

Allerlei über die Mikrobiologie Japans.

Ein Sammelreferat über die einschlägigen Entdeckungen von
Hans Molisch (Wien)

erstattet von O. Richter (Brünn).

Aus dem Institute für Botanik, Warenkunde, technische Mikroskopie und
Mykologie der deutschen technischen Hochschule in Brünn. Nr. 19.

Hans Molisch: Botanische Beobachtungen in Japan III. – IX.

Science Reports of the Tohoku Imperial

University Fourth Series, Biology, Sendai, Japan Vol 1 Nr. 2 1924/5.

- III. Mitteilung : Über das Leuchten des Schlachtviehfleisches in Sendai (Japan).
- IV. Über das massenhafte Vorkommen von Eiweißspindeln in einer *Vaugheria*.
- V. *Mycoidea parasitica* Cunningham, eine parasitische und *Phycopeltis epiphyton* Millard, eine epiphyllle Alge in Japan.
- VI. *Pseudoplasmodium aurantiacum* n. g. et n. sp. Eine neue Acrasiee aus Japan.
- VII. Über wachsliebende (cerophile) Pilze.
- VIII. Die Eisenorganismen in Japan.
- IX. Über die Symbiose der beiden Lebermoose *Blasia pusilla* l. und *Cavicularia densa* St. mit *Nostoc*.

Molisch H.: Über die vermutlich ersten Lebewesen der Erde. Schindler
Festschrift Berlin 1924 Paul Parey Verlag.

Molisch H.: Über Kohlenäure-Assimilation toter Blätter, Zeitschrift für
Botanik 19 Jahrg. 1925, p. 377 und

Molisch H. Pflanzenbiologie in Japan auf Grund eigener Beobachtungen,
Verlag von G. Fischer, Jena 1926.

Was das Schaffen dieses hervorragenden Forschers charakterisiert,
kommt auch wieder in dieser Sammlung seiner neueren Arbeiten aus Japan
zum Ausdruck: eine völlige Erschöpfung jedes Themas bei gleichzeitiger über-
raschender Vielseitigkeit in der Beherrschung des Stoffes, die Vereinigung
der Methoden des Klassikers mit dem Gedankenreichtum des Romantikers
im Sinne Ostwalds¹⁾.

Das bakteriologische Gebiet betreffen die Arbeiten III., VII.
und VIII. und deren so ziemlich wörtliche Wiedergabe in dem bei Fischer
in Jena erschienenen zusammenfassenden Werke.

Von diesen dreien ist die umfangreichste (33 S.) VIII.

Über Eisenbakterien Japans lag bis zum Einsetzen dieser Arbeit von
Molisch nur eine Veröffentlichung von Miyoshi vor, der seinerzeit (1897)

¹⁾ vgl. Richter Oswald: Herrn Univ.-Prof. Dr. Hans Molisch zum 60. Geburtstag! «
»Lotose« 1917.

eine eisenhaltige Thermalquelle aus der Nähe von Ikaō beschrieb, in der eine gänzlich aus Eisenbakterien, nach Molisch ¹⁾ wahrscheinlich aus *Leptothrix ochracea* Kütz., bestehende Schlammflocke vorkommt. Molisch hat bei seinen Reisen durch Japan 1922/25. (Biologie p. 65 „Die Vegetation der Thermen“) Miyoshis Befund von der Anpassung dieser Bakterien an die höheren Temperaturen der Thermalquellen bestätigt und in der von ihm *Chlamydothrix thermalis* benannten Eisenbakterie einen Vertreter dieser Fadenbakterien entdeckt, der sogar 69° C ja 72 und 74° nicht nur aushält, sondern bei dieser hohen Temperatur sogar üppig gedeiht, also nahezu bei 77·5°, der höchsten Temperatur, bei der Molisch noch Lebewesen in japanischen Thermen feststellen konnte. (Vgl. hierzu im speziellen Teile (p 88) dieses Kapitels:

p 71 *Chlamydothrix thermalis* im Abwasser der Thermalquelle von Narugo bei 37° C.

p 73 Bei Kawatabi bei 42° C.

p 80 Im Basin des Geisers von Senami bei 42°, 45°, 48° und 56° C

p 85 In einer Quelle in Shiobara bei 46° C.

p 39 In der heißen Quelle von Sumaki b. Shiobara und in Narugo (Temp. 51°).

p 74 In einer einem Bitterquellenkomplexe angehörigen Quelle von Kamino-yama bei 51° C.

p 86 In einer ClNa , CaCo_3 , SiO_2 , K_2SO_4 und MgCo_3 enthaltenden Quelle von Sumaki bei 51° C.

p 89 Beim Schwefelsee von Noboribetsu-Onsen in einer gedeckten Quelle beim Bade bei schwach saurer Reaktion bei 52° C.

p 78 In den heißen Eisenquellen von Jizaka, 6 Meilen von Fukushima bei 52°, 53°, 68° und 69° C.

p 88 a) Im Abfluß der Thermen von Jozankei bei 72° C.

b) Auf Steinen „mit einer fädigen flottierenden Bakterienmasse“ bei alkalischer Reaktion und der gleichen Temperatur von 72° C.

c) Am vom heißen Wasser überrieselten Felsen als rostiger Überzug mit Eisenoxyd bei 74° C).

Diese Auffindung typisch thermophiler Eisenbakterien durch Molisch ist umso beachtenswerter als für die Eisenbakterienzucht nach den bekannten Untersuchungen von Winogradsky (1888), Molisch (1910) und Lieske (1918–20) stets niedrigere Temperaturen in Anwendung kamen. — Man erinnere sich nur an Winogradskys Zucht der Eisenbakterien auf von kaltem Leitungswasser berieselten Ziegelfeinen.

Die unter solchen Umständen in Europa gern aufkommende *Chlamydothrix ochracea* (Kütz) Mig. = *Leptothrix ochracea* Kütz. fand Molisch (p 73) auch in einer immerhin 27grädigen Eisenkarbonatquelle von Tanakanoyu und zwar vom „Schwefeleisen geschwärzt“ und seine Schüler T. Jimbo und T. Ono fanden (s. p. 79) die gleiche Eisenbakterie an einer Steinwand an der Quelle Myogoyu im Dorfe Aone bei 52° C an, ein Beweis für die unter bestimmten Verhältnissen auftretende Thermotoleranz auch dieser Bakterie. Endlich entdeckte Molisch (p 69/70) auch eine der *Chlamydotrix hyalina* Mig. nahestehende Form in der Therme von

1) Pflanzenbiologie p. 30.

Akyu bei 55° C, Fadenbakterien, die zu »zoogloartigen Häuten oder dicken Strängen vereinigt erschienen« und mit Eisenoxydhydrat reichlich bedeckt waren, das »entweder in Form geschlossener Häute oder unregelmäßiger Brocken oder kokkenartiger Eisenoxydkörner« auftrat.

Von nicht thermophilen Eisenbakterien fand Molisch (VIII. p. 141) noch Chlamydothrix sideropous Molisch, die, »sich epiphytisch oder auf dem Spiegel stagnierender Wässer« vorfindet und »eine von eingelagertem Eisenoxyd braune, meist runde Scheibe« zeigt, »von deren Mittelpunkt der Faden ausstrahlt und ins Wasser taucht.«

Auf Wasserpflanzen und Pflanzendetritus der Reisfelder (VIII. 142) fand Molisch Clonothrix fusca Schorler und sehr weit verbreitet in Japan (VIII. 142) Cladothrix dicbotoma Cohn, deren Basis in Rohkulturen im Laboratorium rostbraun wurde.

»Als Epiphyt auf der Epidermis der verschiedensten Wasserpflanzen« ist auch in Japan die Siderocapsa Treubii Molisch überaus weit verbreitet.

Die bisher in der Gruppe der Fadenbakterien figurierenden Organismen: Gallionella ferruginea Ehrenberg und Spirophyllum ferrugineum scheinen nach den grundlegenden einschlägigen Untersuchungen von Molisch (1910 p. 24) und von N. Cholodny (1924 p. 35) schon hart an der Grenze zu den Flagellaten zu stehen und die bisher als Fadenbakterien beschriebenen langen gewundenen Fäden bzw. Bänder als Stiele von den Anthophyszellen analogen Schwärmern aufgefaßt werden zu müssen.

Schon 1910 fiel es Molisch auf, daß »dem zopfartig gewundenen eisenreichen Doppelfaden« der Gallionella »die Qualitäten einer Zelle oder eines Zellfadens abgehen«. Niemals konnte Molisch »Anwesenheit eines Protoplasmas, eines Lumens, einer Wand oder von aneinander gereihten Zellen« (f. VIII. p. 142) feststellen. »Auch die von Ellis aufgestellte Gattung Spirophyllum läßt die Eigenschaften einer Zelle vermissen«. Außerdem überzeugte sich Molisch schon 1910 (vergl. auch (VIII. p. 143) »daß sich Gallionella und Spirophyllum in Salzsäure restlos lösen«¹⁾.

