II.

Ein Beitrag zur Kenntniss der fadenbildenden Bacterien.

Von

Dr. Gustav Pommer,
Docent der patholog. Anatomie.

Hierzu Tafel IV.

Bei Gelegenheit bacteriologischer Studien, welchen ich während der letzten Semester mit der gütigen Erlaubniss und Unterstützung des Herrn Professor Dr. H. Leitgeb im botanischen Institut der hiesigen Universität oblag, fand ich in einer unsterilisirt gebliebenen Portion eines Kohlblätter-Absudes, neben dem von de Bary [1]) beschriebenen Bacillus Megaterium und anderen kleineren Bacterienformen, einen Spaltpilz, der sich dadurch auszeichnet, dass er in seinem vegetativen Zustande auf die Fadenform beschränkt ist und sich mittels endogen gebildeter Sporen fortpflanzt, bei deren Keimung es zur Abhebung einer deutlichen distincten Sporenhaut kommt.

Da ein Spaltpilz mit dem Complexe dieser Charactere, soweit ich die Literatur kenne, noch nicht beschrieben ist, so glaube ich gerechtfertigt zu sein, wenn ich hier das Hauptsächlichste von den Beobachtungen mittheile, welche ich an demselben gemacht habe.

Ich wende mich hierbei zunächst zur Beschreibung desselben in seinem vegetativen Zustande und werde hierauf erst über die Sporenbildung sowie über seine Entwicklung aus den Sporen berichten.

Wie ich bereits eingangs erwähnte, hat die Spaltpilzart, von welcher ich hier spreche, nur eine Vegetationsform, nämlich die des Fadens. Wenigstens sah ich diese Species unter den sehr variablen Culturbedingungen meiner Versuche immer nur in dieser einen Form vegetiren. Es kam stets nur zur Entwicklung von Fäden, ob ich die Aussaat von Sporen oder Fadenstücken in Kohlabsud oder in einer Mischung von 10 % Traubenzuckerlösung mit 1 % Fleischextractlösung, in 2 % Fleischextractlösung, in ebensolcher, bereitet mit einem Zusatze von Soda und weinsaurem Ammoniak, oder ferner in Fleischbrühe und in Fleischwasser vornahm. Es kam auch nicht zur Entstehung einer anderweitigen Vegetationsform, wenn ich zu den Culturversuchen Gelatine- oder Agar-Agarmassen verwendete, die

1) de Bary, Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bacterien. Leipzig 1884. S. 499 ff.

mittels der angeführten Nährlösungen hergestellt waren. Das Resultat blieb auch gleich, als ich mit Ammoniak alkalisch gemachten Kohlabsud u. s. w. zu den Versuchen nahm und wurde in der gemeinten Hinsicht gar nicht alterirt, ob dieselben bei Zimmertemperatur oder bei 28—34° C. stattfanden. Bei saurer Reaction, z. B. in sauer gewordenem Kohlabsud u. s. w., ferner bei mangelhaftem oder gänzlich aufgehobenem Luftzutritt kommt es ebenso wie bei Mangel an Nährstoffen zur Sistirung der Vegetation resp. überhaupt zu keiner Entwicklung des zu beschreibenden Spaltpilzes. So blieben in letzterer Beziehung z. B. meine Versuche, denselben in 1 % Traubenzuckerlösung oder in einer Lösung von weinsaurem Ammoniak gleichen Gehaltes oder in einer Mischung dieser Flüssigkeiten zu züchten, theils ohne allen Erfolg, theils ging hierbei die Entwicklung nicht über das erste Keimungsstadium der Sporen hinaus. Und ganz ähnliche Erfahrungen machte ich auch bei Verwendung einer Lösung von 0,1 gramm Dikaliumphosphat, 0,02 gr Magnesiumsulfat und 0,01 gr Chlorcalcium auf 100 ccm Wasser und 1 gr weinsaures Ammoniak. Zu einem Wechsel der Vegetationsform führte keiner dieser Versuche.

Die Bilder, welche der Vegetationszustand unseres Spaltpilzes darbietet, leiden darum aber keineswegs an Monotonie, sondern zeigen vielmehr eine Anzahl auffallender Verschiedenheiten, welche sich auf die Rückwirkung verschiedener Umstände beziehen lassen. In dieser Hinsicht können ausser der Länge der Zeit, die seit der Entstehung der Fäden aus den Sporen im jeweilig gegebenen Falle verflossen ist, namentlich alle jene Umstände als maassgebend bezeichnet werden, welche für die Ausbreitung der wachsenden Fäden im Raume von Einfluss sind. Die Verschiedenheiten hingegen, welche im Verhalten der Fäden nach Ablauf ihres Wachsthums neben der Sporenbildung oder statt derselben auftreten können, und die als regressive resp. als sog. Involutionszustände anzusehen sind, lassen sich nur durch die Annahme individuell gegebener Differenzen zwischen den betreffenden Fadenstücken resp. Fäden oder etwa durch die Annahme eigenartiger, jedoch — ausser dem hierbei evident sehr einflussreichen Luftmangel — schwer eruirbarer Alterationen in der Beschaffenheit der bezüglichen Nährsubstrate erklären.

Was vor allem die Differenzen anbelangt, welche das Verhalten der Fäden je nach dem verschiedenen Alter derselben zeigt, so ist es eine unter allen Culturbedingungen constatirbare Thatsache, dass die Fäden in der ersten Zeit ihres Bestandes gar keine oder nur undeutliche oder nur zerstreut liegende Gliederungsmarken zeigen; ja

dieselben sind da häufig auch durch Anwendung von Alkohol und alkoholischen Farbstofflösungen nicht in ihrer späteren gedrängten Anordnung sichtbar zu machen. Ein derartiges Verhalten bieten übrigens manche Fäden und Fadenstücke noch nach mehreren Tagen und nach Wochen seit ihrer Entwicklung dar; dieselben sind, da sie überhaupt keine weitere Veränderung mehr eingehen, als abgestorben zu betrachten. Im Allgemeinen tritt jedoch an den Fäden und zwar zumeist schon innerhalb des ersten Tages oder am Beginn des zweiten Tages ihres Bestandes eine deutliche und bald auch sehr reichliche Gliederung auf. Während die zuerst sichtbar werdenden Gliederungsmarken den Faden oft nur in beträchtlich (nämlich in 0,0092 oder sogar in 0,01—0,022 mm) lange Stücke theilen, in welchen vielfach selbst durch die erwähnten Reagentien keine oder nur geringe Spuren einer weiteren Segmentirung zum Vorschein gebracht werden können, erscheint derselbe später überwiegend aus 0,0045—0,0054 mm langen Gliedern zusammengesetzt, neben denen sich dann aber auch mehr oder minder häufig solche finden, welche nur 0,00367 und 0,00321 oder sogar blos 0,00275 mm bis zu 0,00109 mm herab lang sind. Nur diese letzteren, kürzesten Glieder, welche ich — jedoch selten — beobachtet habe, sind mehr oder minder isodiametrisch, während alle die anderen, längeren, da die Dickendimension der Fäden nur 0,00091—0,0012 mm beträgt, zum mindesten zwei- bis dreimal so lang als dick erscheinen (vergl. Fig. 26, 27 u. A.).

