 88e, 89c).

1. Stamm aus dem Kerngehäuse eines Apfels:

Kultur auf Kartoffelstengel nach 16 Tagen		Kultur auf Lupinenstengel nach 50 Tagen	
0-septiert	$11 \times 3\frac{1}{4} \mu$, 4 ^{0/0}	$12 \times 3 \mu$, 15 ^{0/0}	
1	„ $19 \times 4\frac{1}{4}$ „ 24 „	$23 \times 3\frac{1}{2}$ „ 15 „	
2	„ $30 \times 4\frac{3}{4}$ „ 6 „		2 „
3	„ $40 \times 5\frac{1}{2}$ „ 13 „	$42 \times 4\frac{1}{2}$ „ 14 „	
4	„ $50 \times 5\frac{3}{4}$ „ 12 „	$48 \times 4\frac{3}{4}$ „ 20 „	
5	„ 62×6 „ 40 „	54×5 „ 31 „	
6	„ 68×6 „ 0,5 „		2 „
7	„ 68×6 „ 0,5 „		1 „

Aus diesen und weiteren Messungen ergab sich:

Konidien optimal mit 5 Scheidewänden, $54-62 \times 5-6 \mu$ (Grenzen $44-81 \times 4\frac{1}{2}-6\frac{3}{4} \mu$), seltener weniger, ausnahmsweise mehr, 6 und 7, Querwände ($68 \times 6 \mu$). Längen bis 81μ , Breiten bis 8μ gemessen, aber nur infolge Ausbauchung der Zellen bei verzögerter Keimung: höchste Querwandzahl 8.

2. Stamm von 2—3 jährigen Apfelsprossen:

Konidien normal mit 5 Scheidewänden, $46-61 \times 5-6 \mu$, sonst genau wie 1.

3. Stamm von Apfelfrinde eines 8—10jährigen Apfelbaumes mit krebsartigen Stellen (Fig. 91):

Konidien normal mit 5 ($62 \times 5-6 \mu$) bis 6 ($70 \times 5-6 \mu$) Scheidewänden (Grenzen $48-93 \times 5-6\frac{3}{4} \mu$), seltener mehr, 7 ($81 \times 5\frac{1}{2}-6 \mu$), noch seltener weniger Scheidewände.

4. Stamm von *Fagus silvatica* (zerdrückte Perithezien von *Nectria ditissima*):

Konidien normal mit 5 Scheidewänden, $54-65 \times 5-6 \mu$ (Grenzen $48-93 \times 5-6\frac{3}{4} \mu$), seltener mit 6 ($82 \times 5-6 \mu$) und 4 ($51 \times 5-6 \mu$), noch seltener mit weniger, ausnahmsweise mit 7 Scheidewänden, $84 \times 5\frac{1}{2}-6 \mu$; höchstens 8 Scheidewände.

Zum Vergleiche seien angefügt:

Fusarium Willkommii Lindau;

Willkomm selbst gibt an oder zeichnet:

Konidien mit 4—7 Scheidewänden, $24-91 \times 4 \mu$, Lindau dagegen interpretiert nach Willkomm's Arbeit etwas anders:

Konidien mit 4—5 Scheidewänden, $45-50 \times 4-5 \mu$;

Fusarium von *Nectria ditissima* Tulasne:

Konidien mit 5—7 Scheidewänden, $60-70 \times 5-7 \mu$;

Fusarium pallens (Nees):

Konidien mit 3—5 Scheidewänden, $50 \times 4\frac{1}{2}-5 \mu$;

Fusarium album Sacc.:

Konidien mit 3—5 Scheidewänden, $50-65 \times 6-8 \mu$.

Vergleicht man die Größen mit denen der Grenzen entsprechend septierter Konidien unseres *F. Willkommii*, so erhält man keine wesentlichen Abweichungen gegen diese aufgeführten Fusarien-Ausmaße.

Es sind nun aber nicht etwa alle Stämme mit Keulenkondien so wenig abweichend, daß eine Unterscheidung schwierig oder unmöglich ist. Bereits Frau van Hall de Jonge (1909, S. 12) hat auf Kakao Peritheecien einer *Nectria* gefunden, aus deren Ascosporen sich ein sehr breites *Fusarium* mit 6, selten 4, 5, 7, 8 Scheidewänden und $76-100 \times 8-12 \mu$ Größe hat züchten lassen.

Im allgemeinen aber reichen die bisherigen Diagnosen nicht aus, um die vergleichenden Untersuchungen der *Fusarien* mit Keulenkondien, ohne sie neu zu isolieren und zu züchten, zu Ende zu führen.

Die Diagnose unseres Apfelgehäuse-*Fusariums* ist folgende:

***Fusarium Willkommii* Lindau.**

cfr. Lindau in Rabenh. Krypt. Fl. IX, 551 (1909).

syn.? *Fusarium pallens* pr. p. Nees in Nov. Act. Ac. Caes. Leop. Car. IX, 237 (1818).

Tab. V. Fig. 7.

F. bacilligerum Berk. et Broome in Ann. Mag. Nat. Hist. 2. ser. VII, 178 (1851).

Kondien nicht lagerartig (zerstreut, in falschen Köpfchen, in Ballen) oder lagerartig (Sporodochien). Normale reife Kondien drehrund, spindelförmig, schwach keulig bis zylindrisch, schwach gekrümmt, nach der Basis zu gestreckter als nach dem Scheitel zu, wo der Querschnitt kaum merklich zunimmt; beidendig abgerundet, ohne besondere Gestaltung der Basis; optimal mit 5 Querwänden durchschnittlich $54-62 \times 5-6 \mu$ (Grenzen $44-81 \times 4\frac{1}{2}-6\frac{3}{4} \mu$), seltener weniger, ausnahmsweise mehr (6 und 7) Querwände, Grenzwerte: Längen bis 81μ ; Breiten bis 8μ gemessen, aber selten und nur bei tonnenförmiger Aufquellung der Zellen infolge verzögerter Keimung, anormal; höchste Querwandzahl 8.

Farbe der Kondienmassen buttergelb; wenn pulverig trocken, heller bis mehlig weiß. Luftmycel langfädig und locker, weiß, reichlich oder spärlicher. Plectenchymatische Mycelien können als stecknadelkopfgroße oder blatternartige rotbraue, glatte Gebilde auftreten.

Konidienträger einfach oder verzweigt, Verzweigung meist unregelmäßig, bei freien und Sporodochien bildenden Trägern, hier und da aber paarweises Auftreten der Seitenäste, selten tritt noch ein dritter Ast hinzu. Sterile und fertile Hyphen von verschiedenster Dicke und Septierungsweite, meist $2\frac{1}{2}-3$, selten bis 4μ dick.

Chlamydo-sporen fehlen.

Vorkommen: Im Kerngehäuse eines Apfels, an krebsigen Stellen von Apfelbäumen häufig, wahrscheinlich an der Rinde der verschiedensten Dicotyledonen (*Fagus*) und einiger Koniferen (*Pinus*).

XII. *Fusarium falcatum* n. n.

(Taf. II, 100—110; Taf. III, 9, Textabb. 10 A).

Die Konidien dieser Art und einer verwandten, *F. gibbosum* n. sp., deuten auf einen besonderen Formentypus hin, der durch den mit stärker auswärts gekrümmten parabolischen bis ausgesprochen hyperbolischen, dorsalen und sehr viel schwächeren, in der Mittelzone fast geraden oder gar ein wenig auswärts gewendeten ventralen Bogen des sichelförmigen Längsschnittes gekennzeichnet ist. Aus diesen sehr eigenartigen Krümmungsverhältnissen von Rücken- und Bauchbogen erklärt sich das Gesamtbild einer in der Mitte verhältnismäßig breiten, nach den Enden rasch schmaler werdenden Konidie mit meist sehr verlängerten spitzigen Endzellen.

Dies *Fusarium* stammt von Erbsenpflanzen, wo es häufig vorkommt, ist auf der Kartoffel dagegen nur einmal, nämlich an einer blattrollkranken Pflanze an der Fraßstelle eines Stengels, in dessen Gefäßen *Verticillium alboatrum* wucherte, und die auf einem Felde, das einem großen Erbsenfelde benachbart lag, wuchs, gefunden worden.

Von Erbse sind sorgfältiger beschrieben 2 *Fusarien*, die beide *Fusarium vas-infectum* var. *Pisi* genannt worden sind. Die beiden Arbeiten sind:

Van Hall, C. J. J. Die St.-Johanniskrankheit der Erbsen, verursacht von *Fusarium vasinfectum* Atk. — Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. XXI, S. 2—5, 1903. Tafel I.

Schikorra, G. Die St.-Johanniskrankheit der Erbsen. — Arbeiten aus der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, Bd. V, Heft 4, S. 157—173, Tafel VII.

Da die Unterscheidungsmethoden bei *Fusarien* bisher nicht genügend entwickelt waren infolge vorwiegender Benutzung von Nährböden, die die normale Ausbildung der Sporen hemmten, so ist es erklärlich, daß Schikorra den von ihm isolierten Pilz mit dem van Hall's verwechseln konnte, zumal er seinen Pilz aus welkekranken Erbsen isoliert hat und durch Impfung mit Reinkultur Welkeerscheinungen an Erbsen hervorgerufen hat, wie van Hall bei dem seinigen. Zudem ist van Hall's *Fusarium* nur kurz beschrieben, allerdings gut dargestellt bis auf die Konidienformen, die nicht normal sein dürften.

Daß die beiden fraglichen Pilze morphologisch zu trennen sind, ließ sich aber zweifellos nachweisen durch den Vergleich der Farbenbilder bei Mycel und Konidien, der Ausmaße der Konidien, die bei van Hall zwar fehlen, aber aus den Abbildungen annähernd zu errechnen waren, sowie aus Beschreibung und Abbildung der Form und Septierung der Konidien:

Der folgende Vergleich umfaßt die beiden genannten und unseren Erbsenpilz:

Bezeichnung des Pilzes	Farbenbild		Konidien			Chlamydosporen
	Mycel	Konidien	Gestalt	Sep- tierung	Größe	
F. vasinfektum pisi van Hall	karmin	?	kurz, stumpf	3 ¹⁾	(24-27 × 3 ¹ / ₄ —4 ¹ / ₄) μ	meist terminal, einzellig
F. vasinfektum pisi Schikorra	hellrosa mit Stich ins Gelb- liche	?	lang, zu- gespitzt	2-5	50-65 × 3-5 μ	meist intercalar, mehrzellig
F. falcatum n. n. mobis	Ocker	Ocker	„	5	35-65 × 3 ¹ / ₂ -6 μ	„

Danach ist van Hall's Pilz ein Karminbildner, während die beiden anderen ockerartige oder ähnliche matte Mycelfarben liefern. Die kleinen Farbabweichungen sind außer acht zu lassen, da sie von Feuchtigkeit und Ernährung etwas abhängen. Niemals aber treten auch nur annähernd ins Karmin spielende Töne bei diesen letzteren beiden Pilzstämmen auf. Diese beiden sind identisch, wie auch der tabellarische Vergleich der Sporenverhältnisse nahelegt. Die Abbildungen Schikorra's sind leider nicht nach normalen reifen, in Ruhe befindlichen, sondern nach keimenden (vgl. seine Fig. 4) Konidien entworfen; daher sind die Endzellen nicht so scharf zugespitzt, wie in unseren Abbildungen Tafel II, 100a und b. Jedoch spricht Sch. ausdrücklich (S. 163) von einer Sichelform „mit scharf zugespitzten Enden“. Da ferner auch die Chlamydosporen selten terminal, meist intercalar auftreten, genau wie bei unserem Fusarium, so ist ein Zweifel an der Identität beider Stämme so gut wie ausgeschlossen.

Van Hall's Fusarium besitzt im Gegensatz zu den Vergleichsstämmen meist terminal einzellige Chlamydosporen, die aussehen wie die von *F. solani*, während die Konidien einem gedrungenen Typus mit bauchiger Mitte ähneln (Textabb. 2, S).

Es war nun zur Klärung der Identitätsfrage wünschenswert, auch Originalkulturen des van Hall'schen Erbsenfusariums zu untersuchen. Dieselben wurden uns am 6. April 1910 durch die Güte des Fräulein Dr. Joh. Westerdijk, Direktrice des Phytopathologischen Laboratoriums Willie Commelin Scholten in Amsterdam, zur Verfügung gestellt. Das Fusarium hatte auf Würzgeleatine im Reagensglase eine mattrotviolette Farbe des Mycels. Die Konidien waren verquollen, klein und groß,

¹⁾ Van Hall beruft sich S. 3 in seiner Bemerkung „Als bald treten andere Konidien auf; diese sind gekrümmt und fünfzellig“ auf seine Fig. 5, die aber nur 4-zellige Konidien enthält, also Triseptaten, welche gewiß den normalen Typus darstellen sollen. 5-zellige Konidien sind in keiner der bisher bekannten Fusarienarten herrschend; daß sie es hier sind, ist daher unwahrscheinlich. Eher könnte man annehmen, van Hall habe „fünf-septiert“ gemeint, dann müßten seine Abbildungen Jugendstadien oder niedriger entwickelte Konidien darstellen, was aber auch nicht anzunehmen ist. Zwar sitzen die Konidien noch am Sterigma, was auf einen jüngeren Zustand schließen lassen könnte. Aber diese Darstellungsweise ist sehr beliebt, auch z. B. bei Martius und Harting, um den Entstehungsort der Konidie anzudeuten. Das ist deshalb fehlerhaft, weil die Mehrzahl der Konidien gewöhnlich erst nach ihrer Abschnürung Septen bilden. Im ganzen ist die Annahme wahrscheinlicher, daß van Hall es mit einer typischen Triseptate zu tun gehabt hat. Die Ausmaße sind oben in Klammern gesetzt, da sie errechnet sind nach den Figuren van Hall's, also von der Genauigkeit der Vergrößerungsangabe und der Darstellung abhängig sind.

selten 3-septiert. Auf Kartoffelknolle und Stengel wurde dieser Pilz binnen 2 Monaten in Normkultur gebracht und überraschte nun dadurch, daß seine Konidien herrschend 3-septiert und in Farbe, Form und Bau mit *F. solani* verwandt waren, von diesem aber im Farbenbilde des Mycels abwichen. Dies letztere entwickelte auf Knolle die olivgrünen, nachher olivbraun werdenden Farbstoffe, welche *F. theobromae* eigentümlich sind. Das Olivgrün wurde durch Säure rotbraun, so daß nun erklärlich ist, warum van Hall von roten Farbstoffen spricht. Jedenfalls liegt hier die Deutung in ähnlicher Weise wie für *F. theobromae*, *F. orthoceras* und *F. solani* usw., welche auf sauren und auf stark gezuckerten Substraten rötliche Mycelfarbstoffe hervorbrachten, die meist in dem Maße wieder blau wurden, als die Basischmachung des Substrats durch den Pilz fortschritt. Bei gezuckerten Substraten ist eventuell mit der Bildung einer organischen Säure zu rechnen zur Erklärung der Rotfärbung. Man sieht aber jedenfalls, daß es sich hier nicht um einen echten festen Karminfarbstoff handelt wie bei *F. rubiginosum*, *F. discolor*, *F. metachroum*, *F. subulatum*, sondern um denselben wandelbaren Farbstoff, der auf fast neutralen gekochten Knollen grün oder blau wird, je nach *Fusarium*-Art, der aber durch Säure nach einem verschiedenartigen Rot umschlägt. Die Konidien messen meist $38 \times 5\frac{1}{2} \mu$. Das vorläufige Studium des van Hall'schen Erbsenfusariums ergab also die Bestätigung, daß ein ganz anderer Organismus vorlag, als Schikorra und wir vor uns hatten. Ferner zeigte es, daß bei der Farbangabe „Rot“ in früheren Diagnosen nicht kritiklos auf einen festen unwandelbaren Farbstoff geschlossen werden darf, sondern erst die Bedingungen untersucht werden müssen, unter denen er auftritt, wobei besonderes Augenmerk zu richten ist auf seine Beständigkeit gegenüber Säuren und Alkalien. Die Konidien ähneln besonders denen des *Fusariums* der Textabb. 6 K. Der Pilz wird noch genauer verfolgt werden.

Es ist nach diesen Untersuchungen also folgender Standpunkt gerechtfertigt:

Van Hall's Erbsenfusarium verbleibt der von ihm gewählte Name: *F. vasinfectum* var. *pisi*.

Unser Erbsenfusarium mag dagegen wegen der typischen Sichelgestalt der Konidien als *F. falcatum* n. n. eingeführt werden, dem das Schikorra'sche Erbsenfusarium als Synonym zugeordnet werden muß.

Der Nachweis der Identität der letzteren beiden Stämme gründet sich nur auf Morphologie und Farbenbilder, nicht auf Impfversuche; er kann also nicht als eine direkte Bestätigung der Pathogenität des Pilzes für Erbse gelten.