Diese Feststellungen von Molisch sind über ein Jahrzehnt lang nicht beachtet worden, trotzdem sie Lieske (1911 p. 115²⁾ durch seine Analyseergebnisse mit ihrem fast völligen Fehlen einer organischen Substanz (sozusagen quantitativ bestätigt hatte, und die Gallionella und das Spirophyllum wurden weiter als Bakterien beschrieben und kultiviert, bis N. Cholodny (1924) mit seinen kritischen Studien einsetzte, dem der Nachweis gelang, »daß die von verschiedenen Verfassern unter den Bezeichnungen Gallionella, Spirophyllum u. dgl. beschriebenen Produkte nichts anderes sind als aus

1) Von mir gesperrt.

| | | |
|----------------------|-----------------|-----------------|
| 2) Gesamtgewicht der | Trockensubstanz | 0.4965 g |
| | Asche | 0.4752 g |
| | Glühverlust | <u>0.0213 g</u> |

Gesamtgewicht des mit den Fe zugesetzten C: 0.0013 g

» der in den Karbonaten enthaltenen CO₂ 0.0010 g

Gewicht der verbrennbaren organischen Substanz 0.0190 g.

Die Elementaranalyse der Substanz ergab folgende Werte

| | | |
|-------------------|----------|------------|
| Wasserstoff | 0.0081 g | } 0.4965 g |
| Kohlenstoff | 0.0045 g | |
| Sauerstoff (+N+S) | 0.0087 g | |
| Asche | 0.4752 g | |

Eisenoxydverbindungen bestehende Bildungen der Lebenstätigkeit von Mikroorganismen. Oder mit anderen Worten: Sowie manche Flagellaten z. B. *Anthophysa vegetans* eisenreiche, einem verzweigten Sträuchlein ähnliche Skelettbildungen absondern, auf deren Astspitzen die Kolonien sitzen, so liegen auch auf der Spitze der Doppelfäden von *Gallionella* wie auf einer zweizinkigen Gabel je eine oder zwei Zellen auf*. (Fig. 1). (f. Molisch VIII. p. 143.)

Einzeln sind die Zellen nach Chododny $1.2 \times 0.5 \mu$ und von nieren- oder bohnenförmiger Gestalt. »Die konkave Seite der Zelle ist stets dem Stamme zugekehrt, die andere von diesem abgewendet. Wenn zu zweien vorhanden, sind sie »etwa halb so groß« und sehen Kokken oder Kokkenbazillen ähnlich«. Sie entstehen nach Chododny »aus den größeren Zellen durch Teilung und jede von den Tochterzellen scheidet einen neuen selbständigen Ast ab«. (Vgl. Molisch VIII. p. 143.) Jene liefern die *Spirophyllum*-, diese die *Gallionella*-Gerüste. Diese Erfolge waren Chododnys Kulturmethode mit dem Auflegen von Deckgläschen auf die Wasserhaut resp. dem Vertikaleinlenken derselben in die Kulturflüssigkeit zu danken.

»Diese *Gallionella*, die sich bei weiterer Untersuchung vielleicht als ein Flagellat entpuppen wird, ist ein in Japan ungemein verbreiteter Organismus.« (Molisch VIII. p. 143.)

Von Eisenflagellaten fand Molisch (VIII. p. 151) *Anthophysa vegetans* »im Wasser der japanischen Reisfelder ungemein verbreitet. Sie kann im Laboratorium leicht erhalten werden, wenn man das Wasser von Reisfeldern mit etwas Detritus der darin vorhandenen Wasserpflanzen in einem Glase stehen läßt.« (p. 151.)

Außerdem fand Molisch *Spongomonas intestinum* (Cienk) S. Kent. auf Wasserblättern von *Salvinia natans*, *Lagynion Pascher* gleichfalls auf Wasserpflanzen, *Trachelomonas Ehrenberg* in Reisfeldern, ebenda *Rhipidodendron splendidum* Stein (Molisch VIII. p. 153.)¹⁾

Eine neue Gattung vermutlich von Eisenflagellaten fand Molisch (VIII. p. 144/5) in *Toxothrix ferruginea* n. g.

»Diagnose: Der einzelne Faden strahlt oft in ein Bündel von meist bogenförmig verlaufenden feinen Fäden aus, die sich wieder zu einem gemeinamen Fadenbündel vereinigen können. Häufig splintern sie nochmals auf und laufen dann in einen Faden zusammen. Solche Gestalten erinnern an ein Brustkorbgerippe. Die Dicke des Mutterfadens schwankt zwischen $0.8-10 \mu$, die der Tochterfäden zwischen $0.4-1.5 \mu$ und die Länge der verzweigten Fadenstücke zwischen $100-300 \mu$ und mehr.

Die Fäden sind ockerartig braun, weil mit Eisenoxyd inkrustiert und stellen mäßige ockerige Niederschläge in eisenhaltigen Wässern der Reisfelder dar. Die Qualitäten der Zelle an den Fäden »hat Molisch« hier ebenso vermisst wie bei den Fäden von *Gallionella*. Es ist »Molisch« daher sehr wahrscheinlich, daß sich die Sache hier ähnlich verhält wie bei *Gallionella* und daß das, was »Molisch« bisher sah, vielleicht nur die von lebenden, an der Spitze der Fäden sitzenden Zellen abgetriebenen Bildungen sind, vielleicht verursacht von bestimmten Bakterien oder Flagellaten. Sowie sich bei *Anthophysa* die Kolonien schon bei geringen Störungen vom Skelette ablösen, so mag dies »nach Molisch« auch hier stattfinden.«

1) Auf den »Wasserblättern« von *Salvinia natans*, die oft zu Millionen die Teiche und Reisfelder bedeckt«, sah Molisch (VIII, 153) das epiphytisch lebende Rädertier *Melicerta ringens* (L.) mit seinem regelmäßigen, röhrenförmigen gegen die Basis ver schmälerten Gehäuse, dessen braune Farbe auf eine Eisenverbindung zurückgeht. Auch die Stiele von *Vorticella* und *Cardesium* zeigten starke Eiseneinlagerung.

Bei der Angabe der Fundorte von Eisenbakterien und Eisenflagellaten mußte immer wieder der Reisfelder Erwähnung getan werden, die geradezu als die Hauptfundstätten der Eisenbakterien aber auch aller anderen noch zu erwähnenden Eisenorganismen anzusehen sind.

»Ein großer Teil des Landes«, sagt Molisch (VIII. p. 137) »besteht seit Jahrhunderten bis auf den heutigen Tag aus Reisfeldern«. »Auf meinen weiten Reisen, die ich in Süd-, Nord-, Ost- und West-Japan unternommen habe, habe ich mich überzeugt, daß die Eisenbakterien in Japan ungeheuer verbreitet sind und zwar ganz besonders in den beriefelten Reisfeldern. (p. 138): Schon mit freiem Auge kann man nicht selten viele Quadratmeter des Wassers mit einer schleimig rostfarbenen Masse erfüllt sehen«, die »größtenteils aus gefällttem Eisenoxydhydrat und Eisenbakterien besteht«, die sich in den meisten Fällen als *Chlamydothrix ochracea* Mig. (*Leptothrix ochracea* Kütz.) herausstellte.

Diese Mitteilung und der Nachweis von Molisch (VIII. p. 156), daß junge Reiszurzel von Eisenoxyd »abgesehen von den jüngsten Teilen rostbraun gefärbt waren« und daß deren gleichfalls mit Eisenoxydhydrat bedeckten Haare in ihrer Membran »viel locker gebundenes Eisen« enthielten, während »im selben Boden gleichzeitig wachsende Pflanzen keine Braunfärbung ihrer Wurzeloberfläche erkennen lassen«, führte mich ¹⁾ dazu, zumal aus Japan durch die gütige Vermittlung Herrn Hofrats Molisch vom Direktor der Miyagi-Präfektur (nächst Sendai) Herrn J. Terafava überlandter Reis in einer eine typische Spur Fe-Salz enthaltenden Nährlösung über ein chlorotisches Zwerg-Stadium nicht hinauszubringen war, an ein größeres Eisenbedürfnis der Reispflanze, eine Art Ferrophilie dieses Gewächses zu glauben. Experimente mit Nährlösungen mit Zusatz von verschiedenen Konzentrationen von Mohrschem Salz, das sich als vorzügliche Eisenquelle bewährte, bestätigten diese Annahme, so daß also der Reis heute mit voller Berechtigung als Eisenpflanze bezeichnet werden kann.