Was nun zweitens die Differenzen betrifft, welche im Verhalten der Fäden je nach dem Maasse hervortreten, in dem ihre räumliche Ausbreitung während des Wachsthums beeinflusst wird, so sind dieselben ebenso zahlreich als auffallend. Ich fand, dass es in dieser Beziehung nicht ohne Einfluss blieb, ob die Aussaat eine reichliche war und sich viele Fäden dicht aneinander entwickelt hatten, und ob weiter die Culturen zu ihrer Entwicklung auf einen räumlich beschränkten Nährboden, so z. B. auf einen kleinen oder sehr flachen Tropfen Nährflüssigkeit auf dem Deckgläschen angewiesen waren. Von grösster Tragweite für die Gestaltung der Bilder zeigte sich aber die Konsistenz des Nährbodens; es ergaben in dieser Beziehung namentlich die Agar-Agar-Culturen bedeutende Abweichungen von den sonstigen Bildern, während die Versuche mit Gelatine weniger zu besonderen Eigenthümlichkeiten führten, da dieselbe durch die Fäden sehr rasch, und zwar vergleichsweise viel schneller als z. B. durch den Bacillus Megaterium, verflüssigt wird.

Ehe ich auf die verschiedenen Bilder, über welche in der ange-

gebenen Hinsicht zu berichten ist, des Näheren eingehe, ist aber das Verhalten der Fäden zu schildern, wenn dieselben — unter im Uebrigen gleich günstigen Culturbedingungen — in ihrem Wachsthum keine besondere räumliche Einschränkung zu erdulden haben, wenn also die Aussaat eine an und für sich spärliche, zerstreute ist, und zur Cultur eine geräumige Ansammlung von Nährlösung oder eine ansehnliche Schicht einer weichen Gelatine-Masse verwendet wird. Unter den eben angeführten Verhältnissen waren die von mir beobachteten Fäden stets frei von Continuitätstrennungen; sie liessen sich auf die längsten Strecken hin ohne Unterbrechung verfolgen. Ihr Verlauf war dabei theils ein überwiegend geradliniger theils, und zwar häufiger, ein welliger; daneben bilden solche Fäden auch Spirillenwindungen, welche aber zumeist einen grossen Durchmesser haben (vergl. Fig. 1). Nicht selten zeigen sie ferner einen mehr unregelmässigen und von vereinzelten verschieden grossen Windungen, Schlängelungen und Knickungen unterbrochenen Verlauf, und zwar kommt es zur Entstehung dieses letzteren in demselben Maasse öfter und vielfacher, als die Fäden bei fortgesetztem Wachsthum auf die Abgrenzung des Nährsubstrates stossen oder in Folge einer örtlich besonders reichen Aussaat nahe aneinander und in verschiedenen sich durchkreuzenden Richtungen dahinziehen (siehe in Fig. 2). In den eben erwähnten Formen des Fadenverlaufes ist also schon ein Resultat räumlicher Einschränkung zu erblicken. — Erreicht die letztere einen höheren Grad, so kommt es an den Fäden zu Continuitätstrennungen sowie zu anderweitigen auffallenden Erscheinungen in Betreff ihres Verlaufes. Eine Anzahl von hierher gehörigen Bildern lässt sich bereits innerhalb der flockenähnlichen Fadenanhäufungen finden, welche bei reichlicher Aussaat in mit Nährflüssigkeiten gefüllten Probegläschen in denselben suspendirt erscheinen oder häufiger in denselben zu Boden gesunken sind; ferner auch innerhalb der eigenthümlichen Fadennetze, welche bei Culturen auf Gelatine-Platten entstehen und, abgesehen von der sie umgebenden Zone verflüssigter Gelatine, für das freie Auge ganz denselben Eindruck ergeben als die Netze, welche das Mycel eines Mucor vor Entwicklung der Sporangienträger auf Gelatine-Platten bildet. Und endlich kommt es auch innerhalb der Impfstichculturen in mit Gelatine gefüllten Probegläschen — bei welchen Culturen die vom Stichcanale aus in die Gelatine hineinwachsenden Fäden zusammen einen zartreticulirten Trichter mit haarigem Besatz darstellen, der bald in der umgebenden verflüssigten Gelatine immer tiefer sinkt — zur Entstehung der gleich zu besprechenden Bilder. Besonders reich an

solchen fand ich jedoch immer die in kleinen Hängetropfen von Nährflüssigkeit resp. von Gelatine auf Deckgläschen entstandenen Culturen.

Zu den unter den genannten Verhältnissen sich entwickelnden Eigenthümlichkeiten der Fäden gehört vor allem das Auftreten zahlreicher kleiner Knickungen und Abbiegungen, die sich dabei an die Gliederungsmarken derselben halten. Ein Beispiel hierfür bietet die Figur 26 an dem die drei Fäden überkreuzenden Faden; ferner zeigt ein solches Verhalten auch ein grosser Theil des in Figur 8 gezeichneten Fadens, der im Uebrigen aber bereits den Ausgang der Knickungen in Querstellung einzelner oder mehrerer Fadenglieder vorführt, wie sie überhaupt, besonders in dicht durchwachsenen Hängetropfen, häufig und auch auf längere Strecken hin zu beobachten ist.

