# FLORA.

## 59. Jahrgang.

**No 16.** **Regensburg, 1. Juni** **1876.**

**Inhalt.** J. Sachs: Ueber Emulsionsfiguren und Gruppirung der Schwärmsporen im Wasser. — A. de Krempelhuber: Lichenes Brasilienses (Continuatio.) — Worthington G. Smith: Die Dauersporen von Peronospora infestans. — Anzeige.
**Beilage.** Tafel X.

## Ueber Emulsionsfiguren und Gruppirung der Schwärmsporen im Wasser.

Von J. Sachs.

(Mit Tafel X.)

Lässt man Gefässe mit algenhaltigem Wasser in einem einseitig beleuchteten Raume stehen, so sammeln sich bekanntlich die Schwärmzellen gewöhnlich an dem dem Fenster zugekehrten Rande an; seltner an der entgegengesetzten Seite des Gefässes. Sind die Zoosporen in beträchtlicher Zahl vorhanden, so bilden sie oft eigenthümlich geformte Wolken: Tupfen, Netze, Strahlen, baumartig verzweigte Figuren u. dgl.

Seit Nägeli [1]) 1860 die Aufmerksamkeit der Botaniker auf diese, zum Theil schon von Treviranus wahrgenommene Erscheinung hingelenkt hatte, ist dieselbe wiederholt Gegenstand weiterer Beobachtung gewesen; so von Seiten Cohns [2]), Famintzins [3]), Paul

1) Nägeli: Beiträge zur wiss. Bot. Heft II. p. 102 ff.
2) Cohn: schlesische Gesellsch. f. vaterl. Cultur 19. Octb. 1864.
3) Famintzin: Mélanges biologiques tirés de bullet. de l'Acad. imp. des sc. de St. Pétersbourg T. VI. 1866.



Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0243-3

Schmidt's [1]) und Dodel's [2]), ohne dass jedoch Uebereinstimmung in den thatsächlichen Angaben erzielt oder die wahre Ursache der Erscheinung aufgefunden wurde.

Alle Beobachter, von Treviranus bis auf Dodel, betrachten das Licht als das äussere Agens, welches die Zoosporen veranlasst, sich am Fensterrande oder am entgegengesetzten Rande des Wassergefässes anzusammeln; dem entsprechend wurde das Verhalten der Zoosporen in diesen Fällen auch als Heliotropismus bezeichnet. Ueber die Ursache der oben erwähnten Wolkenbildungen, die zuerst von Nägeli beschrieben wurden, hat sich meines Wissens eine bestimmte Meinung noch nicht herausgebildet. Jedenfalls geht aber aus der vorliegenden Literatur hervor, dass die Schriftsteller sowohl die Randansammlungen, wie die wolkigen Figuren, welche die Zoosporen im Wasser bilden, für Lebenserscheinungen derselben halten, welche durch äussere Einflüsse modificirt werden.

Länger fortgesetzte Untersuchungen haben mich dagegen zu dem Ergebniss geführt, dass die fraglichen Gruppirungen der Zoosporen in Wasser überhaupt nicht Lebenserscheinungen derselben sind, da ganz gleichartige Vorgänge auch an Emulsionen von Oel in wässrigem Alkohl stattfinden, und dass das Licht dabei entweder gar nicht oder nur indirect betheiligt ist, da alle hier in Betracht kommenden Erscheinungen auch im Finstern hervorgerufen werden. Die Randansammlung sowohl wie die wolkigen Figuren werden vielmehr veranlasst durch Strömungen, welche durch kleine Temperaturdifferenzen im Wasser stattfinden.

Zu diesem gewiss unerwarteten Ergebniss bin ich in folgender Weise gelangt.

Im Juli 1875 fand sich in der Umgebung unseres botanischen Gartens eine umfangreiche Wasserlacke, welche von Schwärmsporen einer mir unbekannten Art in dem Grade erfüllt war, dass selbst kleine Quantiäten des Wassers deutlich grün erschienen. Ich benutzte diese Gelegenheit, eine Reihe von Versuchen anzustellen, da ich die fraglichen Erscheinungen bis dahin nur gelegentlich und unvollkommen wahrgenommen hatte und mich im Uebrigen an die von Anderen gegebenen Beschreibungen zu halten genöthigt war. Mit anderen unaufschiebbaren Arbeiten beschäf-

---

1) P. Schmidt: Dissertation über einige Wirkungen des Lichtes auf Pfl- Breslau 1870.