Ähnlich wie beim Reis sah Molisch Eisenspeicherung in der Membran bei dem Moose: *Fontinalis antipyretica* L., bei der Fruchtschale der Wassernuß *Trapa natans* L. und in geringer Menge bei *Hydrilla verticillata* Roysl. var. *Roxbuerghii* Casp., deren braune elliptischen Membranflecke hauptsächlich aus einer braunen Manganverbindung bestanden. (VIII. p. 153–156 ²⁾.) An Fe-speichernden Algen fand Molisch wie seinerzeit bei Graz (1892) auch in Japan (VIII. p. 147) epiphytische Oedogonien, wobei die Eiseneinlagerung entweder nur auf die Haftscheibe beschränkt bleiben kann oder es zur Bedeckung der »Oedogonium-Fäden auf kürzere oder längere Strecken mit einer deutlichen Kruste von Eisenoxyd« kommt. (VIII. p. 148).

Bei *Characium* (VIII. p. 148) sind es wiederum die Haftscheiben, die in erster Linie Eisen speichern. Aus der Familie der Desmidiaceen ist

1) Richter O. Über das große Eisenbedürfnis der Reispflanze (*Oryza sativa*). Sitzungsber. d. Akademie d. Wissenschaften in Wien. Math. naturw. Kl. Abt. I. 135. Bd. 5 u. 6 H. Sitz. v. 29. April 1876

2) In den Reisfeldern mit ihrem Eisenreichtum kommt auch »postmortale Eisenspeicherung« bei Wasserpflanzen vor, so bei *Potamogeton natans*, *Trapa natans* (Molisch VIII p. 157). Aber auch Samenhalben von *Castanea vesca* aus dem Sande des Meeresstrands bei Arahama bei Sendai speichern postmortale Eisen wie Rostkastanienhalben und Holz.

es das Closterium und das Pleurotaenium nodulosum (VIII. p. 148/9), die in Japan sehr verbreitet sind und sich durch schöne Eiseneinlagerung auszeichnen. Besonders bei Pleurotaenium nodulosum kommt eine »streng lokale Eisenablagerung« vor.

Von Diatomeen stellte Molisch (VIII. p. 149) eine im Wasser eines Reisfeldes gefundene Surirella als eisenspeichernd fest. »Häufig löst sich die Eishülle als geschlossene Decke von der Kieselhaut der Diatomee scharf ab. Die Blaufärbung nach Behandlung mit Ferrozyankalium erstreckt sich aber nicht bloß auf die Eisenauflagerung sondern nicht selten auch auf die Kieselmembran«. ¹⁾ Von Nostocaceen erkannte Molisch (VIII. p. 150/1) eine Anabaena sp. die er neben der Bentherme bei Yumoto auf einem von 45 grädigen Wasser berieselten Felsen entdeckte, als eisenspeichernd.

Danach fand Molisch (VIII. p. 158) die meisten Eisenorganismen, die er schon von Europa her kannte, in Japan wieder und erkannte sie damit als Kosmopoliten.

Die Arbeit VIII. (ab p. 159) berichtet noch unter Hinweis auf Harders einschlägige Versuche d. J. 1919 in ihrem Abschnitt III. über Eisenbakterien, die aus organischen Eisenverbindungen Eisen fällen. Molisch nahm Eisenammonzitratlösungen mit dest. Wasser, Leitungswasser von Sendai, Brunnenwasser der Univ. Sendai, Wasser einer Eisenquelle nächst Sendai und Meerwasser von Matsushima von denen die sterilisierten unverändert blieben, die nicht sterilisierten dagegen am Meniskus dicke Bakterienhäute, am Gefäßboden aber mächtige Niederschläge von Eisenoxydhydrat aufwiesen.

»Die Eisenfällung« ist dabei der »Hauptfache nach eine extrazelluläre«. »Da nun die Eisenfällung in den verschiedensten Wässern vor sich geht, so müssen derartige eisenfällende Bakterien in der Natur ungemein verbreitet sein und im Kreislauf des Eisens eine große Rolle spielen.« (p. 165.)

Daß Harder bei seinen einschlägigen Versuchen erst bei Ausgußversuchen braune Höfe bildende Bakterien fand, in seinen Flüssigkeitskulturen aber nicht nachweisen konnte, erklärt Molisch (p. 164) so, daß »Harder erst am Ende des Versuches nach Bakterien gesucht und diese in dem überaus reichlichen Niederschlag übersehen« habe, eine Deutung, die gewiß sehr naheliegend ist.

Analoge Versuche mit Auflösungen von 5 0/0 zitronenlauren Eisen-Ammon ohne und mit 0.3 0/0 Pepton in Leitungs- bzw. Meerwasser ohne und mit Zusatz von Penicillium- resp. Aspergillussporen, ergeben, daß die verwendeten Penicillium- und Aspergillus-Arten, die Fähigkeit nicht hatten, Eisen aus der genannten organischen Verbindung zu fällen. (p. 166)

In III. behandelt Molisch eine andere Gruppe von Bakterien, die ihn seit seiner Prager Wirksamkeit immer wieder neue Probleme ihrer interessanten Physiologie zu verfolgen locken, die **Leuchtbakterien**.

¹⁾ Die marinen Algen sind nach Molisch (VIII. p. 150) oft mit ungeheuren Mengen einer Cocconeisart bedeckt, bei der Molisch wie seinerzeit Peklo an einer Triefer Form Manganpeicherung nachwies. Molisch schreibt ihr eine große Rolle bei der Entmanganisierung des Meerwassers zu.

Auch sie sind Kosmopoliten, denn auch in Japan wird das Leuchten des Schlachtviehfleisches durch das *Bacterium phosphoreum* (Cohn) Molifsch bewirkt wie in Prag, Wien und anderen Städten Europas. Dabei gelten für das Sichtbarmachen des Leuchtens und die Anreicherungsrohkulturen der Bakterien in Japan die gleichen Rezepte:

Eintauchen der Fleischprobe in eine 3 % Kochsalzlösung, Möglichkeit des Luftzutritts zu der relativ tiefe Zimmertemperatur (10 – 15° C) verlangenden Leuchtbakterie und Anpaffung des Auges durch längeren Aufenthalt im Finstern an die doch relativ geringe Lichterscheinung des Bakterienlichtes. (Molifsch III. p. 89/99). Schon die erste Rindfleischprobe leuchtete nach 3 Tagen. Das Leuchten dauerte 1 – 3 Tage, worauf Fäulnisbakterien die Leuchtbakterien überwucherten. Im Ganzen hat Molifsch (p. 100) 20 Rindfleischproben geprüft und davon 11 = 55 % leuchtend gefunden. Sendaier Schweinefleisch leuchtet seltener aber intensiver. Von 20 Proben leuchteten 3 = 15 %

Bei beiden Fleischsorten ergaben vergleichende Versuche mit und ohne Salzwasser-Zutat die ungemein fördernde Wirkung des Kochsalzes für das Leuchten; ein Beweis für die Halophilie auch des Sendaier Leuchterregers (p. 100), der sich bei der Reinkultur von den verschiedensten Proben stets als das *Bacterium phosphoreum* (Cohn) Molifsch herausstellte (100/101).

Diese Leuchtbakterie ist also genauso Kosmopolit wie die früher besprochenen Eisen- oder die noch zu behandelnden Schwefelbakterien, von denen Molifsch im Seewasser von Matsushima (Pazifik bei Sendai in Japan) fast alle wieder fand, die er seinerzeit als neu im Hafen von Triest (1912) aufzufinden Gelegenheit hatte. Es waren dies *Thiothrix annulata* Molifsch, *Thiothrix marina* Molifsch, *Beggiatoa marina* Molifsch, *Bacterium Bovista* Molifsch, *Bacillus thioigenus* Molifsch, *Spirillum punctatum* Molifsch und *Chlamydothrix longissima* Molifsch (III. p. 101)

Auch die in Europa allenthalben vertretenen Süßwasser *Beggiatoa*- und *Thiothrix*-Arten kommen in den mit schwarzem Schlamm erfüllten längs der Häuser oberflächlich verlaufenden Abzugskanälen häufig vor. Ebenso sind nach Molifsch's Beobachtungen in Java (1897/8), Saitos in Tokyo) Hattoris, Miyoshis Hibinos und Todas in Japan die gewöhnlichen Schimmelpilze, Bakterien, Algen, das Chromophyton *Rosanoffii* und das Leuchtmooß *Schistostega osmundacea* Kosmopoliten. (Molifsch III. p. 102/3).