Unter denselben Verhältnissen beobachtete ich weiters Bilder, die mehr oder minder dem von Kurth [1]) in seiner Figur 14 gezeichneten Zustande des Bacterium Zopfii entsprechen, welchen Zustand dieser Autor bereits ebenso wie die am Bacterium Zopfii beobachteten Krümmungen, Spirulinenbildungen u. s. w. auf mechanische Einwirkungen zurückführt [2]). Auch an unserem Faden kommt es nämlich dazu, dass an Knickungs- oder Biegungsstellen die Continuität desselben plötzlich nicht mehr weiter bestehen bleiben kann, dass sich die Bruchenden kreuzen und in dieser Lage oder einander parallel auf eine grössere oder geringere Strecke hin, sei es nun quer oder schräg auf die ursprüngliche Verlaufsrichtung des Fadens oder in dieser selbst, weiterwachsen (vergl. Fig. 9a und 9b).

In noch höherem Maasse als in derartigen Bildern tritt die Neigung der Fäden, aneinander gelagert auf längere Strecken hin die gleiche Verlaufsrichtung einzuhalten, auch schon vor der Entstehung von Brüchen an denselben auf und zwar in Culturen reicher Aussaat, indem die Fäden — wohl wegen der damit gegebenen Erleichterung ihres Vordringens im Medium — theils völlig parallel theils, und das viel öfter, in zopfartiger Verpflechtung dicht neben- und aneinander dahinziehen (siehe in Fig. 2 u. A).

Endlich gehören zu den Bildern, welche ich unter den bezeichneten Verhältnissen vorfand, die schön entwickelter Spirulinen (siehe Fig. 5), wie ich solche nebst den mannigfachsten anderen Verschlingungen und engen, dicht gelagerten Krümmungen namentlich in Culturen antraf,

1) H. Kurth, Bacterium Zopfii. Ein Beitrag zur Kenntniss der Morphologie und Physiologie der Spaltpilze. Botanische Zeitung 41. Jahrgang 1883. Nr. 23—26. Taf. IV.

2) l. c. S. 378 etc.

welche in kleinen eng umgrenzten Tröpfchen aus reichlicher Aussaat entstanden waren.

Den geschilderten Bildern ähnliche und gleiche Befunde wurden mir auch von Culturen dargeboten, welche in dünnen auf Deckgläschen aufgetragenen Agar-Agar-Schichten aus in dieselben eingerührten Sporen zur Entwicklung kamen. Spirulinen traf ich jedoch in solchen Präparaten verhältnissmässig selten; anderweitige Krümmungen und Verschlingungen zeigen sich hingegen in denselben schon an jungen, kurzen Fäden und selbst an solchen, welche eine völlig isolirte Lage haben (vergl. Fig. 3, 24). Eine weitere Eigenthümlichkeit der gemeinten Präparate besteht endlich darin, dass die Spirillenwindungen, welche die Fäden derselben bilden, meist einen um Beträchtliches geringeren Durchmesser haben als die, welche unter den früher erwähnten Verhältnissen zur Beobachtung kommen (siehe Fig. 4).

Es erübrigt nun noch der besonders auffallenden Befunde zu gedenken, welche die Fäden darbieten, wenn sie in ihrem Wachsthum auf das Innere von dickeren Agar-Agar-Lagen angewiesen sind, und anderseits, wenn sie sich auf der freien Oberfläche von Agar-Agar-Schichten oder an der der darunter liegenden Glasfläche (von Uhrschälchen z. B.) zugewendeten Oberfläche derselben ausbreiten können. In den beiden letzteren Fällen bilden die Fäden einen Belag der Agar-Agar-Masse in Form von Flecken und aus solchen weglaufenden verzweigten Streifen, welche anfänglich dem freien Auge nur als matte Trübungen der glatten Oberfläche erscheinen und erst später — nach vollendeter Sporenbildung — eine weissliche bis gelbliche Färbung zeigen. Diese Beläge erweisen sich bei mikroskopischer Untersuchung — mit Ausnahme der grösseren Flecke und Verzweigungscentren — als einschichtig, wobei die in verschiedener Anzahl überwiegend dicht aneinander und schön parallel dahinziehenden Fäden theils in Schlangenwindungen und anderen Krümmungen, theils — auf kleinere Strecken hin — in gerader Richtung, theils in Ellipsen und in Kreislinien verlaufen. Unter allen diesen Verhältnissen zeigen sich an den Fäden sehr häufig und vielfach Continuitätstrennungen, in deren Gefolge es, wenn die Bruchenden in der alten Richtung weiterwachsen, zu örtlichen Verbreiterungen der betreffenden Bänder u. s. w. kommt. Oder es verlassen hierbei einzelne oder mehrere Fäden neben- und parallel miteinander die ursprüngliche Verlaufsrichtung und brechen aus derselben heraus, was dort, wo einzelne oder mehrere Fäden zu sehr engen concentrischen Kreisen und dgl. aufgeringelt sind, auch an mehrfachen Stellen und also bei wiederholten Continuitätstrennungen

geschehen kann. Fäden, welche auf längere Strecken hin vereinzelt bleiben, sind in solchen Präparaten selten, da die Fäden, wenn sie bei ihrem Wachsthum auf andere stossen, in der Regel diesen sich anschliessen. Ich verweise zur Demonstration aller eben besprochenen Verhältnisse auf die Figuren 6, 7.

Ein hiervon total verschiedenes Bild bieten uns aber diejenigen Fäden dar, welche innerhalb dickerer Agar-Agar-Schichten zur Entwicklung gekommen sind. Die kleinen weissen Körnchen, als welche solche Culturen in der Tiefe des Agar-Agar für das freie Auge sichtbar werden, erweisen sich bei der mikroskopischen Untersuchung als wirre Haufen nach allen Richtungen sich durchkreuzender, theils gerader, theils mannigfach verbogener überwiegend ganz kurzer Fadenstücke, von welchen Nestern in die nächste Umgebung derselben ein enges Netz von Fäden ausläuft, die bei oberflächlicher Betrachtung den Eindruck einer vielfältigen kurzen Zweigbildung erwecken. Bei näherer Verfolgung der einzelnen Fäden und Fadenstücke erweist sich jedoch dieses Bild als das Resultat zahlreicher nahe aneinander aufgetretener Brüche, bei denen die Bruchenden in der Regel in querer und schräger Richtung auf die ursprüngliche Verlaufslinie des Fadens sich aufbiegen und — manchmal in überkreuzter Lage — an ihren Biegungen oder sammt diesen neuerdings eine Continuitätstrennung erleiden. An diesen Fadenstücken kann es bei ihrem weiteren Wachsthum zu Wiederholungen des geschilderten Vorganges kommen, oder wir finden sie auch nach längerer Zeit, und selbst noch beim Auftreten der Sporenbildung in ihnen, bezüglich ihrer Länge, Form und Lage mehr oder minder unverändert. Die Figur 25 zeigt einige Maschen an der Peripherie eines solchen eigenthümlichen Fadennetzes und erinnert sehr an die von Kurth in seinen Figuren 9 und 10 [1]). gezeichneten Zustände des Bacterium Zopfii.