2) Dodel: bot. Zeit. 1876 Nr. 12.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0244-8

tigt, musste ich mich jedoch zunächst damit begnügen, eine Reihe der von den genannten Beobachtern erwähnten Phänomene zu constatiren. Doch fiel mir eine bis dahin nicht beschriebene Thatsache auf, die ich sehr häufig wahrnahm. Waren die mit dem grünen Wasser gefüllten Gefässe (gläserne Krystallisirschalen und gewöhnliche Teller) mit flachen Glasscheiben, mit grossen Glasglocken oder mit undurchsichtigen Recipienten von Pappendeckel [1]) bedeckt, einige Zeit ruhig stehen geblieben, so bemerkte ich vor und unmittelbar nach dem Abdecken concentrisch angeordnete Wolkenbidungen, in Form von Ringen, concentrisch mit dem kreisförmigen Gefässrand, oder strahlige Figuren, deren Mittelpunkt mit dem des Gefässes zusammenfiel, und deren Radien vom Rand nach dem Centrum, oder von diesem nach dem Rande hin sich verloren; oft Ringe und Strahlen geichzeitig in schöner Verbindung. Während ich diese Figuren nach dem Abdecken betrachtete, veränderten sie sich zusehends mit grosser Geschwindigkeit; aus den Kreisen gingen Radien hervor, oder die Strahlen verzweigten sich, oder die ganze Figur löste sich in einigen Secunden in Tupfen oder in Netze auf; ein phantastisches Spiel, welches damit endigte, dass endlich die Schwärmsporen sich am Fensterrande ansammelten.

Die Geschwindigkeit und Form dieser Veränderung sowohl, wie die Erwägung, dass mit dem Abdecken nothwendig eine gesteigerte Verdunstung, also auch eine innere Wasserbewegung verbunden sein müsse, führten mich zu der Ansicht, dass zunächst die wolkigen Figuren nur der Ausdruck von Wasserströmungen seien, welche vorwiegend in verticalen Rotationen der Wassertheilchen bestehen. Betreffs der späteren Ansammlung der Zoosporen am Fensterrand hielt ich einstweilen noch an der alten Ansicht, dass dieselbe durch das Licht bewirkt werde, fest. Aber gerade dieser Punkt gewann für mich ein besonderes Interesse, da ich mit theoretischen Betrachtungen über die Natur des Heliotropismus beschäftigt war. So entschloss ich mich endlich, im

1) Diese noch mehrfach zu erwähnenden Recipienten bestehen aus sehr dickem, mit schwarzem Papier überzogenen Pappendeckel und haben die Form von Cylindern, die unten offen, oben geschlossen sind; in den verschiedensten Grössen, von circa 25 Ctm. Weite und Höhe, bis zu 40 Ct. Weite und 74 Ct. Höhe finden sie in meinem Labarotorium häufige Verwendung. Um am unteren Rand kein Licht eindringen zu lassen, wird eine hinreichend breite Zinkschale mit Sand gefüllt, auf diesen das Object und nun der Recipient so auf den Sand gestellt, dass der Rand tief in diesen eindringt



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0245-4

Februar 1876 den Versuch zu wagen, ob es möglich sei, die Gruppirungen und Randansammlungen der Schwärmsporen künstlich nachzuahmen, was über Erwarten gut gelang.

Ich ging dabei von der Annahme aus, dass das specifische Gewicht der Zoosporen von dem des Wassers, wenn überhaupt nur sehr wenig verschieden sein könne; denn wäre die Differenz sehr bedeutend, so würden sie trotz ihrer eigenen Beweglichkeit eher oder später doch alle am Grund des Wassers oder an der Oberfläche sich ansammeln müssen, wie es ja auch bei dem Aufhören des Schwärmens gewöhnlich geschieht. Sollten ferner innere Wasserströmungen die Ursache der fraglichen Erscheinungen sein, so kam ausserdem die Grösse der Schwämsporen mit in Betracht. So kleine Körper besitzen im Verhältniss zu ihrer Masse eine beträchtlich grosse Oberfläche; und so können schon sehr schwache Bewegungen des Wassers eine Stosskraft geltend machen, deren Wirkung um so schwächer sein muss, je grösser die Masse im Verhältniss zur Oberfläche des Körpers wird. [1])

Es kam nun also zunächst darauf an, kleine Körper in Flüssigkeit zu suspendiren, deren specifisches Gewicht dem der letzteren nahezu oder ganz gleich war.

