

ENTWICKELUNGSGESCHICHTLICHE
UNTERSUCHUNG
ÜBER
CRENOTHRIX POLYSPORA,
DIE
URSA CHE
DER
BERLINER WASSERCALAMITÄT

VON

Dr. W. ZOPF.

MIT 25 FIGUREN AUF 3 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

BERLIN.
VERLAG VON JULIUS SPRINGER.
1879.

ISBN-13: 978-3-642-90603-9 e-ISBN-13: 978-3-642-92461-3
DOI: 10.1007/978-3-642-92461-3

Die Pflanze wurde in gewissen Entwicklungsstadien bereits vor einem Vierteljahrhundert (1852) von Professor JULIUS KÜHN entdeckt und von Dr. RABENHORST zunächst in dessen „Algen Sachsens resp. Mitteleuropas“¹⁾ als *Leptothrix Kühniana* herausgegeben, später (im Jahre 1865) in seiner „Flora Europaea Algarum aquae dulcis et submarinae“²⁾ als *Hypheothrix Kühniana* in einer kurzen Diagnose beschrieben. Genauere Daten über die Organisationsverhältnisse dieser Pflanze wurden erst durch Professor FERDINAND COHN zu Breslau ermittelt, der dieses interessante Gewächs im Jahre 1870 in Brunnen der Stadt Breslau wieder auffand und dasselbe in seinem Sammelwerke „Beiträge zur Biologie der Pflanzen“³⁾ unter dem Namen „Brunnenfaden“, *Crenothrix polyspora*⁴⁾ beschrieb und abbildete.

Die nachstehenden Untersuchungen, welche die Anlage IV zu dem von Herrn Professor Dr. O. BREFELD und dem Verfasser gegebenen „Bericht an den Hohen Magistrat der Stadt Berlin über die Untersuchungen des Tegeler Wassers“ bilden, führten theils zu einer Bestätigung, theils zu einer Erweiterung resp. Berichtigung der bisherigen Kenntniss über die Entwicklungsgeschichte und die biologischen Verhältnisse dieses Organismus.

Mit Hülfe der schärfsten Linsensysteme von HARTNACK und GUNDLACH und unter Anwendung eines geeigneten Culturapparates konnte die Untersuchung von der Spore aus durch alle vegetativen und fructificativen Zustände hindurch bis zum Abschluss der Fructification, also bis wiederum zur Spore, klar verfolgt werden.

1) Decas 29. No. 284.

2) Sectio II, pg. 86.

3) Bd. I, Heft I. pg. 108. Taf. 6.

4) Aus Prioritätsgründen würde die mit *Hypheothrix Kühniana Rabenh.* identische *Crenothrix polyspora Cohn* künftig besser als *Crenothrix Kühniana (Rabenhorst)* zu bezeichnen sein. Verfasser behielt in vorliegender Mittheilung jenen Namen nur deshalb bei, weil derselbe bereits in dem „Bericht“ angewendet worden war.

Die Spore (Gonidie) der *Crenothrix polyspora* stellt eine sphärische oder stumpfeckige Zelle von minutiöser Kleinheit dar (Tab. I, Fig. 1, *a*). Ihr kleinster Diameter beträgt im Minimum $\frac{1}{1000}$, im Maximum etwa $\frac{6}{1000}$ Millimeter.

Den farblosen, höchst feinkörnigen plasmatischen Inhalt der Gonidie umschliesst eine gleichmässige, hyaline Membran von sehr zarter Beschaffenheit¹⁾, welche mit den Gonidien vieler anderer Pflanzen die Eigenschaft theilt, ihre Aussenfläche schleimig aufzulösen. Auf diese Weise erscheint jede Gonidie in einen zarten, farblosen, nur bei den schärfsten Vergrösserungen wahrnehmbaren Gallertmantel eingehüllt (Tab. I, Fig. 1, *a*).

Besonderer Bewegungsorgane, etwa Cilien, völlig bar, zeigen diese Fortpflanzungszellen nur moleculare Bewegung.

Cultivirt man einzelne Gonidien in der feuchten Kammer, so lässt sich constatiren, dass sie zu gegliederten Fäden auswachsen (Tab. I, Fig. 1. *a. b. c. d. e.* zeigt eine hierauf bezügliche Entwickelungsreihe²⁾).

Die Gonidie (Fig. 1, *a*) streckt sich bei der Keimung zunächst ein Wenig und erhält in der Mitte eine Einschnürung (Fig. 1, *b*), an welcher eine Scheidewand auftritt (Fig. 1, *c*). Auf diesem Wege geht aus dem einzelligen Körperchen ein längliches, zweizelliges hervor. Jede der beiden Tochterzellen schnürt sich demnächst in der Mitte ein (Fig. 1, *d*), um hier wiederum eine Scheidewand zu bilden. So entsteht ein kurzer, vierzelliger Faden (Fig. 1, *e*). Durch hierauf eintretende Streckung der Glieder (Fig. 1, *f*) und weitere Zweitheilung derselben verlängern sich solche Fäden allmählich (Fig. 1, *g. h*). Erfolgt die Streckung mit darauf folgender Theilung an allen Gliedern ziemlich gleichmässig, so wird eine Grössendifferenz unter letzteren kaum bemerkbar (Fig. 2). Meist jedoch treten Streckung und Theilung in den einzelnen Gliedern nicht gleichmässig und gleichzeitig ein, und dann ist der Effect der, dass ein und derselbe Faden bezüglich der Länge seiner einzelnen Glieder oft bedeutende Variationen aufweist (Tab. I, Fig. 3. 4, *b*).

Im Allgemeinen lässt sich an lebhaft vegetirenden Fäden feststellen, dass die basalen und terminalen Glieder die längeren, die intercalär gelegenen hingegen die kürzeren sind. (Tab. I, Fig. 3. 4). Häufig übertreffen die terminalen Endglieder an Länge alle übrigen Zellen (Tab. I, Fig. 3, *t*).

Noch in sehr jugendlichen Stadien befindliche Fäden zeigen überall gleiche

1) COHN l. c. pg. 122 dagegen sagt: „Die einzelnen Gonidien sind anscheinend membranlose Primordialzellen“.

2) Die Keimung scheint nicht bei allen Gonidien gleich leicht zu erfolgen. Manche der von mir eingestellten waren durchaus nicht zur Auskeimung zu bewegen, obwohl sie ganz normalen Inhalt zeigten. In der GEISSLER'schen Kammer konnte überhaupt keine Keimung erzielt werden, wahrscheinlich wegen mangelnden Luftzutritts.

Dicke (Fig. 1, *g. h*) ihrer Glieder¹⁾, ältere dagegen nehmen von der Basis nach dem Scheitel hin ganz allmählich an Breite zu, sodass der ganze Faden eine sehr schlanke Keule darstellt (Fig. 3. 4), die hin und wieder leichte Krümmungen erhält (Fig. 2. 3. 4).

Die Fäden der *Crenothrix* besitzen, namentlich im isolirten Zustande, die Fähigkeit einer eigenthümlichen Bewegung, wie dieselbe auch an manchen spangrünen Algen aus den Familien der Oscillariaceen, Nostochineen und Rivulariaceen beobachtet wurde. Diese Bewegung ist bald eine unregelmässig oscillirende (der Faden beschreibt einen Kegelmantel) häufig zugleich mit Krümmung des Fadens verbunden, bald eine mehr kriechende. Vorzugsweise schön zeigten diese Bewegung im Wasser frei schwimmende Bruchstücke; junge, kurze Fäden machen häufig Bewegungen in gerader Linie vorwärts, um dann wieder in derselben Richtung rückwärts zu gehen.

Jene Scheidewände, welche den Faden gleich von seiner ersten Entstehung an gliedern und bis zu einem gewissen Stadium aus einer einfachen Zellhautplatte bestehen (Fig. 12), haben die Eigenthümlichkeit, sich in 2 Lamellen zu differenziren, von denen die eine Bestandtheil des nächstoberen, die andere Bestandtheil des nächstunteren Gliedes wird (Fig. 3, bei *s*). Ebenso differenziren sich die Seitenwände jedes Gliedes in zwei zarte Lamellen, deren innere Bestandtheil des Gliedes bleibt, während die äussere eine scheidenartige Hülle um dasselbe bildet (Fig. 3, bei *s*). Das Endresultat dieser beiden Vorgänge besteht nun darin, dass die früher fest verbundenen Fadenglieder unter sich frei werden und ferner darin, dass dieselben eine besondere „Scheide“ erhalten (Fig. 3. 4). Diese Scheide ist anfangs an ihrem Ende geschlossen (Fig. 3). Da nun aber die einzelnen Glieder des Fadens in beständiger Streckung und Theilung begriffen sind, so finden sie bald in derselben nicht mehr Raum genug; sie sprengen die Scheide und treten ins umgebende Wasser (Fig. 4, *b*). Dieser Vorgang, der sich unter dem Mikroskop schön verfolgen lässt, erfolgt mechanisch, d. h. die terminalen Glieder werden infolge der Streckung der intercalaren Glieder ganz allmählich aus dem Ende der Scheide herausgeschoben. Doch können auch die Glieder ohne vorherige Trennung von einander, als Faden, aus der Scheide heraustreten vermöge der ihnen eigenthümlichen selbständigen Bewegung. Es bleibt dann die leere Scheide zurück.