Ich schliesse hiermit die Schilderung der verschiedenen Bilder, welche die uns beschäftigende Species in ihrem Vegetationszustande darbietet, und will nur noch, ehe ich zur Besprechung der Sporenbildung in den Fäden übergehe, einige Worte über die regressiven und sog. Involutionszustände derselben bemerken.

Solcher Metamorphosen gibt es bei dieser Spaltpilzart mehrere. Ich traf dieselben neben einander und zugleich mit Fäden, welche in ungegliedertem oder — häufiger — in bereits gegliedertem Zustande abgestorben waren, namentlich in steril gebliebenen Culturen; neben

1) l. c. Tafel IV.

Sporenbildung und an sporenhaltigen Fäden selbst kommt hingegen hauptsächlich nur einer der gemeinten regressiven Zustände vor. Bei diesem letzteren scheint es sich um einen völligen Schwund des Protoplasmas zu handeln: die betreffenden Fäden und Fadenstücke sind nämlich ganz verblichen und auf die zarten Contouren ihrer Membranhülle reducirt (siehe in Fig. 10). Bei den übrigen regressiven Zuständen handelt es sich jedoch um anderweitige Abänderungen des Protoplasmainhaltes der Fäden neben mehr oder minder vorgeschrittener Verquellung der Membran derselben: während diese nämlich gar nicht sichtbar oder nur äusserst schwach angedeutet ist, finden sich vom Protoplasma noch feine Körnchen oder verschieden grosse blasse Kügelchen vor, die in Fadenform aneinander gereiht sind. Zwischen diesen Protoplasmaresten können übrigens manchmal auch mehr oder minder ausgebildete Sporen liegen (siehe in Fig. 12). Weiter traf ich auch an Stelle grösserer oder kleinerer Fadenstücke Ketten von grossen, wie geblähten, unregelmässig gestalteten Körpern. An den grösseren unter denselben, welche wahrscheinlich wohl die Involutionsform der längeren Fadenglieder darstellen, sind häufig eine oder zwei Einkerbungen vorhanden, durch die Abschnitte von beiläufig ebenderselben Grösse gebildet werden, welche den zerstreuten nebenbei bestehenden kleineren und kleinsten dieser Gebilde zukommt (vergl. Fig. 11). Auch Fäden, welche in diese Involutionsform aufgegangen waren, fand ich hier und da an einzelnen Punkten sporenhaltig (siehe Fig. 13). Eine nur einigermaassen reichliche Sporenbildung kam mir jedoch, wie schon aus dem Früheren hervorgeht, neben den geschilderten Metamorphosen des Fadenprotoplasmas nicht unter, denn während für die Entstehung der letzteren der Abschluss der atmosphärischen Luft eine Hauptbedingung darstellt, zeigte sich bei den verschiedensten meiner Culturen der Luftmangel als ein mächtiges Hinderniss einer ausgedehnten regelmässigen Sporenbildung.

Was nun diese letztere betrifft, so ist der Beginn derselben im Auftreten matt- bis dunkelgrauer Kügelchen zu erblicken, welche anfänglich nur an einzelnen von einander mehr oder minder entfernten Punkten im Faden bemerkbar werden; dieselben ziehen die Farbstoffe nicht an[1]). Unter günstigen Culturbedingungen werden sie innerhalb kurzer Zeit schon um Beträchtliches grösser, nehmen bald einen mehr oder minder hellen Glanz an und stellen dann endlich, wenn es in den dazwischen

1) Nur einmal und seitdem nicht mehr traf ich in gegliederten Fäden, und zwar an die Enden der Glieder gerückt, Körner, welche bei Safraninbehandlung eine lebhafte rothe Färbung annahmen.

liegenden Fadenpartien unterdessen zu neuen solchen Bildungen gekommen ist, geschlossene Reihen von ovalen glänzenden Sporen dar; im anderen Falle zeigen diese hingegen ebenfalls, wie die Sporenanlagen, eine zerstreute mehr oder weniger unregelmässige Anordnung. Die ausgebildeten Sporen haben überwiegend eine Breite von 0,0009 mm und messen in der Länge 0,0012—0,0015 mm (siehe Fig. 14, vergl. Fig. 10 u. A.).

Im Brütofen (bei 33° C.) gehaltene Culturen bedürfen zur Ausbildung der Sporen zumeist nur 16—24 Stunden von der Aussaat an gerechnet; in Zimmertemperatur belassene erfordern hierzu beiläufig die doppelte Zeit. In dem geschilderten Reifezustand der Sporen liegen dieselben noch immer umschlossen von der Fadenmembran, welche erst nach Ablauf einer verschieden langen weiteren Frist immer undeutlicher und endlich völlig unsichtbar wird. Auch damit scheint dieselbe jedoch keiner gänzlichen Auflösung anheimgefallen zu sein, indem selbst die in Flüssigkeitsculturen entstandenen Sporen auch nachher noch in reihiger Anordnung gefunden werden können.

Ich habe bisher noch nicht die Frage berührt, in welchem Verhältnisse die Fadenglieder zu der Sporenbildung stehen. Da man hierüber bei der dichten, regelmässigen Sporenbildung schwer ins Reine kommen kann, so untersuchte ich zur Ermittlung des gemeinten Verhältnisses besonders Fäden, in welchen dieselbe eine mehr oder minder sporadische und verzögerte ist. An derartigen Objecten lässt sich sowohl neben den Sporenanlagen als neben den fertigen Sporen die Gliederung viel deutlicher erkennen und hierbei wahrnehmen, dass in der besagten Beziehung mehrere Fälle zu unterscheiden sind. So schon in Hinsicht auf die Zahl der in je einem Gliede sich vorfindenden Sporenanlagen oder Sporen. Längere Glieder, beiläufig solche, welche 0,00367—0,0046 mm messen, können nämlich sowohl zwei Sporen als auch blos eine enthalten. Das letztere Verhalten zeigen sie dabei im Allgemeinen weitaus häufiger; für die kürzeren Glieder bildet es die ausnahmslose Regel, dieselben enthalten immer nur eine Spore. Ein entsprechendes Verhalten zeigen die Fadenglieder auch in Betreff der Anzahl der in ihnen enthaltenen Sporenanlagen; in einer grösseren Anzahl als höchstens zu zweien in je einem Gliede traf ich auch diese nicht.