Der Sicherheit halber aber soll eine vollständige Beschreibung unseres Erbsenstammes gegeben werden, damit diese Art *F. falcatum* zu Recht besteht, auch wenn Zweifel an der Identität unseres und des Schikorra'schen Pilzes auftauchen sollten, gegründet auf einen etwaigen seinen Ergebnissen widersprechenden Ausfall von Impfversuchen, die mit unserem Pilze später etwa an Erbse vorgenommen werden würden.

Widersprechende Ergebnisse bei Impfversuchen an Erbsen werden erst dann seltener werden können, wenn die *Fusarien* dieser Kulturpflanze besser auseinander-

gehalten werden. Daß dies durchaus möglich ist, scheint zweifellos. Bereits sicher an Erbse gefunden wurden bis jetzt 3 Arten:

F. subulatum (die mit einer *Melanospora* zusammen aus den Centralzylinder einer Erbsenpflanze des Versuchsfeldes der hiesigen Anstalt isoliert worden ist, vgl. bei *F. subulatum*),

F. vasinfectum var. *psi* van Hall¹⁾,

F. falcatum.

Wahrscheinlich sind aber auch auf dieser Wirtspflanze mehr Arten heimisch, wie es aus dem Beispiel von Kartoffel vermutet werden darf.

Fusarium falcatum wächst vegetativ bereitwillig auf allen überhaupt versuchten Nährböden und gekochten Vegetabilien. Es fruktifiziert, wenn Konidien zur Aussaat gelangen, ungemein reich und schnell, wenn es günstige Bedingungen findet. Solche sind auf gekochten Stengelstücken von Kartoffel, Erbse, großer Bohne, Lupine usw. gegeben. Wenn dagegen Mycel als Ausgangsmaterial benutzt wird, so entsteht, besonders auf Knollestücken, Agar, flüssigen Medien, eine dichte üppige Mycelwatte, die die Oberfläche des Substrats bezieht, zuerst weiß ist, dann ganz matt hellgelb ockerfarbig werden kann. Die Unterseite des Thallus ist dunkelgelb ockerfarbig, eine Farbe, die Saccardo in seiner Chromotaxis als Isabellenfarbe kennzeichnet. Zur Erlangung einer Reinkultur wurde, da Sporen auf der Wirtspflanze seltener zu finden sind, bei den Erbsenstämmen immer von Mycel ausgegangen, das im Zentralzylinder am Fuße der Erbsenpflanze wucherte. Das Mycel wurde aus mikroskopischen Schnitten, die mit aller Sorgfalt auf gekochte Knollestücke der Kartoffel übertragen worden waren, herauskultiviert, manchmal in Reinkultur, meist aber mit Bakterien vermischt, von denen es durch wiederholtes Überimpfen auf frisches Substrat befreit wurde. Seltener fand sich das Mycel von *F. falcatum* in Gesellschaft anderer Pilze. Das Mycel wuchs nun 4—6 Wochen fort, ehe es in 10—20% der Reagensglaskulturen hier und da vereinzelt Konidienballen hervorbrachte, die mit ihrer matten Isabellenfarbe wenig vom Thallus sich abhoben und gerade noch mit bloßem Auge sichtbar waren. Diese Konidien wurden nach ihrer Ausreife vereinzelt ausgesät und lieferten dann auf Knolle schon nach 3—4 Tagen eine schöne, dem Substrate in dünner isabellenfarbener Schicht nackt auflagernde Pionnotes, die sich bei feuchter Lagerung nur wenig von der Farbe des gekochten Kartoffelfleisches durch einen Stich ins Orange abhob. Diese überaus schnelle Entwicklung der Pionnoteschicht kommt wie bei *F. metachroum* zustande durch Konidiensprossung direkt aus den Zellen der Mutterkonidien, welche bei der Keimung besonders auf feuchteren Substraten stark aufquellen und deren Einzelzellen sich isolieren konnten (Tafel II, 105). Die Einzelzellen sah man oft wie gespickt mit (nicht selten 5—6 Stück) kurzen ovalen oder flaschenförmigen Sterigmen, an denen sich eine Konidie nach der anderen, jede

¹⁾ Es wurden Anfang Juli 1910 von kranken Erbsen des Versuchsfeldes der Kaiserlichen Biologischen Anstalt wiederum zwei *Fusarien* isoliert, deren eines ganz dem Originalstamm van Hall's aus Amsterdam zu entsprechen scheint, während das andere *F. subulatum* sein dürfte. Damit gewinnt die Frage, ob eine oder mehrere Arten dieselbe St. Johanniskrankheit der Erbsen hervorrufen, von neuem Bedeutung.

neue nach 1—2 Stunden oder längerer Zeit, bei höherer Temperatur schneller als bei niederer, abschnürte (Tafel II, 105). Das konnte im hängenden Tropfen mit Knollenscheibchen mikroskopisch verfolgt werden. Schikorra beschreibt den Vorgang auf Seite 167 und 168, erzielte aber in den von ihm richtig als Hungerkultur bezeichneten Tropfen mit Knop'scher Nährlösung nur ein- bis zweizellige Hungerformen. Die den keimenden Mutterzellen aufsitzenden Sterigmen können gelegentlich eine Weiterentwicklung erfahren, indem aus ihrem oberen Ende anstatt neuer Konidien mehrere neue Sterigmen hervorsprossen (Tafel II, 105 s). Sie haben also den morphologischen Wert eines reduzierten Trägerstandes, dessen höchste Entfaltung uns in den Sporodochien vor Augen tritt, deren Verzweigung nachher beschrieben werden wird.

Die Isabellenfarbe der Pionnotes ist mannigfachen Veränderungen unterworfen, teils aber nur scheinbaren, durch die Dicke der Schicht oder den Feuchtigkeitsgrad, teils durch die Reife bedingten. Trocken wirkt sie in pulveriger dünner Lagerung fast sahnefarbig hell, tiefer bei feuchter Lagerung. In dicker normal ausgereifter pulveriger Schicht kann sie lebhafter in rötlicher Ockerfarbe leuchten und hält sich in diesem Zustande wohl jahrelang, wobei die Konidien keimfähig bleiben. Dagegen tritt bei zu lange anhaltender Feuchtigkeit bei der Pionnotes des seiner Nährstoffe beraubten Substrates eine die Keimkraft offenbar schädigende Veränderung ein, die sich dem Auge durch eine oft sehr tiefe Bräunung zu erkennen gibt. Der intensivste Ton der Konidienmassen ist bei normaler harzartiger Eintrocknung zimtfarbig. Der Nährboden muß trockener gewählt werden als bei anderen, weniger empfindlichen Fusarien. Selbst Stengel, welches Substrat im allgemeinen normaleres Konidienmaterial liefert, dürfen nicht zu feucht sein, da diese Art ohnehin, ähnlich wie *F. metachroum*, die Neigung zeigt, leicht untergetaucht zu wachsen, z. B. auf Agar (Taf. III, 9) und besonders auf Kartoffelstengeln, die eine größere Saftmenge besitzen als z. B. große Bohne-Stengel. Daß selbst auf sehr schwach feuchten Erbsenstengeln, ja sogar Strohhalmen eine normale Ausbildung der Konidien der reichlich auf diesen erscheinenden, sandartig fein über die fast mycelfreie Oberfläche zerstreuten Sporodochien einsetzt, beweist, mit wie wenig Feuchtigkeit die Art sich begnügen kann. Auf den gekochten Stengeln saftreicher Pflanzen lagern sich die Konidien der Sporodochien als feuchter mattorange-farbiger, oft etwas nach Hellbraun neigender Schleim ab, der zusammenhängend einen Teil der Oberfläche bezieht, wenn die Sporenmassen vieler benachbarter Sporodochien zusammenfließen.

Überblicken wir das Farbenbild noch einmal kurz, so ist es im ganzen einheitlich. Die Ockerfarbe beherrscht das Mycel und die Konidienmengen. Im Luftmycel ist sie am schwächsten, im unteren plectenchymatischen Teile des Thallus am intensivsten. Abweichende Mischttöne treten durch Beeinflussung von Mycel- und Konidienfarbe nicht auf. Nur wird bei der Austrocknung das rötliche Element der Ockerfarbe bis zu Zimtbraun verstärkt unter Aufhellung bei pulveriger Eintrocknung der Konidienmassen, während eine starke Verblässung und Trübung bei anhaltender Feuchtigkeit einzutreten pflegt.

Chlamydosporen, die in reicher Fülle bei *F. falcatum* auftreten, heben sich in der Farbe nicht von den Konidien ab.

Mikroskopisch ist nun noch verschiedenes hervorzuheben, worauf Schikorra bei der Beschreibung seines Erbsenpilzes nicht eingegangen ist. Die Ergänzungen beziehen sich weniger auf das Mycel, von dem nur gesagt zu werden braucht, daß es ausgewachsen aus meist $3\frac{1}{2}$ — $4\ \mu$ (Grenzen 3 — $6\ \mu$) dicken, reichlich und unregelmäßig septierten und verzweigten Hyphen besteht. Die Sporenmorphologie und Biologie bilden den Kernpunkt der mikroskopischen Darstellung.

Beginnt man mit der Aussaat einer Anzahl reifer Konidien, so gestaltet sich der Verlauf der Entwicklung folgendermaßen: Bei Aussaat in ein feuchtes, aber nährstoffarmes Medium geht in der Regel mit der Keimung eine mehr oder weniger starke tonnenförmige Quellung der Konidienzellen Hand in Hand (Tafel II, 106a). Diese Quellung ist am stärksten bei verzögerter oder unterbrochener Keimung. Eine Verzögerung tritt z. B. ein, wenn nicht normale, ausgereifte Konidien zur Aussaat benutzt, oder wenn die Stoffkonzentration des Nährmediums eine wachstumshemmende ist, eine Unterbrechung, wenn die Feuchtigkeit, sagen wir die eines hängenden Tropfens zu schnell verdunstet. In beiden anormalen Fällen kann die Aufquellung der Konidienzellen so groß werden (Tafel II, 106b), daß man bei gleichzeitiger Verdichtung des Inhalts Chlamydosporen vor sich zu haben glaubt.

Daß sich in Konidien echte Chlamydosporen bilden können, beweist Tafel II, 102; die Konidienmetamorphose wurde namentlich in feucht gebliebenen, aber erschöpften Kulturen beobachtet. Mit diesen dürfen die Gebilde Tafel II, 106b also nicht verwechselt werden, sonst müßte jede Aufquellung, auch die beliebig oft hervorzurufenden anormalen Quellungen von Zellen im Verlaufe eines Zellfadens als Chlamydosporen gelten, eine Auffassung, die sich im Schrifttum auch hier und da vertreten findet, die aber nicht gerechtfertigt ist ohne den Nachweis ihrer Eigenschaft als Dauersporen. Diese Eigenschaft ergibt sich durch den Nachweis der Keimfähigkeit, welche die echten Chlamydosporen viele Monate nach ihrer normalen Ausreifung und Austrocknung noch besitzen.

In nährschwachen Medien vermögen die ausgesäten Konidien häufig zahlreiche Konidien zu bilden, entweder an mehr oder weniger langen Keimschläuchen, oder direkt an Sterigmen, die den Zellen der Mutterkonidie ringsum aufsitzen können (Tafel II, 105). Die neu entstehenden Konidien werden nun je nach der vorhandenen Menge günstiger Nährstoffe entweder klein und kümmerlich (Tafel II, 109) oder mittelgroß (Triseptate in Tafel II, 105) oder bei normaler Nährkraft des Substrats (z. B. Stengel-epidermis, eingeführt in einen hängenden Tropfen) normalgroß werden (Tafel II, 101). Schikorra hat auf seinen größtenteils der Fruktifikation ungünstigen Flüssigkeiten (Wasser, Knop's Nährlösung), Nährgaren und Nährgelatinen vorwiegend „Mikrokonidien“ erzielt, also ein- bis zweizellige Formen, deren Auftreten nach unserer Erfahrung bei den meisten Fusarien geradezu als ein Reagens auf eine ungünstige Ernährungsweise angesehen werden kann, dagegen von Schikorra als normale Eigenschaft gewürdigt worden ist mit den Worten (S. 168): „Bei der Verbreitung der St. Johanniskrankheit der Erbsen spielen zweifellos die Mikrokonidien die hervorragendste Rolle, darauf deutet ihre massenhafte Ausbildung hin und die Leichtigkeit, mit der sie keimen.“ Dieser Trugschluß war um so erklärlicher, als Schikorra auch (S. 164) an den geimpften

Erbsenpflanzen selbst eine große Neigung des *Fusarium* zur Bildung von Mikrokonidien und Chlamydosporen entdeckte. Chlamydosporen sind aber gewöhnlich die Zeugen des Vegetationsabschlusses eines Pilzes, so daß auch in diesem Falle die Vermutung nicht von der Hand zu weisen ist, daß die einzelligen und zweizelligen Formen Hungerformen sind, die durch einen irgendwie vorzeitig herbeigeführten Vegetationsabschluß des Pilzes hervorgerufen sein mögen. Ist diese Vermutung richtig, so wird die Identitätsfrage unseres und des Schikorra'schen Erbsenpilzes durch die abweichende Auffassung von der Bedeutung der niederen Konidientypen nicht weiter gefährdet.

Bisher war nur von einfachen Konidienträgern die Rede. Daß sie in großer Anzahl entstehen können, erwies sich aus Tafel II, 101, welche 16 Stück in unregelmäßiger Dichte an einer rankenartig verlängerten Traghypho darstellte, aus einer 4 tägigen Kultur auf Stengelepidermis im hängenden Tropfen eines Farbschälchens. Einige dieser noch jungen einfachen Träger verzweigten sich im weiteren Verlaufe. Als ein Übergangsstadium ist der eine (Tafel II, 101z) Träger zu bezeichnen, der sich bereits bedeutend verlängert hat, dreizellig ist und unter dem mittleren Septum das erste Seitenglied zu entwickeln beginnt. Während dieser Vorgänge schnürt die Terminalzelle eine Konidie nach der andern ab. Ist noch Nahrung genug zur Weiterentwicklung vorhanden, so bilden alle Konidienträger Konidien, einige erst, nachdem sie 2- oder 3-zellig geworden sind, andere im einzelligen Stadium. Aus letzteren sieht man an der Spitze 2, seltener 3 einzellige Seitenglieder hervorsprossen, oder ein Gliederpaar bildet mit dem in der Verlängerung aufgesetzten Gliede eine gedreite Anordnung. Bei den mehrzelligen Trägern wiederholt sich derselbe Vorgang etagenartig übereinander. Fast alle so gebildeten Seitenglieder werden Sterigmen, bleiben also einzellig und sind sofort zur Konidienentwicklung bereit. Diese mannigfachen Konidienträgersysteme sitzen schließlich oft dicht gedrängt und wenden sich häufig nach einer Seite, nämlich der stärker belichteten, so daß das Ganze einen mähenartigen Eindruck macht. Denkt man sich diese Traghypho einer solchen Konidienträgermähe gestaucht und beinahe auf einen Punkt konzentriert, so haben wir das Geäst eines Sporodochium vor uns (Tafel II, 110); bei diesem strahlen dann die Konidienträger nach allen freien Seiten zentrifugal aus und bilden, aus Spaltöffnungen der Epidermis bzw. Lenticellen oder Öffnungen der gesprengten Hülle hervorsprossend, ein etwa halbkugeliges System, das noch besonders zusammengehalten wird dadurch, daß das Sprossungszentrum sich plectenchymatisch verdickt (Tafel II, 110s zeigt den Beginn). Hier ist also das Stroma, wie bei *F. coeruleum* und *F. subulatum*, an der Basis der Sporodochien plectenchymatisch geworden. Wie die Entstehung des Stromas morphologisch zu deuten ist, scheint Tafel II, 107 klarzulegen. Hier sind eine Reihe knäueliger Verdickungen zu sehen, die in einer 8 tägigen Kultur auf Stengelepidermis im hängenden Tropfen massenhaft auftraten, teils an bisher vegetativen Hyphen, teils an bereits fruktifizierenden. Das sind offenbar Chlamydosporen. Sie traten auf, als das Substrat sich zu erschöpfen begann. An einem bisherigen Konidienträger (Tafel II, 107) mit büschelig angeordneten Seitenästen (a, b) begannen von oben nach unten fortschreitend Chlamydosporen an denselben Stellen zu entstehen, die bei günstigen Verhältnissen

wohl bald Konidien getragen haben würden. Außer an diesen Stellen, nämlich den terminalen, werden aber auch zahlreich intercalär kettige und knäuelige Verdickungen beobachtet. Auch diese sind hier als Chlamydosporen aufgefaßt, obgleich in derselben Weise die Entstehung eines Sporodochiumstromas zu denken ist, vorausgesetzt, daß die Traghyphae endophytisch gewachsen wäre. Ein strenger morphologischer Unterschied wäre danach bei *F. falcatum* zwischen Stroma und Knäuel-Chlamydosporen nicht zu machen.