Auch bei Meerestischen kann man verhältnismäßig leicht Leuchten feststellen. »In den Körben, in denen die größeren Fische oft zu vielen, die kleineren zu Hunderten über und neben einander liegen, findet man viele leuchtend.« »Einzelne der Fische scheinen wie mit silbernen Sternlein besät, andere erstrahlen in bläulichem, grünlichem oder gelblichem Lichte. Nicht wenige zeigen die Augen, die Flossen, ja manche den ganzen Körper in so deutlichem Lichte, daß man die ganze Gestalt scharf wahrzunehmen imstande ist. Fährt man mit der Fingerspitze über die leuchtenden Schuppen des Fisches, so leuchten die Finger und die leuchtende Bakterienmasse kann wieder vom Finger abgeftrichen werden.« (Molifsch, Biologie p. 7/8)

Unterfuchungen im Laboratorium haben ergeben (p. 8), daß fast alle Meerestische leuchten, wenn man sie, mit Seewasser benetzt, an einem kühlem Orte in einer Schale liegen läßt. Der Grund des häufigen Nicht-

leuchtens eben eingebrachter käuflicher Ware liegt darin, daß die Händler die Fische zur Kühlung und Reinigung mit süßem Wasser waschen oder bespritzen und mit Eis bedecken. »Das hat aber ein mehr minder starkes Ausfalzen der Fische zur Folge und erschwert das Aufkommen« der sehr salzliebenden »Leuchtbakterien«. Daher ist auch bei gekauften Fischen zur Erreichung des Leuchtens eine Behandlung mit einer 3⁰/₀ CINA-Lösung nötig. Dabei erscheint der Lichteffect im Winter gewöhnlich 1 Tag nach dem Einkauf und hält gewöhnlich 1–3 Tage an. »Im Sommer leuchten die Fische meist schon am Tage des Einkaufs«, am Tage darauf in der Regel aber nicht mehr, weil die Bakterien der stinkenden Fäulnis die Photobakterien verdrängen. Auch in Japan hat sich wieder gezeigt, daß der Fisch solange genießbar ist, solange er leuchtet, erst beim Auftreten der stinkenden Fäulnis wird der Fischgenuß gefährlich. Außer Fischen sah Molisch (p. 8) auch Austern und besonders schön Tintenfische leuchten.

Es ist übrigens nicht uninteressant, daß man Photobakterien auch dazu benutzen kann, um eine Art künstlichen Meeresleuchtens auszulösen. (Molisch Biologie p. 17.) Man mischt zu diesem Behufe »eine nicht allzu große Menge Seewasser mit einer leuchtenden Bakterienbouillon« oder man gießt in eine Glaswanne, die etwa 3 l Meerwasser oder eine 3⁰/₀ Lösung von Kochsalz enthält, etwa 50 cm³ oder mehr stark leuchtende Bouillon. Es erscheint dann »der Inhalt der Wanne nach dem Durchmischen in einem milden, weißlichen, gleichmäßigen Lichtschein, der längere Zeit anhält.«

Die von den leuchtenden toten Fischen und anderen Seetieren, besonders Tintenfischen abgezüchtete, brillant leuchtende Photobakterie, *Pseudomonas lucifera*, benützte Molisch auch dazu, um seine vor 20 Jahren an getrockneten toten *Laminum album*-Blättern gesammelten Erfahrungen über postmortale Assimilation auf andere Pflanzen auszudehnen. Dazu verwendete er eine Bouillon, die durch Kochen aus 100–200 g Meerfisch auf 1 l Meerwasser (von Matsushima im Pazifik) gewonnen und nach Filtration mit $\frac{1}{2}$ ⁰/₀ Glycerin und $\frac{1}{2}$ ⁰/₀ Pepton versetzt, nochmals gekocht, filtriert und schließlich mit KOH alkalisch gemacht worden war. »Diese Bouillon leuchtete 1–2 Tage nach der Impfung beim Schütteln so stark, daß man das Licht bei hellem Tage im Schatten eines Zimmers gewahr wurde und in der Nacht die Zeit an der Uhr leicht und bequem ablesen konnte«. (Molisch Kohlenäure-Assimilation p. 580.) »Die zu den Versuchen verwendeten Blätter wurden frisch gepflückt und dann durch 4–6 Tage bei einer Temperatur von 30–35⁰ C getrocknet«, so daß sie rauchdurr und tot waren (p. 581). Auch so sind sie noch imstande, im Lichte genügend Sauerstoff zu entwickeln, um die *Pseudomonas* zu intensivem Leuchten zu veranlassen und zwar haben fast alle untersuchten Blätter diese Fähigkeit. Blätter von *Oxalis* müssen mit einer 1⁰/₀ alkalischen Sodalösung zerrieben werden, um den Effect der postmortalen Assimilation zu zeigen. (p. 584/5.) Selbst bei 84⁰ durch 5 Stunden erhitzte Blätter des Klees, *Trifolium repens*, waren für die Probe noch zu brauchen. (p. 586) auch gefrorene Blätter sind für den Nachweis der O-Entbindung zu verwenden (p. 568–588). Dabei ist zu beachten, daß das Trocknen langsam erfolgen und die hohe Temperatur langsam erreicht werden muß. Saftreiche Blätter verlieren die Fähigkeit der O-Entbindung bei supranormaler

Temperatur sofort, ebenso ätherifizierte. Etiolierte haben sie nie. (588/9). Die Fähigkeit ist also ans Chlorophyll gebunden (590). Das Verhalten der Blätter bei Temperaturen über 84° C spricht für die Zerstörung eines bis 84° C erhaltbaren Fermentes, weshalb Molisch vermutet (p. 593), daß »sich der biochemische Prozeß der Photosynthese als ein fermentativer entpuppen« dürfte.

Leuchtende Hutpilze hatte bisher in Japan nur Kawamura »in höheren Gebirgsgegenden auf Hondo, Shikoku und Kiushiu« und zwar ausschließlich auf der Buche *Fagus silvatica* L. var. *Sieboldi* Max gefunden. Es handelte sich dabei um den »von Mitte September bis Mitte Oktober auf abgestorbenen Buchenstämmen« auftretenden als *Tsukiyo take* — Mondnacht-Pilz bezeichneten sehr giftigen *Pleurotus japonicus*. Nach Kawamura leuchten bei diesem Pilze nicht das Myzel sondern nur die »Blätter (gills)« des Fruchtkörpers (f. Molisch Biologie p. 8/9). Im Herbst 1922 fand nun Molisch (p. 9) im Walde bei Sendai einen weiß-faulen Stamm, von dem in das Laboratorium gebrachte Stücke, in der Nacht kontrolliert, deutlich leuchteten. In auf Reis und Brot erzielten Reinkulturen dieses Pilzes bildeten sich nach 1–2 Monaten leuchtende Rhizomorphen, die ganz denen des Hallimasch, *Armillaria mellea* (*Agaricus melleus*) glichen, weshalb Molisch, trotzdem es ihm bisher nicht gelang, den Pilz zur Fruchtkörperbildung zu veranlassen, annimmt, daß dieser sehr verbreitete Pilz Japans der Hallimasch war.

Den gleichen Pilz züchtete Molisch (p. 9) im Sommer des Jahres 1923 von leuchtendem Holze einer regenreichen Gebirgsgegend der Provinz Yamagata.

Leuchtende Blätter endlich fand Molisch im Anschluß an seine feinerzeitigen Beobachtungen auf Java (1897), wo er verwesende *Bambusa*-, *Nephelium*- und *Aglaia*-Blätter leuchtend gefunden hatte, und im Anschluß an seine europäischen Funde leuchtender Eichen-, Buchen- und Ahorn-Blätter in Japan (p. 10) dort, wo Laub von verschiedenen Bambuseen und Waldbäumen in ziemlich dicken Schichten dicht übereinanderliegt, nach Wegschaffung der oberen mehr trockenen Blätter. Es waren in Zerlegung begriffene Blätter, die im feuchten Raume aufbewahrt, im Dunkeln als leuchtend diagnostiziert werden konnten und von der »Bambusee *Phyllostachys bambusoides*, von *Castanea vesca* und *Fagus silvatica*« stammen. Reinkultiviert wurden diese Blattleuchtpilze noch nicht. Es wäre jedenfalls interessant, ob sich wenigstens aus den Buchenblättern wieder das Myzelium X herauszukultivieren ließe, womit auch für dieses der Kosmopolitismus nachgewiesen wäre.

Daß Molisch auch das Meeresleuchten auf seiner Fahrt von Marseille nach Singapore und Kobe studierte, wird man umso begreiflicher finden, als er ja feinerzeit die Methode ausfindig machte, wie man einwandfrei den Erreger des Meeresleuchtens in Trieff, das *Peridinium divergens*, als Ursache des einzig schönen Phaenomens feststellt.

Mit entsprechender Anpassung der Methodik an die in einem Passagierdampfer gegebenen Verhältnisse untersuchte denn Molisch (p. 10–22) auf seiner Fahrt das Meeresleuchten indem er:

1. Täglich VM und NM etwa 10–20 l Wasser aus dem Meere schöpfen ließ und durch das Planktonnetz filtrierte,

2. »Das für allerlei Schiffsbedürfnisse aus dem Meere in einen großen Eisenbehälter emporgepumpte Wasser in daumendickem Strahl eine Stunde durch das Planktonnetz laufen ließ.« Da die Pumpe Tag und Nacht in Tätigkeit war, lieferte sie stets frisches Wasser, was für Planktonuntersuchungen sehr wichtig ist.