Dabei ist die Lage der Sporen und Sporenanlagen innerhalb der Glieder keine wechsellose. Dieselbe ist nämlich allerdings in überwiegender Häufigkeit eine endständige, jedoch keineswegs sehr selten liegen sie auch in geringer oder sogar auffallenderer Distanz vom Glied-

ende (vergl. Fig. 23, 27). Die endständige Lage scheint sich übrigens oft so weit zu steigern, dass die Sporenanlagen nicht mehr als selbstständige Kügelchen von der die Glieder abgrenzenden Scheidewand zu unterscheiden sind, sondern das Aussehen von Verdichtungen der Gliedersubstanz annehmen, welche die Glieder unmittelbar abschliessen, und dass anderseits die ausgebildeten Sporen anscheinend direct die Gliedergrenze bilden. Ich verweise zur Demonstration dieses sowie der verschiedenen vorhin geschilderten Verhältnisse auf die Figuren 26, 27, 10, 28, 22, 23.

Zugleich mit der Ausbildung der Sporen kommt es in den Fadengliedern unseres Spaltpilzes ebenso wie bei der Sporenbildung anderer Bacterien zur Aufhellung des Protoplasmas. Innerhalb der aufgehellten Strecke längerer einsporiger Fadenglieder sah ich häufig eine querlaufende Schattenlinie, die sich wohl als die Andeutung eines Septums auffassen lässt. Letztere Bilder (siehe Fig. 22, 23, 28) zusammen mit gewissen, schon bei Besprechung der Gliederlänge und der Involutionsformen erwähnten Beobachtungen weisen darauf hin, dass die über eine gewisse mittlere Länge hinausgehenden Glieder nicht mehr aus einer, sondern aus zwei oder vielleicht auch drei Zellen bestehen. Ein Gesichtspunkt, von welchem aus wohl auch die vorhin erwähnte Bildung zweier Sporen in einem Gliede zu beurtheilen sein wird. Endlich wäre hier noch zu erwähnen, dass die Sporen, wenn sie sich in längeren Gliedern in Einzahl entwickeln, ebenso wie diejenigen, welche neben grösseren sterilen Fadenstrecken auftreten, allem Anscheine nach rascher zu vollendeter Ausbildung gelangen.

Ich gehe nun zum letzten Gegenstande dieser Mittheilung über, zur Besprechung der Entwicklung des Spaltpilzes aus seinen Sporen.

Die Entwicklung desselben beginnt ebenso wie bei anderen endosporen Bacterien mit einer beträchtlichen Vergrösserung der Spore, welche dabei ihren hellen Glanz verliert und eine mattgraue Färbung zeigt. Aus dem Leibe dieser vergrösserten Spore wächst dann unter Durchreissung und Abhebung der Membran derselben ein stäbchenförmiges Gebilde von beträchtlicher Dicke hervor; so kann dasselbe z. B., während seine Länge unmittelbar nach der Auskeimung, die abgehobene Sporenhaut inbegriffen, nur 0,0035 mm beträgt, an seinem freien Ende eine Dicke von 0,0017 mm zeigen, und dabei ist zu dieser Zeit sein in der Sporenhaut steckendes Ende noch um Beträchtliches dicker (vergl. Fig. 15, 16).

Zur Erreichung derartiger erster Keimungsstadien braucht es natürlich je nach den Culturbedingungen und auch individuell eine

verschieden lange Zeit. Die kürzeste Frist, in welcher ich dieselbe beobachtete, war $1^1/_4$—$1^1/_2$ Stunden. Die betreffenden Versuche waren mit der erwähnten Mischung von Fleischextract, Soda und weinsaurem Ammoniak, ferner mit Fleischbrühe und mit Fleischwasser bei 32—33° C. angestellt. Bei Zimmertemperatur sind zur beschriebenen Keimung der Sporen unter im Uebrigen gleichen oder ähnlichen Culturbedingungen $4^1/_2$ Stunden und darüber nothwendig.

Im weiteren Verlaufe der Entwicklung wachsen die Keimlinge theils in gerader, theils auch schon frühzeitig in bogiger Richtung zu längeren, nicht mehr als Stäbchen, sondern nur mehr als Fäden zu bezeichnenden Gebilden heran (vergl. Fig. 18, 19, 3 etc.) und zwar so rasch, dass ich — unter sehr günstigen Culturbedingungen — zwei Stunden nach der Aussaat bereits solche von 0,017—0,021 mm Länge messen konnte und nach drei Stunden schon 0,052—0,058 mm lange Fäden entwickelt fand. Wie begreiflich, finden sich stets mehr oder minder beträchtliche individuelle Unterschiede in Betreff der Länge der einzelnen Keimlinge in einem und demselben Präparate neben einander vor. Ich verweise in dieser Beziehung z. B. auf die während einer Beobachtungsdauer von fünf Stunden bei Zimmertemperatur von fünf Individuen dargebotenen Wachsthumsstadien, welche ich in den Figuren 17 *a*—*d* dargestellt habe. Eben diese Bilder können auch zur Demonstration der Thatsache dienen, dass an manchen Fäden schon sehr frühzeitig Gliederungsmarken sichtbar werden. Weiter habe ich mich bei der bezüglichen Beobachtung ebenso wie bei mehrfachen daraufhin angestellten Versuchen unter Anwendung des Micrometer-Oculars davon überzeugt, dass das Sporenende der Keimlinge während des an dem Fortschreiten ihres freien Endes erkennbaren Wachsthums derselben keine Verschiebung erleidet. So habe ich z. B. gerade bei der angeführten Beobachtung (Fig. 17 *a*—*d*) die Sporenenden derjenigen dieser Fäden, welche nicht während des Wachsthums an benachbarte Fäden gestossen waren, noch nach 14 Stunden an ihrem ursprünglichen Platze gefunden. Auch die folgende Beobachtung kann einigermaassen zum Belege dieser Angabe dienen, ausserdem aber erlaube ich mir dieselbe auch zur Kennzeichnung der Wachsthumsgeschwindigkeit der Fäden und noch anderer Verhältnisse hier anzuführen.

Es handelt sich bei derselben um einen auf einem Agar-Agar-Deckgläschen bei Zimmertemperatur aufgezogenen Faden von 0,166 mm Länge, welcher zu Beginn der Beobachtung nahe seinem Sporenende eine kurze bogige Krümmung und im Uebrigen einige wellige Biegungen zeigte.