Bekanntlich kann man durch Mischung von Wasser mit Alkohol, wie es z. B. bei dem berühmten Plateau'schen Versuch geschieht, eine Flüssigkeit herstellen, in welcher ein Oeltropfen sein Gewicht verliert und in jeder Höhe als Kugel frei schwebt. Ist dieses gethan, so braucht man die Flasche, in welcher das Alkoholgemisch mit dem grossen Oeltropfen sich befindet, nur einige Male kräftig zu schütteln um eine Emulsion zu erhalten; der Oeltropfen wird in tausende feiner und feinster Tröpfchen zertrümmert, welche in der Flüssigkeit schweben. Da ich aber darauf ausging, diese Emulsion zur Bildung wolkiger Figuren zu veranlassen, so schien es zweckmässig, das Oel vorher zu färben, um die etwaigen Figuren, die sich bilden würden, kenntlicher zu machen. Zu dieser Färbung benutzte ich die Alkannawurzel; diese, grob zerkleinert, wurde mit reinem Baumöl übergossen,

---

1) Gestützt auf dasselbe Princip suchte schon Exner, in einer mir erst nach Absendung des Manuscripts bekannt gewordenen Abhandlung (Wiener Sitzungsber. 1867 Bd. LVI. 2. Abth. p. 116) zu zeigen, dass die sogen. Brownsche Bewegung von Partikeln äusserster Kleinheit durch äusserst schwache Wasserströmungen hervorgerufen werden. Die hier in Frage kommenden Schwärmsporen und Oeltropfen sind jedoch viel zu gross, um Brownsche Bewegung zu zeigen, sie folgen daher auch nur stärkeren Strömungen.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0246-0

welches sich nach 24 Stunden prächtig und intensiv roth färbte. Mit diesem rothen Oel, welches hier immer gemeint ist, wenn ich von Oel und Emulsion rede, habe ich nun viele hunderte von Versuchen angestellt.

Die Herstellung der Alkoholmischung in der angegebenen Weise ist jedoch zeitraubend; ich bestimmte daher das specifische Gewicht und den Alkoholgehalt desjenigen Gemisches, in welchem das rothe Oel frei schwebte und stellte nun das Gemisch in grossen Massen her. In einem Glascylinder von mehreren Liter Inhalt wurde das Wasser mit dem Alkohol mittels eines senkrecht wirkenden Rührstabes gut gemischt, bis das specifische Gewicht am Araeometer gemessen 0,920 zeigte, das Alkoholometer nach Tralles aber 59% angab. Ich muss jedoch bemerken, dass dieses Gemisch nicht genau das specifische Gewicht des rothen Baumöls besitzt, sondern etwas schwerer ist als dieses; denn grössere Oeltropfen steigen in demselben sehr langsam empor. Dennoch habe ich gerade dieses Gemisch festgehalten, da die Erfahrung lehrt, dass die damit hergestellten Emulsionen besonders geeignet sind, Figuren und Randansammlungen zu bilden. Um Emulsionen zu erhalten, deren Oel ein wenig schwerer ist, als das der Flüssigkeit, genügt es, der letzteren noch eine kleine Menge Alkohol nach dem Augenmaass zuzusetzen, was nach einiger Uebung leicht gelingt. Ich konnte also Emulsionen darstellen, deren Oel nach Verlauf vieler Stunden sich an der Oberfläche, und solche wo es sich am Grunde der Flüssigkeit ansammelt. In beiden Fällen ist der Unterschied des specifischen Gewichts von Oel und Alkoholgemisch sehr gering und die kleinsten Tröpfchen der Emulsion bleiben selbst tagelang frei schweben. Ich habe endlich noch zu bemerken, dass es zweckmässig ist, auf etwa 500 C.C. des Alkoholgemisches 5 C.C. des rothen Oels zu verwenden, wobei man eine schön hellrosenrothe Emulsion bekommt; ebenso ist es gut, die Emulsion in einer geeigneten Flasche für einige wenige Versuche jedesmal neu herzustellen.