Dabei wurde das eingefangene Plankton sofort nach der Filtration makro- und mikroskopisch auf Lichtentwicklung und seine Zusammensetzung täglich zweimal mit Rücksicht auf die für das Meeresleuchten in Betracht kommenden Lebewesen geprüft.

Hiebei haben als Forderungen zu gelten:

- I. ein wohl ausgeruhtes ans Dunkel gut adaptiertes Auge;
- II. möglichste Frische des Wassers;
- III. ausreichender, womöglich reichlicher O₂-Zutritt — Molisch verwandte eine große schüsselförmige Wanne aus emailliertem Blech mit etwa 15 l (p. 13)
- IV. eine mechanische, elektrische oder chemische Reizung, wobei ein Anstoß an das Beobachtungsgefäß oder wenige Tropfen von Alkohol, Formaldehyd, Essigsäure oder mineralischer Säuren wie Schwefelsäure genügen.

Besonders diese gestattet auch im Meere entsprechend den von schweren Flüssigkeiten gebildeten Schlieren die Fortpflanzung des Aufblitzens der Leuchtorganismen in ihrer Tiefenverteilung zu studieren. (p. 13)

Für die genaue Bestimmung des Leuchtorganismus ist seine Isolierung im Beobachtungstropfen auf dem Objektträger, die mit Glaspillaren besorgt wird, Vorbedingung. (p. 14) Ein Tröpfchen Alkohol oder Essigsäure, das nun vom Deckglasrande zu dem leuchtverdächtigen Organismus zufließen gelassen wird, oder ein Druck aufs Deckglas gestattet dann unter dem Mikroskope das Aufblitzen festzustellen und damit die Leuchtfähigkeit zu diagnostizieren.

Auf Grund dieser sehr mühevollen aber exakten Versuchstechnik konnte Molisch (p. 16) auf der ganzen Strecke von Marseille-Singapore-Kobe bis exklusive zum Brackwasser, das durch die Mischung des süßen Wassers und des gelben Schlammes des Riesenstromes Yang-tse-kiang mit dem Meerwasser entsteht die Peridineen in der Regel als die Urheber des Meeresleuchten feststellen¹⁾ und sie damit sozusagen als das eigentliche lumen maris bezeichnen (p. 16) und zwar waren *Peridinium divergens*, *Ceratium tripos* in verschiedenen Varietäten, *C. furca* und *C. fusus* besonders reichlich vertreten. Aber auch größere Lichterreger kamen Molisch im schäumenden Kielwasser des Dampfers unter, wahrscheinlich Crustaceen (Cypridina), Quallen (Peleagia), Salpen und Pyrosomen, doch konnten diese, abgesehen von Cypridina, nicht einwandfrei diagnostiziert werden, da das Drahtnetz von 1 cm Maschenweite durch das das Schiffswasser emporgepumpt wurde, die größeren Tiere nicht durchließ und weil andererseits die Wahrscheinlichkeit, durch direktes Schöpfen gerade eine Leuchtkugel mit zu erhalten, außerordentlich gering blieb.

Ergänzende Untersuchungen über Meeresleuchten in der Abura-tubo-Bucht nächst Misaki, der biologischen Station Japans in der Sagami-bucht, zeigten *Noctiluca* und Peridineen als Haupterreger des funkenartigen

1) Diatomeen, Oszillarien, Rotatorien, Globigerinen und Infusorien leuchten nie (p. 16/17)

Meeresleuchtens¹⁾. Die in diesem Funkenmeer auftauchenden großen Leuchtsterne rühren dagegen von dem Ostracoden *Cypridina hilgendorffii* her, dessen Drüsenstoff nach E.N. Harveys Untersuchungen (1917) derart lichtstark ist, daß 1 Teil davon in 1.600 Mill. Teilen Wasser verteilt, noch sichtbares Licht erzeugt. Zerquetscht man ein solches übrigens negativen Heliotropismus zeigendes Tier unter dem Deckglas, so kann man bei hellem Tage sogar das erzeugte Licht wahrnehmen (p. 24). Durch Einfallenlassen des Tieres in süßes Wasser bekommt man auch einen besonders starken Leuchteffekt von azurblauer Farbe. Auch tote Tiere geben selbst nach 1–2 Tagen ein kontinuierliches starkes Licht (p. 25), das durch Quetschen verstärkt und ins Tiefblaue verändert werden kann. Damit hat Molisch einen neuen Fall des von Dahlgreen (1915) bei Ceratien entdeckten »Todesleuchtens« aufgefunden. *Cypridina* kann über Chlorkalzium getrocknet werden und gibt noch nach längerer Zeit beim Zerreiben und bei Benetzung mit Seewasser ein brillantes Licht. Auch eine Pennatulide *Cavernularia haberi* von 10–15 cm Länge hat Molisch (p. 25) als leuchtend erkannt. Bei elektrischer oder chemischer Reizung erzeugt der Polyp einen leuchtenden Schleim um die ganze Kolonie, bei mechanischer Reizung leuchten nur die gedrückten Stellen. Man kann das schleimige Sekret aus dem Tiere auspressen, dessen Leuchtfähigkeit nach $\frac{1}{4}$ Stunde erlischt, jedoch wieder zurückkehrt, wenn man mit Süßwasser oder Speichel mischt. »Mit der Lupe kann man deutlich Punkte sehen, die für einen kurzen Augenblick aufblitzen, bald hier bald dort und unter dem Mikroskop sieht man, daß die Trübung der Flüssigkeit von zahllosen Kügelchen herrührt, von denen das Licht ausgeht. Man wird an das Funken des Sternenhimmels erinnert.«

VII. der oben genannten Arbeiten berichtet über die an Bambusen an bestimmten Stellen des Rohrs auftretenden Flecke, »die durch einen Pilz von schwarzbrauner Farbe hervorgerufen werden«, der sich als Verzehrter von Wachs herausgestellt hat, das das Gras an diesen Stellen reichlich absondert.

Die Bambusen erzeugen nämlich ringartige auch dekorativ wirkende Wachskrusten, an und in denen der Pilz lokalisiert auftritt. Bei *Arundinaria Chino* findet sich oberhalb jedes Knotens vor und unter dem Scheidenblatt auch eine große Menge Wachs, das vom Pilze besiedelt wird, zumal ihm hier das durch das Wachs am Eindringen behinderte Regen- und Tauwasser genügende Feuchtigkeit bietet. Nach Entfernung des Scheidenblattes ist die von ihm bedeckt gewesene Stelle schwarz vom Pilz. Bei weiterer Besiedlung des Internodiums erzeugt der Pilz geradezu dekorative Effekte²⁾.

1) *Noctiluca* als Erreger des Meeresleuchtens konstatierte Molisch (p. 26) sogar im Winter zur Neujahrszeit um Kiushiu. Auch bei Kagoshima und Biroschima nahe Afamushi bei Aomori sah Molisch schönes Meeresleuchten.

2) Bei *Phyllostachys nigra*, Munro ist der Stamm vollkommen schwarz, was diese Bambusart besonders wertvoll macht. Doch ist hier nicht ein Pilz sondern ein phlobaphenartiger Körper Ursache der Färbung, die nach grüner Färbung im ersten Jahre vom 2. Jahre an zu sehen ist. Auch Anthokyan kann die dunkle Farbentönung mancher Bambusen, wie der *Arundinaria*-Arten bedingen. (vgl. Molisch VII. p. 125/6).