Dieser Faden erwies sich 8 Minuten nach Beginn der Beobachtung, ferner nach den folgenden 10 und nach weiteren 12 Minuten jedesmal als um je 0,0054 mm länger geworden. Diese Verlängerung zeigte sich an dem Vorschreiten der Spitze des Fadens, die dabei eine geringe Krümmung machte; das andere Ende desselben mit der Sporenhaut erlitt während dieser Zeit eine geringe seitliche Verschiebung.

Innerhalb der nächsten 10 Minuten, wo die Spitze des Fadens um 0,0065 mm vorgewachsen war, verstärkte sich nahe dem Sporenende die bogige Krümmung; dieselbe wurde während der folgenden 20 Minuten noch höher; das Spitzenwachsthum betrug unterdessen 0,0148 mm; zugleich entstand 0,049 mm von dem Sporenende an einer welligen Biegung des Fadens ein Bruch, dessen Stücke seitlich auseinander wichen.

Innerhalb weiterer 10 Minuten wird dann die Spitze nur mehr um 0,0037 mm vorgeschoben; zugleich tritt 0,062 mm von derselben, ebenfalls an einer Biegung, eine zweite Continuitätstrennung auf mit seitlicher Auseinanderweichung und springt der angegebene Buckel nahe dem Sporenende, wobei sich die beiden Bruchstücke überkreuzen. Das mit der Sporenhaut zusammenhängende Bruchstück bekommt an der Bruchstelle eine knopfige Anschwellung, bleibt aber im Uebrigen weiterhin ohne Aenderung; das in Kreuzform darübergeschobene andere Bruchstück des Fadens krümmt sich hingegen innerhalb der nächstfolgenden 12 Minuten in einem rechten Winkel auf und wächst dabei um 0,0049 mm vor. Während derselben Zeit zeigt die Spitze des Fadens ein Wachsthum von 0,0024 mm. In weiteren 15 Minuten wird dieselbe dann noch um 0,0037 mm vorgeschoben. Späterhin war an ihr nur mehr ein Wachsthum von 0,0030 mm zu constatiren. Auch unter Anwendung der Brütofentemperatur blieben hierauf an dem Faden weitere Veränderungen ganz aus. Der Faden war abgestorben, wofür die Erklärung darin liegen dürfte, dass das Object in einer mit Oel abgeschlossenen feuchten Kammer cultivirt wurde.

Aus den angeführten Zahlen, welche die Längenzunahme des beobachteten Fadens in den einzelnen auf einander folgenden Beobachtungsstadien bezeichnen, ergibt sich, dass die Wachsthumsgeschwindigkeit desselben eine sehr wechselnde war. Das Wachsthum betrug bei Beginn der Beobachtung in je einer Minute 0,00067 mm, fiel dann auf 0,00054 und 0,00045, um wieder (im Ganzen nach einer halben Stunde) auf 0,00065 zu steigen und (am Ende der nächsten halben Stunde) sogar 0,00074 mm pro Minute zu erreichen. In der darauf folgenden Zeit beträgt aber das Wachsthum in der Minute nur mehr 0,00037 mm und fällt später, nach einer kurzdauernden, von der Continuitätstrennung nahe dem Sporenende eingeleiteten Steigerung auf 0,0006 mm (gegen die 4. Halbstunde hin), zu 0,00025 mm herab, um bald darauf ganz aufzuhören. Als mittlere Geschwindigkeit des Wachsthums ergibt sich demnach bei dieser Beobachtung nur 0,00053 mm,

wofür die Erklärung, abgesehen von der schon angenommenen Einwirkung des Luftmangels, zum grossen Theile in dem Umstande zu suchen sein wird, dass das Präparat in gewöhnlicher Zimmertemperatur (18° C.) lag. Denn bei Anwendung einer Temperatur von 30 bis 34° C. fand ich das Wachsthum junger Fäden viel erheblicher, ja z. B. so rasch, dass die Spitze in je einer Minute um 0,0030 mm vorgeschoben wurde. Bei anderen Beobachtungen wieder betrug das Wachsthum pro Minute 0,001—0,00117 mm. Eine geringere Wachsthumsgeschwindigkeit fand ich bei derartigen in Brütofentemperatur gehaltenen Culturen überhaupt nicht. Bei allen diesen Beobachtungen war der Luft freier Zutritt zu den Deckgläschen-Culturen gewährt. Bei den angeführten und bei anderen Versuchen habe ich mich wiederholt überzeugt, dass auch bei sehr raschem Wachsthum der Fäden die Sporenhaut denselben anhängen bleibt; ich traf dieselbe noch endständig, wenn die Fäden bereits eine Länge von 0,20, 0,38, 0,87 mm und mehr erreicht hatten. Nebenbei kommt es jedoch auch vor, dass man die Sporenhaut gleichsam verschoben, nämlich dem einen Fadenende nahe, seitlich anhängen, ankleben findet. Ob es in diesen Fällen doch, entgegen den früher vorgeführten Beobachtungen, zu einem dem Spitzenwachsthum entgegengerichteten Wachsthum des Sporenendes gekommen war, muss ich unentschieden lassen.

Es erübrigt nun nur mehr darauf hinzuweisen, dass, auf Grund der sich darbietenden Bilder (vergl. Fig. 15, 17, 18, 19, 20), anzunehmen ist, dass die Auskeimung der jungen Fäden resp. die Einreissung der Sporenhaut sowohl in querer Richtung auf die Längsaxe derselben als auch in der Verlängerung dieser Axe und in verschiedenen dazwischen liegenden Winkeln erfolgen kann. Ferner habe ich noch ausdrücklich hervorzuheben, dass unter gar keinen Verhältnissen und bei keiner meiner Beobachtungen, von denen sehr viele unter hierzu ganz geeigneten Bedingungen, nämlich in Hängetropfen, angestellt wurden, an den Keimlingen oder in späteren Entwicklungsstadien der Fäden Schwärmbewegungen constatirt werden konnten.

Endlich wäre noch zu erwähnen, dass die Injectionsversuche, welche ich mit den Sporen des beschriebenen Spaltpilzes an drei weissen Mäusen vornahm, bezüglich des Verhaltens der Injectionsstelle sowie des Blutes ohne positives Ergebniss blieben. Eine der injicirten Mäuse zeigte dabei jedoch durch zwei Tage evidente Krankheitssymptome; nach dieser Zeit erschien sie wieder ebenso munter als die beiden anderen Thiere schon sehr bald nach der Injection. Der an einer Maus angestellte Fütterungsversuch, wozu ebenfalls

wieder die Sporen verwendet worden waren, führte auch zu keiner Veränderung des Blutes und blieb überhaupt ohne jeden Einfluss auf das Verhalten des Thieres.