Mit einigen Worten sei zum Schluß noch der Verzweigung derjenigen Konidienträger gedacht, die sich im Luftmycelthallus ausbilden. Diese können ebenso wie bei *F. subulatum*, baumartig ausgedehnt und weitästig oder strauchartig und gestaucht gedrungen sein. Die Wirtel sind aber nicht so hochgegliedert, paarige und gedreite Anordnungen wiegen vor (Tafel II, 108), auch scheinen die Sterigmen an den äußersten Auszweigungen der Träger oft dauernd unregelmäßig angeordnet. Immerhin ist festzuhalten, daß auch bei diesen nachher sehr unübersichtlich werdenden dichten Trägerbüscheln (Tafel II, 108) ein gewisses Ordnungsgesetz vorzuliegen pflegt. Am regelmäßigsten sind noch die mehretagigen Systeme aufgebaut, die ihre Sterigmen an den äußersten Auszweigungen trifoliat anzuordnen pflegen.

Von den Chlamydosporen ist das Wesentlichste bereits gesagt (Tafel II, 102, 107); eine Übersicht über ihre Gruppierung und Entstehungsweise gibt noch Tafel II, 103. Meist sind sie intercalär, seltener terminal. Terminal entstehen sie an den Haupthyphen oder gelegentlich an kurzen seitlichen Auswüchsen derselben. Ihre Oberfläche bleibt glatt, auch bei Austrocknung. Ihre meist rundlichen, seltener ovalen Einzelzellen haben eine Dicke von 6—14 μ .

Sehr wichtig ist aber der Bau und die Form der normalen Konidien, worüber man in Schikorra's mehr phytopathologischen Interessen gewidmeten Arbeit wenig erfährt.

Die normale Konidie hat 5 stark lichtbrechende, $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ μ dicke Querwände vom Aussehen einer kaum merklich bikonkaven Linse. Meist sind alle reifen Konidien 5-septiert, und zwar auf allen Arten von Substraten, die eine Sporodochienbildung gestatten, besonders aber auf Stengeln. Krüppelige Formen finden sich nur in Hungerkulturen; vereinzelt auch unter Pionnotes-Konidien (Knollekultur), obgleich selbst bei dieser Massenproduktion die Quinqueseptate eine Zeitlang herrscht, bis gegen Ende der Wachstumsperiode häufig eine Anzahl Konidien im 3- und 4-septierten Stadium verharren. Diese Formen sind auf den ersten Blick als Hungerformen zu erkennen und haben selten die charakteristischen Merkmale der Art bewahrt.

Die Merkmale der Normalkonidie treten natürlich erst bei genügender Ausreife deutlich hervor, weniger bei den jungen eben erst abgeschnürten (Tafel II, 101). Die Querwände sind gleichmäßig verteilt in dem Konidienstück zwischen der ersten und letzten Querwand. Die Endzellen sind viel länger als die mittleren und stark verschmälert, allmählicher die Basalzelle, dagegen plötzlicher die Scheitelzelle, die außerdem auch oft etwas stärker umgebogen ist, als es bei der typischen dorsalen Krümmung zu erwarten wäre (Tafel II, 100 b, Textabb. 10 A, 5). Diese dorsale Krümmung ist, wie eingangs angedeutet, parabolisch. Der Pol der Parabel liegt im zweiten Drittel der

Rückenlinie, von der Basis gerechnet (Textabb. 10 A, 3), selten liegt er in der Mitte der Kurve (Textabb. 10 A, 4, 5). In letzterem Falle erscheint der Krümmungsradius der Parabel viel größer, so daß die Eigenschaften dieser Kurve weniger deutlich hervortreten, die dann sogar mit einer ellipsoidischen häufig verglichen werden kann (Textabb. 10 A, 5, 7). Ist der Krümmungsradius des Pols dagegen klein, der der Kurvenäste gegen Scheitel und Basis zu außergewöhnlich groß, so kommt das Bild einer Hyperbel zustande, die indes bei *F. falcatum* im Gegensatz zu *F. gibbosum* selten und weniger deutlich erkennbar ist (Textabb. 10 A, 2; B, 2, 5, Tafel II, 100 c). Die Krümmung der Bauchlinie des Längsschnitts ist bedeutend schwächer als die der Rückenlinie, sie verläuft einwärts, ist im mittleren Teile fast unmerklich (Textabb. 10 A), nimmt auch nach der Basis nicht stark, dagegen nach dem Scheitel hin stärker zu; bei der Scheitelzelle oder der nächst tieferen ist die stärkste Krümmung, ohne daß hier der Charakter der Kurve deutlich hervorträte, trotzdem bei scharf umgebogenen Konidienscheiteln eine Art Pol zustande kommt (Textabb. 10 A, 3, 5; B, 3). In einzelnen Fällen kann die ventrale Krümmung sogar ein wenig auswärts gerichtet sein (Textabb. 10 A 6, Tafel II, 100a 3, 9, 10). Bei Rückenlage der Konidie sind selbstverständlich beide Flankenkrümmungen auswärts gerichtet. Bei Deckglaspräparaten ist die normale Seitenlage die gewöhnliche, während im hängenden Tropfen die Spore im Gleichgewicht ist, wenn Basis- und Scheitelspitze nach oben, die Rückenfläche nach unten gewendet ist.

Die basale Konidienzelle ist von allen bisher untersuchten *F.*-Arten bei *F. falcatum* am ausgesprochensten fußartig ausgebildet. Die Richtung des ziemlich langen, geraden oder etwas abwärts gekrümmten Fußes zu der der Endzelle ist stumpfwinklig, etwa so wie der Fuß eines Menschen im Augenblicke des Vorwärtsschreitens (Tafel II, 100, 104, Textabb. 10, A, B).

Der Längsschnitt der Konidie ist also recht eigentümlich, jedoch innerhalb der Art trotz der mannigfachen kleinen Schwankungen einheitlich. Die Querschnittsänderung verläuft von der Mitte aus nach der Seite nur insofern etwas verschieden bei den einzelnen Konidien, als die Pole der Rücken- und Bauchlinie zwischen dem zweiten und letzten Drittel der Kurve hin und her schwanken. Der mittlere Teil ist aber stets sehr breit im Verhältnis zu den stark verschmälerten Enden. Die Breite wird durch die ziemlich starke parabolische Auswärtskrümmung der Rückenlinie gegenüber der viel flacheren, einwärts gekrümmten, manchmal fast geraden, sogar gelegentlich ein wenig auswärts gewendeten Bauchlinie hervorgerufen. Die größte Breite liegt im 2. Drittel; jedoch gewöhnlich nicht genau in der Mitte, sondern mehr nach dem Scheitel zu. Dem schnellen Querschnittsabfall nach den Seiten zu entspricht der große Breitenunterschied der Querwände, welche in ihren Zonen stets so liegen, daß sie gleichsam den kürzesten Abstand zwischen Rücken- und Bauchlinie ausdrücken. Sie sind daher durchaus nicht parallel gerichtet, wie bei verschiedenen anderen Arten, sondern die letzte und erste Querwand bilden einen Winkel von 30° und mehr. Die Querwände treten im Trockenstadium ringartig vor (Tafel II, 100 b) im Gegensatz zur Keimung, wo sie die Einschnürungen der Konidie bezeichnen (Tafel II, 106 a).

Die durchschnittlichen Ausmaße der normalen Konidie entnehme man folgender Übersicht:

Kultur		Quinqueseptaten	Sexseptaten	Bemerkungen
Substrat	Alter			
Kartoffelstengel	20 Tage	$47 \times 4\frac{1}{2} \mu$ (100%)	—	
„	42 „	49×5 „ „	—	trockene Kultur
„	42 „	$54 \times 5\frac{1}{2}$ „ „	—	feuchtere „
„	120 „	$36 \times 4\frac{3}{4}$ „ „	—	Stengel mit (2%) Soda- wasser getränkt
„	40 „	46×4 „	$47 \times 4 \mu$ (1%)	
Strohhalme	150 „	$43 \times 4\frac{3}{4}$ „	$51 \times 4\frac{3}{4} \mu$ (2-3%)	
Erbsenstengel	300 „	$45 \times 4\frac{1}{2}$ „	—	

Die Konidien haben also 5 Querwände und messen durchschnittlich $36-54 \times 4-5\frac{1}{4} \mu$ (Grenzen $35-65 \times 3\frac{1}{2}-6 \mu$). Sehr vereinzelt finden sich kleine krüppelige Konidien mit weniger Querwänden, sowie Riesenkonidien mit 7 (Tafel II, 100, die 7. Konidie), 8 (Textabb. 10 A, 7), sogar bis zu 10 (Tafel II, 100 c) und 12 Querwänden (bei Keimung); die Längen steigen an bis 83μ , die Breiten bis $7\frac{1}{2} \mu$ in verzögerter Keimung.

Die Diagnose lautet:

Fusarium falcatum n. n.

Syn. *Fusarium vasinfectum* var. *pisi* Schikorra in Arb. kais. biol. Anstalt f. Land- und Forstwirtschaft. V. 4, S. 157 (1906), Tab. VII, **non** *F. vasinfectum* var. *pisi* van Hall in Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXI, 4 (1903) Tab. I.

? *Fusarium acuminatum* Ell. et Everh. in Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia S. 441 (1895).

Konidien nicht lagerartig (zerstreut, in falschen Köpfchen, in Ballen) oder lagerartig (Coremien, Sporodochien, Pionnotes).

Normale reife Konidien drehrund spindelförmig, sichelförmig gekrümmt, die mittleren Zellen sehr dick im Vergleich zu den viel längeren Endzellen, die besonders am Scheitel stark verjüngt sind, der in eine meist etwas mehr gebogene sehr dünne Spitze ausläuft, während die weniger spitze Basis ausgesprochen fußartig zu enden pflegt. Die Rückenlinie, parabolisch bis hyperbolisch auswärts, die Bauchlinie dagegen flach einwärts gebogen, nur bei den häufigen etwas bauchigen Konidien im mittleren Kurventeile sehr wenig auswärts gebogen.

Mit 5 dünnen, aber stark lichtbrechenden, im Trockenstadium ringartig vortretenden Scheidewänden von gleichem Abstände; durchschnittlich $36-54 \times 4-5\frac{1}{4} \mu$ (Grenzen $35-65 \times 3\frac{1}{2}-6 \mu$), sehr selten mit weniger (darunter 3 am häufigsten, z. B. bei Pionnotes) Scheidewänden. Grenzwerte: $83 \times 5\frac{1}{2} \mu$ mit 10 Scheidewänden, längste Konidie; höchste Wandzahl 12. Dicke anormal bis $7\frac{1}{2} \mu$ bei Tonnenzellen in verzögerter Keimung.

Normale Farbe der Konidienmassen ocker; in der Jugend blasser, oft sogar in dünner Schicht fast weißlich, bei pulverig trockener Lagerung aufhellend, bei dauernd

feuchter Lagerung schließlich stark abdunkelnd; auch im Alter bei pulveriger Eintrocknung heller als bei harziger (gelbbraun, etwa zimtfarbig oder von rötlichem Ocker). Bei Lichtmangel wird die Farbe nie sehr lebhaft, sondern bleibt fahl: gelbocker bis hellbraun. Konidienträger einfach oder verzweigt. Verzweigung baumartig ausgedehnt oder buschartig gestaucht gedrunen. Seitenäste in 2—3-, ausnahmsweise mehrgliedrigen, selten mehretagig übereinander stehenden Wirteln angeordnet, die Sterigmen an den letzten Auszweigungen zu zweien oder trifoliat, selten zu mehreren gehäuft. Sterile und fertile Hyphen unregelmäßig septiert, ausgewachsen 3—6 μ , meist $3\frac{1}{2}$ —4 μ dick, als Rasen weiß mit Stich nach Ocker; als Plectenchym von der Farbe der Konidienmassen oder schwächer; niemals karmin. Mycel wie bei *F. metachroum* leichter eingetaucht als in der Luft wachsend. Chlamydo-sporen, 6—14 μ dick, entstehen an alten Konidienträgern und allen anderen Hyphenarten, gelegentlich durch Umwandlung von Konidienzellen; terminal viel seltener als intercalär, seltener 1-zellig rundlich oder oval, meist mehrzellig in Ketten oder Knäueln; von glatter Oberfläche.

Vorkommen: Auf Erbse (nach Schikorra eine Welkekrankheit hervorrufend) häufig, ausnahmsweise an der Kartoffel (an einem Stengel einer kräftigen, aber blattrollkranken Kartoffelpflanze, wo der Pilz von einer Fraßstelle aus einige Centimeter tief eingedrungen war).

XIII. *Fusarium gibbosum* n. sp.

(Textabb. 10. C—D.)

Diese auf Kartoffel zweimal, einmal an der Knolle, das andere Mal in den Stengelgefäßen nachgewiesene seltene Art gewinnt durch ihre Verwandtschaft mit *F. falcatum* ein besonderes Interesse.

Da die Hauptunterschiede in Bau und Form der Konidien zu suchen sind, außerdem nur noch geringe Abweichungen im Farbenbilde bestehen, so soll unter Hinweis auf die ausführliche Darstellung des Entwicklungsganges von *F. falcatum* nur kurz auf die Abweichungen im allgemeinen eingegangen werden, während aus den beiden Diagnosen das Gesamtvergleichsbild hervorgeht.

Das Farbenbild ist lebhafter und beständiger als bei *F. falcatum*: Auf gekochter Knolle entsteht sehr schnell ein erst farbloses, dann unten matt lachsrotes schwach nach gelb gehendes, später plectenchymatisches Mycel, auf dessen lockerer flaumiger oberer Luftmyceldecke eine reichlich hervorquellende und deren Zerfließen gelegentlich einen zusammenhängenden Mantel bildende Pionnotes erscheint. Dieselben Farben haben Mycel und Sporodochien, Wuchsformen, die auf allen Arten von gekochten Stengeln zum Vorschein kommen. Diese Substrate bedecken sich aber nur mit einem niedrigen weißen Luftmycelflaum, der aus der Hülle hervorsproßt; in ihm liegen die die Hülle durchdringenden halbkugeligen, bis senfkorngroßen¹⁾ Sporodochien

¹⁾ Die Größe der Sporodochien ist natürlich auch hier abhängig von der Größe der Öffnungen, die sie sich durch die Substrathülle gebohrt haben oder die ihnen zur Verfügung stehen (Lenticellen,

zahlreich, aber einzeln stehend eingebettet. Mycel und Konidien halten sich in ihrem Zustande dauernd. Eine Durchfeuchtung des Mycels und, damit im Zusammenhang ein Zerfließen der Sporodochien findet daher nicht statt.

Die Farbe aller Arten von Konidienmassen normal ocker mit einem helllachs-farbigem Einschlag hellt bei pulveriger Eintrocknung stark auf; bei harziger wird sie rötlichbraun (zimtbraun). Eine Trübung nach Graubraun oder ein Fahlwerden wie bei *F. falcatum* bei anhaltender Feuchtigkeit tritt weder bei Mycel- noch bei Konidien-farben ein. Die Farbe bleibt stets auch bei harziger Eintrocknung röter als rostbraun, erhebt sich allerdings umgekehrt auch nie zu der Reinheit und Leuchtkraft von Orange-gelb, dessen Töne mehr nach Gelb liegen, während die von *F. gibbosum* mehr Rot haben, ohne ganz die Höhe des Rotes in der Lachsfarbe zu erreichen.

Die Stromata der Sporodochien sind wie bei *F. falcatum* gebildet. Die Chlamydo-sporenverhältnisse scheinen dieselben.

Der Vergleich der Konidienträger bot keine für die Trennung der Arten *gibbosum* und *falcatum* wichtigen Verzweigungsverschiedenheiten. Wie Textabb. 10 F beweist, sind auch bei *gibbosum* vorherrschend trifoliate Anordnungen der Sterigmen, paarige oder gedreite Verästelungen der Traghyphen, dazwischen je nach Ernährungsbedingungen auch unregelmäßige Anordnungen. Die Konidienträger gleichen denen von *F. solani* und *F. Martii*, was besonders ein Vergleich mit Textabb. 5 D veranschaulicht.

Die Konidien sind aber höher entwickelt. Sie haben normal 5—7 Scheidewände und eine hyperbolische Rückenlinie im Längsschnitt. Der Pol der Hyperbel hat einen verhältnismäßig kleinen Krümmungsradius; die Krümmung ist hier also sehr stark im Verhältnis zu den lang gestreckten geraderen Ästen. Die Hyperbel ist meist eine so ausgesprochene, daß man sie annähernd analytisch durch eine Formel gesetzmäßig ausdrücken kann. Beispielsweise kann bei der 10. Konidie (Textabb. 10 C), einer 1000 fach vergrößerten Septemseptate, die Rückenlinie nach der auf ein recht-winkliges Axensystem bezogenen Hyperbel $2x^2 - y^2 = 5,5$ genau konstruiert werden, wenn die Einheit 1 cm angenommen wird. Die Axe dieser Hyperbel liegt in dem 5. vom Ansatzende gerechneten Septum, also dort, wo der Pol der Kurve liegt. Die Bauchkurve hat ihren Pol dagegen mehr scheidelwärts, in diesem Falle im Verlaufe der Scheitelzelle; sie stellt also im wesentlichen nur einen Hyperbelast dar; deshalb er-scheint sie viel flacher als die Rückenkurve. Oft läßt sich die Bauchkurve aus der Hyperbel der Rückenkurve konstruieren. Dann ist also die ventrale Hyperbel gleich der dorsalen Hyperbel mit verschobenem Axenkreuz.