Das Verfahren, derartige Emulsionen zur Bildung von Figuren und Randansammlungen zu veranlassen, besteht nun einfach darin, dass man sie in gewöhnliche, flache Porzellanteller ausgiesst, so dass die Flüssigkeit eine etwa 8 bis 15 Millim. dicke Schicht bildet. Zur vorläufigen Orientirung verweise ich auf Tafel X.; die sechs Figuren zeigen in dem kreisförmigen Umfang der Emulsion im Teller durch die punktirten und verwischten Stellen ausgedrückt, die Formen, in denen sich die Oeltropfen gewöhn-

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0247-6

lich gruppiren; es kommen jedoch noch viele andere oft sehr schöne Formen vor, die immer mehr oder meniger oft ganz genau den Character der Figuren tragen, welche die Zoosporen unter gleichen Umständen im Wasser bilden. Ich will gleich noch darauf hinweisen, dass die von Nägeli (l. c.) abgebildeten Tupfen und baumförmig verzweigten Wolken bei meinen Emulsionen oft genau in der dort dargestellten Form sich bilden; dass ebenso die strahligen Sterne und concentrischen Kreise, wie ich sie schon 1875 an den Zoosporen beobachtete, oft wiederkehren.

Die Figurenbildung beginnt unter den Augen des Beobachters unmittelbar nach dem Ausgiessen der Emulsion und vollzieht sich im Laufe von einigen Minuten bis zu einer halben Stunde; zuerst entstehen gewöhnlich Tupfen oder Netze (Fig. 5); dann aber bilden sich die anderen Formen heraus, die je nach den Umständen in einiger Zeit wie Fig. 1, 2, 4 oder wie Fig. 3 und 6 aussehen. Diese Gestalten, aus in lebhafter Bewegung befindlichen Oeltropfen bestehend, erhalten sich dann oft stundenlang unverändert; endlich aber gehen sie zu Grunde, indem die Oeltröpfchen zu grösseren Massen zusammenfliessen. Ganz wie bei den Algengruppirungen, bestehen auch die Oelfiguren nicht allein aus oberflächlich oder am Grund liegenden Tropfen, sondern es sind Wolken, welche die ganze Dicke der Flüssigkeitsschicht oder einen grösseren Theil ihrer Dicke umfassen. — In unseren Abbildungen bedeuten die heller schattirten verwischten Stellen diejenigen Orte, wo die Oeltropfen sehr klein und weniger dicht gelagert sind; die dunkler punktirten Stellen bestehen aus grösseren und dichter gruppirten Oeltropfen; so kommt genau dasselbe Bild zu Stande wie es schon Nägeli für die Zoosporen beschrieben und abgebildet hat, eine Aehnlichkeit, die noch dadurch erhöht wird, dass die Oeltropfen sämmtlich in lebhafter Bewegung sind, so lange die Figur noch überhaupt ihre Gesammtform verändert.

Dieselben Figuren bilden sich, wenn die Teller mit Glasscheiben, mit Glasglocken und mit undurchsichtigen Recipienten bedeckt sind. Deckt man dann plötzlich ab, so treten nun ganz dieselben Veränderungen an den Emulsionsfiguren ein, wie ich sie früher an den Algenfiguren gesehen hatte: die Figuren verwandeln sich in grosse oder kleine Tupfen, in Netze u. s. w.; so rasch, dass man den Einzelnheiten des Vorgangs kaum folgen kann.

Ist das Oel ein wenig leichter, als das Alkoholgemisch, so werden die Figuren sehr schön und prägnant; sie entstehen rasch

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0248-2

und dicht an und unter der Oberfläche der Flüssigkeit; ist das Oel dagegen ein wenig schwerer als das Alkoholgemisch, so bilden sich die Figuren langsamer, bleiben meist etwas plumper und kommen am Grunde der Flüssigkeit zur Ruhe. Uebrigens ist ihre Gesammtform in beiden Fällen im Wesentlichen dieselbe, wobei aber ein sehr wichtiger Unterschied darin hervortritt, dass in solchen Fällen wie Fig. 1, 2, 4, 5 die Lage der Figur im Teller bei gleichen äusseren Umständen genau die entgegengesetzte ist; gelten z. B. die genannten Figuren für Oel, welches leichter als die Flüssigkeit ist, so würden bei Oel, schwerer als diese, die Figur so umzukehren sein, dass die Zeichen + und — vertauscht wären. Wir werden unten sehen, dass dieses nothwendig so sein muss und dass dieselbe Erscheinung auch an Zoosporen hervortritt, je nachdem ihr specifisches Gewicht kleiner oder grösser als das des Wassers ist.