Das Pilzmyzel wird am deutlichsten, wenn man Stücke des schwarzen Überzuges in dest. Wasser unter dem Deckglas bis zur Blasenbildung erhitzt, wobei das Wachs schmilzt, vom Pilz wegfließt und so den Pilz frei sichtbar macht. Absoluter Alkohol leistet ähnliche Dienste, nur fällt aus ihm das Wachs in Form von Nadeln und Dendriten aus (s. Molisch VII. p. 123–125)

Einmal aufmerksam, entdeckte Molisch derartige wachsliebende Pilze auch auf dem Ahorn *Acer rufrinerve*, wo er auf den Zweigepidermen vom Herbst des ersten Jahres an vorkommt und im zweiten bis sechsten Jahre den Zweig völlig schwarz werden läßt. Dabei wird die Schwarzfärbung rund herum oder streifenförmig sichtbar, wodurch eine der Melonenhaut ähnliche Zeichnung entsteht, die zum Namen urihada-kaede oder Melonenhaut-Ahorn geführt hat. Der Pilz ist eine *Torula*, die diesem Ahorn niemals fehlt. In Form parallel verlaufender Linien durchwuchert der Pilz zuerst die Wachsschicht in von der Epidermis gebildeten Rinnen. Sowie sich nun auch Querrinnen zu bilden beginnen, wächst die *Torula* in sie hinein und erzeugt so Anastomosen zu den Längskolonien des Pilzes, bis endlich auch die zwischenliegenden Felder ausgefüllt werden. (p. 126/7)

»Niemals« hat Molisch »gesehen, daß der Pilz über die Kuticularschicht hinaus in das Lumen der Zelle eingedrungen wäre; er bleibt stets außerhalb der lebenden Substanz und ist daher als Epiphyt zu betrachten,« der in der Wachsschicht lebt. Auch auf den mit wachsreicher Epidermis ausgefärbten Zweigen von *Lindera umbellata*, aus deren Holz die Japaner Zahnstocher schneiden, fand Molisch einen schwarzen wachsliebenden Pilz. Auch auf *Daphniphyllum macropodium*-Zweigen erwiesen sich die dort vorfindbaren schwarzen Punkte und schwarzbraunen Längsstreifen als Bildungen eines wachsliebenden Pilzes, der in diesem Falle als *Leptothyrium Yoshinagai* P Henn diagnostiziert wurde. Auch auf dem Glaserkitt des neuen Gewächshauses von Sendai sah Molisch einen schwarzen Pilz aufkommen, den er als Fettverzehrter ansieht, da der Kitt »der Hauptfache nach aus Kreide und Öl, also unter anderen aus einem Fett hergestellt wurde«. (Molisch VII. p. 128–131).

Zur Überprüfung der Ansicht, »daß das Wachs die Ansiedlung bestimmter Pilze begünstigt und für diese Nahrungsquelle darstellt«, tränkte Molisch (p. 131) Scheiben von Filtrierpapier mit gelbem Bienenwachs und ließ diesen Nährboden in Petrischalen auf Leitungswasser schwimmen.

»Zunächst wurden sterile Petrischalen, die mit sterilem Leitungswasser gefüllt waren, vorbereitet. Sodann wurde eine sterile kreisrunde Filtrierpapierscheibe in das heiße geschmolzene Wachs eingetaucht, herausgezogen, abtropfen gelassen und auf das Wasser in die Petrischale eingelegt«. Der Tau des Wassers, der sich am kalten Wachs absetzte bot dem aufgeimpften Pilz Feuchtigkeit genug zum Wachsen. Überdies wurden die Kulturen im düstergeläuterten Raume aufgestellt. Impfmasse bildeten nun große Fragmente der den Stengel überziehenden Pilzhaut.

Auf diese Art gelang es, in selektiver Kultur von den Knoten von *Arundinaria Chino* zwei Pilze zu gewinnen, einen der von den Impfstriehen aus wuchs und nicht fruktifizierte und dem *Arundinaria*-Pilze gleich und ein $\frac{1}{2}$ cm große kreisrunde Kolonien bildender Konidienproduzent.

Ebenso gewann Molisch (p. 132) von *Acer*- und *Lindera* 2 Schwärzliche, einen fruktifizierenden, konidienbildenden und einen nicht fruktifizierenden Pilz, von denen der zweite mit dem einen von *Arundinaria* identisch sein dürfte.

Was mit gelbem Wachs geht, bringt man mit weißem Wachs nicht fertig, weil wahrscheinlich beim Bleichprozeß Substanzen gebildet oder verwendet werden, die für den Pilz schädlich sind. Butter wirkt wie gelbes Wachs auf das Fortkommen der Kulturen, so daß außer Wachs auch Fett assimiliert wird.

Molisch hat also in Arbeit VII gezeigt,

1. Daß das gelbe Wachs zu einer selektiven Kultur führt. Denn nur cerophile Pilze kommen auf Wachs gut fort und daher behaupten sie hier allein oder fast allein das Feld.

2. Daß, da diese in Bienenwachs anwachsenden und gedeihenden Pilze auch in den Wachsüberzügen diverser Pflanzen gedeihen, der Schluß berechtigt ist, daß sie auch unter natürlichen Verhältnissen das Wachs zu ihrer Nahrung verwerten und sich in diesem sonderbaren Substrate mit Vorliebe ansiedeln.

Die IX. Mitteilung behandelt die Symbiose der beiden Lebermoose *Blasia pusilla* L. und *Cavicularia densa* St. mit *Nostoc*, deren absolute Reinkultur in beiden Fällen gelang.

Um zur Reinkultur des *Blasia*-*Nostoc* zu gelangen, hat Molisch (p. 173) ein möglichst reines mit *Nostoc* infiziertes Thallusstück in destilliertem Wasser mehrmals gereinigt und dann mit sterilisierten Nadeln die Kolonie freigelegt, also vom Lebermoos vollständig getrennt. Eine schöne Kolonie wurde dann in eine Agarlösung folgender Zusammenetzung: »1000 g H₂O und je 1/4 g KNO₃, MgSO₄, K₃PO₄ und einer Spur FeCl₂ und 18 g Agar eingimpft und dann am Nordfenster unter Glassturz bei gewöhnlicher Zimmertemperatur aufgestellt. Schon nach 4 Wochen waren dunkelspangrüne Kolonien« entwickelt.

Durch weitere Überimpfung wurden die mit aufgekommenen Bakterien und Chlorophyceen entfernt und tadellose Reinkulturen erhalten, deren Zellen mikroskopisch denen vom *Blasia* *Nostoc* völlig glichen. Die zwei Jahre lange Kultur mit steter Überimpfung bewies, daß *Blasia* *Nostoc* auch ohne Wirt ausgezeichnet gedieh. (p. 174).

Der entgegengesetzte Versuch, *nostoc*freie *Blasia* oder *Cavicularia* zu erzielen, scheiterte, da es trotz aller darauf verwendeten Mühe unmöglich war, nicht infizierte *Blasia* und *Cavicularia* zu erhalten (p. 175), ein allerdings negatives Ergebnis, das aber seinerseits zeigt, »daß es dem Lebermoose gar nicht gelingt, sich von *Nostoc* los zu machen, weder in der Natur noch in der Kultur. (p. 175).

Diese Abhängigkeit des Mooses von der Alge lockte nun zur Klärung der Frage, ob die Alge vielleicht imstande sei, elementaren N zu assimilieren. Das Ergebnis der peinlich exakt mit Nährlösungen, nicht mit Agarkulturen durchgeführten Versuche war — positiv. (p. 173—180). Das Erntegewicht der Kulturen ohne zugefügten »gebundenen N« verhielt sich zu dem der Kulturen mit zugefügtem gebundenen N wie 210:57 oder wie 3·6:1.

Danach ist zu schließen, »daß die *Blasia-Nostoc* imstande ist, den freien Stickstoff der Atmosphäre zu assimilieren und auch ohne gebundenen Stickstoff das Auslangen zu finden« (p. 180) und durch gebundenen N in ihrer Entwicklung geradezu gehemmt wird. Dieser Befund von Molisch ist von umso größerem Interesse, als bisher für keine Cyanophycee, ja nicht einmal für sonst eine Alge (Grün-, Braun-, Rot- oder Blaualge) die Fähigkeit der Assimilation freien N erwiesen wurde. (p. 180). Auch die aus *Cavicularia* absolut rein gezogene *Nostoc*-Alge assimiliert den elementaren N, ist aber dem gebundenen weniger abhold. Die Erntegewichte verhielten sich in Nährlösungen ohne zu denen mit gebundenen N wie 0·1620 g:0·1015 g oder wie 27:16. (p. 185).

Daraus ergeben sich (p. 185 – 188) die folgenden biologischen Deutungen für die interessante Symbiose von Lebermoos und Blaualge:

1. »Die *Nostoc*-Alge findet in dem Lebermoos einen willkommenen Schutz gegen Eintrocknung« auf den oft so trockenen Standorten der verwitterten sandigen Tuffe Japans.

2. Die Alge setzt die beiden Lebermoose durch die Assimilation elementaren N in den Stand, auch auf magerem stickstoffarmen Boden zu gedeihen.

3. Die einzelligen breiten Haare, die die Algenkolonien durchsetzen, dürften dem Moos die von der Alge gebildeten N-Verbindungen zuführen und

4. im Herbst dürfte bei der beobachtbaren Vergilbung des Thallus die gesamte organische, speziell N-hältige Substanz des Thallus und der Algen in die zur Ausbildung gelangenden tiefgrünen und massenhaft erscheinenden Brutknospen abgehoben, die Algen dabei größtenteils ausgezogen und verdaut werden.

Auch bei diesen Deduktionen wird jeder algologisch und bakteriologisch geschulte Leser dem Autor nur beipflichten müssen. Schließlich sei noch erwähnt, daß Molisch bei beiden Lebermoosen große Kalkkarbonatablagerungen feststellen konnte, wie sie bei Lebermoosen noch unbekannt waren. (p. 183).