1) Solche Zustände ähneln, namentlich, wenn ihr Durchmesser ein sehr geringer ist, in gewissem Grade denjenigen Zuständen mancher *Bacillen*, welche man *Leptothrix* genannt hat. Doch ist eine Verwechslung mit dieser Spaltpilzform kaum möglich, da der Reichthum an plasmatischem Inhalt die *Crenothrix*-Zellen gewöhnlich stark lichtbrechend erscheinen lässt, während der Inhalt der *Bacillus*-Stäbchen stets ein bleiches Ansehen zeigt, ganz abgesehen von den übrigen, weiter unten anzuführenden Kennzeichen der *Crenothrix*-fäden.

Die Scheide, welche die vegetativen Glieder umhüllt, besitzt, wie alle Theile der *Crenothrix*, die Fähigkeit, zu vergallerten. Ihr Gallertmantel erreicht oft eine ansehnliche Dicke (Tab. II, Fig. 14, *b*).

Jede aus der Scheide herausgetretene Gliederzelle des *Crenothrix*-Fadens hat den Werth einer Fortpflanzungszelle. Sie ist im Stande, durch fortgesetzte Zweitheilung einen neuen Faden zu bilden, und stellt in diesem Wege ein eben so wichtiges Vermehrungsmittel dar, wie die Gonidie.

Nach den eingangs dieser Untersuchung dargelegten Entwicklungsmomenten können sich die vegetativen Gliederfäden der *Crenothrix polyspora* unmittelbar aus der Gonidie entwickeln. Um dem Leser einen zweiten, gleichzeitig controlirenden Beweis für die Richtigkeit obiger Beobachtungen zu geben, sei hier noch hervorgehoben, dass jener Vorgang sich unter Umständen schon vor dem Austritt der Gonidien aus ihren Fruchtbehältern (Sporangien) vollzieht. Ein Bild dieses Vorgangs findet man in Tab. I, Fig. 5. Die jungen Fäden durchbrechen hierbei die meist schon gallartig gewordene Membran (*m*) des fructificativen Fadens, um in das umgebende Wasser hineinzuwachsen (Fig. 5). Da der Auskeimungsprocess meist an ganzen Gruppen dicht gelagerter Gonidien stattfindet, so bilden sich in der Regel grosse Fadenbüschel, welche die verschiedensten Alterszustände mit ihren wechselnden Dickenverhältnissen aufweisen und sehr zierliche Bilder bieten.

Nicht unter allen Verhältnissen führt die Auskeimung der Gonidien zur unmittelbaren Bildung vegetativer Fäden.

Unter gewissen Ernährungsbedingungen nämlich pflegt die Gonidie einen anderen charakteristischen Entwicklungsweg einzuschlagen, welcher zur Formation von Zellproducten führt, die von den bisher betrachteten Zuständen anatomisch und habituell wesentlich verschieden erscheinen.

Der Verlauf dieses bisher nicht gekannten Entwicklungsganges vollzieht sich in folgender Weise:

Die winzige, gallertumhüllte Gonidie (Tab. I, Fig. 6, *a*), von der man hier wiederum auszugehen hat, schwillt bei der Keimung zunächst um ein Geringes an (Fig. 6, *b*), und in dem Maasse, als diese Anschwellung, begleitet von einer geringen Längsstreckung (Tab. I, Fig. 6, *c*), zunimmt, tritt an beiden Polen eine Verdichtung des Plasmas ein (Fig. 6, *c*), wonach eine schwache Einschnürung im Aequator wahrnehmbar wird (Fig. 6, *c*). Letzterer der Lage nach entsprechend erscheint sodann eine Querscheidewand, welche die Gonidie in 2 Zellen von gleicher Form und gleichen Dimensionen zerlegt (Fig. 6, *d*). Mit der hierauf erfolgenden Abrundung der beiden Tochterzellen tritt zugleich eine Trennung derselben ein (Fig. 6, *e*) so jedoch, dass beide noch immer in der Gallerthülle der Mutterzelle vereinigt bleiben (Fig. 6, *e*). Eine jede dieser nunmehr kugelig erscheinenden Tochterzellen bietet in Bezug auf Form, Grösse

und sonstige Beschaffenheit die vollste Uebereinstimmung mit der Gonidie. Sie vermag ihrerseits den vorhin geschilderten Theilungsprocess mit darauf folgender Isolirung zu wiederholen, also auch in diesem Punkte ganz dasselbe Verhalten zu zeigen wie die ursprüngliche Gonidie.

Die Zellen der so entstandenen zweiten Generation können durch Theilung eine dritte erzeugen, diese eine vierte hervorbringen, und so vermag sich dieser Process noch weiter fortzusetzen.

Da nun dem von der ursprünglichen Gonidie gegebenen Beispiele, die Aussenschicht der Membran zur zarten Gallerthülle umzuwandeln, auch die einzelnen Zellen der succedanen Generationen folgen, und da ferner die eine Generation jedesmal innerhalb der Gallerthülle der vorausgehenden erzeugt wird, so muss natürlicherweise das Endergebniss dieser Vorgänge in der Formation von gallertigen Zellcolonien seinen Ausdruck finden, wie man sie in Tab. I, Fig. 7 und Tab. II, Fig. 8 in verschiedener Grösse dargestellt findet.

Unter Umständen nehmen diese Zellfamilien verhältnissmässig bedeutende Dimensionen an. Sie wachsen gar nicht selten zu über 1 Centimeter langen und mehrere Millimeter breiten Gallertmassen von Klümpchen-, Läppchen- oder Fadenform heran, zeigen überhaupt, ihrer Gallertnatur entsprechend, in ihrer äusseren Gestalt grosse Variabilität.

Bei der ausserordentlichen Kleinheit der in der Gallertmasse eingebetteten Zellen und bei der relativ sehr dichten Lagerung derselben enthält eine Colonie, wie die in Tab. II, Fig. 8 (nur im optischen Durchschnitt) dargestellte, bereits viele Tausende von Gonidien; in den grösseren Schleimklümpchen von Fig. 9 dagegen zählen die winzigen Gonidien bereits nach Millionen, und dabei sind diese Zellen meist in Theilung, also noch in beständiger Vermehrung ihrer Zahl begriffen. — Wie nun die nachstehend dargestellten Beobachtungen bewiesen werden, trägt jede Gonidie einer solchen Colonie die Fähigkeit in sich, zu einem *Crenothrix*-Faden auszukeimen. Hiernach leuchtet ein, dass in den Gallert-Colonien eine staunenswerthe Fülle von Vermehrungskeimen für die Pflanze aufgespeichert liegt.

Diese Gallertcolonien der *Crenothrix polyspora* machten nun im Tegeler Reservoir etwa die Hälfte des massigen, schlammartigen Sedimentes aus; im Charlottenburger Reservoir bildeten sie sogar mehr als die Hälfte des reichlichen Bodenschlammes!

Anfangs vollkommen farblos, erscheinen die Gallertmassen später schön ziegelroth, schmutzig olivengrün oder dunkelbraun, und verlieren in dem Maasse, als die Intensität der Färbung sich steigert, an Durchsichtigkeit, so dass ihre innere Structur, der Charakter der Zellfamilie, mehr und mehr verwischt, zuletzt sogar gänzlich unkenntlich wird. Jene Färbungen rühren von Eisen-

verbindungen her, die sich theils in, theils auf die Gallertmassen zu lagern pflegen.

In Berücksichtigung der Aehnlichkeit, welche die Gallertcolonien des Brunnenfadens mit gewissen Entwicklungsstadien gewisser niederer Algen aus der Familie der Palmellaceen zeigen, mögen die ersteren im Folgenden kurz als „Palmellenzustände“ bezeichnet werden¹⁾.

In den Brunnen Münchens hat Prof. RADLKOFER vor längerer Zeit massenhaft Palmellenartige Zustände aufgefunden, welche, wie die Palmellenform der *Crenothrix polyspora*, aus sehr kleinen, durch Gallertsubstanz verbundenen, dicht zusammengelagerten Zellchen bestanden und nach ihm die Hauptmasse des Schlammes der untersuchten Brunnen bildeten. Es dürfte nach den Angaben des genannten Botanikers in hohem Maasse wahrscheinlich sein, dass besagte Colonien, die RADLKOFER unter der speciellen Bezeichnung *Palmellina flocculosa* Radl. in der Zeitschrift für Biologie, Band I beschrieb, mit den entsprechenden *Crenothrix*-Stadien zu identificiren sind.