Die dorsale Hyperbel einer Quinqueseptate wurde nach der Formel $2x^2 - y^2 = 2$ dargestellt. Hier ist also nur die Konstante verändert. Alle Konidien passen natürlich nicht in diese beiden Formeln, sondern nur die normalen.

Aber die Abweichungen vom Formelschema sind nicht groß und lassen sich durch geringe Änderungen der Konstanten ausdrücken. Die Lage des Poles der dorsalen Hyperbel schwankt nur in wenigen Fällen so stark, daß er, wie bei der

Spaltöffnungen), auch hängt sie von der verfügbaren Nahrungsmenge ab. Dennoch sind im ganzen die Sporodochien bei *F. gibbosum* größer als bei *F. falcatum*, ein Unterschied, der aber keine syste-matische Bedeutung hat und nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden soll.

13. Konidie (Textabb. 10 C), dem Ansatzende näher liegt als dem freien Ende der Konidie. In der Regel liegt er dem letzteren näher (8. und 12. Konidie) oder in der Mitte. Die Polzone ist gleichzeitig auch die des Breitenmaximums der Konidie.

Berechnet man zum Vergleich die Formeln der Kurven bei *F. falcatum*, so ergeben sich hier Formen wie $x^2 - y^2 = K$, wo K verschiedene Werte um 25 herum annehmen kann. Das sind gleichseitige Hyperbeln, da die Faktoren von x^2 und y^2 einander gleich sind, was bei den Formeln bei *F. gibbosum* nicht der Fall ist.

In allen Fällen ist nur eine Übereinstimmung mit der berechneten Hyperbel bis zum Fußzellenseptum zu erwarten, da die Fußzelle ihre besondere Form hat und die Rückenlinie hier sogar die Neigung zu einer schwachen Umwendung haben

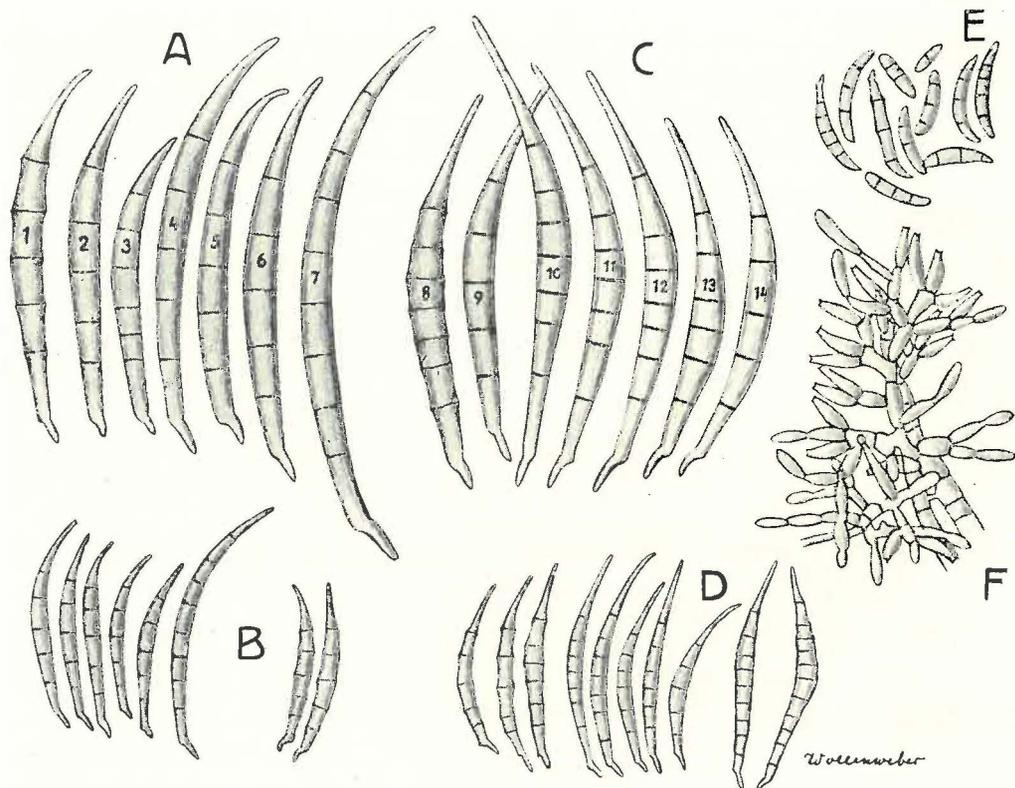


Abb. 10. A und B *Fusarium falcatum*, C bis F *Fusarium gibbosum*.

- A, B. Konidien einer 20 Tage alten Kultur auf gekochtem Kartoffelstengel; A 1—6 normal, 1 im Trockenstadium, 7 eine Riesenkonidie mit 8 Scheidewänden (1000); B die 5 ersten Konidien normal, die folgende ist A 7 bei schwächerer Vergrößerung; die letzten beiden normale Konidien im Trockenstadium mit ringförmig vortretenden Scheidewänden (500).
- C, D. Konidien einer 20 Tage alten Kultur auf gekochtem Kartoffelstengel; C alle normal (1000), die erste (8) im Trockenstadium; D normal bis auf die beiden letzten, die ausnahmsweise hochseptiert sind, die letzte zeigt die hyperbolische Rückenlinie am deutlichsten, die ersten 3 und letzten 2 Konidien im Trockenstadium (500).
- E. Ausgesucht anormale Konidien einer 55 Tage alten Pionnotes auf Knollestücken. Die Quinque-septate hat die Merkmale der Art verhältnismäßig am besten bewahrt (500).
- F. Konidienträger aus Kultur wie E., oberflächlich auf der Pionnotes hinkriechend. Die Verzweigung ist paarig oder verstreut, die Sterigmen stehen meist gedreht (ähnlich wie bei *Fusarium solani*) (500).

kann. Auch die Bauchkurve kann am Fußende einen Wendepunkt haben (8., 9., 12. Konidie der Textabb. 10 C), wodurch ein schwache S-förmige Krümmungstendenz bemerkbar wird. Bei *F. falcatum* ist letztere häufig stärker ausgeprägt, was damit zusammenhängt, daß bei dieser Art der mittlere Teil der Bauchlinie fast gerade oder gar ein wenig auswärts gewendet sein kann (Textabb. 10 A, 2).

Fassen wir alle Betrachtungen über die Krümmungsverhältnisse zusammen, so ist augenscheinlich eine ziemlich weitgehende spezielle Gleichmäßigkeit der dorsalen und ventralen Krümmung nicht zu erkennen. Dieselbe kann bei beiden Arten durch Hyperbeln ausgedrückt werden, bei *F. gibbosum* durch ungleichseitige von der Formel $2x^2 - y^2 = K$, bei *F. falcatum* durch gleichseitige von der Formel $x^2 - y^2 = K$, wo K innerhalb gewisser Grenzen schwanken kann.

Die Scheidewände sind nicht gleich weit voneinander entfernt wie bei *F. falcatum*, sondern stehen dichter gedrängt am Pole der hyperbolischen Rückenlinie (Textabb. 10 C 10–12). Man könnte darin die zweckmäßige Einrichtung erblicken, einer stärkeren Durchbiegung oder gar Knickung der Konidie an dieser am meisten Druck- und Zugkräften ausgesetzten Stelle vorzubeugen. Dafür spricht die Tatsache, daß die Zusammendrängung der Septen nach der dorsalen Polzone um so auffallender ist, je stärker die hyperbolische Krümmung am Pole, also je kleiner der Krümmungsradius an dieser Stelle ist. Auch bei *F. gibbosum* ist auffallend, wie genau die Septen den kürzesten Abstand zwischen Rücken- und Bauchlinie innehalten. Das wird dem Auge in den Scheitelzonen deshalb so auffällig, weil die schnelle Änderung der Krümmung hier eine so abweichende Septenlage verlangt, daß selbst 2 benachbarte Septen nicht annähernd parallel laufen, sondern einen deutlich erkennbaren, sehr spitzen Winkel miteinander bilden (Textabb. 10 C 10–12). Die Endsepten haben einen bedeutend weiteren Zwischenraum. Die Scheitelzelle ist sehr langgestreckt und, kann bis 22μ Länge erreichen. Auch die basale Endzelle ist länger und schlanker, als es bei *F. falcatum* der Fall ist, besonders wenn man die Fußspitze mitrechnet, die oft eine Länge von 4μ erreicht.

Es gibt nun auch Konidien mit mehr oder weniger als 5–7 Scheidewänden. Wenn man aber auf die Prozentzahl ihres Vorkommens achtet und auf die Bedingungen, unter denen sie häufiger auftreten, so muß man sie entsprechend in den Hintergrund stellen, um den normalen Konidientypus aufzufinden. In der jungen Pionnotes einer 3 Tage alten Kultur auf Kartoffelstückchen fanden sich beispielsweise vorherrschend Triseptaten; die Mehrzahl war nicht im Sinne des Formentypus der Textabbildung 7 C normal gestaltet, auch oft gequollen und mit kaum zugespitzten oder gar abgerundeten Endzellen; einige wenige aber waren normal zugespitzt und besaßen die hyperbolische dorsale Krümmung.

Nach sechstägiger Kultur war das Verhältnis der Konseptaten gänzlich verändert: Quinqueseptaten waren herrschend, Sex- und Septemseptaten gleichfalls schon vertreten, während die Triseptaten allmählich prozentual zurücktraten. Das ganze Formenniveau war also in wenigen Tagen heraufgerückt. Später traten die Triseptaten nur noch vereinzelt auf oder verschwanden gänzlich zugunsten der 5- bis 7-septierten Formen. Da auch auf gekochten Stengeln aller Arten von Pflanzen

die letzteren Formen herrschten (Textabb. 7 C, D), so lag der Schluß nahe, diese als normal zu bezeichnen. Die Triseptaten und ihre Nachbarformen dagegen müssen bei *F. gibbosum* als anormal gelten, weil sie entweder nur in Hungerkulturen häufiger oder unter abnormen Bedingungen auftreten. In Textabb. 7 E sind einige krüppelige Konidien gezeichnet, die vereinzelt zwischen den Normalkonidien vorkamen (Gruppe D); es sind die bei Beginn der Kultur abnorm gebildeten Formen. Im oben erwähnten Falle der 3tägigen Pionnotes ist die Bedingung deswegen vorübergehend abnorm, weil die feuchte Oberfläche des nährstoffreichen Knollestücks solange einen die Produktion der Konidien beschleunigenden, die normale Ausbildung aber hemmenden Reiz ausübt, bis ein Mycelmantel als Isolierschicht zwischen der nackten feuchten Substratfläche und der Pionnotes entstanden ist. Alle hernach auf diesem mit einem Luftmycelflaum bedeckten Mantel abgeschnürten Konidien haben normale Form und Septierung. Zum Unterschiede gegen *F. falcatum* ist noch zu bemerken, daß die Pionnotes bei *F. gibbosum* frei bleibt oder nur von wenigen isolierten Hyphen später durchdrungen wird, während sich bei der Vergleichsart oft ganze Rasen dichten weißen Mycels gleichsam parasitisch auf der alternden Pionnotes hier und da ausbreiten, wenn nur die noch vorhandene Feuchtigkeit ein Weiterwachstum gestattet.

Das Trockenstadium der Konidien ist wie bei *F. falcatum* durch ringförmiges Hervortreten der Septen charakterisiert (Textabb. 7 C, 8, D die ersten 3 und die letzten beiden Konidien). Die Septen treten ebenso deutlich hervor und haben dieselbe Breite.

Ebenso wie die niedriger als 5-septierten Konidien haben die höher als 7-septierten eine Ausnahmestellung. Sie finden sich äußerst selten, niemals erreicht ihre Zahl 1% der Gesamtzahl reifer Konidien, auch nicht bei günstigster Ernährungsweise. Ihr gelegentliches Vorkommen (Textabb. 7 D, die beiden letzten Konidien) deutet also nur an, daß die Eigenschaft zu einer phylogenetischen Weiterentwicklung der Sporen im Sinne einer höheren Septierung auch bei dieser Art im Keime vorhanden ist.

Die Fusarien sind gerade in phylogenetischer Hinsicht interessant, weil eine große Zahl der jetzt lebenden Arten offenbar verwandt sind und sich bei genauer Kenntnis zu einer ansteigenden, durch mannigfache Übergänge noch enger verketteten Entwicklungsreihe werden anordnen lassen. In diesem Sinne ist *F. gibbosum* vielleicht als nächst höhere Art an *F. falcatum* anzuschließen, wie *F. subulatum* als höhere Art an *F. metachroum*.

Einige Meßbelege:

Eine 22 Tage alte Kultur auf gekochtem Kartoffelstengel hatte gar keine 0- bis 4-septierten Konidien,

25%	5-septierte	Konidien,	Durchschnittsgröße	$50 \times 4\frac{1}{4} \mu$,
43	„ 6-	„	„	$56 \times 4\frac{1}{2} \dots$
32	„ 7-	„	„	$57 \times 4\frac{3}{4} \dots$

eine 55 Tage alte Knolle Pionnotes:

9%	3-septierte	Konidien,	Durchschnittsgröße	$25 \times 4\frac{1}{2} \mu$,
5 „	4- „	„	„	$29 \times 4\frac{1}{2} \mu$,
80 „	5- „	„	„	$38 \times 4\frac{3}{4} \mu$,
5 „	6- „	„	„	$45 \times 5 \mu$,
1 „	7- „	„	„	$45 \times 5\frac{1}{4} \mu$;

eine 110 Tage alte Kultur desselben Substrates mit harzig eingetrockneten rotbraunen Sporodochien:

gar keine 0- bis 4-septierte Konidien

73%	5-septierte	Konidien,	Durchschnittsgröße	$38 \times 4\frac{1}{4} \mu$,
22 „	6- „	„	„	$46 \times 4\frac{1}{4} \mu$,
5 „	7- „	„	„	$46 \times 4\frac{1}{4} \mu$,

Die Durchschnittsgröße der in Hungerkulturen oder unter abnormen Bedingungen auftretenden Triseptaten wurde einmal von einer 3 Tage alten feuchten Pionnotes $30 \times 4\frac{3}{4} \mu$ gemessen. Die Breite schwankte in den normalen Grenzen, während die Länge natürlich geringer ist, als die Durchschnittslänge der Normalkonidien.

Von den obigen Belegen hat der erste am meisten Wert zur Beurteilung der Septierungsverhältnisse, da bei 22 Tage alten Kulturen auf Stengel noch keine Alters- und Schwächeformen aufzutreten pflegen. *F. gibbosum* ist danach als Art mit 5- bis 7-septierten Konidien aufgefaßt worden.

Seine Diagnose ist:

***Fusarium gibbosum* n. sp.**

Arten der Konidienverlagerung wie bei *Fusarium falcatum*, jedoch verfließen die Sporodochien hier nicht. Die üppig hervorquellende Pionnotes entsteht auf dem stark entwickelten unten häufig gelblich lachsfarbenen plectenchymatischen, oben lockeren flaumigen oder kurzfilzigen weißen Mycelpelz unbehüllter Substrate, nie dauernd nackt dem Substrate auflagernd wie bei *F. falcatum*, wo das Mycel mehr eingetaucht und spärlicher epibiotisch wächst. Konidienform im allgemeinen wie bei der Vergleichsart, die Scheitelzelle aber länger, gestreckter und spitzer, die Rückenlinie stärker hyperbolisch; die Scheidewände höher an Zahl und nicht gleichmäßig verteilt, sondern im mittleren Teile, besonders am Pole der Hyperbel, dichter gedrängt als an den Enden.

Mit 5—7 Scheidewänden durchschnittlich $38—57 \times 4\frac{1}{4}—5\frac{1}{4} \mu$ (Grenzen $22—63 \times 3\frac{1}{2}—6 \mu$), sehr selten mit wenigeren (darunter mit 3 am häufigsten z. B. bei Pionnotes) Scheidewänden. Grenzwerte vergl. *F. falcatum*. Farbe der Konidienmassen wie bei *F. falcatum*, doch ein etwas intensiveres Ocker mit helllachsfarbigem Einschlag, nie sehr verbleichend im Alter, sondern später hellockrig bei pulveriger, zimtbraun bei harziger Eintrocknung.

