Notiz
über *Didymium nigripes* (*Myxomycetes*)
aus einer Abwasserbiozönose

Von
OLAV M. SKULBERG
OSLO

Notiz über *Didymium nigripes* (*Myxomycetes*) aus einer Abwasserbiozönose¹⁾

Von OLAV M. SKULBERG, Oslo

Arbeit aus der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung,
Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der ETH, Zürich
Direktor: Prof. Dr. O. JAAG

Die Myxomyzeten sind grösstenteils terrestrische Organismen, Bewohner von organischem Material im Abbau. EDUARD JAHN legt in seiner systematischen Übersicht (ENGLER und PRANTL [4]²⁾, S. 311) Gewicht auf das Merkmal, ob die Plasmodien entweder im Wasser oder in faulem Holz und Boden leben. Die Formen mit im Wasser lebenden Plasmodien stellt er unter die Ordnung *Hydromycales*, deren Verwandtschaft mit den Eumyxomyzeten fraglich ist. Es war nun interessant zu beobachten, wie in der Versuchsanlage Tüffenwies der EAWAG im Winter 1958 eine starke Entfaltung eines endosporen Eumyxomyzeten im aquatischen Milieu auftrat.

1. Biotop und Biozönose

In der Versuchsanlage Tüffenwies werden unter anderem Untersuchungen über Biozönoseveränderungen in Abhängigkeit vom Ausmass der Verunreinigung im Längsprofil von Vorflutermodellen bei verschiedener Belastung durchgeführt (WUHRMANN [17], S. 213). Die folgende Beobachtung wurde in einer Betonrinne von 18 cm Tiefe und 36 cm Breite gemacht. Die Fliessgeschwindigkeit betrug 1 l/s bei einer ungefähr 7 cm hohen Wasserschicht. Das Wasser ist ein Gemisch von Grundwasser (0,9 l/s) und vorgeklärtem Abwasser; das Mischungsverhältnis beträgt also 1:9. Dieses kleine Vorflutermodell ist seit September 1956 im Betrieb.

¹⁾ Herrn Prof. Dr. O. JAAG und seinen Mitarbeitern an der EAWAG sei für das Wohlwollen und Entgegenkommen während meines Studienaufenthaltes an der Anstalt herzlich gedankt.

²⁾ Die Ziffern in eckigen Klammern verweisen auf das Literaturverzeichnis, Seite 216.

Die ersten zehn Meter nach Mischung der beiden Wasserkomponenten werden durch eine Biozönose charakterisiert, die als α -meso- bis polysaprob (KOLKWITZ [11], S. 9) bezeichnet werden kann. Diese Biozönose war unter Beobachtung während des Winters 1958. Im Januar begann sich auf dem Algenpolster des Grundes nackte, bräunliche, protoplasmatische Substanz in kleinen Häufchen zu bilden. Wie Kulturversuche zeigten, handelte es sich um ein Plasmodium eines Myxomyzeten.

Im Februar entwickelte sich der Myxomyzet rasch, so dass die bräunlichen Häufchen weitgehend das habituelle Bild der Biozönose beeinflussten. Das Resultat einer Analyse dieser Biozönose vom 18. Februar 1958 ist in Tabelle 1 wiedergegeben.

Tabelle 1

Charakteristik der Biozönose der ersten 10 m von Rinn: 2, Tüffenwies, 18. Februar 1958

Artenliste	Subjektive Schätzung der Häufigkeit	Stellung im Saprobien- system
<i>Closterium acerosum</i> Ehrenb.	vereinzelt	β -mesosaprob
<i>Oedogonium</i> sp.	seltener	—
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turp.) Ktz. ...	zerstreut	β -mesosaprob
<i>Stigeoclonium tenue</i> Kützing	zerstreut	α -mesosaprob
<i>Tribonema viride</i> Pascher	vereinzelt	—
<i>Tribonema vulgare</i> Pascher	häufig	β -mesosaprob
<i>Ulothrix zonata</i> Kützing	seltener	oligosaprob
<i>Vaucheria</i> sp.	häufig	β -mesosaprob
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing ...	massenhaft	β -mesosaprob
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	zerstreut	β -mesosaprob
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenb.) Grun.	zerstreut	α -mesosaprob
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	zerstreut	β -mesosaprob
<i>Nitzschia acicularis</i> W. Smith	vereinzelt	β -mesosaprob
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith .	massenhaft	α -mesosaprob
<i>Nitzschia thermalis</i> Kützing	zerstreut	—
<i>Surirella ovata</i> Kützing	zerstreut	β -mesosaprob
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch.) Ehrenb.	häufig	β -mesosaprob
Unbestimmte Bacillariophyceae ...	vereinzelt	—
<i>Carchesium</i> cf. <i>polypinum</i> L.	häufig	α -mesosaprob
<i>Chironomus thummi</i> Kieff.	vereinzelt	α -mesosaprob
Myxomyzetplasmodien	häufig	—
Nematoda	häufig	—
<i>Sphaerotilus natans</i> Kützing	massenhaft	polysaprob
<i>Tubifex rivulorum</i> Lamarck	vereinzelt	polysaprob
Unbestimmte Annelida	zerstreut	—
Unbestimmte Ciliata	zerstreut	—