Von dem Monographen des Brunnenfadens, Prof. COHN, wurde die Palmellenform der Pflanze in Breslauer Brunnen bestimmt beobachtet. Doch scheint ihm, seiner Darstellung und seiner einzigen Zeichnung nach, bei weitem nicht so instructives und üppiges Material zu Gebote gestanden zu haben, wie es dem Verfasser die Reservoirs der Berliner Wasserwerke lieferten. Dieser Umstand erklärt es wohl auch hinreichend, dass der genannte Forscher auf eine Darstellung der Entwicklungsgeschichte der Palmellaform Verzicht leistete und die Ansicht aufstellte, dass dieser Zustand Haufen aus dem Sporangium ausgetretener Sporen (Gonidien) darstelle, die durch eine „Zwischensubstanz“ lange Zeit verbunden bleiben sollen²⁾. Diese Ansicht würde nach den vorstehenden Untersuchungen nunmehr dahin zu modificiren sein, dass die ansehnlichen Palmellenmassen der *Crenothrix* nicht Haufen von Gonidien darstellen, sondern Producte, welche erst durch fortgesetzte Zweitheilung aus jenen Gonidien entstanden sind.

1) Diese Zustände besitzen ferner eine gewisse Aehnlichkeit mit der Palmellenform (*Zoogloea*) mancher *Bacterien*, namentlich mancher *Micrococcen*, z. B. *Ascococcus Billrothii* nach COHN, *Ascococcus mesentericus* nach CIENKOWSKI (Ueber die Gallertbildungen des Zuckerrübensaftes), *Bacterium Termo* nach COHN etc.

2) COHN sagt: l. c. pg. 124, Die *Crenothrix*-Fäden lassen im Laufe der Zeit ihre sämtlichen, oder doch einen grossen Theil ihrer Inhalte ins Wasser austreten, welche sich als Gonidienhaufen an der Spitze der Scheide lagern; dann unter langsamen Gleitbewegungen im Wasser zerstreuen oder in zahlloser Zusammenhäufung Palmellenähnliche Massen bilden und in der That, wie die Zellen der Palmellen, durch eine schleimige Zwischensubstanz lange Zeit verbunden bleiben, und pg. 129: Die (Micro-)Gonidienhaufen endlich, welche oft zu Millionen in der Umgegend eines *Crenothrix*-Räschens zusammengelagert und anscheinend auch durch Zwischensubstanz verbunden sind etc.

Um zu erfahren, welchen weiteren Entwicklungsweg die Zellen der Palmellenzustände einschlagen, wurden sehr kleine Colonien, die eine möglichst geringe Gonidienzahl enthielten, in einen für die continuirliche mikroskopische Beobachtung geeigneten Culturapparat gebracht (ähnlich der GEISLER'schen Kammer) und mehrere Tage im hängenden Tropfen beobachtet.

Als Ergebniss dieser Culturversuche liess sich constatiren, dass jede Zelle des Palmellenzustandes auszukeimen vermag zu einem vegetativen Faden, welcher genau alle wesentlichen Charaktere der eingangs beschriebenen, unmittelbar aus der Gonidie hervorgegangenen Gliederfäden zeigt (Tab. II, Fig. 10)¹).

Die Fäden bleiben mit ihrer Basis in der Gallertmasse der *Palmella* stecken und so entspricht der Colonie von Einzelzellen nach der Keimung eine Colonie von farblosen Zellfäden (Fig. 10. 11). Letztere strahlen radienartig nach allen Richtungen aus. Sie halten in ihrer Entwicklung meist nicht gleichen Schritt, und so treten ältere und jüngere Fäden in ein und derselben Gruppe auf (Fig. 11). Die Räschenbildung aus der *Palmella* scheint für die Pflanze Regel zu sein. Oft findet man *Crenothrix*-Rasen von 1 Centim. Länge und darüber.

Den Palmellenzuständen entsprechend erscheinen auch die Gliederfäden der *Crenothrix*, mögen sie nun unmittelbar aus der Gonidie oder aus den Zellen der *Palmella* hervorgegangen sein, vollkommen hyalin, zart und durchsichtig (Tab. I, Fig. 1. 2. 3. 4). Sie werden daher auch im Wasser nur dann erst einigermaassen auffällig, wenn sie grössere Räschen oder Büschel (bis 1 Centim. und darüber lang) bilden, und diese letzteren in grosser Anzahl auftreten. Später indessen nehmen sie nach der Weise der Gallertcolonien in die gallertige Scheide Eisen auf. Hierdurch wird eine goldgelbe oder olivengrünliche Färbung bewirkt²). Die an den farblosen Fäden so schön hervortretende Gliederstructur wird hierdurch leicht verwischt, undeutlich, ja in älteren Zuständen vollkommen unkenntlich (Tab. II, Fig. 14, a). Solche halb oder ganz undurchsichtig gewordenen, oft dunkel olivengrün bis tiefbraun (Tab. III, Fig. 17 und 18) gefärbten, dabei in der Regel bedeutend in die Länge gestreckten Fäden bildeten, in Masse auftretend, jene auffälligen, intensiv ochergelben oder schmutzig olivenbräunlichen bis kaffeebraunen, flockigen Niederschläge, welche das Berliner Leitungswasser so stark verunreinigten. (Zwischen den Fäden sammeln sich gewöhnlich noch Eisenflöckchen in mehr oder minder grosser Menge an).

1) Mit diesem Experiment ist zugleich jeder etwaige Verdacht abgewiesen, als könnten die oben beschriebenen Palmellenzustände der *Crenothrix* noch etwas anderes, etwa die Zoogloeaform eines *Bacterium* oder eines *Ascococcus* etc. sein.

2) Vergl. COHN l. c. pg. 119.

In ihrem äusseren Habitus bieten diese Formen etwas so Fremdartiges, von den farblosen Gliederfäden der *Crenothrix* so durchaus Verschiedenes, dass man leicht zu der Annahme geführt werden könnte, als ob hier eine Pflanze vorläge, die von der *Crenothrix polyspora* total verschieden sei.

Diese Annahme würde indess eine vollkommen irrige sein. Denn einmal liessen sich, wie bereits hervorgehoben, alle Uebergänge von den farblosen gegliederten zu den farbigen ungegliederten Formen, oft sogar an einem und demselben Faden nachweisen, andererseits ist es möglich, die färbenden Eisenverbindungen durch Behandlung mit Säuren so vollständig zu extrahiren, dass der Faden wiederum wasserhell erscheint und nun seine *Crenothrix*-Structur klar zu Tage treten lässt (Tab. II, Fig. 14, *a* zeigt einen solchen farbigen, scheinbar ungegliederten Faden vor, Fig. 14, *b* eben denselben nach der Behandlung mit Salzsäure). Es ist zweckmässig, die Säure verdünnt und vorsichtig anzuwenden, da sonst der ganze Faden sich fast augenblicklich vollständig auflöst.

Durch die Güte des Herrn Geheimrath Professor Dr. VIRCHOW wurde dem Verfasser im November 1878 Gelegenheit, die Niederschläge zweier Wasserproben zu untersuchen, welche aus einem Sammelbrunnen der älteren sowie dem Reservoir der jetzigen Hallischen Wasserleitung entnommen und von Herrn Oberbürgermeister VON VOSS aus Halle genanntem Herrn übergeben worden waren. Diese Niederschläge enthielten jene Zustände gleichfalls. Da nun nach gütiger Mittheilung des Herrn Professor KÜHN in Halle, der, von Herrn Oberbürgermeister VON VOSS aufgefordert, die Brunnen der Hallischen Leitung botanisch untersuchte, diese Zustände vollkommen identisch sind mit derjenigen Pflanze, welche vor etwa 27 Jahren von ihm in Schlesien entdeckt, von Dr. RABENHORST ihm zu Ehren erst *Leptothrix*, dann *Hypheothrix Kühniana* benannt¹⁾ und in dessen Algendecaden Sachsens und Mitteleuropas²⁾ in getrockneten Exemplaren ausgegeben wurden, so kann die Identität der *Leptothrix Kühniana*³⁾ mit *Crenothrix polyspora* nach dem oben Erörterten nicht dem leisesten Zweifel unterliegen. Hieraus folgt, dass nach Prioritätsrechten die bisherige Bezeichnung (*Crenothrix polyspora* Cohn) in *Crenothrix Kühniana* (Rabenhorst) umzuändern ist.

1) RABENHORST: *Flora Europaea Algarum aquae dulcis et submarinae. Sectio II.* Lips. 1865. pg. 86 giebt folgende Diagnose: *Hypheothrix sparsa vel dense vel laxa intricata, ferro oxydato conspurcata et colorata; trichomatibus leviter curvatis, pallide aerugineis indistincte articulatis, passim interruptis; vaginis amplis plicatis, achrois. Diam. trich. 0,0001—0,00012", vag. plerumque = 0,00043"* Hab. in aquaeductis, quae dicuntur „Drainröhren“ Germaniae primus detexit cl. J. KÜHN.

2) Decas 29, No. 284.

3) In dem Bericht ist irrthümlich als Autor zu *Leptothrix Kühniana* Dr. SIWERT angegeben, (ebenso statt *Melosira* — *Cystosira* gesetzt worden.)