Konidienträger und Mycel wie bei *F. falcatum*, ohne Verbleichung und Altersbräunung. Chlamydosporen wie bei der Vergleichsart.

Vorkommen: Auf teilweise abgestorbenen Knollen und in Stengeln der Kartoffel, selten.

Zusammenfassung der wichtigsten allgemeinen Ergebnisse.

Es wurde der Beweis erbracht, daß eine bessere Unterscheidung der Fusarien, als sie bisher vorhanden war, durch Heranziehen bisher nicht oder nichtgenügend gewürdigter Merkmale möglich ist.

Es wurde eine Kulturmethode gefunden zur Anzucht normaler Konidien. Die Kriterien des Normalbegriffs bei Konidien wurden aus Form, Bau, Farbe, Inhaltsveränderungen, Jugend-, Reife-, Alterserscheinungen der Konidien gewonnen. Dabei ergab sich, daß gekochte Vegetabilien normale Erscheinungsformen der Fusarium-Pilze liefern können. Auf Stengelkulturen erschienen typische Sporodochien, falls die Art solche hervorbringen konnte, auf Knollenschnittflächen formlose Konidienansammlungen von verschiedener Ausdehnung je nach der Art. Die Konidienausbildung war am besten auf Stengeln, Ausnahmen kamen aber vor. An Fruchtformen fanden sich bei den meisten Arten nur Konidien und Chlamydo-sporen, letztere nicht unbedingt, erstere stets. ●

Schlauchformen wurden mit dieser Methode von *Gibberella saubinetii* und einer Kakao-*Nectria* aus *Fusarium* gezüchtet. Sie gediehen auf gekochten Stengeln verschiedener Pflanzen (Kartoffel, Große Bohne, Lupine usw.), auf denen übrigens auch die Perithezien von *Melanospora pampeana* und *Chaetomium*-Arten reichlich gezüchtet werden konnten.

Die Bezeichnungsweise der Fruktifikationsorgane ist vereinfacht insofern, als der Name „Mikrokonidien“ fallen gelassen ist, weil diese Kleinformen nicht einen besonderen selbständigen Konidientypus darstellen, sondern bei einer Art als Hungerformen unter den herrschenden septierten Konidien, bei einer anderen als Normaltyp unter den selteneren septierten Konidien vorkommen, aber in normalen Kulturen nicht getrennt nebeneinander bestehen.

Der Begriff „Sklerotium“ für Fusarien ist diskutierbar. Es besteht, im ganzen genommen, keine Notwendigkeit, irgend welche plectenchymatische Erscheinungsformen als besondere Dauerform anzusprechen, gleichgültig ob sie hier und da eigenartige Wucherungen darstellen von begrenzten und unbegrenzten Formen und unverändert bleiben, oder ob sie sich gelegentlich oder stets mit Konidien bedecken. In letzterem Falle lassen sie sich als „Stromata“ bezeichnen, in ersterem Falle ist es vielleicht meist vorsichtiger, nur von den „Plectenchymen“ zu sprechen, womit nur die Konsistenz des Gefüges ausgedrückt wird, ohne die Frage der Funktion zu berühren, die noch sehr der Aufklärung bedarf. Konidien und Chlamydo-sporen entstehen an einheitlichen Trägern, letztere meist erst, wenn die Bedingung zu ersterer nicht mehr günstig ist. Die Chlamydo-sporenbildung deutet auf den Vegetationsabschluß oder auf Ernährungsstörungen irgend welcher Art hin. Ausnahmen mögen bestehen.

Die Träger der Konidien sind bei einer Art einfach und unverzweigt, bei anderen Arten hoch entwickelt. Die Gliederung der Träger kann unregelmäßig zerstreut oder wirtelig sein. Die Gliederzahl der Wirtel ist bei einer Art hoch, bei

einer anderen niedrig. Die niedrige Zahl ist oft ein Entwicklungsstadium der höheren, da die Wirtel successive entstehen können. Die Wirtelung wiederholt sich oft mehrfach bei den Seitenästen, kann auch mehretagig übereinander auftreten. Manche Arten sind hierin beständiger, manche schwankender. Die gleichzeitige Stauchung der Trägerachse führt zu besonderen Gesamterscheinungen der Träger.

Die letzten Auszweigungen zusammengesetzter bzw. die Spitzen einfacher Träger tragen die Konidien und sind oft eigentümlich flaschenförmig gestaltet. Die Zahl dieser Sterigmen ist verschieden hoch bei den Arten. Sie stehen einzeln, zu mehreren wirtelig oder büschelig angeordnet.

Die Konidien entstehen zerstreut, in falschen Köpfchen, in kleinen formlosen Ballen oder ausgebreiteten Lagern (Pionnotes), ferner als begrenztere Schichten der tuberculariaartigen Sporodochien oder der Coremien. Alle diese Verlagerungen können bei einer einzigen Art vorkommen, werden bei anderen Arten aber nur teilweise gefunden, ohne daß es möglich ist, eine scharfe Grenze zu ziehen. Chlamydosporen entstehen mehr zerstreut, nicht in besonderen Lagerungen. Die Morphologie und Biologie der Fusarien brachte die Gewißheit, daß die Arten im wesentlichen nach Konidien- und Chlamydosporen-Merkmalen scharf begrenzt werden können.

Für die Unterscheidung der Arten sind für wichtig befunden:

Die allgemeine Form der mehr oder weniger polaren Konidien, besonders hinsichtlich der verschiedenen Ausgestaltung von Basis und Scheitel und der Krümmungsverhältnisse der mehr oder minder stark dorsiventralen Sporen. Die Art der Dorsiventralität wurde im optischen Längsschnitt studiert an der Krümmung bei Dorsale und Ventrale. Innen kam die Septierung hauptsächlich in Frage. Diese war bei einer Art konstant, bei einer anderen schwankte sie innerhalb verschiedener Septengrade. Arten mit konstanter Septierung gruppieren sich vorwiegend um folgende Zahlenreihe herrschender Septenzahlen: 0, 1, 3, 5, 7, 9.

Als sehr wichtig für die Erlangung einheitlicher Gesichtspunkte der Artgruppierung und Unterscheidung ist das Farbenbild der Fusarien erkannt worden, das sowohl vom Mycel als von den Konidien studiert worden ist. Mycelien färben sich oft ganz anders als Konidien bei einer Art, doch gibt es auch Arten mit einheitlichen Bildern von Mycel- und Konidienfarben. Die Zahl der Farben bei einer Art kann größer sein als bei einer anderen Art. Einige Farben sind fast unabhängig von der Wahl des Substrates, das aber am besten möglichst normal gewählt werden muß. Die Farben haben verschiedene Eigenschaften und dürften auch chemisch sehr verschieden sein. Einige Farben werden vom Lichte nicht beeinflusst, wenn nicht in der Intensität, andere werden beeinflusst und können von gelblichen oder bräunlichen Tönen im Lichte zu rosa- oder rötlich ocker- bis helllachsfarbigen Tönen übergehen. Licht und Temperatur beeinflussen innerhalb gewisser Grenzen nur die Intensität der Lebensvorgänge, nicht die Spezifität.

Chlamydosporen dienen der Unterscheidung weniger durch ihre Form als durch ihre Existenz und die Art ihres Auftretens. Es gibt Arten mit und solche

ohne Chlamydosporen, solche mit terminalen und solche ohne terminale Chlamydosporen, was für die Verwandtschaftsfrage wichtig zu sein scheint. Selten ist es notwendig, das Auftreten plectenchymatischer Stromata bei einer Art gegenüber dem Fehlen bei einer anderen Art für die Unterscheidung heranzuziehen.

Durch diese verschiedenen Merkmale ergaben sich systematische Gesichtspunkte, nach denen ein vorläufiger Schlüssel zu den Arten aufgestellt werden konnte unter möglichster Berücksichtigung natürlicher Merkmale.

Die Systematik der Arten veranlaßte eine wesentlich andere Fassung des Gattungsbegriffs *Fusarium*.

Bei der Durchsicht der Literatur ergab sich die Notwendigkeit, die Gattungen *Fusoma* Corda und *Pionnotes* Fries zu streichen, da sie sich nicht gegen *Fusarium* abgrenzen lassen.

Übersicht über die Arten des speziellen Teiles.

Von den kultivierten, untersuchten und dargestellten Arten sind schon teilweise bekannt

unter gleichem Namen:

eingehend von uns untersucht	{	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) nob.
		„ <i>coeruleum</i> (Lib.).
		„ <i>theobromae</i> App. et Strk.
		„ <i>Willkommii</i> Lind.
nur die Konidiengestalt be- rücksichtigt (Textabb. 2)	{	<i>Fusarium didymum</i> Hart.
		„ <i>aquaeductum</i> aut.

unter anderem Namen, der wegen unrichtiger Bestimmung nicht anerkannt werden kann:

eingehend von uns untersucht	{	<i>Fusarium orthoceras</i> n. n. (syn. <i>F. oxysporum</i> Smith et Swingle);
		„ <i>falcatum</i> n. n. (syn. <i>F. vasinfectum</i> var. <i>psi</i> Schikorra);
nur die Konidiengestalt be- rücksichtigt (Textabb. 1)	{	<i>Fusarium rostratum</i> n. n. (syn. <i>F. roseum</i> als Konidienform von <i>Gibberella saubinetii</i>);

unter anderem Namen als Art gefaßt, jetzt als Varietät aufgestellt:

Fusarium discolor var. *sulphureum* n. n. (syn. *F. sulphureum* Schlecht. sub species);

in Mischarten verwickelt, manchmal gleichzeitig unter mehreren Namen gehend, daher als neue Art aufgestellt:

{	<i>Fusarium Martii</i> n. sp. (syn. <i>F. solani</i> pr. p.);
	„ <i>rubiginosum</i> n. sp. (syn. <i>F. solani</i> Schacht pr. p.);
	„ <i>subulatum</i> n. sp. (syn. <i>F. roseum</i> var. <i>Lupini albi</i> Sacc, syn. <i>F. diffusum</i> Carm.);

nicht bestimmbar und daher als neue Art aufgestellt:

- { *Fusarium metachroum* n. sp.
- { „ *discolor* n. sp.
- { „ *gibbosum* n. sp.;

Untersuchung und Bestimmung nicht abgeschlossen, Konidien aber bereits dargestellt für das Studium der Typen der Konidienformen:

- { *F. spec.* (syn. *Spicaria colorans* (Frau van Hall de Jonge pr. p., Textabb. 2 P);
- { *F. spec.* (vielleicht *F. dimerum*, Textabb. 2 F);
- { *F. spec.* (vielleicht *F. polymorphum* Marchal, Textabb. 2 S).

Erwähnt, aber wegen mangelnder Fruktifikation nicht bestimmbar, ist ein Pilz mit zitronengelbem Mycel, der auf Kartoffelknollen häufig ist und daselbst Stärkekörner des lebenden Gewebes durchwuchert. In Kultur auf gekochter Knolle entwickelt er volantartig übereinander geschichtet septiertes Mycel.

Als Mischarten sind erkannt worden:

- { *Fusarium solani*;
- { „ *oxysporum*;
- { „ *roseum*;
- { „ *aquaeductum*;
- { „ *vasinfectum*;
- { „ *graminum*;
- { „ *heterosporum*.

Jedoch bedarf es noch umfangreicher Untersuchungen, um festzustellen, wieviele und welche Arten in den Mischarten vereinigt sind.

Als Synonyma sind sicher erkannt worden:

- Gattungen: { *Fusoma* Corda = *Fusarium* (Link);
- { *Pionnotes* Fries = „ „
- { *Fusisporium Solani* var. *flavum* Hart. = *Fusarium solani* (Mart.) nob.
- { *Fusarium commutatum* Sacc. = *Fusarium solani* (Mart.) nob.
- { *Fusisporium candidum* Bon. = *Fusarium solani* (Mart.) nob.
- { *Pionnotes solani tuberosi* Sacc. = *Fusarium solani* (Mart.) nob.
- { *Fusarium violaceum* Fuck. = *Fusarium coeruleum* (Lib.) nob.
- Arten: { *Fusarium roseum* Lk. var. *lupini albi* Sacc. = *Fusarium subulatum* nob.
- { *Fusarium roseum* Lk. pr. p. = *F. rostratum* n. n. (Konidienform von *Gibberella saubinetii*).
- { *Fusarium oxysporum* Smith et Swingle = *F. orthoceras* nob.
- { *Fusarium sulphureum* Schlecht. = *F. discolor* var. *sulphureum* nob.
- { *Fusarium bacilligerum* Berk. et Br. = *F. Willkommii* Lind.
- { *Fusarium vasinfectum* var. *psi* Schikorra = *F. falcatum* nob.

Hierbei sind nicht berücksichtigt die sogenannten Literaturarten, die ohne Untersuchung entstanden sind, sondern je nach Ansicht der Verfasser einzeln oder mit einem Anhang von Synonymen aufgeführt worden sind, da eine einigermaßen sichere Entscheidung nur nach Originalarbeiten möglich ist. Einige mehr oder weniger sichere Synonyme finden sich im übrigen noch im speziellen Teile behandelt.

Die untersuchten Arten stammen hauptsächlich von Kartoffel, doch fand sich *F. solani* auch auf Melone; *F. subulatum* scheint außer auf Solanaceen ebenso auf Chenopodiaceen, Gramineen, Leguminosen verbreitet; *F. metachroum* und *F. rostratum* wurden nur auf Weizenkörnern, *F. Willkommii* auf Apfel, *F. falcatum* vorwiegend auf Erbse, nur einmal zufällig an einem Kartoffelstengel, *F. theobromae* nur auf Kakao gefunden.

Die meisten Kartoffelfusarien stammen von der Knolle, *F. orthoceras* von den unterirdischen Teilen der Kartoffelpflanze überhaupt und aus dem Boden, *F. subulatum* und *F. gibbosum* von Knolle und Stengel, *F. discolor* nur von Stengel. Im Stengel werden die Gefäße bevorzugt.

Nachtrag (vgl. S. 50, Anm. 2).

Die charakteristischen Farben unserer Fusarien decken sich mit folgenden Zahlen in Klincksieck und Valette's „Code des Couleurs“:

Name	Charakteristische Farben		Mischfarben von Konidien- und Mycelfarben
	der Konidienmengen	der dichten Mycelpartien	
<i>Fusarium solani</i>	103 A, 128 C, D, 147	377—380; 402—405	
„ <i>Martii</i>	= <i>F. solani</i>	402—405	89, 130, 155, 408
„ <i>coeruleum</i>	= <i>F. solani</i> (Dunkelkultur) 116, 127, 132, 152 (Lichtkultur)	402—405; 478—480	153—155, 423—425
„ <i>theobromae</i>	= <i>F. solani</i>	154, 155, 308—310; 177, 202 (Jungkultur)	54, 84, 104, 109, 128, 157
„ <i>orthoceras</i>	128, C, D (Dunkelkultur), 116 (Lichtkultur)	= Konidienfarben; ferner spärlich 377 bis 380	
„ <i>Willkommii</i>	166, 171	28, 54, 84	
„ <i>metachroum</i>	126, 131, 111	577, 578	43
„ <i>subulatum</i>	126, 131, 111	577, 578	
„ <i>rubiginosum</i>	112, 132	577, 578	
„ <i>discolor</i>	131, 136	577, 578	
„ <i>discolor</i> var. <i>sulphureum</i>	131, 136	182, 236	
„ <i>falcatum</i>	112, 117, 137, 142	= Konidienfarben	
„ <i>gibbosum</i>	111, 116, 136	= Konidienfarben	
„ <i>rostratum</i>	= <i>F. rubiginosum</i>	= <i>F. rubiginosum</i>	
„ <i>vasinfectum pisi</i> van Hall	= <i>F. theobromae</i>	= <i>F. theobromae</i>	

Verzeichnis der wichtigsten benutzten Schriften.