Indem Tupfen und Netze gewöhnlich nur Uebergangsbildungen sind, können wir die definitiven Formen der Emulsionsfiguren, ganz so wie die der Zoosporenansammlungen (s. unten) in zwei Hauptgruppen eintheilen, die ich als concentrische und polarisirte Formen unterscheide.

Die concentrischen, wie Fig. 3 und 6, bestehen aus Ringen oder Strahlen oder aus Combinationen beider, so dass der Mittelpunkt des Tellers zugleich der Mittelpunkt der Figur ist, welche ihrerseits regelmässig geordnet, d. h. so geformt ist, dass man sie durch mehr als eine verticale Ebene in symetrische Hälften zerlegt denken kann.

Die polarisirten Emulsionsfiguren, wie Fig. 1, 2, 4 (z. Thl. auch 5) sind dadurch ausgezeichnet, dass ihr Bildungscentrum gewöhnlich einem Punkte des Tellerrandes entspricht; durch diesen Punkt kann man sich eine verticale Ebene so gelegt denken, dass die ganze Figur in zwei symmetrische Hälften getheilt wird; bei unseren Figuren 1, 2, 4 liegen diese rechts und links. Jede andere Theilung der Figur ergiebt ungleiche Hälften. Die entgegengesetzten Punkte des Hauptschnitts der Figur, durch welchen sie symmetrisch getheilt wird, also die in unseren Bildern durch die Zeichen + und — angedeuteten Punkte, nenne ich die beiden Pole der Figur.

Fig. 1, 2, 4 sind sehr häufig wiederkehrende Formen polarisirter Emulsionsfiguren, es kommen aber auch noch viele andere Combinationen vor.

Findet überhaupt eine Ansammlung am Rande des Tellers statt, so folgt diese bei concentrischen Figuren dem ganzen Tel-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0249-0

lerrande; bei polarisirten Figuren ist dagegen die Randlinie, wie ich diese Ansammlung nenne, immer nur einseitig und ausnahmslos an demjenigen Rande des Tellers entwickelt, nach welchem die Spitze der Figur hinsieht, wie Figur 1, 2, 4 zeigt. Ist das Oel leichter als die Flüssigkeit, wie in diesen eben genannten Abbildungen, so liegt die Randlinie an der Oberfläche der Flüssigkeit, am negativen Pol; ist das Oel schwerer, so liegt sie am positiven Pol und zwar am Grunde der Flüssigkeit; was ebenfalls bei den Zoosporen wiederkehrt.

(Fortsetzung folgt.)

---

## *Lichenes Brasilienes,*
## collecti a D. A. Glaziou in provincia brasiliensi Rio Janeiro
auctore Doct. A. de Krempelhuber.

(Continuatio.)

149. *Ascidium melanostomum* Krph. sp. nov.

Thallus glaucescens tenuis rugulosus vel subgranulato-inaequalis, continuus aut diffracto-areolatus, ut videtur indeterminatus; apothecia in protuberantiis thallinis majusculis (lat. circ. 2,0 mm.) obtusis, thallo concoloribus, subrugosis vel nonnihil subgranulato-inaequalibus, vertice instructa ostiolo aperto vel obturato et ab annulo nigro integro vel interrupto, tumque frustulis prominulis orbiculatim circa ostiolum dispositis, cincto, perithecium atrum depresso-globulosum intus nucleum albidum mucilaginosum includens, extus stromate medullari niveo sub strato corticali circumdatum; sporae 1—3, magnae, elongato-fusiformes, hyalinae, 25—30-locularos, loculis transversim lenticularibus, uniseriatis, long. 0,090—0,100, crass. 0,023—024 mm.; paraphyses longae, filiformes, firmae, valde conspicuae.

Corticola (coll. 5573).