Die Hallischen Exemplare wurden in viel Wasser cultivirt und zwar von November bis zum Frühjahr (März). Gegen Ende dieser Zeit wuchsen die eisenhaltigen Fäden massenhaft zu farbloser *Crenothrix* aus, eine weitere willkommene Bestätigung der Richtigkeit obiger Ansicht. Den Winter über blieben jene farbigen Fäden unverändert. Beide Thatsachen, die Ruhe im Winter und das tüppige Auswachsen im Frühjahr, möchten vielleicht einen Fingerzeig geben, dass die farbigen Zustände mit ihrer dicken, undurchsichtigen Scheide Dauerzustände darstellen.

Die soeben charakterisirten Formen bieten in Bezug auf ihren Habitus und ihre Färbung mannigfache Variationen dar. Vergallerten die Membranscheiden nur wenig, so erhält man meist dünne und ganz glatte Fäden (Tab. II, Fig. 15, *a*). Tritt der Vergallertungsprocess intensiver ein, so erscheinen die Fäden dicker und im Vergleich zu jenen Formen mit weniger bestimmtem und regelmässigem Contour (Tab. III, Fig. 17. 18). Der Gallertscheide, die häufig stellenweise unterbrochen ist, lagern sich Eisenflöckchen oft in unregelmässigster Weise auf, geben dem Faden ein knorriges Ansehen (Fig. 18) und machen ihn spröde und daher leicht zerbrechlich.

Bei der gallertigen Beschaffenheit der *Crenothrix*-Fäden kommt es häufig vor, dass zwei oder mehrere Fäden, die eine Strecke weit neben einander verlaufen, in Folge der Vergallertung zu einem dünneren oder dickeren Strang verschmelzen (Fig. 17, bei *a*). Biegt sich dann der eine gelegentlich plötzlich ab, so bekommt man auf den ersten Blick den Eindruck, als ob hier eine ächte Verzweigung stattfinde (Fig. 18), mithin diese Formen nicht der stets unverzweigten *Crenothrix* zugehören könnten. Allein die genauere Betrachtung und vorsichtige Anwendung von Reagentien (verdünnter Salzsäure) klärt die Bedeutung dieser Pseudozweige in dem angedeuteten Sinne ohne Weiteres auf.

In dem Absatz *Crenothrix*haltigen Wassers begegnen dem Beobachter häufig rosenkranzförmig gegliederte, an den Gliederungsstellen meist stark eingeschnürte Fäden (Tab. III, Fig. 20), die anfangs hyalin (Fig. 19, *c*. 20 *a*), später durch Eisenverbindungen gelb gefärbt erscheinen (Fig. 20, *b*). Wie durch die directe Beobachtung von Culturen bei Luftabschluss nachgewiesen ward (siehe die Entwicklungsreihe in Fig. 19, *abc*, und die Figurenerklärung hierzu), stellen diese Bildungen, die in ihrer Form von *Crenothrix* etwas abweichen und daher leicht als einem fremden Organismus zugehörig betrachtet werden könnten, im Absterben begriffene *Crenothrix*fäden dar, besitzen also keine besondere Bedeutung für das Leben der Pflanze. Es lassen sich übrigens zwischen denjenigen Formen, welche die grösste Abweichung von lebenden *Crenothrix*fäden zeigen und zwischen den letzteren selbst alle Uebergangsstufen auch ohne Cultur nachweisen. Solche Uebergangsstadien stellt Tab. III, Fig. 20, *a* dar. Da wo die *Crenothrix* als Schlammbildner angehäuft war,

wie in den Reservoiren zu Tegel und Charlottenburg, fanden sich absterbende und abgestorbene Fäden mit gelbrother oder rothbrauner Färbung, meist in grosser Anzahl. Auch in den Proben aus dem Bassin der Hallischen Leitung waren sie reichlich vertreten.

An den gegliederten Fäden von *Crenothrix* wurden von dem Monographen derselben in seltenen Fällen eigenthümliche Zellen gesehen, die von den gewöhnlichen Gliedern in Gestalt und Grösse höchst auffällige Differenzen zeigten. Sie stellten nämlich ellipsoidische Körper dar, deren Längs- und Breitendimension die *Crenothrix*glieder ums Mehrfache übertrafen¹⁾. Auch bezüglich ihres Inhaltes erschienen diese Zellen von gewöhnlichen *Crenothrix*-Zellen abweichend, indem sie nicht mit homogenem, sondern deutlich körnigem Plasma erfüllt erschienen. — Alle diese Beobachtungen führten den genannten Forscher zu der Ansicht, dass jene Zellen eine besondere Sporenform darstellen möchten, die er mit den Sporen (Manubrien) der Rivularienartigen Algen vergleicht. Eine Auskeimung derselben zu *Crenothrix*fäden konnte von ihm nicht beobachtet werden²⁾.

Da der eventuelle wissenschaftliche Nachweis manubrienartiger „Sporen“ bei *Crenothrix* von morphologischem Werthe sein, und namentlich auch über die bisher noch unsichere systematische Stellung der Pflanze wünschenswerthe Andeutungen geben würde, so wandte Verfasser der Auffindung beregter Organe besondere Aufmerksamkeit zu. Nachdem im Herbst vorigen Jahres anderthalb Monate hindurch viele Tausende von *Crenothrix*-Räschen in prächtiger Entwicklung sorgfältig durchmustert waren und man dabei vergebens nach diesen Organen gesucht hatte, lag immer noch die Vermuthung nahe, dass, nach Analogien mit gewissen Algen, dieselben sich vielleicht erst am Ende des Herbstes oder gegen Wintersanfang entwickeln würden. Allein diese Hoffnung erfüllte sich nicht; die Pflanze bildete bis in den Februar nur vegetative und fructificative Zustände gewöhnlicher Art, ohne Dauersporen hervorzubringen.

Ein einziges Mal gelang es, ein paar Zellen aufzufinden, die mit den von COHN beschriebenen eine gewisse Aehnlichkeit zeigten (Tab. III, Fig. 25). Sie befanden sich am Ende je eines *Crenothrix*-Fadens, zeigten verhältnissmässig colossale Dimensionen und besaßen die Form eines an den Polen etwas ausgezogenen Ellipsoids. Ihr farbloser Inhalt war aus feinkörnigem Plasma gebildet. Die Wandung in Bezug auf Dicke, von der gewöhnlichen *Crenothrix*-zelle nicht verschieden.

1) In Fig. 13 u. 14 der COHN'schen Tafel findet man einen solchen Körper dargestellt.

2) Vergl. COHN l. c. pg. 120.

So gern ich der COHN'schen Auffassung solcher Zellen als „Sporen“ gefolgt wäre, so war doch der Eindruck, den diese so selten auftretenden Gebilde auf mich machten, insofern kein günstiger, als sie mehr wie krankhafte, denn als normale Zustände erschienen. Sie erinnerten lebhaft an eigenthümliche Hypertrophien, die ich vor einiger Zeit an Gliedern von *Horridium parietinum*, in Wasser cultivirt, beobachtete, auch an gewissen unter Wasser cultivirten Pilzsporen (von *Cephalothecium*) zu machen Gelegenheit fand, und die im letzteren Falle hervorgerufen wurden durch eine parasitische *Amoeba*. In dem *Crenothrix*-haltigen Wasser (aus einem Tegeler Brunnen), das jene Zustände enthielt, waren gleichfalls Amoeben in beweglichem und im Cystenzustande in einiger Anzahl vorhanden, und möchte ich vermuthen, dass dieselben auch jene „Sporen“-Bildung hervorgerufen haben. Jedenfalls glaube ich nach meinen Beobachtungen mit Bestimmtheit an der pathologischen Natur dieser Gebilde festhalten zu müssen.

Die bisherigen Darlegungen der Entwicklungsgeschichte der *Crenothrix polyspora* zeigten, dass die Pflanze erstens Palmellenartige Zustände in Form von Gallertklümpchen, zweitens vegetative, deutlich gegliederte Fäden, drittens vegetative, scheinbar ungliederte Fäden und viertens die eben genannten abnormen, rosenkranzförmigen Zustände bildet.

Mit der Erzeugung aller dieser Formen ist aber die Entwicklung der Pflanze noch nicht abgeschlossen.

Die vegetativen Gliederfäden vermögen sich nämlich zu etwas höher ausgebildeten Fäden zu entwickeln, die schliesslich den Charakter einer Art von Fructification annehmen (Tab. III, Fig. 21—24).

Die hierzu führenden Umstände bestehen in einfachen Theilungsvorgängen vegetativer Fäden.