Fassen wir nun am Schlusse die erörterten Charactere des untersuchten Spaltpilzes in ihrer Gesammtheit ins Auge, um über die systematische Stellung desselben zu einem Urtheil zu gelangen, so ergibt sich, dass diese Species, bei ihrer mehr oder minder weitgehenden Uebereinstimmung mit dem Verhalten der verschiedenen bisher bekannten endosporen Bacterien, in einem Punkte doch von sämmtlichen Arten derselben abweicht. Es ist das der Umstand, dass ihre Zellen resp. deren Verbände erster Ordnung — wenigstens unter den Bedingungen meiner Untersuchungen —, so ferne es nicht in Folge der vorhin erörterten äusseren Einflüsse zu Continuitätstrennungen kommt, in ihrem genetischen Zusammenhange bleiben und nicht in Form isolirter Stäbchen sondern in Fadenform vegetiren [1]). Wenn es sich daher auf Grund der von de Bary gebrauchten Nomenclatur [2]) empfehlen dürfte, den beschriebenen Spaltpilz zu den Bacillen zu rechnen, so müsste derselbe doch mit Rücksicht auf seinen monomorphen auf die Fadenform beschränkten Vegetationszustand und überhaupt wegen des Complexes seiner Charactere als eine eigene Species von den übrigen Bacillusarten unterschieden werden. Für die Bezeichnung dieser Species möchte es sich aber vorläufig, ehe weitere und fortschreitende Untersuchungen den Aufbau einer eingehenden Systematik der Bacterien ermöglichen, am meisten noch empfehlen, wenn hierbei nicht auf

1) Am wenigsten trennende Bedeutung kommt diesem Umstande gegenüber dem Bacillus Anthracis zu, von dem es bekannt ist, dass er zwar im Blute der Thiere in Stabform „bei Cultur in todtem Substrat" aber — also unter, den Bedingungen meiner Untersuchungen ähnlichen Verhältnissen — in langen Fäden vegetirt, und der ebenfalls für gewöhnlich keine locomotorische Bewegung hat. Aber eine Verwechslung mit dem Bacillus Anthracis wird trotzdem schon dadurch unmöglich gemacht, dass es bei dem Keimungsvorgange unseres Spaltpilzes zur Abhebung einer distincten Sporenhaut kommt, was bei jenem nicht der Fall ist u. s. w. Durch den letzterwähnten Umstand rückt hingegen wieder unserem Spaltpilze der dem Bacillus Anthracis in vieler Beziehung so ähnliche Bacillus subtilis näher, an welchem auch die — schon durch die Entstehung desselben in einem Decoct (siehe S. 95) manifestirte — Widerstandsfähigkeit gegen die Siedehitze erinnern mag. Doch fehlen bei dem beschriebenen Spaltpilze jene der abgestreiften Sporenhaut des Bacillus subtilis eigenthümlichen endständigen Verdickungen der Sporenhaut, ferner das Schwärmstadium des Keimlings u. s. w. u. s. w.

2) de Bary, Vorlesungen über Bacterien. Leipzig 1885. S. 58.

wesentliche Eigenschaften derselben, sondern auf äusserliche mehr oder minder zufällige Umstände so z. B. auf den ersten Fundort dieser Bacterienart Bezug genommen würde. Ich schlage daher für dieselbe die Bezeichnung Bacillus Brassicae vor.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IV.

(Die Zeichnungen sind mittelst der Camera lucida (Oberhäuser) entworfen und die Vergrösserungszahlen auf Grund der direct ermittelten Maasse der verschiedenen Objecte bestimmt).

Fig. 1. Theils gerade theils in grossen Spirillenschlängelungen verlaufende Fäden; auf einer Kohlabsud-Gelatine-Platte gezogene Cultur. 22 Stunden nach der Aussaat bei Zimmertemperatur. Das Präparat behandelt mit Bismarckbraun-Glycerin. Vergrösserung: 600.

Fig. 2. Reichlich verschlungene und verflochtene Fäden; gezüchtet in einem Fleischwasser-Hängetropfen auf einem Deckgläschen. $5^1/_2$ Stunden im Brütofen. Safranin-Glycerin. 540.

Fig. 3. Junger geschlängelter Faden mit anhaftender Sporenhaut *(Sp)* aus einer in dünner Kohlabsud-Agar-Agar-Schichte gezogenen Deckgläschencultur. Gezeichnet in lebendem Zustande, $16^1/_2$ Stunden nach der Sporenaussaat. 900.

Fig. 4. Spirille aus derselben Cultur wie Fig. 3; 6 Stunden später gezeichnet. In dieser Zeit ohne Veränderung geblieben. 950.

Fig. 5. Spiruline aus einer sehr reich entwickelten verfilzten Cultur in einem kleinen Kohlabsudtröpfchen, welches einem mit Kohlabsud-Agar-Agar beschickten Deckgläschen anhing. 1 Tag im Brütofen. Picrocarmin-Glycerin. 900.

Fig. 6. Fadencultur — reich gegliedert, aber noch ohne Sporenbildung — auf der Oberfläche einer in einem Uhrschälchen ausgegossenen Fleischextract-Agar-Agar-Masse. $1^1/_2$ Tage im Brütofen. Safranin-Glycerin. 340.

Fig. 7. Cultur auf der Oberfläche einer Kohlabsud-Agar-Agar-Platte. Nach 2 Tagen mit alkoholischer Safraninlösung gefärbt. Glycerin. 210.

Fig. 8. Gegliederter Faden, entsprechend seinen Gliedern vielfach geknickt. Aus einer reich entwickelten Deckgläschencultur in einem Hängetropfen alkalisirten Kohlabsuds. Bismarckbraun-Glycerin. 950.

Fig. 9a. Faden mit Continuitätstrennungen und überwachsenden Bruchstücken aus einer Cultur in Kohlabsud-Agar-Agar auf einem Deckgläschen gezogen. $1^1/_2$ Tage nach der Aussaat; nur anfänglich im Brütofen. Vereinzelte Sporenanlagen im Faden. 950.