Die qualitative Zusammensetzung der Biozönose variierte nur wenig in der Beobachtungszeit, aber quantitativ zeigten die verschiedenen Komponenten Schwankungen. Nur die Variation des Myxomyzeten im Laufe der Zeit wird hier kurz kommentiert. Die maximale Entfaltung des Myxomyzeten fand zwischen Februar und März statt. März und April brachten eine Rückentwicklung, und im Mai konnten nur Kulturversuche demonstrieren, dass der Myxomyzet in der Rinne vorhanden war; im Juni war auch der Nachweis mit Kulturen negativ.

2. Kulturversuche

Der Habitus des Myxomyzeten in der Rinne bestand in Häufchen protoplasmatischer Substanz, oft 15–20 cm³ grosse Massen, aber der Myxomyzet wurde nie im typischen Plasmodiumzustand gefunden; auch wurden nie Sporangien oder Plasmodiocarprien in Natur beobachtet. Kulturversuche wurden durchgeführt, um solche Entwicklungsstadien zu induzieren, die eine systematische Charakterisierung realisieren liessen.

Mehrere in der Literatur beschriebene Kulturmedien (CAYLEY [2], S. 228; HOWARD [7], S. 625; SKUPIENSKA [15], S. 1) wurden ausprobiert, aber ohne Erfolg, oder die Plasmodien konnten nur dann am Leben erhalten werden, wenn täglich neue Überimpfungen stattfanden. Dagegen zeigte folgende Technik gute Resultate: Die Plasmodien wurden auf Mannit-Agar gezüchtet (JOHANSEN [9], S. 314), und jede Woche wurde Algenmaterial von *Oscillatoria-rubescens*-Kulturen zugegeben. Ein ähnliches Verfahren ist in der Literatur früher beschrieben worden (LIETH [13], S. 94). Die Plasmodien wuchsen gut und nahmen eine braunrote Farbe an (Abbildung 1).

Durch Variation einiger physikalischer Milieubedingungen gelang es, Kulturen zu bekommen, die zur Sporenbildung übergingen. Besonders Licht und Trockenheit scheinen fördernde Stimuli für diesen Prozess zu sein; aber nicht alle Kulturen, die für dieselbe Variation diesen äusseren Faktoren ausgesetzt wurden, reagierten gleich. Neben der Entwicklung von Sporangien waren Sklerotienbildungen häufig, oder die Plasmodien starben ab. Die Bildung von Sporangien fand immer in der Nacht statt. Sie entwickelten sich gregarisch (Abbildung 2) und waren ungefähr 1,8 mm hoch — einschliesslich Fuss — und 0,6 mm im Durchmesser.

Wenn die Sporen reif und bereit zur Zerstreung waren, so hatten sie eine lentikuläre Form (Abbildung 3). Im Wasser quollen die Sporen im Verlaufe weniger Minuten. Die Variationsbreite der Sporendurchmesser im

1 Plasmodiumhabitus auf Mannit-Agar — 2 Gregarische Sporangienbestände in einer Petri-Schale — 3 Trockene Sporen — 4 Variationsstatistische Darstellung der Sporendurchmesser von im Wasser gequollenen Sporen — 5 Peridium-Kalkkristalle — 6 Capillitiumfäden — 7 Sporenhabitus in gequollenem Zustand