Sahen wir hier Algen als Symbionten, so weist uns Molisch in V. auf Blättern von *Camellia*, *Eurya japonica* und *Eurya odnacea* eine makroskopisch stern- oder scheibenartige Fleckebildende parasitäre Alge *Mycoides parasitica* Cunningham nach. Die Alge setzt sich unter der Kutikula fest und breitet sich hier, diese abhebend, immer weiter aus. Gebildete Algenstränge lassen häufig schmale, mehrzellige, spitzulaufende Haare, die oft reichlich mit Karotin-Tropfen erfüllt sind, sich aufwärts erheben.

»Die Alge tötet zunächst die darunter liegenden Epidermiszellen«, deren Inhalt gebräunt wird. Mitunter markiert pathologisches Anthokyan die gefährdete Zone. (p. 113).

In der Folge dehnt sich die schädigende Wirkung des Parasiten auf die Pallisadenzellen aus, die sich durch Ringverdickungen oder durch Korkbildung zu schützen versuchen. In alten Blättern verfallen auch Schwammparenchymzellen, ja sogar die untere Epidermis der schädigenden Wirkung.

des Parasiten. (p. 113.) Diese parasitische Alge sah Molisch (p. 115) in Sendai, Matsushima, Yamagata, Beppu und Fukushima. Molisch fand die Alge nie mit einem Pilz in Symbiose wie Cunningham in Indien oder Ward in Ceylon.

In den Rahmen der Betrachtungen über den Kosmopolitismus einiger Algen gehört die Auffindung der aus den Vogesen und aus Baden bekannten *Phycopeltis epiphyton* Millardet, einer epiphytischen Alge, durch Molisch in Japan auf den Blättern der verschiedensten Pflanzen. (p. 116).

»Auf den Blättern der *Camellia*, *Aucuba* und *Litsea* liegen die Scheiben von *Phycopeltis* manchmal so dicht, daß die Oberseite des Blattes einen orangeroten Ton erhält.«

Daß man auch noch an der von jedem Hörer, der das Straßburgerpraktikum durchmacht, belichtigen Schlauchalge *Vaucheria* etwas Neues finden kann, hat Molisch mit IV. bewiesen.

In einer aus einer »an ein Reisfeld angrenzenden Wallerrinne« entnommenen *Vaucheria*-Art »fielen« nämlich Molisch »farbloße spindelförmige Inhaltkörper auf«, die in Häufchen von 5–100 Einzelspindeln vorkommen konnten, deren jede 15 μ lang und in der Mitte 3·5 μ breit waren. (p. 105). Die mikrochemischen Reaktionen ergaben, »daß die Hauptmasse der Spindeln aus einem eiweißartigen Körper besteht«. (p. 107). Sie sind also mit den von Molisch seinerzeit bei *Epiphyllum* entdeckten, von Gicklborn bei *Opuntia* wieder gefundenen Eiweißspindeln in eine Parallele zu bringen.

VI. endlich bringt die Diagnose einer neuen *Acrasiee* aus Japan: *Pseudoplasmodium aurantiacum* n. g. et n. sp., die Molisch zuerst im Winter 1922/23 auf abgestorbenen Blättern von *Zostera marina*, die im Meereswasser in einer bedeckten Glaschale halbuntergetaucht lagen, das zweite Mal im Juni 1923 auf der Oberfläche von Algen bedeckendem Meerwasser als »rote tropfenartige Punkte von etwa 1 mm Durchmesser« gesehen hatte.

Über die Auffindung von Kalkbakterien und anderen kalkfällenden Pilzen in Japan berichtete Molisch im Zentralblatt für Bakteriologie etc. in der II. Abt. 65. Bd. 1925, p. 130¹).

Molisch stellte zunächst bei marinen Bakterien, von denen er *Pseudomonas calcipraecipitans* n. sp. rein kultivierte, und später bei Süßwasserbakterien, von denen er *Pseudomonas calciphila* n. sp. rein zog, die Fähigkeit fest, kohlenlauren Kalk zu fällen, der »extrazellulär in Form von Doppelpinseln, Sanduhren und Sphaerokristallen« mitunter geradezu als »Hof« um die Kolonie in Erscheinung tritt.

Hiebei genügt der im Meerwasser an sich vorhandene Kalk zur Fällung durch die Bakterie, doch befördert Zusatz von Chlorkalzium oder von essigsaurem Kalk das Auftreten der Karbonatkristalle.

Molisch erklärt die CaCO_3 -Bildung so, daß er annimmt, daß gewisse Bakterien aus N-haltigen organischen oder anorganischen Verbindungen

¹) Die oben behandelten Themen finden sich in der Biologie p. 57–62, p. 155, p. 158, p. 109–125, p. 125–127, p. 242–245, p. 246–248.

Ammoniak freimachen, das an die Atmungs= CO_2 gekoppelt wird, worauf sich dieses kohlenfaure Ammon mit dem Kalk des Meer- bzw. Süßwassers zu Ca CO_3 umsetzt. Da bei vielen in Zerlegung begriffenen Substanzen eine ähnliche Umlagerung stattfindet, dürften die kalkfällenden Bakterien eine große Rolle in der Natur spielen.

Die gleiche Fähigkeit der Kalkfällung haben noch ein von Molisch aus der Luft gezogener Actinomyces und eine von ihm reingezogene Hefe. Andere Pilze fällen bekanntlich den Kalk als Kalkoxalat. (Biologie p. 62).

Aus dem großen Werke von Molisch interessieren nun noch die Mikrobiologen einige Kapitel, auf die hier noch kurz hingewiesen sein mag: p. 128 wird im Kapitel VIII. die Mitteilung gemacht, daß es Molisch geglückt sei, in Japan auch eine farblose Diatomee zu entdecken, die der von Benecke (1900) beschriebenen, von mir (1909) in ihrer Biologie studierten Nitzschia putrida Benecke sehr ähnlich war und nur in ihren Ausmaßen hinter der Beneckes zurückblieb. Er nennt sie *N. putrida* var. *minor*. p. 129 schildert Molisch in Kap. IX. die leichte Gewinnungsmöglichkeit von farblosen *Astasia*-Arten aus Pferdeexkrementen in Japan. Auf 1 Kinderhandvoll diesen Substrats wird 1 l Leitungswasser gegeben und 3–4 Wochen stehen gelassen. Nach Ausfaulen der Flüssigkeit erscheinen in riesigen Mengen die *Astasien*, die derart O=empfindlich sind, daß sie einer unter Deckglas mit ihnen mit venetianischem Terpentinabschluß eingeschlossenen *Euglena* bei ihren Bewegungen im Lichte folgen, eine ganz reizende Variation der berühmten Engelmännchen Bakterienmethode. Wiener Pferdemist gefüttert nicht, die *Astasien* zu gewinnen, was mit einer anderen Ernährung der Pferde zusammenhängen mag. P. 130–132 behandeln in Kap. X. Wasserblüten und Plankton-Rotfärbung von Seen bedingt durch *Euglena sanguinea*, die NM eine Tiefenänderung zeigt, so daß ein begleitender grüner Organismus NM. das Wasser grün erscheinen lassen konnte. Die lachsrote Färbung von Meerwasser (Akashio von Aka = rot, shio = Meer »Rotes Meerwasser«), die Molisch im Winter 1924 im Süden von Kiushiu sah, war von Milliarden von *Noctiluca miliaris* veranlaßt, die im Mikroskope »farblos oder schwach blaßrot, in der Proberöhre als Bodenatz übereinandergeschichtet, aber deutlich lachsrot gefärbt war.« (p. 131).

Braunfärbung des Wassers rief im Oktober 1924 nächst Matsushima in einem großen Wassertümpel die Diatomee *Nitzschia palea* Kützing hervor.

Am 21./VIII. 1923 sah Molisch in einer Ecke eines Teiches bei Nara vom Winde zusammengetriebene aus *Lynghyden*, *Mikrocystis*, *Scenedesmus* u. a. Algen gebildete Wasserblüte.

Bei Sendai fand er am 17./II. 1924 den Teich des Wallgrabens der Daimyoburg viele m^2 weit ockerbraun von den Mikrosporangien des Wasserfarns *Salvinia*, das im Sommer weite Teichstrecken bedeckt. »Schon mit freiem Auge konnte man im Wasser die Mikrosporangien als kleine braune Kügelchen erkennen«. »Es wäre nicht schwer gewesen, 1 kg davon zu schöpfen«. (!) Die Makrosporangien sind dagegen sehr selten. Dies war eine merkwürdige bisher gewiß noch nicht beobachtete »Wasserblüte.«

Das Plankton endlich des Onuma-Sees nächst Hakodate auf Hokkaido enthielt *Melosira granulata*, *Ceratium hirundinella*, *Asterionella gracillima*, kurz alte europäische Bekannte, die wieder eine sprechende Illustration von dem immer wieder erwähnten Erfahrungen von Molisch über den Kosmopolitismus der Mikroorganismen abgeben, der zusammenfassend auf p. 262 in Kap. XIV. behandelt wird.