1809. Link, H. F., Observationes in Ordines plantarum naturales. Dissertatio I. (Magaz. d. Ges. naturf. Freunde. Berlin. III. S. 3—42) Tab.
1816. — — Observationes in Ordines plantarum naturales. Diss. II. (Magaz. d. Ges. naturf. Freunde. Berlin. VII. S. 25—45).
1824. — — Species Hyphomycetum et Gymnomycetum (Linnaei Spec. Plant. ed. 4, cura Willdenow, VI, Berolini). Pars I, Hyphomycetes 1824, 162 S.
1825. — — Pars II, Gymnomycetes 1825, 128 S.
1818. Ehrenberg, Chr. G., Sylvae mycologicae berolinenses. Berolini. 32 S., 1 Tab.
1817. Nees von Eisenbeck, Chr. G., Das System der Pilze und Schwämme. Würzburg. XXXVIII et 329 S., 44 Tab. col.
1818. Nees von Eisenbeck, Chr. G. et Th. F., De plantis nonnullis e mycetoidearum regno tum nuper detectis, tum minus cognitis commentatio prior (Nov. Act. Acad. Caes. Leop. IX, S. 227—262). Tab.
1824. v. Schlechtendahl, Flora berolinensis. Pars secunda. Cryptogamia. Berlin. XIV u. 284 S.
1830. Desmazières, J. B. H. J., Iconographie de deux plantes cryptogames, Stilbum aeruginosum et Fusisporium Betae, à ajouter à la flore française (Ann. sc. nat. XIX, S. 434).
1845. — — Onzième notice sur quelques plantes cryptogames récemment découvertes en France etc. (Ann. sc. nat. 3. sér., III, S. 357).
1829. Corda, A. C. J., Pilze in J. Sturm, Deutschlands Flora. Nürnberg. Heft VII—IX, Taf. 17—64.
1837. — — Icones Fungorum hucusque cognitorum. Abbildungen der Pilze und Schwämme. Prag. I, 1837, 32 S., 7 Tab.
1838. — — II. 1838, 43 S., 8 Tab.
1839. — — III. 1839, 55 S., 9 Tab.
1840. — — IV. 1840, 53 S., 10 Tab.
1842. — — V. 1842, 92 S., 10 Tab.
1854. — — VI. 1854, XX u. 91 S., 20 Tab.; Iconum fungorum hucusque cognitorum tomus sextus quem auctore ipse ex itinere Texano per mare mexicanum reduce infelici sorte abrepto consultantibus literariis ejusdem reliquiis edidit Joan. Bapt. Zobel. Prag (Ehrlich).
1842. v. Martius, C. Fr. Ph., Die Kartoffelepidemie der letzten Jahre, oder die Stockfäule und Räude der Kartoffeln, geschildert und in ihren ursächlichen Verhältnissen erörtert. (München. Akad. d. Wissensch. 70 S.) 3 Tab. col.
1846. Harting, P., Recherches sur la nature et les causes de la maladie des Pommes de terre en 1845 (Nieuwe Verhandl. de eerste Klasse van het Kon. Nederl. Inst. van Wetensch., Letterkunde en Schoone Kunsten. Amsterdam. XII, S. 203—297). 3 Tab.
1849. Fries, E. M., Summa vegetabilium Scandinaviae Holmiae et Lipsiae (A. Bonnier). Sectio posterior, S. 259—572.
1851. Berkeley, J. M., and Broome, C. E., Notices of british fungi (Ann. and Mag. Nat. Hist. 2. sér. VII, S. 176).
1851. Bonorden, Handbuch der allgemeinen Mykologie als Anleitung zum Studium derselben nebst Beiträgen zur Vervollkommnung dieses Zweiges der Naturkunde. Stuttgart. XII u. 336 S., 12 Taf. col.
1856. Schacht, H., Bericht an das Königl. Landes-Ökonomie-Kollegium über die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten. Berlin. 29 S., 10 Tab.
1863. — — Über die Veränderungen durch Pilze in abgestorbenen Pflanzenzellen. (Pringsh. Jahrb., III, S. 442—483). Tab.

1861. de Bary, A., Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit, ihre Ursache und ihre Verhütung. Eine pflanzenphysiologische Untersuchung in allgemeinverständlicher Form dargestellt. Leipzig (A. Förster). 75 S., Tab.
1865. Karsten, H., Über die Pilze, welche die Trockenfäule der Kartoffeln begleiten. (Annal. d. Landwirtsch. XLVI, S. 182—188.)
1865. Tulasne, L. R. et Ch., — Selecta Fungorum Carpologia . . . Paris. Vol. III, XVI u. 221 S., 22 Tab.
1866. Willkomm, M., Die mikroskopischen Feinde des Waldes. Naturwiss. Beitrag z. Kenntn. d. Baum- und Holzkrankh. für Forstmänner und Botaniker. Dresden. 14 Tab.
1869. Fuckel, L., Symbolae mycologicae. Beiträge zur Kenntnis der rheinischen Pilze. (Jahrb. d. Nassauischen Ver. f. Naturk., XXIII u. XXIV, Wiesbaden 1869/70, 459 S.) 6 Tab.
1879. Reinke, J., und Berthold, G., Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze. (Untersuch. a. d. Bot. Lab. d. Univ. Göttingen, Heft I, Berlin, 100 S.) 9 Tab.
1880. Hartig, R., Der Krebspilz der Laubholzbäume *Nectria ditissima* Tul. (Unters. a. d. forstbot. Inst. zu München. I, S. 109). Tab.
- 1877—1882. Saccardo, P. A., *Michelia*. Commentarium mycologicum fungos in primis italicos illustrans. Patavii.
- 1877—1886. — — *Fungi italicici autographice delineati*. Patavii. 1500 Tab. col.
- 1882—1906. — — *Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum*. Patavii.
1884. Smith, W. G., Diseases of Field and Garden Crops chiefly such as are caused by Fungi. London. 343 S. (mit vielen Textabb.)
1891. Delacroix, *Espèces nouvelles des champignons inférieurs*. (Bull. Soc. Myc. France, VIII, S. 104—111.) Fig.
1891. Brefeld, O., Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie. Heft X. Ascomyceten II.
1891. Woronin, M., Über das Taumelgetreide in Süd-Ussurien. (Bot. Zeitg. II, S. 81—93).
1892. Matruchot, L., *Recherches sur le développement de quelques Mucédinées*. Paris. 111 S. 8 Tab.
1893. Masee, G., *British Fungus Flora*. London. 512 S. (mit vielen Textabb.)
1895. Zopf, W., Cohn's Haematochrom ein Sammelbegriff. (Biol. Zentralbl. XV, S. 417—427).
1896. Pizzigoni, A., *Cancrena secca ed umida della Patate*. (Nuovo Giorn. Bot. Ital. N. S., III, S. 50—53).
1897. Wehmer, C., Untersuchungen über Kartoffelkrankheiten. II. Ansteckungsversuche mit *Fusarium solani*. (Die Fusariumfäule.) 2 Tab.
1899. — — Die Fusariumfäule der Kartoffelknollen. (Zeitschr. f. Spiritusindustrie, XXI, No. 48.)
1898. Hallier, E., Die Pestkrankheiten der Kulturgewächse. Nach streng bakteriologischer Methode untersucht und in völliger Übereinstimmung mit R. Koch's Entdeckungen geschildert. Stuttgart (E. Nägele), 144 S., 7 Tab.
1898. Selby, A. D., Some diseases of wheat and oats. The smuts, rust and scab of wheat. Further experiments in the prevention of oat-smut (Ohio Experim. Stat. Bull. 97, S. 31—61). Fig.
1899. Smith, E. F., Wilt disease of Cotton, Watermelon and Cowpea (*Neocosmospora* n. gen.) (U. S. Dep. of Agric. Div. of Veget. physiol. and pathol. Bull. 17, Washington, 58 S.) 10 Tab.
1900. Mangin, L., Sur le parasitisme du *Fusarium roseum* et des espèces affines. (Compt. rend., CXXXI, S. 1244.)
1900. Lindau, G., Hyphomycetes in Engler und Prantl's „Die natürlichen Pflanzenfamilien. Teil I. Abt. 1**.
1902. Glück, H., Der Moschuspilz (*Nectria moschata*). (Engl. Jahrb., XXXI, S. 495—515). Tab.
1902. Rostrup, F. G. E., *Plantepatologi. Haandbog i Laeren om Plantesygdomme for Landbrugere, Havelbrugere og Skovbrugere*. Kjobenhavn. 640 S., 259 Fig.
1903. van Hall, C. J. J., Die Sankt-Johanniskrankheit der Erbsen, verursacht von *Fusarium vasinfectum* Atk. (Ber. Deutsch. Bot. Ges., XXI, S. 2—5). 1 Tab.
1903. Briosi, G., und Farneti, R., *Intorno ad un nuova tipo di licheni a tallo conidifero che vivono sulla vite finora ritenuti per fungh*. (Atti Ist. Bot. dell' Univ. di Pavia, 2. ser., VIII, S. 103—119). Tab.

1904. Milburn, Th., Über Änderungen der Farben bei Pilzen und Bakterien (Zentralbl. f. Bakt. u. Par., 2. Abt., XIII, S. 129—138, 257—276). Tab.
1904. Appel, O., und Strunk, H. F., Über einige in Kamerun auf Theobroma Cacao beobachtete Pilze (Zentralbl. f. Bakt. u. Par. usw., 2. Abt., XI, S. 551—557, 632—637). Fig.
1904. Smith, E. F., und Swingle, B., The dry rot of potato due to *Fusarium oxysporum* (U. S. Dep. Agric. Bur. of Plant Indust., Washington, Bull. 55, 64 S.). 8 Tab.
1906. Schikorra, G., Fusarium-Krankheiten der Leguminosen. In Appel, Beitr. zur Kenntnis der Fusarien und der von ihnen hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten. (Arb. d. Kais. Biol. Anstalt f. Land- und Forstwirtsch., V, S. 157—188). Tab., Fig. — Dissert. Berlin. 34 S. Fig.
1906. Hedgcock, G. G., Studies upon some chromogenic fungi which discolor wood. Theses for the degree of Doctor of Philosophy. Washington Univ., Saint Louis. 12 Tab.
- 1905—1908. Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten. III. Auflage. Herausgegeben in Gemeinschaft mit G. Lindau und L. Reh. Bd. II, 549 S. Berlin (Paul Parey). Fig.
1908. v. Tubeuf, K., Beitrag zur Kenntnis der Fusarien-Krankheiten unserer Kulturpflanzen, 25 S., 1 Tab., Fig. (Mitt. der K. Bayer. Moorkulturanstalt.)
1908. Pethybridge, G. H., Dry Rot of Potato Tuber. (The Economic Proceed. of the Dublin Society. Vol. I, part. 14., 12 S., 1 Tab.)
1908. Brick, C., Einige Krankheiten und Schädigungen tropischer Kulturpflanzen. (Jahresber. d. Vereinigung f. angewandte Botanik. VI. Jahrgang 1908, 36 S. Berlin).
1909. van Hall, A. E. — de Jonge, Kanker of Roodrot van den Cacaoboorn veroorzaakt door *Spicaria colorans* n. sp. (Departm. van den Landbouw Suriname. Bull. No. 20, 21 S., 3 Tab.) Paramaribo (Oliviera).
1909. Lindau, G., Hyphomycetes in Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschl., Österr. und d. Schweiz. IX Abt. Leipzig (E. Kummer). Fig.
1909. Appel, O., und Wollenweber, W., In Bericht über d. Tätigkeit d. Kais. Biol. Anst. f. Land- u. Forstwirtsch. zu Dahlem. Berlin (Parey, Springer). 4. Jahresbericht S. 17—19. 1909.
1910. — — 5. Jahresbericht, S. 14—16. 1910.
1910. Butler, E. J., The wilt disease of pigeon-pea and the parasitism of *Neocosmospora vasinfecta* Smith. (Memoirs of the Departm. of Agricult. in India.) 62 S., 6 Tab. Agricult. Research Institute, Pusa. Kalkutta (Thacker, Spink & Co.).
1910. Ihssen, G., *Fusarium nivale* Sorauer, der Erreger der Schneeschimmelkrankheit und sein Zusammenhang mit *Nectria graminicola* Berk. et Br. (Zentralbl. f. Bakt. u. Par. usw. II. Abt. 27. Bd., S. 48—66 mit Tafel.)

Erklärung der Tafelabbildungen.

Vergr. meist 500, abweichende Vergr. in Klammern hinter der entsprechenden Figurenerklärung. Alle Zeichnungen mit Zeichenapparat nach Abbé entworfen. Hom. Imm. 2 mm (Zeiß) mit Ocul. 4 u. 1 für Vergr. 1000 u. 500. Objektiv 6a (Leitz) mit Ocul. 1 für Vergr. 250. Alle Zeichnungen, falls nichts besonderes bemerkt worden ist, nach lebenden unter Deckglas oder im hängenden Tropfen einer feuchten Kammer eiugeschlossenen Objekten. Konidienscheitel liegt in den Figuren meist oben. K. = Konidien, St. K. = Stengelkultur, K. St. K. = Kartoffelstengelkultur, Kn. K. = Knollekultur, Kn. Sch. K. = Knollenscheibchenkultur im hängenden Tropfen, Chl. = Chlamydosporen.

Tafel I, 1—30. *Fusarium solani* (Mart.).

1. Gruppen von Konidien a) aus 52 Tagen alter St. K.; ausgewachsene typische Formen, Ansatzende (in den Fig. unten) mit kaum sichtbarem Wäzchen, freies Ende wenig verjüngt, jedoch nicht spitz. b) aus 19 Tage alter St. K.; Septen weniger scharf, 1 Nucleus in jeder Zelle. c) Degenerierte ältere K. ohne ein sichtbares Septum, mit Tröpfcheninhalt. d) aus 8 Tage alter St. K., Septen stark, Inhalt kaum hervortretend. e) aus 37 Tage alter Kn. K. von Sporodochien der Hülle; kurze, stumpfe Formen.
2. Chlamydosporen ein- und zweizellig, terminal, an Haupt- oder Seitenträgern. 42 Tage alte Kn. Sch. K. b) 2 bewarzte Chl. 30tägige Objektträger-K.
3. Chl. als Abschluß eines kurzen Keimschlauches der Mutterkonidien oder ohne Schlauch als Auswuchs an der Hülle oder aplanosporenähnlich durch teilweises Zusammenziehen des Inhalts der Mutterkonidien entstanden.
4. K. in Keimung. 1 tägige Kn. Sch. K.
5. K. aus 2 $\frac{1}{2}$ Monate alter ziemlich feuchter St. K. mit feiner granularer peripherer Mantelschicht und deutlich sich abhebendem Nucleus in jeder Zelle (1000).
6. K. aus 90 tägiger St. K., aus geimpftem Mycel entwickelt. Aus Impfung mit Mycel anstatt mit K. resultiert eine Kultur mit wenig Sporodochien, dagegen reichlichem Mycel mit K.-Trägern wie die von Fig. 20 u. 21 und K., von denen 6%, 5 Querwände haben können.
7. K. aus der 90 tägigen St. K., der auch Fig. 6 entstammt. Entwicklungsstadien.
8. Geweihartig verzweigter aus einer Spaltöffnung der Epidermis hervorgewachsener K.-Träger, 19 tägige St. K. (250).
- 9, 17, 18. Junge K.-Träger aus wenige Tage alter Kn. Sch. K. (250).
10. K.-Träger mit reichlicher Verzweigung des rechten Gliedes des unteren 2gliedrigen Wirtels (250).
11. Chl. aus 34 Tage alter Kn. Sch. K. (250).
12. Längsschnitt durch ein Sporodochium einer 23 tägigen Kultur auf unzerschnittener, ungeschälter, gekochter Knolle (50). I. Menge der Substrathyphen durch entsprechend abgestufte Schattierung angedeutet. II. Stroma plectenchymatisch, mit zerstreuten Korkstückchen (dunkler gezeichnet) der Kartoffelschale besonders an der oberen Grenzfläche. Der untere aus dem Substrat hervorgewachsene Teil aus dicht der Länge nach verwachsenen Parallelhypphen, der obere Teil aus unregelmäßiger verschlungenen, vielfach stark verquollenen Hypphen zusammengesetzt. III. K.-Trägerschicht. IV. K.-Schicht, K. nur vereinzelt gezeichnet.
13. Teil desselben Schnittes 10mal größer gezeichnet (500); II. oberer Teil des Stromas mit stark verquollenen Hypphen.
14. Einzelne K.-Köpfchen, in Wasser zerflossen, mit allen Entwicklungsstadien der K. — 5 Tage alte Kn. Sch. K. (250).
15. K.-Träger mit dekussierten 2gliedrigen Wirteln aus Kn. Sch. K. 5tägiger Kultur (250).
16. Derselbe Träger 2 Tage später mit reichlicher K.-Bildung (250).
19. Coremiumartiger K.-Träger St. K. (25).
20. Teil desselben Trägers vergrößert (100). a) Mutterhyphe mit gesellig auftretenden einfachen Konidienträgern.

21. K.-Träger langgestreckt, unregelmäßig verzweigt. Junge Kultur auf Agar (250).
22. Anlage eines K.-Haufens; 18tägige Kn. Sch. K. (250).
23. K.-Trägergeäst des Sporodochiums einer 10tägigen St. K., aus den Nebenzellen einer Spaltöffnung (sp.) herausdringend.
24. K.-Träger aus 2 monatlicher Kn. K., Seitenäste in wiederholt 2gliedrigen Wirteln angeordnet.
25. K.-Träger von racemösem Bau (250).
26. 27. Keimung von Chlamydosporen, die sich als Abschluß eines K.-Keimschlauches gebildet und 1½ Monate gelegen hatten. Sie entwickelten in nährstoffarmem Wasser oft wieder Chl. (vgl. 27).
28. Anlage eines K.-Haufens mit K.-Kugeln an der Spitze einiger der zentrifugal ausstrahlenden Träger und K. aller Entwicklungsstadien. 14 Tage alte Kn. Sch. K. (250).
29. Ein Teil desselben Haufens vergrößert, 18 Tage später, mit Chlamydosporen an ehemaligen K.-Tragenden (500).
30. K.-Träger mit wiederholt in Wirteln angeordneten Seitenästen. 16tägige St. K.