gequollenen Zustand ist in Abbildung 4 dargestellt ($M = 9,9\mu \pm 1,5$). Nach ungefähr einer Stunde brechen die Sporen auf (prädeterminiert Keimungszone), und mit amöboiden Bewegungen schlüpft der Sporenhalt heraus. Drei Monate trocken aufbewahrtes Sporenmaterial zeigte gleich schnell verlaufende Keimungsprozesse. Während des Auskriechens oder wenige Minuten nachher (vergleiche aber JAHN [8], S. 491) differenzierten sich die Flagellen, und der typische Myxoflagellatentanz wurde eingeleitet. Jedes Individuum hat zwei Flagellen mit derselben Insertion am Vorderende, davon ist eines kräftig entwickelt, das andere hingegen ist nur halb so lang und nach hinten gerichtet. Die Tanzphase dauerte einige Stunden, worauf die Myxoflagellaten in das Myxamöbenstadium übergingen. Hängende Tropfenkulturen, die eine langsame Eintrocknung erfuhren, ergaben eine Enzystierung der Myxamöben. Diese Mikrozysten waren ungefähr 12μ im Durchmesser, ohne äussere Strukturen, und fast farblos. Auf Mannit-Agar gelang es, neue Plasmodien von Sporen zu züchten.

3. Systematische Diagnose

Eine Betrachtung der morphologischen Merkmale zeigte, dass es sich um einen Repräsentanten von *Calcarineae* handelt, und zwar aus dem Formenkreis *Didymium nigripes* (Link) Fries. Massgebend für diese Einreihung (LISTER [14]) sind: Das mit einer losen Kruste von stellaten Kalkkristallen (Abbildung 5) ausgerüstete Peridium, der olivbraune, nicht granuliert Sporangiumstiel, das Kapillitium als reichlich verzweigte Fäden (Abbildung 6), und die violettbraunen, fast glatten Sporen (Abbildung 7). Eine Bildung von Plasmodiocarprien findet nie statt.

Die weitergehende Diagnose stösst auf Schwierigkeiten. In seiner Monographie unterscheidet LISTER [14] zwischen *Didymium nigripes* und *D. nigripes* (Link) Fries var. *eximium* (Peck) Lister sowie *D. nigripes* (Link) Fries var. *xanthopus* (Ditm.) Lister. *Didymium nigripes* s. str. wird heute als *D. eunigripes* bezeichnet (VON STOSCH [16], S. 629; LIETH [13], S. 92). In der amerikanischen Literatur (HAGELSTEIN [6], S. 124–126) werden diese drei Formen als selbständige Arten behandelt. Die Kriterien, welche für die systematische Einteilung in Varietäten (bzw. Arten) verwendet werden, sind graduell-quantitativen Charakters. Diese Kriterien halten jedoch einer kritischen Analyse nur teilweise stand (CAYLEY [2], S. 230; KAMBLY [10], S. 388). In Tabelle 2 sind die diagnostischen Charakteristika, die in der Bestimmungsliteratur verwendet werden, kurz zusammengestellt und mit den entsprechenden Merkmalen der Myxomyceten von der Rinne verglichen.

Tabelle 2

Diagnostische Charakteristika des Formenkreises *Didymium nigripes*

<i>Didymium eunigripes</i>	<i>Didymium nigripes</i> var. <i>eximium</i>	<i>Didymium nigripes</i> var. <i>xanthopus</i>	In der Rinne gefundenes <i>Didymium nigripes</i>
Sporangiumstiel zylindrisch, longitudinal furchig, dunkeloliv- bis orangebraun. [14]. Kolumella kugelförmig [16], dunkelbraun [14].	Sporangiumstiel zylindrisch, longitudinal furchig, gelb bis rotbraun [6]. Kolumella schwach abgeplattet kugelig ([14], Pl. 102d), orange oder gelbbraun [16].	Sporangiumstiel verjüngt, relativ stark furchig [16], orange [14]. Kolumella stark abgeplattet kugelig ([14], Pl. 102e), weiss [14].	Sporangiumstiel verjüngt, longitudinal furchig, gelbbraun mit dunkelbrauner Striata. Kolumella kugelförmig bis kegelig ausgezogen, gelbbraun.
Sporen hell violettbraun, Durchschnittsdurchmesser 9 μ [16]. Amöben bilden leicht Zysten, erscheinen in Massen braun und sind bestachelt [16].	Sporen violettbraun, Durchmesser 7–10 μ [6]. Mikrozystenbildung nicht kommentiert in der Beschreibung.	Sporen dunkel violettbraun, Durchschnittsdurchmesser 10,5 μ [16]. Amöben bilden schwer Zysten, deren Membran höchstens ganz schwach bestachelt ist [16].	Sporen hell violettbraun, Durchschnittsdurchmesser 10 μ . Amöben bilden leicht Zysten, diese sind fast farblos und nicht bestachelt.

Man sieht, dass der Myxomyzet von der Rinne systematische Merkmale von *D. eunigripes* und *D. nigripes* var. *xanthopus* kombiniert, aber auch originale Merkmale besitzt.