Durch vertikal zur Fadenachse auftretende Querwände theilen sich die Gliederzellen (Fig. 21, *g*) zunächst in mehr oder minder niedrige Scheiben (Fig. 21, *a*). Den Quertheilungen folgen Längstheilungen, parallel zur Achse des Fadens, welche die Scheiben in kleinere Glieder zerlegen (Fig. 21, *b*). Nach erfolgter gegenseitiger Trennung nehmen letztere eine mehr oder minder starke Rundung an, sodass sie etwa sphärische Gestalt erhalten (Fig. 21, *c*). Regel ist, dass die Theilungen nicht in allen Gliedern gleichzeitig und in gleicher Anzahl auftreten, und dieser Umstand bringt es mit sich, dass man in ein- und demselben Faden an der einen Stelle Producte vielfacher Theilung, an der andern wenig oder gar nicht getheilte Zellen findet (Fig. 21, 24). Die letzteren liegen meist im basalen Theile des Fadens (Fig. 24), selten an der Spitze (Fig. 21). In Fäden von sehr geringer Dicke finden häufig nur Quertheilungen statt (Fig. 22).

Durch genannte Vorgänge entsteht eine Art von Fructification, und hat

COHN dieselbe als *Sporangien*-Fructification bezeichnet, während er die letzten Theilproducte Gonidien nannte und nach ihren Dimensionen als Makro- und Mikrogonidien unterschied.

Streng genommen indessen ist bei dieser Pflanze eine morphologische Differenzirung in vegetative und fructificative Theile noch gar nicht vorhanden. Jeder fructificative Faden ist im Anfang, in seiner Jugend, ein rein vegetativer und behält diesen vegetativen Charakter in seiner basalen, der *Pal-mella* zunächst liegenden Region auch später noch (Tab. III, Fig. 23. 24), wenn das freie Ende durch häufigere Quer- und Längstheilungen der Glieder die kleinen Theilstücke (Gonidien) bereits gebildet hat (Tab. III, Fig. 21 bei *g*, 24 im unteren Theile). In dem Mangel jener Differenzirung spricht sich zugleich die niedere Organisation der *Crenothrix* aus.

Die Scheide ist frühzeitig geöffnet, schon bevor die Gonidienbildung eintritt. Der Austritt der Gonidien erfolgt theils dadurch, dass die basalen Glieder, durch immer neue Theilungen sich vermehrend, die oberen Theilstücke herauschieben, theils scheinen auch Quellungerscheinungen der die Gonidie mit einem zarten Hof umgebenden Gallert den Austritt mit zu bewirken. Häufig aber werden die Gonidien erst dann frei, wenn die Scheide durch Vergallertung sich auflöst¹⁾.

Die Gonidien wachsen entweder wiederum sofort zu Fäden aus, oder sie vermehren sich erst durch Zweitheilung zu den oben beschriebenen Gallert-Colonien. Letzteres ist das Häufigere, ja man darf sagen die Regel. Die Auskeimung zu Fäden kann selbst schon innerhalb der Scheide erfolgen (Tab. I, Fig. 4).

Somit ist die Untersuchung über die Entwicklungsgeschichte der *Crenothrix*, von der Gonidie ausgehend, wiederum bei der Gonidie angelangt und so der Entwicklungskreis geschlossen.

Aus den geschilderten Entwicklungsmomenten ergibt sich, dass der Brunnenfaden zwar eine gewisse Mannichfaltigkeit in seinen Entwicklungsformen besitzt, dass aber diese Entwicklungsformen einen hohen Grad morphologischer Einfachheit zeigen. Eine Differenzirung in vegetative und fructificative Organe ist im Grunde noch gar nicht eingetreten, oder doch nur erst andeutungsweise vorhanden; die vegetative Vermehrung geschieht durch einen

1) COHN l. c. pg. 122 behauptet, dass die Gonidien sich dadurch bilden, dass innerhalb jedes Fadengliedes sich eine grosse Anzahl, mindestens 16, „Plasmakugeln“ bilden, die hernach die Mutterzellmembranen durchbrechen sollen. Meine Beobachtungen ergaben nur den obigen Sachverhalt.

einfachen Zweitheilungsprocess, ein Spitzenwachsthum fehlt noch; jede Zelle der Pflanze ist fähig, eine neue Pflanze zu erzeugen.

Alle diese Momente weisen der *Crenothrix* auf der Stufenleiter der niederen Kryptogamen einen ziemlich tiefen Platz an. Ob ihr aber dieser Platz besser bei den Algen oder besser bei den Pilzen einzuräumen ist, darüber sind die Ansichten der Botaniker getheilt. Allerdings bietet die Pflanze mit gewissen spanngrünen Algengattungen aus der Familie der Oscillarieen (*Oscillaria*, *Chamaesiphon*, *Lyngbya*) in der Art ihrer Glieder- und Scheidenbildung sowie in der Art der Bewegung eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit, und dieser Umstand war es auch, der Prof. COHN bewog, sie zu den Algen zu stellen; allein andererseits steht sie in Bau und Entwicklung gewissen Pilzen, (Bakterien *Beggiatoa*) so nahe, dass sie, ganz abgesehen von dem vollständigen Mangel des *Chlorophylls*, wohl mit eben demselben Recht in die Klasse der letzteren gebracht werden kann.

Was die nicht nur vom wissenschaftlichen, sondern namentlich auch vom praktischen Standpunkte interessante Frage nach der geographischen Verbreitung des Br unnenfadens und nach dem Charakter seiner Standorte betrifft, so konnte dieselbe bis vor Kurzem nur mangelhaft beantwortet werden.

Die wenigen Fundorte, die man bisher kannte, bezogen sich ausschliesslich auf eine einzige deutsche Provinz, nämlich Schlesien. Dort entdeckte sie Prof. KÜHN in einer Thonrohrleitung, welche ein Bassin im Garten der Domaine Gnadenberg (Kreis Bunzlau) entwässerte, ¹⁾ dort existirt sie nach Prof. COHN ²⁾ und KIRCHNER ³⁾ auch in Brunnen von Breslau und Proskau, sowie in den Quellen von Bad Cudowa.

Ob die *Crenothrix* einen weiteren Verbreitungskreis besitzt, ob sie etwa in der Tiefe des Bodens haust, ob sie nur stehende oder aber auch fliessende Gewässer zu ihrem Wohnplatz erwählt, darüber vermochten die bisherigen Beobachtungen keinen Aufschluss zu geben.

Erst die im Auftrage des Hohen Magistrats der Stadt Berlin von Herrn Prof. Dr. BREFELD und dem Verfasser unternommenen Untersuchungen des Wassers der Tegeler Werke und der Brunnen in der Umgebung der Hauptstadt, sowie die Untersuchung von Hallischem Leitungswasser gaben Gelegenheit, diese Fragen zu prüfen und gleichzeitig zu entscheiden.

Bezüglich der ersten und letzten Frage führten die Untersuchungen zu dem Ergebniss, dass die *Crenothrix* nicht bloss in der Provinz Schlesien zu finden, sondern auch in den Provinzen Brandenburg und Sachsen

1) Nach gütiger Mittheilung des Herrn Prof. KÜHN an den Verfasser.

2) l. c. pg. 118 und 131.

3) Kryptogamen-Flora von Schlesien, Abtheilung: Algen.

heimisch ist. Die verschiedensten, zum Theil meilenweit aus einander liegenden Localitäten in der Umgebung unserer Hauptstadt bergen die Pflanze im Brunnen- und Fluss-Wasser. Ihre verschiedenen Entwicklungszustände wurden nicht nur in den Brunnen und Tiefbrunnen der Tegeler, Charlottenburger, Hippodrom- und Stralauer Wasserwerke, in dem Tiefbrunnen der Lichterfelder Wasseranlage und in dem Brunnen der Strafanstalt Plötznensee in grösserer oder geringerer Menge beobachtet, sondern selbst in dem Wasser der Spree, wo man sie nicht zu finden gehofft hatte, wurde ihre Gegenwart zweifellos constatirt. Ein Sammelbrunnen der älteren und das Reservoir der jetzigen Hallischen Leitung enthielten diesen ungebetenen Gast gleichfalls. Er fand sich nach den Untersuchungen des Herrn Prof. KÜHN in den Sammelbrunnen in so bedenklicher Menge, dass der genannte Forscher, von den Hallischen Behörden um Rath befragt, die Neuanlage von Brunnen an anderer Stelle anrieth, welchem Vorschlage auch baldigst Folge geleistet wurde.

Schon in der Thatsache, dass der Brunnenfaden in drei so entfernt von einander liegenden Gegenden, wie die von Berlin, Breslau, Halle und innerhalb dieser Gegend an den verschiedensten Punkten meist sehr reichlich zu finden ist, dürfte ein entschiedener Hinweis liegen, dass die *Crenothrix* ein noch viel weiteres Verbreitungsgebiet besitzen müsse, als man nach den angegebenen Daten anzunehmen berechtigt ist. Dieser Hinweis wird aber noch entschieden verstärkt durch den thatsächlichen Umstand, dass ein Fluss, wie die Spree, diese Pflanze gleichfalls beherbergt.

Allein es giebt noch einen anderen triftigen Grund für die Annahme, dass die *Crenothrix* eine häufige und weit verbreitete Pflanze ist. Die Darlegung dieses Grundes liegt zugleich in der Antwort auf die Frage eingeschlossen:

Wie gelangt die Pflanze in die Brunnen und Tiefbrunnen hinein?