Aus der Gruppe der Purpur- und Schwefelbakterien seien hier nur *Chromatium violascens*, *Chr. minutissimum*, *Chr. Weissii*, *Chr. minus*, *Beggiatoa leptomitiformis*, *B. alba* und *Thiothrix tenuis* (p. 263.) angeführt.

Gerade die Erwähnung der Schwefelbakterien führt uns wieder in das hochinteressante Gebiet der Thermalquellen Japans nach Kawatabi p. 73, Yumoto bei Nikko, wo pfirsichblührote Flecke von Purpurbakterien im Schwefelumpf zu sehen sind (p. 81) von Yumoto bei Nikko, wo die »Schwefelrafenbakterie« »üppig bei 70° C wächst und »in dem 1 $\frac{1}{3}$ m breiten Holzbett« der Quelle ganze Quasten erzeugt (p. 83/4) und viele andere Stellen, die in Kap. IV. p. 63–103 zur Behandlung gelangen, zurück, in dem uns p. 67 auch die Zyanophyzeen als »im wahren Sinne des Wortes thermophil« gezeigt werden, da sie »bis 69° C ertragen«. Der Umstand, daß sie »die Thermalalgen par excellence« sind¹⁾, hat Molisch p. 98–103 veranlaßt, sie mit gewissen Bakterien als erste Befiedler »der noch warmen oder heißen Erdrinde« und damit als die Vorfahren der heute noch in den Thermen vorkommenden Blaualgen anzusprechen (p. 103), wozu er sich umso berechtigter glaubte, als man unter diesen Thermalalgen nicht nur thermointolerante (*Synechococcus* n. sp. und *Chroococcus*), die also auf die hohen Temperaturen 68°, 57° 59° und 41° C unbedingt eingestellt bleiben (p. 96) sondern auch thermotolerante, an niedere Temperaturen anpaßbare Vertreter der Cyanophyzeen in den Thermen Japans findet (p. 95) wie *Oscillatoria amphibia*, *Phormidium tenue*, *Mastigocladus laminosus* Cohn, *Phormidium autumnale*, *Ph. laminosum*, *Chroococcus minor*, *Chr. n. sp.* *Phormidium fragile* Gom., *Oscillatoria formosa*, *Chroococcus minor* f. *minima* (p. 95/6). Dabei diskutiert Molisch die verschiedenen Erklärungsmöglichkeiten für die Widerstandsfähigkeit der Algen gegen höhere Temperaturen auf den Seiten 96/7 wie spezifischer Eiweißcharakter des Algenplasmas, Erzeugung von Koagulation verhindernden Stoffen vergleichbar der Wirkung des Hirudins aus den Drüsen des Blutegels oder des Cholins und Piperidins, der Säureamide und Amidoläuren, des Harnstoffs und der Senföle nach den Mitteilungen von Lepeschkin, Hans Meyer und Gottlieb R. und Spiro und Mauthner, ohne sich allerdings auf eine der Erklärungsmöglichkeiten endgültig festzulegen.

Meine Sympathie für praktische Fragen, die mich mit der Schilderung der Befunde von Molisch an Eisenbakterien von Reisfeldern beginnen ließ, die zur Entdeckung der Ferrophilie dieser Grasart führten, läßt mich nun den Artikel über Molisch's hochinteressante Japan-Funde mit der Wiedergabe des Kapitels V über Massenvegetation essbarer Mikro-

1) Ihre Antipoden sind die kälteliebenden Algen, von denen Molisch (p. 103) *Hydrurus foetidus* und die Diatomee *Odontidium hiemale* bei 6° C vorfand und die bei 20–25° C bereits sterben. Auch *Tetraspora ulvacea* Kütz. *T. lubrica* (Roth) etc. *Draparnaldia glomerata* und *Meridion circulare*, schon bekannte Kältealgen, fand er vor.

organismen (Chroococcaceen) auf hohen Bergen Japans schließen. »Das Massenvorkommen von essbaren Mikroorganismen auf Felsen vulkanischer Berge ist dem japanischen Volke seit uralter Zeit bekannt«. Es handelt sich um das »Tengu=no=mugi=meshi« = »Gerstenbrot des Tengu«, eines Kobolds, einer Art Rübezahls im Aberglauben der Japaner.

»Ono fand im Jahre 1902 in Mittel-Japan« als erster Forscher, der sich für das Problem interessierte, eine »organische Gallerte« auf dem 1982 m hohen erloschenen Vulkane Kurohime=yama. Nahe dem Gipfel sah er in einer über 200 m² ausgedehnten und mehrere Zentimeter bis 1 Fuß hohen Schicht die Tengumasse entwickelt«. (p. 104). Ono unterschied

1. eine elastische, durchscheinende, gelblich-braune

2. eine nicht elastische, nicht transparente braune Masse,

die vermischt nebeneinander vorkamen. Ono faßte sie als Kapselbakterie auf mit fädigen Bakterien und einer neuen blaßbläulichen Alge, die er *Leucocystis* nannte. Kawamura fand die Tengumasse 1914/15 bei seiner Besteigung des Asamayama-Vulkans an 3 Plätzen. »Oberhalb der Mitte des Vulkans war ein Areal von 1000 m² mit der organischen Masse bedeckt. Hier war sie mit einer etwa 5 cm dicken Bodenschicht überzogen und die darunter liegende Organismenschicht selbst war 2 Fuß hoch«. Kawamura ist bezüglich der Zusammensetzung der Tengumasse etwa Onos Ansicht und züchtete von ihr eine Kapselbakterie, eine Zoogloea und eine Fadenbakterie ab, zwischen denen er einen genetischen Zusammenhang annahm. Die Bakterie nannte er *Volcanothrix silicophila* n. g. et. n. sp. und stellte sie zu den Chlamydothricheen. Der Name gewann dabei umso mehr Berechtigung, als Dr. R. Masaji aus Kyoto in der Trockensubstanz neben

86.41 % organischer Substanz

13.59 % Asche und hievon

8.873 % } Si¹⁾

1.230 % } Fe

und 3.487 % Anderes, meist

Aluminium feststellte (p. 107).

Die von Molisch durchgeführte mikroskopische Analyse ihm von Prof. Kawamura zugefandten Materials aus dem Jahre 1915 ergab, »daß die Hauptmasse des Tengubrottes nicht aus Bakterien sondern größtenteils aus fast farblosen Chroococcaceen besteht. Bakterien bilden nur einen sehr geringen Bruchteil der gallertigen Masse«. Molisch erinnerten die beobachteten Massen an *Gloeocapsa* und *Gloeothece*, die bei der genauen Bestimmung durch Dr. S. Stockmayer als

1. *Gloeocapsa punctata* Naeg.

2. » aeruginosa (Carm.) Kütz } beide mit
conglomerata } Degenerationsformen

3. *Gloeothece linearis* Naeg.

4. *Microcystis incerta* Lem.

5. *Gloeothece palea* (Kützling) Rabh.

6. *Lyngbya* sp.

erkannt wurden.

1) Wieder die so oft von mir anderweitig festgestellte Beziehung von SiO₂ und Fe! Wasser enthält die Substanz 81.239 % und 18.761 % Trockensubstanz.

Außerdem fanden sich wenig Bakterien.

Damit war Molisch's Ansicht von der Zusammensetzung des in der Tat vom Volke und von wandernden Priestern gegessenen Brotes des Tengu durch den Systematiker bestätigt.

Dabei ist es auffallend, daß in der Gallertmasse nicht mehr andere Organismen, besonders Bakterien und Pilze zu sehen sind.

»Es fehlen so ziemlich alle Hyphomyzeten, Protozoen und niedere Tiere, (p. 109) so daß es den Anschein gewinnt, daß die Tengumasse entwicklungshemmend auf andere niedere Organismen wirkt«. (p. 109).

Auch wäre die Reinkultur der Algen zu versuchen, um zu sehen, ob sie nicht etwa den elementaren N der Luft assimilieren, wie dies Molisch von *Blasia* und *Cavicularia-Nostoc* nachwies (p. 199). s. oben.

So schließt denn dieser Bericht mit neuen Anregungen, die Molisch den japanischen aber auch den europäischen Forschern gibt, wie denn fast jedes Kapitel des imposanten Werkes lockt, daran anzuknüpfen und neue Gesichtspunkte weiter zu verfolgen, so daß man von diesem Werke sagen kann, es ist nicht nur Lehrer sondern auch Führer bei der Forschung.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn](#)

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: [60](#)

Autor(en)/Author(s): Richter Oswald

Artikel/Article: [Allerlei über die Mikrobiologie Japans. Ein Sammelreferat über die einschlägigen Entdeckungen von Hans Molisch \(Wien\) 131-149](#)