Fig. 9b. Derselbe Faden wie in Fig. 9 *a*, 2 Tage später gezeichnet. Der Faden ist während dieser Zeit nur an einigen Stellen noch gewachsen und enthält ziemlich zahlreiche, jedoch zerstreut liegende Sporen, die übrigens schon 16 Stunden nach Aufnahme der Fig. 9 *a* deutlich entwickelt waren. Neben allgemeiner Verschmälerung des Fadens macht sich an einzelnen Stellen desselben eine besondere Verquellung und ein solcher Schwund bemerkbar, dass die betreffenden Fadenstücke kürzer erscheinen als in Fig. 9 *a*. Bei derselben Vergrösserung gezeichnet wie letztere.

Fig. 10. Faden mit Protoplasmaschwund neben Entwicklung von Sporenanlagen und fertigen Sporen. Deckgläschencultur in einem flachen Tropfen Bouillon. 17 Stunden im Brütofen. Bismarckbraun-Glycerin. 1800.

Fig. 11. Faden mit der als Involutionsform bezeichneten Metamorphose seiner Glieder. Deckgläschencultur mit Kohlabsud. 1800.

Fig. 12. Faden aus einer in Kohlabsud gezogenen Deckgläschencultur nach langdauerndem Luftabschluss. Vereinzelte Sporenbildungen neben Degeneration zu aneinandergereihten mattgrauen Kügelchen. 900.

Fig. 13. Von derselben Cultur wie Fig. 11. Neben Involutionsformen einzelne entwickelte Sporen; gezeichnet bei 900facher Vergrösserung.

Fig. 14. Reichliche Sporenbildung in einem geschlängelten Faden. Neben den Sporen keine Segmentirung in demselben zu unterscheiden. Aus einer Deckgläschencultur in mit Soda und weinsaurem Ammoniak versetzter Fleischextractlösung. Bei Zimmertemperatur. 950.

Fig. 15. Eine vergrösserte Spore unmittelbar vor der Auskeimung und daneben ein Keimling, quer auf die Längsaxe der anhängenden Sporenhaut stehend. Deckgläschencultur mit Kohlabsud-Agar-Agar. $6^1/_2$ Stunden im Brütofen. 1800.

Fig. 16. Keimling mit anhängender Sporenhaut, in Kohlabsud-Agar-Agar auf einem Deckgläschen nach 3 Stunden im Brütofen entwickelt. Alkohol. Safraninlösung. 1800.

Fig. 17 *a, b, c. d.* Fünf Keimlinge einer Deckgläschencultur mit Kohlabsud-Agar-Agar. Bei Zimmertemperatur beobachtet. *a:* um $3^1/_2$ Uhr Nachmittags ($5^1/_4$ Stunden nach der Aussaat); b: um $4^1/_4$; *c:* um $5^1/_2$ Uhr Nachmittags; *d:* 7 Uhr Abends. Zu dieser Zeit ist bereits in den drei längeren Fäden eine Andeutung von Gliederung aufgetreten. 950.

Fig. 18. Junger Faden, in schräger Richtung auf die Längsaxe der Sporenhaut stehend. Aus derselben Cultur wie Fig. 17. 5 Stunden nach der Aussaat. 1800.

Fig. 19. Junger Faden, in der Richtung der Längsaxe der Sporenhaut gestellt. Von derselben Cultur wie die beiden vorhergehenden Figuren. Nach Alkoholeinwirkung wurden ziemlich entfernt von dem Sporenende zwei Gliederungsmarken sichtbar. 1800.

Fig. 20. Junger Faden mit querstehender Sporenhaut, aus einer Kohlabsud-Agar-Agar-Cultur. 5 Stunden im Brütofen. Durch Alkohol ziemlich nahe dem Sporenende zwei Gliederungsmarken sichtbar gemacht. Blauholz-Glycerin. 1800.

Fig. 21. Junger Faden aus derselben Cultur als Fig. 16, mit mehreren Gliederungsmarken; der Sporenhaut in der Richtung der Längsaxe derselben aufsitzend. Alkohol. Safraninlösung. Glycerin. 950.

Fig. 22. Fadenstück mit langen Gliedern, welche theils zwei, theils nur je eine Spore enthalten. Aus einer Deckgläschencultur mit Kohlabsud-Agar-Agar. 2 Tage bei Zimmertemperatur. In alkohol. Safraninlösung. 1800.

Fig. 23. Segmentirter Faden mit ausgebildeten Sporen und mit Sporenanlagen, in den meisten Gliedern nur in Einzahl und endständig, in einigen auch in Zweizahl entwickelt, dabei in manchen entfernt von den Enden der betreffenden Glieder gelagert. Hie und da (so bei *s, s, s, s*) in langen einsporigen Gliedern eine Querscheidewand angedeutet. Aus derselben Kultur wie Fig. 22. Alkohol. Safraninlösung. 1800.

Fig. 24. Reichgeschlängelter Faden mit anhaftender Sporenhaut *(Sp)* aus derselben Cultur wie Fig. 5. Picrocarmin-Glycerin. 900.

Fig. 25. Fadencultur mit zahlreichen Continuitätstrennungen und vielfachen Ablenkungen der Fadenbruchstücke von der ursprünglichen Wachsthumsrichtung, gezeichnet aus den tieferen Schichten

der bei Fig. 6 erwähnten in einem Uhrschälchen ausgegossenen Fleischextract-Agar-Agar-Masse. Safranin-Glycerin. 540.

Fig. 26. Vier Fäden, von denen drei aus zahlreichen wohl abgegrenzten Gliedern mit endständigen Sporenanlagen bestehen, während der vierte nur spärliche Gliederungsmarken zeigt und dadurch in sehr ungleich lange Stücke getheilt erscheint. Kohlabsudtropfencultur auf einem Deckgläschen. 1 Tag im Brütofen. Bismarckbraun-Glycerin. 1800.

Fig. 27. Segmentirter Faden mit einigen sehr kurzen, isodiametrischen Gliedern und kleinen kugeligen Sporenanlagen. Aus derselben Cultur wie Fig. 22. Alkohol. Safraninlösung. 1800.

Fig. 28. Segmentirter Faden mit grossen endständigen Sporenanlagen in seinen Gliedern; mehrere enthalten je zwei, andere nur je eine Sporenanlage; in einem langen Gliede eine entwickelte Spore und darüber die Andeutung eines queren Septums (siehe bei *s*). Aus derselben Cultur wie Figur 27. Alkoholische Safraninlösung. 1800.