Man könnte sich vorstellen, dass von denjenigen Localitäten her, wo die Pflanze in Wasseransammlungen vegetirt, einzelne Keime, durch die Luft fortgetragen, in die Brunnen gelangten, ähnlich wie es z. B. mit den Sporen vieler Pilze oder den Ruhezuständen (Cysten) der Infusorien geschieht.

Allein diese Vorstellung dürfte jedenfalls nicht die richtige sein, da einmal die *Crenothrix*-Keime (die Gonidien und die vegetativen Glieder) so überaus zart und, wie durch die directe Beobachtung leicht erwiesen werden kann, gegen den Wechsel der Medien Wasser und Luft so empfindlich sind, dass sie sofort zu Grunde gehen, andererseits aber die allerdings widerstandsfähigeren, gefärbten, mit dicker Gallerthülle versehenen Fäden und Palmellenklümpchen wegen ihrer verhältnissmässig nicht unbedeutenden Grösse und Schwere nicht leicht transportabel sein möchten.

Viel näher lag vielmehr die Frage, ob nicht die Pflanze vielleicht

ihren Wohnplatz im Boden habe, im Wasser des Bodens normal vegetire und von da aus die Wasseransammlungen der Brunnen inficire.

Diese Frage konnte selbstverständlich in wissenschaftlicher Art und Weise nur entschieden werden im Wege einer besonderen Untersuchung von Wasserproben aus verschiedenen Bodentiefen.

Es wurden für diesen Zweck in Tegel an sechs verschiedenen Punkten ebensoviel Abessynierröhren gesenkt, und das Wasser derselben aus den verschiedensten Tiefen, bis zu etwa 24 m (des Berliner Dammmühlenpegels), Herrn Prof. BREFELD und mir zur Untersuchung übergeben.

Es stellte sich hierbei das in hohem Grade interessante Ergebniss heraus, dass die Pflanze in der That im Boden lebt. Noch bei einer Tiefe von 20 m trat sie so reichlich auf, dass jedes Präparat von dem Bodensatz der Wasserprobe zahlreiche Fäden der *Crenothrix* enthielt, in frischen lebhaft vegetirenden Gliederfäden sowohl, als in den Zuständen mit scheinbar fehlender Gliederung¹⁾. Die letzteren waren mehr oder minder intensiv braun gefärbt. Von der oberirdischen Pflanze waren alle diese Formen in nichts verschieden. Nur die sogenannten fructificativen Fäden wurden verhältnissmässig höchst selten angetroffen, nur in einer einzigen Probe gesehen. Vielleicht bedarf diese letztere Form zu ihrer Entwicklung des Zutritts grösserer Luftmengen, als sie die Pflanze in den Zwischenräumen der Bodentheile vorfindet. Bemerkenswerth ist noch der Umstand, dass sich die *Crenothrix*fäden den Bodenpartikelchen oft derartig eng anschmiegen, dass sie den Eindruck machten, als ob sie mit jenen verwachsen seien.

„Die Tegeler Schichten, in denen die *Crenothrix* gefunden ward, gehören in ihrem oberen Theile, bis zu einer Tiefe von 5—7 m unter der Oberfläche dem Alluvium und zwar dem Altalluvium, in ihrem unteren Theile sogar den durch ihren Kalkgehalt leicht kenntlichen Diluvial-Bildungen an.“²⁾
„In dem Abessynischen Brunnen der Central-Kadetten-Anstalt zu Lichterfelde, welcher ebenfalls *Crenothrix* enthielt, liegt der Saugkorb, durch welchen einzig und allein Wasser in das Saugerohr gelangen kann, 11 m unter der unteren Fläche einer 10 m starken Mergelablagerung, welche letztere wiederum

1) Wie der Director der städtischen Wasserwerke Berlins, Herr H. GILL, ausdrücklich versicherte, bietet die Art und Weise, wie die Tiefproben aus den eingesenkten Abessyniern entnommen werden, eine vollkommen sichere Bürgschaft, dass die Proben auch wirklich den angegebenen Tiefen entstammen. Die Flaschen, in denen das Wasser übersandt wurde, waren vor der Entnahme desselben auf das Sorgfältigste gereinigt worden.

2) Diese Angaben sind mir von Herrn Director GILL nach den Resultaten gemacht worden, welche von dem Königl. Landesgeologen Prof. BERENDT bei der Untersuchung der Tiefschichten, in welchen die Brunnen der Tegeler Werke liegen, erlangt wurden.

von der oberen lehmig-sandigen Schicht der Lichterfelder Flur bedeckt ist. Die unterste Schicht in dem Niveau, in welchem die Unterkante des Saugers sitzt, gehört gleichfalls unstreitig der Alluvial-, wenn nicht gar der Diluvial-Bildung zu.“

Es verdient vielleicht bemerkt zu werden, dass sich die lebensfrische *Crenothrix* in verschiedenen Diluvialtiefen in Gesellschaft befand von zahlreichen Resten einer früheren Schöpfung, fossilen Foraminiferen mit wohl erhaltenen Schalen (zierlichen Textilarien und Globigerinen).

Die aus den angeführten Thatsachen (über das Vorkommen im Boden, in Brunnen, in Flusswasser) sich ergebende Wahrscheinlichkeit, dass die *Crenothrix* eine ganz gemeine Pflanze ist, wird noch erhöht durch die einer reichen landwirthschaftlichen Erfahrung entstammenden Mittheilungen ihres Entdeckers, nach welchen die Ansiedelung der Pflanze in Drainröhren eine gar häufige Erscheinung bildet.¹⁾

In diese Drains gelangt die Pflanze offenbar vom Boden aus.

Ausser der Frage nach dem Vorkommen dürfte noch von besonderem, praktischen Interesse die Frage nach der Vermehrungsfähigkeit der *Crenothrix* sein.

Die Literatur scheint über diesen Punkt keinerlei Aufschluss geben zu können. Desto willkommener waren dem Verfasser weitere gefällige Angaben des genannten Forschers, aus denen zur Evidenz hervorgeht, dass der *Crenothrix* eine ganz bedeutende Productionskraft inne wohnt. Genannter Beobachter schreibt nämlich: „Ich habe die Pflanze in Drainröhren in grosser Menge gefunden. Sie vermag für sich allein Drainröhren zu verstopfen, wenn diese im Verhältniss zum Wasserzudrang von zu engem Caliber sind. Drainröhren, die sehr lange voll laufen, sind der Gefahr der Verstopfung durch diese Alge leicht ausgesetzt, wenn die Qualität des Wassers deren Entwicklung begünstigt“.

Einen entschiedenen Hinweis auf die bedeutende Vermehrungskraft gaben bereits die mikroskopischen Untersuchungen, verbunden mit den im Kleinen angestellten Culturversuchen, durch welche aus wenigen Keimen ganz ansehnliche Mengen der Pflanze gezüchtet wurden²⁾.

Die trefflichste Illustration zu der beregten Frage dürften aber wohl die an den Tegeler Werken gewonnenen Erfahrungen liefern, welche zeigten, dass die Pflanze aus geringen, der Beachtung sich entziehenden Mengen innerhalb

1) Diese noch unveröffentlichten Beobachtungen wurden mir durch gütige briefliche Mittheilung des Herrn Prof. KÜHN zugänglich.

2) Diese Culturen wurden in grossen Glasgefässen mit viel Wasser angestellt und ihr 3 monatliches Resultat von den Herren Stadtrath LÖWE und Director GILL in Augenschein genommen.

der kurzen Frist von wenigen Monaten zu sehr ansehnlichen Massen heranzuwachsen vermag, zu jenen auffälligen Verunreinigungen, welche für gewisse Industriezweige so nachtheilig, in den Haushaltungen so lästig wurden.

Das Leben der Pflanze ist an eine bestimmte Jahreszeit nicht gebunden. Im Winter trifft man dieselben Entwicklungsstadien an, welche im Sommer erzeugt werden. Doch hat nach den makro- und mikroskopischen Befunden die höhere Temperatur der wärmeren Jahreszeit eine entschieden lebhaftere Vermehrung zur Folge.

Um zu erfahren, ob die Pflanze etwa befähigt sei, sehr niedere Temperaturen zu ertragen, setzte man mehrere Gefässe, welche die Pflanze in den mit dicken Scheiden versehenen farbigen Fäden enthielt, den ganzen Monat Januar und die erste Hälfte des Februar hindurch der diesjährigen Kälte aus. Der Inhalt froh wiederholt ein, thaute wieder auf, musste dann im Februar eine Temperatur von etwa -8° R. aushalten und thaute später wiederum langsam auf. Es war nach diesen Vorgängen jede Hoffnung aufgegeben worden, die Pflanze wieder zur Auskeimung zu bringen. Sie wurde ins Zimmer gebracht und bis Anfang März cultivirt. Zu meinem Erstaunen aber waren schon zu dieser Zeit die bereits für todt gehaltenen Fäden massenhaft zu farblosen Gliederfäden ausgekeimt, die an Ueppigkeit der Entwicklung nichts zu wünschen übrig liessen.