Fusarium rubiginosum n. sp. Tafel I, 31—48.

31. Reife typische Konidien mit entwickeltem Ansatz- und Endstück. a) Etwa 2 Wochen alte Kn. K. b) aus 38tägiger St. K. (*Vicia faba*). c) Reife Trockenstadien derselben K.
32. Konidien aus einer lebenden Knolle, die, mit Konidien dieses Pilzes geimpft, nach 43 Tagen im Innern eine große von rosafarbenem Mycel durchwucherte Höhle mit büscheligverästelten Konidienträgern und schon makroskopisch sichtbaren Konidienballen aufwies.
33. Quellung der Konidien vor Beginn der Auskeimung.
34. 5 Monate alte Konidien völlig ausgetrocknet, daher mit ringförmig vortretenden Septen; jede Kammer im Mittelquerschnitt am meisten geschrumpft, mit etwa hyperboloidischem Mantel.
 - a) Trockenstadium normaler Formen,
 - b) Trockenstadium krüppeliger Formen.
- 35—39. Junge Konidien an kurzen Keimschläuchen terminal, 35 und 38, oder an Sterigmen derselben, 37, oder an Sterigmen der Mutterkonidie, 39. — 1 Tag alte Kn. Sch. K.
40. Chlamydosporen, im Innern von Konidien gebildet (a), durch den Zerfall frei geworden (c, d) oder durch Umwandlung eines kurzen nicht zur Weiterentwicklung gelangten, sondern sofort in Dauerzustand getretenen Keimschlauches der Mutterkonidie (b). 5 Monate alte Kn. Sch. K.
41. Kettenchlamydosporen einer 5 Monate alten Kn. Sch. K.
42. Konidien zu einem eiförmigen Haufen zusammengeklebt, Abkömmlinge desselben Sterigmas (375).
43. a) Freies Ende einer typischen Konidie (1000).
b) Ansatzende einer typischen Konidie.
- 44 und 45. Büschelig verästelte Konidienträger mit in wiederholt 4gliedrigen Wirteln angeordneten Seitenästen. Seitenäste aber teilweise noch unentwickelt. 16 Tage alte St. K.
46. 4gliedriger Wirtel gesondert dargestellt.
- 46a. Die Ansatzenden dreier Konidien. 22 Tage alte St. K. (große Bohne).
47. Büschelig verästelter Konidienträger im Grundriß, als Gegenstück zu den Aufrissen 44 und 45. 4 Tage alte St. K.
48. Ellipsoidisch zusammengeballte Konidien einer allmählich ausgetrockneten, 1 Monat alten Kultur auf Nährsalzagar, der wie ein hängender Tropfen auf der Unterseite des Deckglases eines als feuchte Kammer hergerichteten Farbschälchens ausgebreitet war.

Fusarium discolor n. sp. Tafel I, 49—59.

49. a) Einfacher K.-Träger auf Nähragar, der nach Art hängender Tropfen auf dem Deckglase eines Farbschälchens ausgebreitet war. 2 Monate alte K.
b) Ungewöhnlich große (ca. $40 \times 5 \mu$) 4-septierte, gestreckte K. im Übergang zur 5-Septierung, mit sichtbaren Kernen (n). Eine Kammer jeder K. mit 2 Kernen, zwischen denen sich dann die 5. Wand bildete.
50. K. Gruppen. a) Besonders große K. aus 8tägiger feuchter St. K.
b) K. aus älterer, schon ausgetrockneter St. K.
c) 2 reife kontrahierte K., Trockenstadium.
d) 1 Keimungskonidie, tonnenförmig gequollen.

51. Chlamydosporen innerhalb von K. entstanden. 75tägige Kn. Sch. K.
52. Gruppe reifer K. aus 45tägiger St. K.
53. Aufgequollene Hyphenzellen von Hyphen, die früher K.-Träger entwickelt und nun Dauercharakter angenommen haben, aber nicht eigentlich Chl. genannt werden können, 75tägige Kn. Sch. K. (250).
54. Junger, in Entwicklung begriffener K.-Träger mit 2 etagiger Gliederung. Untere Etage noch 2gliedrig, obere schon 4gliedrig. 5 Tage alte K. auf Stengeloberhaut, die in den hängenden Tropfen eines Farbschalen-Deckglases eingeführt war.
b) Gruppe kümmerlich wachsender K. aus 18tägiger K. (wie vorige), deren Nährkraft erschöpft ist; K. blieben daher 1-septiert.
55. Büschelig verästelter K.-Träger eines Sporodochiums mit kugelig (2 mm D.) über die Stengeloberhaut vorspringendem Stroma. 1 Monat alte St. K.
56. Hyphen, die chlamydosporenartigen Dauercharakter angenommen haben. Kn. Sch. K. (250).
57. Hyphenast mit tonnenförmig aufgequollenen Zellen, deren oberster ein Büschel junger engseptierter Hyphen entspringt. 2 Monate alte K. auf Agar, der auf einem Farbschälchendeckglase ausgebreitet war.
58. Mutterkonidie, die sich selbst und ihren kurzen Keimschlauch ohne vegetatives Weiterwachstum sofort in die Trägerachse eines zusammengesetzten K.-Trägers verwandelt hat. 6tägige Kn. Sch. K.
- 58b. 90 Tage alte Kultur auf unzerschnittener gekochter Knolle, die mit Mycel beimpft war und daher reichliches Mycel und erst nach einem Monate Konidien auf blumenkohlartigen Plektenchymgebilden. Konidien sehr unregelmäßig, viele krüppelig entwickelt.
59. Junges Sporodochium einer 5tägigen St. K., aus einer Spaltöffnung (sp.) der Oberhaut herausdringend.

Fusarium orthoceras n. n. Tafel I, 60—64.¹⁾

60. Konidiengruppen. a und c kleinere und größere Formen. b und d größere Formen. e Endzellen (1000): Basis (1, 2, 3', 4') und Scheitel (3, 4). 3, 3' und 4, 4' zu je einer K. gehörig. d Gefärbte K. (Wollblau in Lactophenol); die anderen lebend gezeichnet.
Herkunft: a, b, e aus 205 Tage alter, Juni 1909 angesetzter Kn. K.
c aus 30 Tage alter Kn. K. d aus einer anderen 30 Tage alten Kn. K.
- 61 a. Verschieden große K. der größeren Form, besonders lang, aus 36 Tage alter Kultur auf mit (2%) Zuckerlösung getränkter Knolle.
- 61 b. Ältere Chlamydosporen mit warziger Oberfläche, voll ausgereift. 30 Tage alte Kn. K.
- 62 a. Gedreht stehende Sterigmen eines K.-Trägers (a); falsches K.-Köpfchen eines einfachen Trägers (b).
- 62 b. Junge 3—6tägige Kn. Sch. K., die von K. und Chl. ausgegangen war. K. entwickelten gelegentlich Chl. (c) oder lange Mycelhyphen, die erst nach Tagen in weiter Entfernung von der Mutterkonidie Tochterkonidien lieferten (e). Chl. entwickelten Chl. am Ende eines Keimschlauches (b) oder an Seitenästen dieses (a), die einzellig blieben bis zur Reife (f, g) oder allmählich zweizellig wurden (h); oder die Keimschläuche von Chl. bildeten K.-Träger (d).
63. Sporen aus 3 Monate alter Kn. K.: a) Verschieden große K. der mehrseptierten Form, b) kleinere normale und größere ungewöhnliche K., c) Chl. mit warziger Hülle.
64. Sporen aus 3 Monate alter Kn. K.: a) Verschiedengroße K., eine mit Chl.-Entwicklung (*), b) Warzige Chl.

Fusarium subulatum n. n. Tafel II, 65—87.

65. Reife typische Konidien. 35tägige St. K.
66. Falsches K.-Köpfchen. K. noch jung, unseptiert. 5tägige St. K.
67. Trockenstadium reifer K. mit etwas kontrahiertem Plasmainhalt, aber erhalten gebliebener Kontur. 35tägige St. K.

¹⁾ 60—62. Entwicklungsformen des Stammes des aus dem Nabel einer Kartoffelknolle isolierten Pilzes. — 63. Pilz einer „Dry rot“-kranken Kartoffel aus Oregon (Vereinigte Staaten Nordamerikas). 64. Pilz einer blattrollkranken Kartoffelpflanze aus der Nähe von Lyngör (Norwegen).

68. Riesenkonidien mit anormaler Septenzahl. 35 tägige St. K.
69. K., die eine Nacht im Wasser gelegen hatten, in Keimung. Aus 35 tägiger St. K.
- 70, 75. Kultur von K. aus 14 tägiger St. K. auf St. Epidermis im hängenden Tropfen eines Farbschalendeckglases. 48 Stunden alte K. Junger K.-Träger.
71. K. mit Wollblau (in Lactophenol) gefärbt. Kerne deutlich (1000).
72. Junge K. aus 48 Stunden alter K., angesetzt wie für 70. a) Krüppelige K. — Die beiden anderen von normaler Länge, im Begriff sich zu septieren.
73. Normale K. einer 90 Tage alten St. K. Die leuchtend rotorangefarbenen Sporodochien-Konidienhaufen waren noch feucht, wodurch die breitere Form der K. erklärlich wird.
74. Ein in Entwicklung begriffener schon 2etagiger Träger, dessen Seitenäste der untern Etage schon in einem 3gliedrigen Wirtel angeordnet sind, während oben erst 2 Glieder sichtbar sind. Die Achse schließt selbst mit einer Terminalkonidie ab.
76. Hyphenabschnitte (Kultur wie 70), die verschiedenen Dicken zeigend, sowie die oft rhizoidartigen sehr verdünnten Seitenhyphen.
77. Zusammengesetzter, ungleichmäßig entwickelter alter K.-Träger aus einer fast trockenen 137 tägigen St. K. (1000).
- 78, 79. Kultur von K. auf St. Epidermis im hängenden Tropfen, Hyphen in den unteren Schichten der Epidermis kriechend, mit knolligen Verdickungen unter jeder späteren Durchbohrungsstelle der Epidermis, auch unter Spaltöffnungen. Die Sporodochienbildung vorbereitenden Hyphenveränderungen. 96stündige Kultur.
80. In Entwicklung begriffener K.-Träger. An der Hauptachse zerstreut Seitenäste als einfache oder verzweigte Träger entspringend, schon einige mit gedreht stehenden Sterigmen. 5 tägige Kultur auf frischer Kartoffel (250).
81. K.-Träger, von der Stromaoberfläche eines Sporodochiums einer 45 tägigen St. K. (*Vicia faba*). Abgebrochenes Glied eines reichentwickelten K.-Trägerstandes. Eine der 2 Hauptachsen dieses Teilgliedes hat einen Quirl von 6 Seitenästen, die alle mehr oder weniger entwickelt sind; einer mit einem 4gliedrigen Endquirl aus Sterigmen.
82. Beginn der Sporodochienbildung; Folgestadium von Fig. 78 und 79. Durchbohrungsstadium.
83. Mehretagiger junger K.-Träger, die beiden unteren Etagen 1-, die oberen 2gliedrig. 5 tägige K., wie für 70 angesetzt.
84. Coremium mit massenhaften K.-Trägern. Das Ganze eine einheitliche baumartig ausgedehnte Verzweigung vortäuschend. 10 tägige sehr feuchte St. K. mit reichlichem Mycelflaum auf der Hülle; dazwischen solche Coremien.
85. Kultur 14 tägig, in feuchter Kammer, im hängenden mit Agar versetzten Tropfen. Anormale gequollene K., einseptiert; Träger und K. mit granulemem Wandbelag. Träger mit 3 Etagen in 2gliedrigen Wirteln angeordneter Seitenäste.
86. Coremium auf der St.-Oberfläche hinkriechend, allseitig zahlreiche einfache Konidienträger oder nur Sterigmen ausstrahlend. 7 tägige St. K.
87. Junges Sporodochium aus der 56stündigen Kultur, der auch 78 und 79 entstammten. Die dichte knäuelige Hyphenwucherung in der Epidermis wachsender Hyphen ist freigelegt durch Beseitigung der Oberschicht. In der Mitte erheben sich die ersten Hyphenborsten, die meist Achsen von zusammengesetzten K.-Trägern werden.

Fusarium Willkommii Lindau. Tafel II, 88—93.¹⁾

88. Konidien. a) Normale Quinqueseptaten einer 17 tägigen St. K.; b) Quattuorseptaten derselben St. K., eine in Keimung nach 24stündigem Liegen in Wasser unter Deckglas; c) aus einem Dauerpräparate (Fix. OsO₄, Färb. Wollblau in Lactophenol), die Kerne zeigend, Breite der stark geschrumpften K. ist normal gering; d) Breite der K. auffallend; 10 Tage alte St. K. noch ziemlich feucht, Kern ohne Färbung sichtbar; e) Dauerpräparat wie c; zeigt einen Träger mit den noch anhaftenden K., einer jungen, ovalen und einer älteren, noch einzelligen, fast ausgewachsenen K. mit Kern in der Mitte; interessant ist die plasmatische Einschnürung an der Basis; f) Dauerpräparat wie e), aber Vergr. 1000; das Plasma hat sich von den Septen

¹⁾ Den Abbildungen liegt der Stamm des aus dem Kerngehäuse eines Apfels isolierten *Fusarium* zugrunde, ausgenommen 91, deren Konidien aus Sporodochien von der Rinde eines Apfelbaumes (Buckower Chaussee) stammen und durchschnittlich höher septiert und länger sind.

der ersten K. etwas zurückgezogen; die überall deutlichen Kerne liegen der Bauchlinie sehr genähert; g) Gruppe aus 10 Tage alter St. K., mit niedriger entwickelten Konidien verschiedener Größe und Septierung.

89. Konidienträger einer a) 11tägigen, b) 10tägigen St. K., den weitästigen Bau zeigend mit teils unregelmäßiger, teils quirliger und gegenständiger Verästelung. c) Dauerpräparat eines Trägers einer 60tägigen Kultur auf gekochter Reinette (vgl. 88c), Kerne, auch die der Sterigmen, treten hervor, besonders aber die halsartige Einschnürung des inneren Zellschlauches und die den Hals auch nach dem Abfall der K. manschettenartig umgebende hyaline Membran.
90. Gewundene Traghyphe mit zahlreichen borstenartig ausstrahlenden einfachen Trägern und ein- bis zweizelligen K. (250).
91. Konidien aus Natur-Sporodochien, von der Rinde eines 8—10jährigen Apfelbaumes mit krebsartigen Stellen.
92. Teil eines Sporodochiums aus 14tägiger St. K.; Radialschnitt (250).
93. Junge K. als Abschluß eines Keimschlauches der Mutter-K., daneben eine ungekeimte K.

Fusarium theobromae Appel u. Strunk. Tafel II, 94—99. ²⁾

94. Konidienengruppen. a) Normale Triseptaten; b) 4—5-septierte; c) 4-septierte K. und eine 7-septierte Riesenkonidie ($66 \times 4\frac{3}{4} \mu$). a) und b) nach lebenden, c) nach fixierten (OsO_4) und gefärbten (Wollblau in Lactophenol) Objekten, mit scharfem Vortreten der Kerne.
95. Konidienträger mit falschen Köpfchen aus K. aller Entwicklungsstadien (a) oder aus kleinen vorwiegend einzelligen K. (b); Köpfchen sind im Wasser zerflossen. Aus einer Tropfenkultur: a) 18 Tage alt, b) Monate alt.
96. Konidienträger einer 10 Tage alten Tropfenkultur: a) mit einem falschen Köpfchen, das in die Luft ragt, und einem im Wasser zerflossenen Köpfchen aus kleinen 1—2 zelligen Konidien; unten der erste Träger einer 2 zelligen Chlamyospore; b) mit 2 etagig übereinanderstehenden paarig angeordneten Seitenästen, deren Spitzen ebenso wie die der Achse Konidien ab schnüren (250).
97. Träger ohne Fortsetzung der Achse, mit in seinem 4 gliedrigen Wirtel angeordneten Seitenästen, die alle wiederum verzweigt sind; einer endet in gedrehten Sterigmen.
98. Produkte einer 3 Monate alten Hungerkultur, in einem hängenden Tropfen Kartoffelsaft, in einem Farbschälchen eingeschlossen. a, b, e die verschiedenartigen Chlamyosporenbildungen, a und e am oder im Verlaufe, b) als Abschluß der Hyphen; c) ein- bis zweizellig gebliebene Konidien, die auch durch Zusammenkugeln des Inhalts zu Chl. werden können; d) aufgetriebene Hyphenzellen, die nicht als Chl. aufzufassen sind, sondern als anormale Hyphenveränderungen.
- 98f. Zwei 7-septierte Ausnahmekonidien von dem Stammsitze der Kultur, von der Hülle der Original-Kakaofrucht.
99. Eine Anzahl falscher Konidienköpfchen, die sich in Kulturen im hängenden Tropfen massenhaft als Bläschen an der Spitze der in die feuchte Luft ragenden K.-Träger bildeten; häufig in die Flüssigkeit einsinkend und zerfließend (a). $2\frac{1}{2}$ monatliche Kultur (250).