Species insignis, affinis *Ascidio rhabdosporo* Nyl., sed statim verrucarum ostiolis nigro-annulatis dignoscenda; verrucae interdum vertice leviter infuscatae. Perithecia parte inferiore substantiae corticis, in quo lichen ortus est, immersa, quae substantia etiam perithecii latera adtingit.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0250-1

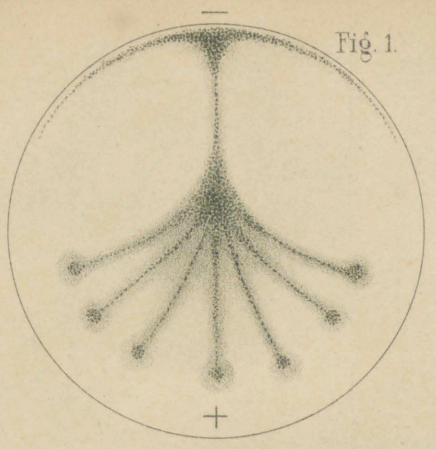


Fig. 1.

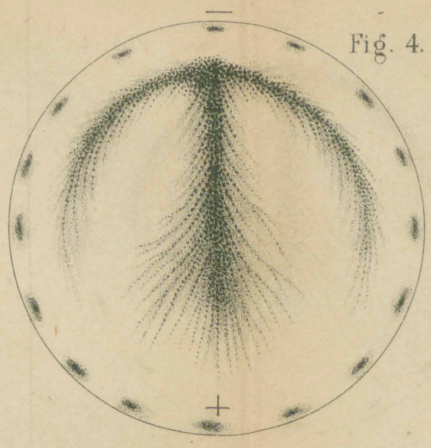


Fig. 4.

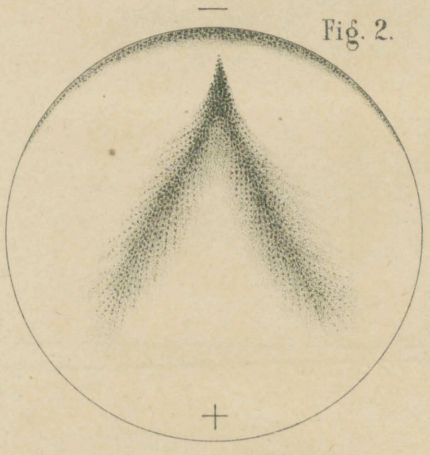


Fig. 2.

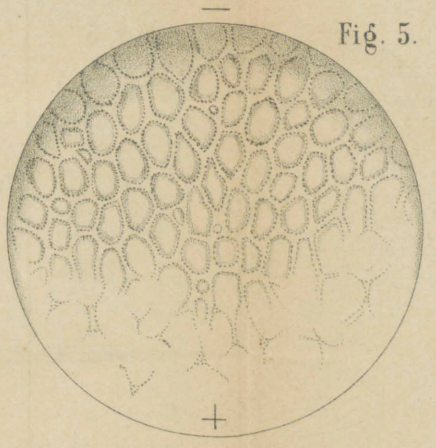


Fig. 5.

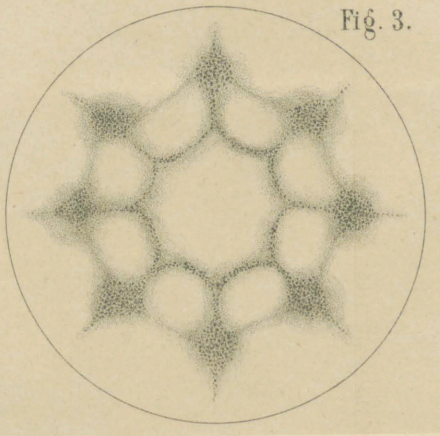

Fig. 3.

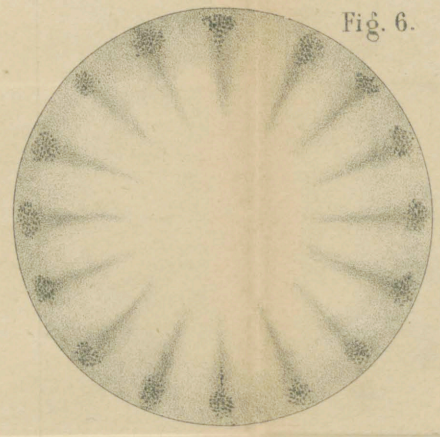

Fig. 6.

J. Sachs del.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0593-1

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: 59

Autor(en)/Author(s): Sachs Julius

Artikel/Article: Ueber Emulsionsfiguren und Gruppirung der Schwärmsporen im Wasser 241-248