Es möge zum Schluss noch die Bemerkung gestattet sein, das die Anlage der neuen Abessynierröhren zu Tegel für die Zwecke der Untersuchung über die *Crenothrix*-verbreitung noch einen weiteren wissenschaftlichen Nutzen gehabt hat, insofern nämlich, als die Untersuchungen der Wasser- und Bodenproben einerseits zur Entdeckung einer bisher unbekanntem chlorophyllgrünen Alge führten, die ihre systematische Stellung in der Familie der Palmellenartigen Algen finden wird, andererseits die Feststellung der physiologisch bemerkenswerthen Thatsache zur Folge hatten, dass chlorophyllgrüne Pflanzen selbst in bedeutenden, dem Licht durchaus unzugänglichen Tiefen noch lebhaft zu vegetiren und zu fructificiren, mit einem Worte zu assimiliren im Stande sind. Betreffs der Verbreitung lebender Pilze im Boden wurden gleichfalls gewisse Anhaltspunkte gewonnen. Detaillirte Mittheilungen über diese Daten behält sich der Verfasser an anderer Stelle vor.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

TAB. I.

Fig. 1. 600/1. Entwicklungsreihe aus der Spore (Gonidie). *a.* kugelige Gonidie, von einem Gallertmantel umhüllt; *b.* dieselbe in Längsstreckung und Einschnürung begriffen; *c.* bereits getheilt; *d.* die Theilzellen strecken sich und schnüren sich in der Mitte ein; *e.* jedes Theilstück ist in zwei Glieder getheilt, sodass sich ein viergliedriger Faden bildete; *f.* derselbe mit mehr gestreckten Gliedern; *g* und *h* entwickeltere Fadenzustände.

Fig. 2. 540/1. Längerer vegetativer Faden, dessen Glieder keine wesentliche Grössendifferenz zeigen. Die Scheide des Fadens ist bereits sehr schwach vorhanden.

Fig. 3. 540/1. Ein vegetativer Faden, dessen Scheide bereits sehr deutlich differenzirt ist (bei *s*). Die terminalen Glieder *t* übertreffen an Länge alle übrigen, die mittleren *m* erscheinen sehr kurz. Die Klammer bezeichnet getheilte Glieder.

Fig. 4. 540/1. Zwei vegetative Fäden mit an der Spitze geöffneten Scheiden, bei *b* einzelne ausgetretene Glieder.

Fig. 5. 450/1. Ein mit Gonidien (*g*) erfüllter Fruchtfaden (*Sporangium*). Die Gonidien sind an zwei Stellen durch die Scheide *s* durchbrechend zu dichte Colonieen bildenden Fäden ausgewachsen, die in allen Zuständen der Entwicklung vorhanden sind.

Fig. 6. 600/1. Entwicklung der Gonidie (*a*) zur Gallertcolonie, nach den Buchstaben *a* bis *e*.

Fig. 7. 600/1. Kleine farblose Palmellen-Colonie mit vielen Gonidien.

TAB. II.

Fig. 8. 250/1. Eine grössere, noch hyaline Palmellencolonie mit unzähligen Gonidien, aus dem Tegeler Reservoir.

Fig. 9. Palmellenzustände in natürlicher Grösse, olivengrünliche Gallertklümpchen von verschiedener Form darstellend, aus dem Charlottenburger Bassin.

Fig. 10. 720/1. Eine Palmellencolonie zur Fadencolonie ausgekeimt.

Fig. 11. 160/1. Eine ähnliche Colonie mit meist schon älteren vegetativen Fäden.

Fig. 12. 540/1. Gegliederter *Crenothrix*-Faden, an welchem die Differenzirung der Scheide und die Trennung der Glieder noch nicht wahrzunehmen ist. (Nur der Inhalt der oberen Zellen ist ausgeführt.)

Fig. 13. 540/1. *a.* Ein ähnliches Fadenstück, dessen Glieder in Zweitheilung begriffen; *b.* Dasselbe mit häufigeren Theilungen eine Viertelstunde später.

Fig. 14. 600/1. *a.* Original exemplar der *Leptothrix Kühniana Rnbenh.* aus einem Halleschen Sammelbrunnen erhalten. Der Faden ist scheinbar ungegliedert, gelb-

grünlich; *b*. Derselbe Faden nach Behandlung mit verdünnter Salzsäure; er lässt die *Crenothrix*-Gliederung nunmehr deutlich erkennen.

Fig. 15. 600/1. *a*. Ein Faden der *Leptothrix Kühniana* aus dem Tegeler Brunnen 19, scheinbar gliederlos, olivengrünlich; *b*. Derselbe nach Behandlung mit verdünnter Salzsäure.

Fig. 16. 600/1. Wie Fig. 15.

TAB. III.

Fig. 17. 540/1. Braun gefärbte *Crenothrix*-Fäden eine Strecke lang (bei *a*) vereinigt, dann sich trennend und so eine scheinbare Verzweigung bildend.

Fig. 18. 540/1. Bruchstücke alter brauner *Crenothrix*-Fäden. *a* vor *b* nach Behandlung mit Salzsäure; *b* eine einfache Scheide darstellend, aus der alle Glieder ausgetreten sind.

Fig. 19. 540/1. Entwicklungsreihe durch continuirliche Beobachtung des Fadens *a* unter Deckglas gewonnen. *a*. 8 $\frac{1}{2}$ Uhr Morgens. Die Gliederung beginnt an dem einen Ende; *b*. 8 $\frac{3}{4}$ Uhr. Die Gliederung schreitet nach dem anderen Ende hin fort; *c*. 9 $\frac{1}{4}$ Uhr. Die Gliederung ist beendet. Die Glieder machen einen krankhaften Eindruck.

Fig. 20. 600/1. Verschiedene Formen der abnormen rosenkranzförmigen Ketten, bei *a* noch hyalin, bei *b* durch Eisen gelb gefärbt.

Fig. 21. 900/1. Fructificirender Faden (*Sporangium*), die Art der Gonidienbildung zeigend. Die Gonidien entstehen in der Weise, dass die längeren vegetativen Glieder *g* sich durch Querwände in dünne Scheiben (bei *a*) theilen. An letzteren treten dann Längstheilungen ein (bei *bb*). Die Theilstücke runden sich hierauf ab. Fig. *c*.

Fig. 22. 720/1. Fructificativer, sehr enger Faden, dessen Gonidien durch blosse Quertheilung aus längeren Gliederzellen entstanden.

Fig. 23. 900/1. Oberes Stück eines *Sporangiums*. Grössere *b* und kleinere *a* Theilproducte (Gonidien) abwechselnd; *s*. Scheide.

Fig. 24. 540/1. Fructificativer Faden, in seinem oberen Theile ganz erfüllt mit den letzten Theilproducten (Gonidien), im unteren Theile noch wenig getheilte Glieder zeigend; *s*. Scheide.

Fig. 25. 540/1. Fadenstück mit grosser, hypertrophischer Endzelle, von COHN als „Spore“ angesehen.

Pierer'sche Hofbuchdruckerei. Stephan Geibel & Co. in Altenburg.

Fig. 1.

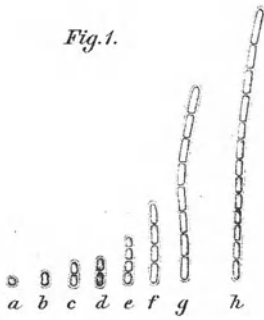


Fig. 5.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

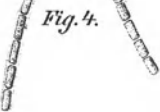


Fig. 6.

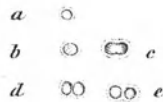


Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 11.

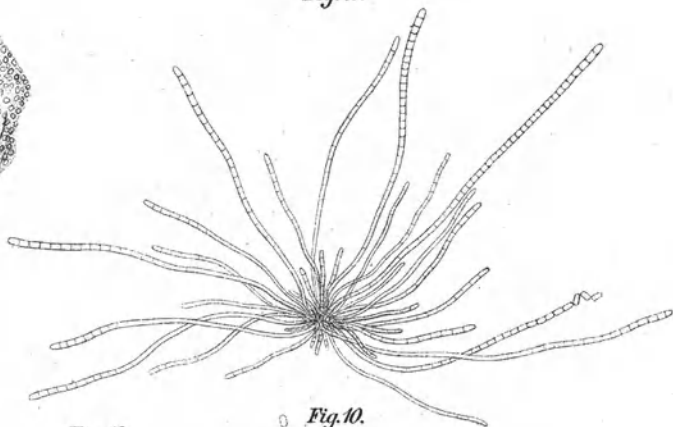


Fig. 12.



Fig. 10.

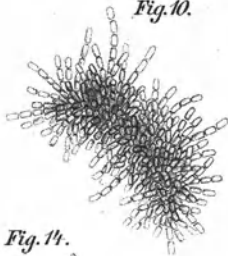


Fig. 15.



Fig. 9.



Fig. 14.