Fusarium falcatum n. n. Tafel II, 100—110.

100. Konidien aus eine 20 Tage alten K.-St.-K. a) Reifestadium, die 7. K. ist anormal groß und 6-septiert, die andern normal; b) Trockenstadium; c) eine Riesenkonidie mit 10 ungleich verteilten Scheidewänden.
101. Junge Traghyphe mit beginnender Konidienentwicklung. Träger meist noch einzellig (Sterigmen), einer mit beginnender Verzweigung. Die jungen K. haben noch nicht ihre normale Form und Septierung. 4 Tage alte K. auf Stengelepidermis im hängenden Tropfen eines Farbschälchens.
102. Chlamyosporenbildung aus einzelnen oder mehreren Zellen von Konidien. Aus 2 Monat alter, feucht gebliebener K. St. K. von erschöpfter Nährkraft.
103. Chlamyosporen aus 4 Monat alter K. St. K.
104. Ansatzenden mit fußartiger Ausgestaltung (1000).

²⁾ Nach Reinkulturen mit Ausnahme von 98 f.

105. Keimende Mutter-K. mit zahlreichen Sterigmen an den Einzelzellen (5 Tage alte Knolle-Pionnotes).
- 106a. Normale Keimung von Konidien auf Stengelepidermis im hängenden Tropfen, mit mäßiger tonnenförmiger Auftreibung der Zellen.
- 106b. Verzögerte Keimung mit anormaler Quellung der mittleren Konidienzellen.
107. Zusammenhang von Chlamydosporen und Konidien. Auf 8 tägiger Kultur auf Stengel-Epidermis im hängenden Tropfen. Außerdem einige Chlamydosporenknäuel (250).
108. Zusammengesetzter Konidienträger (Kultur wie Fig. 107).
109. Falsches Konidienköpchen. K. ein- bis dreizellig, durch Nahrungsmangel in der normalen Weiterentwicklung gehemmt. 4 Monat alte noch feuchte K. auf Stengelepidermis im hängenden Tropfen.
110. Junge Sporodochien, nach 6 tägiger Kultur auf Kartoffelstengel aus Spaltöffnungen hervordringend.

Fusarium metachroum n. sp. Tafel II, 111—118.

- 111a. Normalkonidien aus 45 tägiger Kultur auf Stroh.
 - b. Konidien mit normaler Form, aber granuliertem Inhalt und schwer sichtbarer (übertrieben gezeichnet) Septierung. Aus 8 tägiger Kultur im hängenden Tropfen auf Stengelepidermis.
 - c. Krüppelige Konidien einer vorzeitig abgetrockneten Pionnoteskruste einer 15 tägigen Knollekultur.
 - d. Dieselbe Kultur mit anormalen Kontraktionen des Plasmas, chlamydosporenähnlich, * eine durch Zerfall der keimenden Mutterkonidie freigewordene Einzelzelle mit jungem Konidienträger.
 - e. Keimende Mutterkonidie mit fast getrennten Einzelzellen, die in kurzer Zeit sich völlig lösten. Sie haben bereits junge Konidienträger entwickelt. 3 tägige Stengelkultur.
112. Konidienträger einer rankenden Traghyphne.
113. Konidienträger mit in 4gliedrigen, 2etagig übereinanderstehenden Wirteln angeordneten Seitenästen.
114. Konidienballen einer 30 Tage alten Kultur im hängenden Tropfen auf Stengelepidermis (250).
- 115, 116, 118. Keimende Konidien, 115, 118 mit jungen Konidien als Abschluß eines kurzen, auf ein Sterigma reduzierten Keimschlauches. 2 Tage alte Tropfenkultur.
117. Sporodochien einer 4 tägigen Kultur auf Stengel.

Tafel III, 1—10.

- 1—9 nach übermalten Photographien von 4wöchentlichen (Ausnahme) Petrischalenkulturen einiger Fusarien dargestellt. 3a und 8a sind auf Agar No. 42, die andern auf Agar No. 46 kultiviert worden.¹⁾
1. *Fusarium solani*. Die Konidien lagern als leicht über die Oberfläche verteiltes, bräunlich-weißes Pulver auf dem untergetaucht wachenden Mycelthallus.
 2. *F. orthoceras*. Untergetaucht wachsender Thallus, der in der Mitte plectenchymatisch ist und Falten wirft, gegen die Peripherie zu in zarte Fäden radiär ausstrahlt. Konidien in makroskopisch nicht wahrnehmbarer Mengenverteilung.
 3. *F. subulatum*. a) Auf Agar No. 42; mit orangefarbigem Konidienschleim auf hellem Luftmycelthallus.
b) Auf Agar No. 46; mit dunkelrotem Thallus, von der Unterseite gesehen.
 4. *Willkommii*. In der Mitte des schwach gelblich gefärbten Luftmycelthallus erheben sich kräftige braune Coremien. Konidien nur wenige, im Luftmycel zerstreut.
 5. *F. subulatum*. Jugendstadium der Kultur Fig. 3 b. Konidienschleim lagert sich in konzentrischen Ringen ab, die gleichzeitig das zonenartige Wachstum verraten.
 6. *F. coeruleum*. Untergetaucht wachsender, indigofarbiger Thallus, auf dessen radiär ausstrahlenden Falten etwas makroskopisch wahrnehmbarer Konidienschleim abgelagert hat.
 7. *F. discolor*. Der karminrote Thallus enthält Flächen, die nur eingetauchtes Mycel haben und solche mit mehr oder weniger Luftmycel. Konidienschleim hier und da hervortretend in ockergelber Farbe.

¹⁾ Vgl. S. 20.

8. F. metachroum. a) Auf Agar No. 42; mit orangefarbigem Konidienschleime auf feinfaserig aussehendem, radiär ausstrahlenden untergetauchten Mycelthallus.
 b) Auf Agar No. 46; der dunkelrote untergetauchte Thallus zeigt zahlreiche konzentrisch verlaufende Zonen und ist in der Mitte faltig aufgeworfen. Konidien sind feinpulverig zerstreut auf dem ganzen Thallus sichtbar.
9. Auf dem faltig aufgeworfenen ockerfarbigen Thallus erscheinen die feinpulverig zerstreut lagernden Konidien in etwas dunklerer Farbe.
10. Einige Farben bei Fusarien. a—f Farbe von Konidienmassen verschiedener Arten. g—i Farbe der Mycelmassen.

Die Farben sind gemischt aus Günther Wagner's Pelikanfarben: gelb, karmin, grün dunkel. Der Mengenanteil, den die Einzelfarben an der Mischungsfarbe haben, ergibt sich aus der hinter jeder Benennung beigefügten Formel. Die Mischungen mußten zur Erzielung der gewünschten Farbe oft mehrere Male übereinander nach dem, jedesmaligen Trocknen werden aufgetragen werden, was durch die Faktoren 2, 3, 4 vor der Klammer angedeutet worden ist. Oder es war zur Erzielung eines hellen Farbentones eine Verdünnung der Mischung notwendig: z. B. bezeichnet „ $\frac{1}{2}$ “ vor der Klammer den Grad der Verdünnung, der erzielt wurde, wenn ein Teil der Mischung mit einem Teile Wasser verdünnt worden war. Die Auftragung der Farben geschah auf weißem, glatten „Bristol Board“-Karton, indem mit vollem Pinsel leicht über die Kartonfläche gestrichen wurde. Zur gleichmäßigen Auftragung war es zweckmäßig, die Kartonfläche vorher leicht anzufeuchten.

a) gelblichweiß	$\frac{1}{2}$ (40 ge 1 ka 0 gr) ¹⁾
b) bräunlichweiß	$\frac{1}{2}$ (24 „ 3 „ 1 „)
c) rötlicher Ocker	(50 „ 6 „ 1 „)
d) helllachsfarben	(10 „ 2 „ 0 „)
e) orange	3 (10 „ 1 „ 0 „)
f) rotbraun	2 (30 „ 8 „ 1 „)
g) olivgrün	4 (24 „ 3 „ 2 „)
h) grünlichblau	3 (0 „ 2 „ 6 „)
i) karminrot mit violetter Einschlag	(6 „ 16 „ 1 „)

Die Konstanz der Farbenformeln ist abhängig von der Konstanz der Pelikan-Ausziehtuschen. Da die Tuschen nun in der Tat etwas schwanken, besonders, wie es scheint, in der Konzentration, so haben die Formeln nur relative Bedeutung, indem sie eine Vorstellung davon geben, wie weit die Farben auseinander liegen und wodurch sie sich unterscheiden.

¹⁾ ge = Gelb, ka = Karmin, gr = Grün dunkel.

Verzeichnis der aufgeführten Pilze.

Die fett gedruckten Zahlen zeigen die Hauptkapitel der betreffenden Arten an, die Zahlen mit * die Textabbildungen, die römischen Ziffern die Tafelabbildungen.

- Atractium 4. 60.
 „ ciliatum 5.
 „ pallens 170.
 „ pallidum 170.
 „ pulvinatum 5.
 „ Stilbaster 5.
- Chaetomium 63. 191.
- Eufusarium 8.
- Fusamen 8.
- Fusarium 4. 24. 60. 68.
 „ acuminatum 184.
 „ aecidii tussilaginis 120.
 „ album 169. 170. 173.
 „ aquaeductum 37. 38.* 39. 41. 42.* 44. 45. 48. 54. 56. 60. 193. 194.
 „ bacilligerum 169. 174. 194.
 „ candidum macrosporium 170.
 „ ciliatum 5.
 „ clypeaster 15.
 „ coeruleum 9. 11. 16. 25. 38.* 39. 40. 41. 42.* 44. 45. 46. 47. 48. 49. 51. 52. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 84. 86.* 91. 92.* 93. 97. 101. 110. 115. 193. 194. 195. III.
 „ coeruleum-Rassengebiet 95.
 „ commutatum 77. 194.
 „ constrictum 15.
 „ corallinum 15.
 „ Cordae 120.
 „ decemcellulare 57. 157.
 „ Dianthi 12.
 „ didymum 10. 11. 37. 38.* 39. 40. 42.* 44. 45. 55. 56. 59. 163. 169. 170. 193.
 „ didymum-Typus 53. 55.
 „ diffusum 131. 193.
 „ dimerum 37. 38.* 41. 42.* 54. 56. 194.
 „ discolor 10. 16. 25. 37. 38.* 39. 41. 42.* 44. 45. 48. 52. 54. 56. 57. 58. 59. 88. 108. 124. 127. 128. 143. 177. 194. 195. I. III.
 „ discolor var. sulphureum 9. 51. 52. 54. 56. 59. 60. 85. 115. 193. 194. 195.
 „ discolor-Typus 53. 54. 55.
 „ elegans 38.* 54. 94.
 „ „ -Rassengebiet 94.
 „ expansum 6.
 „ falcatum 31. 37. 38.* 40. 43. 47. 48. 52. 54. 57. 58. 59. 60. 72. 109. 120. 126. 143. 175. 186. 187.* 193. 194. 195. II.
- Fusarium gibbosum 16. 31. 33. 37. 38.* 39. 41. 42.* 43. 44. 48. 52. 55. 57. 58. 59. 60. 117. 175. 185. 187.* 194. 195.
 „ gibbosum-Typus 53. 55. 56.
 „ graminum 121. 122. 131. 194.
 „ heterosporium 121. 194.
 „ lolii 120.
 „ Martii 9. 10. 11. 15. 19. 38.* 39. 46. 48. 49. 52. 54. 56. 57. 58. 59. 66. 78. 82. 91. 92.* 93. 158. 159. 161. 162. 193. 195.
 „ Martii-Rassengebiet 95.
 „ metachroum 10. 12. 15. 30.* 37. 38.* 39. 44. 46. 47. 52. 54. 57. 58. 59. 60. 109. 125. 126. 132. 161. 162. 177. 179. 194. 195. II. III.
 „ moschatum 48.
 „ orthoceras 9. 11. 17. 25. 30.* 35. 36. 38.* 46. 47. 49. 52. 54. 56. 57. 58. 59. 72. 73. 88. 124. 128. 141. 177. 193. 194. 195. I. III.
 „ oxysporum 6. 11. 141. 144. 145. 146. 155. 193. 194.
 „ pallens 170. 173. 174.
 „ polymorphum 10. 96. 101. 194.
 „ pulvinatum 5.
 „ roseolum 119.
 „ roseum 4. 11. 63. 120. 123. 132. 133. 193. 194.
 „ roseum var. lupini albi 119. 123. 126. 131. 193. 194.
 „ roseum var. filicis 134.
 „ „ „ rosae 120.
 „ rostratum 30.* 52. 54. 56. 60. 63. 193. 194. 195.
 „ rubiginosum 9. 10. 11. 13. 30.* 31. 32. 36. 38.* 39. 41. 42.* 44. 45. 46. 52. 54. 56. 57. 58. 59. 60. 65. 89. 95. 96. 102.* 109. 110. 111. 113. 114. 126. 127. 177. 193. 195. I.
 „ Schribauxii 15.
 „ solani 9. 11. 15. 16. 28. 30.* 32. 35. 36. 38.* 39. 40. 41. 42.* 44. 45. 46. 48. 51. 52. 54. 56. 57. 58. 59. 65. 70.* 78. 79. 81. 83. 85. 89. 91. 92.* 96. 97. 99. 101. 103. 105. 109. 126. 127. 128. 143. 156. 176. 177. 193. 194. 195. I. III.

- Fusarium solani* album 9.
 „ „ flavum 9. 65. 77.
 „ „ tuberosi 9. 11.
 „ „ var. sporotrichoides 9.
 „ „ Formenkreis 91. 92.*
 „ „ Rassengebiet 95.
 „ „ Typus 53. 55. 56.
 „ spec. zu Kakao-Nectria 30.* 55. 57.
 „ subulatum 25. 38.* 39. 44. 46. 47. 51.
 „ 52. 54. 57. 58. 59. 60. 118. 132. 133.
 „ 140. 142. 145. 170. 177. 178. 193. 194.
 „ 195. II. III.
 „ subulatum-Typus 53. 54. 55. 56.
 „ sulphureum 6. 116. 193. 194.
 „ tenue 145.
 „ theobromae 37. 38.* 52. 54. 56. 57. 58.
 „ 59. 109. 143. 156. 160.* 177. 193.
 „ 195. II.
 „ vasinfectum var. pisi 52. 175. 176. 177.
 „ 178. 184. 193. 194. 195.
 „ ventricosum-Typus 38.* 55.
 „ violaceum 194.
 „ Willkommii 25. 30.* 38.* 40. 43. 45. 50.
 „ 52. 55. 56. 57. 58. 59. 62. 73. 88. 101.
 „ 124. 163. 193. 194. 195. II. III.
 „ Willkommii-Typus 53. 55. 56.
Fusidium 4. 60.
 „ candidum 5.
 „ griseum 5.
 „ roseum 11. 132.
Fusisporium 4. 8. 60.
 „ betae 122. 131.
 „ candidum 194.
 „ rhizophilum 122.
 „ roseum 11. 12. 132. 133.
 „ solani 9. 65. 71. 77. 83. 89. 90. 108.
Fusisporium solani flavum 65. 194.
 „ „ tuberosi 9. 11. 16.
 „ „ var. sporotrichoides 71.
Fusoma 6. 24. 60. 193. 194.
Gibberella 10.
 „ saubinetii 12. 30.* 54. 63. 133. 191.
 „ 193. 194.
Hendersonia fusarioides 157.
Hypomyces solani 10. 11. 71.
Leptosporium 8.
Melanospora 120. 178.
 „ pampeana 191.
Menispora 68.
Nectria de Jonge 63.
 „ ditissima 62. 158. 168. 171. 173.
 „ moschata 63.
 „ solani 69.
 „ striatospora 158.
Neocosmospora vasinfecta 10. 63. 64.
Oidium violaceum 9.
Periola tomentosa 142. 143.
Phialea temulenta 12. 133.
Pionnotes 8. 28. 60. 66. 193. 194.
 „ betae 122.
 „ Biasolettiana 122. 131.
 „ solani tuberosi 9. 11. 28. 77. 194.
Selenospora 8.
Selenosporium 6. 8. 60.
 „ coeruleum 84.
 „ herbarum 123. 133.
Spicaria colorans 37. 38.* 39. 54. 56. 158. 194.
Stilbum 7.
Verticillium 69.
 „ albo-atrum 142.
 „ lateritium 85.
Volutella 7.