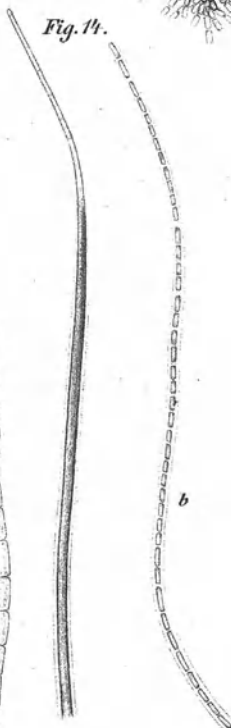


Fig. 16.



Fig. 13.



Fig. 17.



Fig. 19.

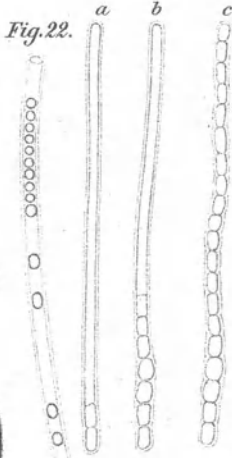


Fig. 22.



Fig. 21.

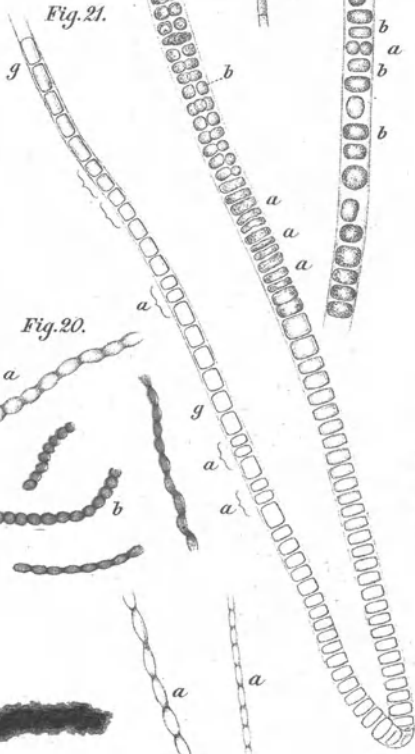


Fig. 23.



Fig. 24.

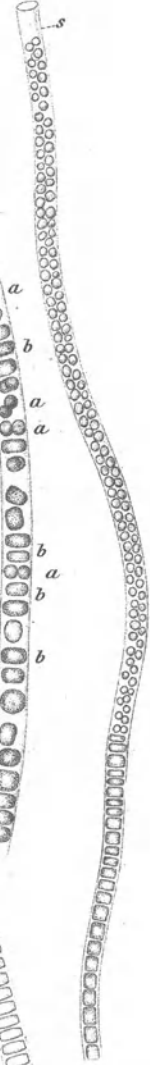


Fig. 25.



Fig. 18.

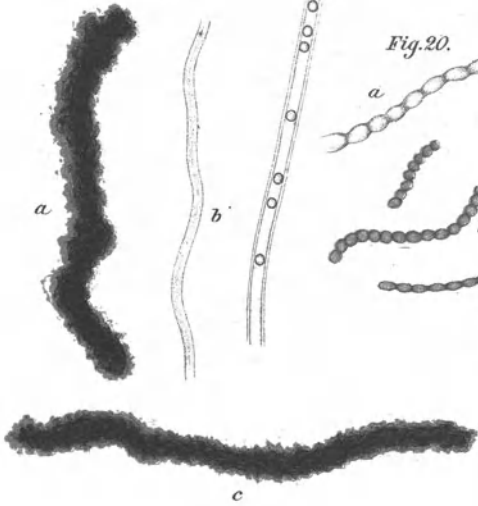
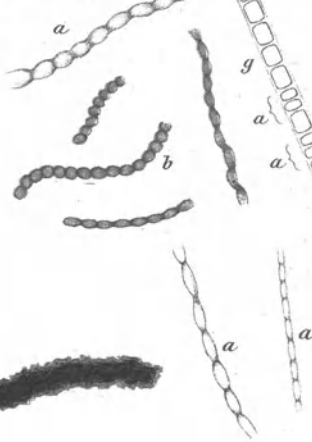


Fig. 20.



In demselben Verlage erschien:

Die
Zersetzungserscheinungen des Holzes
der
Nadelholzbäume und der Eiche.

In forstlicher, botanischer und chemischer Richtung

bearbeitet von

Dr. Robert Hartig,

Professor der Botanik an der Königl. Preuss. Forstakademie zu Eberswalde.

Mit 21 lithographirten Tafeln in Farbendruck.

Preis gebunden 36 Mk.

Inhalts-Verzeichniss.

Einleitung.

Die zur Zeit bestehenden Ansichten über die Zersetzungsprocesse des Holzes.

I. Abschnitt.

Die Zersetzungsprocesse des Holzes der Nadelholzbäume.

Allgemeines über den Bau des Nadelholzes.

Trametes radiciperda n. sp.

„ Pini Fr.

Polyporus fulvus Scop.

„ vaporarius Fr.

„ mollis Fr.

„ borealis Fr.

Agaricus melleus L.

Die Wundfäule.

(Die Trockenästung.

Die Grünästung ausser der Saftzeit.

Die Grünästung zur Saftzeit.

Gipfelbruch.

Zwillingsstämme der Fichte.

Schälwunden durch Rothwild.

Schälwunden in Folge des Holzrückens.

Baumschlag und Anprällen.

Verwundungen durch Harznutzung.

Verwundungen der Wurzeln.)

Die Wurzelfäule.

Rückblick auf die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchungen.

II. Abschnitt.

Die Zersetzungsprocesse des Eichenholzes.

Allgemeines über den Bau des Eichenholzes.

Hydnum diversidens Fr.

Telephora Perdix n. sp.

Polyporus sulphureus Fr.

„ igniarius Fr.

„ dryadeus Fr.

Stereum hirsutum Fr.

Zur Eichenästung.

Rückblick auf die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchungen.

Für Wissenschaft und Praxis ist die Kenntniss der Zersetzungserscheinungen des Holzes von so hervorragender Bedeutung, dass die vorliegende eingehende Bearbeitung derselben um so freudiger begrüsst werden wird, als bisher über die Entstehung und den Verlauf der so mannigfach

verschiedenen Prozesse fast nichts bekannt war. Der Verfasser hat in dem soeben erschienenen Werke zunächst die Zersetzungsvorgänge beschrieben, welche von ihm an den Nadelholzbäumen und an der Eiche im Walde beobachtet worden sind. Für den Forstmann haben gerade diese Prozesse eine hohe Bedeutung, weil die bezeichneten Bäume das meiste und werthvollste Nutzholz liefern. Eine erfolgreiche Bearbeitung der Krankheitserscheinungen des Holzes wurde dem Verfasser dadurch ermöglicht, dass er zugleich Botaniker und Forstmann ist, somit den Forschungen im Walde dieselbe Berücksichtigung schenken konnte, wie denen am Mikroskopische. Die Elementaranalysen wurden durch die Chemiker Herren *Schütze* und Dr. *Daube* in den chemischen Laboratorien zu Eberswalde zur Ausführung gebracht.

Die bisherigen Ansichten über die chemischen Prozesse der Holzersetzung sind, soweit sie geprüft wurden, sämmtlich als irrthümlich erkannt worden; die Botaniker und Forstleute haben sich überhaupt kaum über das Wesen dieser Vorgänge in der Wissenschaft ausgesprochen.

Die Einleitung des Werkes giebt einen Ueberblick über die in Wissenschaft und Praxis bestehenden Ansichten, soweit solche über das Wesen der Zersetzungserscheinungen des Holzes sich im Laufe der Zeit gebildet haben. Der erste Abschnitt enthält die Darstellung der Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume, der zweite Abschnitt die der Eiche.

Zunächst sind die verschiedenartigen Prozesse beschrieben, welche der Einwirkung parasitischer Pilze ihre Entstehung verdanken. Hieran schliessen sich diejenigen Prozesse, welche in Folge des Absterbens nach äusseren Verwundungen (Aestungen etc.) entstehen und endlich ist die als Wurzelfäule bezeichnete, durch gewisse nachtheilige Bodenzustände erzeugte Zersetzung des Holzes dargestellt.

Im Anschluss an die Beschreibung der einzelnen Zersetzungsarten, der Parasiten oder saprophytischen Pilze, der Veränderungen des Zelleninhaltes und der Zellwandungen sind die Massregeln aufgeführt, welche zur Verhinderung der schädlichen Prozesse ergriffen werden können.

Von besonderem praktischen Interesse sind die Untersuchungen des Verfassers über die Folgen der Eichenästung und die sich daran knüpfenden Vorschriften.

Die Ausstattung des Werkes darf in jeder Beziehung als mustergültig bezeichnet werden, und ist insbesondere auf die Ausführung der zum Theil in Farbendruck lithographirten äusserst instructiven Tafeln die grösste Sorgfalt verwendet worden.

Bestellungen nimmt jede Buchhandlung entgegen.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer in Berlin N.,

Monbijouplatz 3.