Didymium nigripes s. lat. ist kosmopolitisch verbreitet und, berücksichtigt man die verschiedenen Substrate, welche für diesen Myxomyzeten angegeben sind, ein Formenkreis mit grosser ökologischer Valenz. Beispiele von Wuchs-Orten: Abgefallene Laubblätter (EMOTO [3], S. 163), abgestorbene Zweige (AGNIHOTHURDU [1], S. 32), auf *Sphagnum squarrosum* (FEURICH [5], S. 120), in Erde (KRZEMIENIEWSKA [12], S. 91). Unter den drei Formen ist *D. nigripes* var. *xanthopus* die am meisten feuchtigkeitsliebende (HAGELSTEIN [6], S. 126). Dieses Vorkommen in verschiedensten Biotopen ist an sich schon Indizium für eine taxonomische Gruppe, die in kleinere systematische Einheiten differenziert ist. Um diese kleineren Einheiten umgrenzen und definieren zu können, sind aber vergleichende Beobachtungen

der verschiedenen Typen in Kulturen unter gleichen Bedingungen notwendig. Solange der systematische Wert der morphologischen Merkmale nicht abgeklärt ist, kann die Aufstellung von Varietäten auf Grund solcher Merkmale nicht viel mehr als ein Spiel mit Wörtern sein.

4. Schlusswort

Die ökologische Valenz und die Substrate einzelner Myxomyzetenarten sind heute noch wenig bekannt. Bei den zahlreichen Vorfluteruntersuchungen kann sich Gelegenheit bieten, Beobachtungen anzustellen über Vorkommen von Myxomyzeten in aquatischem Milieu. Es ist eine Komponente in der Biozönose, die man leicht übersehen kann, und dies ist vielleicht eine der Ursachen, dass bei ökologischen Arbeiten über Wasserbiotope in den Artenlisten Vertreter von Myxomycetes im allgemeinen fehlen. Man dürfte in Zukunft bei der Feldarbeit darauf achten.

5. Zusammenfassung

Es werden Beobachtungen über das aquatische Auftreten eines Eumyxomyzeten kommentiert. Die Entwicklung fand in einem Biotop statt, welcher durch eine α -meso- bis polysaprobe Biozönose charakterisiert wird. Kulturversuche wurden durchgeführt, um eine präzise Diagnose des Myxomyzeten zu realisieren. Die Kultivierung gelang auf Mannit-Agar, jedoch nur, wenn jede Woche Material von *Oscillatoria rubescens* zugegeben wurde. Es handelt sich um einen Myxomyzeten des Formenkreises *Didymium nigripes* (Link) Fries, aber keine der beschriebenen Formen ist mit der oben erwähnten Form identisch. Der taxonomische Wert der gewöhnlich verwendeten diagnostischen Charakteristika ist unsicher und rechtfertigt keine Aufstellung neuer Varietäten, denn kritische, vergleichende Untersuchungen in Kulturen sind zuerst notwendig.

Dem Vorkommen aquatischer Myxomyzeten dürfte in Zukunft mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] AGNIHOTHRUDU, V., *Some Slime-Moulds from Southern India*, IV., J. Indian bot. Soc. 35, No. 1 (1956).
- [2] CAYLEY, DOROTHY, *Some Observations on Mycetozoa of the Genus Didymium*, Trans. Brit. mycolog. Soc. 14, Parts III and IV (1929).

- [3] EMOTO, JOSHIKADZU, *Japanische Myxomyceten*, Bull. Jard. bot. Buitenz. [III] 11, Livr. 2 (1931).
- [4] ENGLER, A., und PRANTL, K., *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, 2. Bd., 2. Aufl. (Leipzig 1928).
- [5] FEURICH, G., *Beiträge zur Pilzflora der Sächsischen Oberlausitz*, in: *Isis Budissina*, Bd. XIII (1936).
- [6] HAGELSTEIN, ROB., *The Mycetozoa of North America* (New York 1944).
- [7] HOWARD, FRANK, *Laboratory Cultivation of Myxomycete Plasmodia*, Amer. J. Botany 18 (1931).
- [8] JAHN, EDUARD, *Myxomycetenstudien*, 4. *Die Keimung der Sporen*, Ber. dtsch. bot. Ges. 23, Heft 10 (1905).
- [9] JOHANSEN, DONALD, *Plant Microtechnique* (New York 1940).
- [10] KAMBLY, PAUL, *The Color of Myxomycete Plasmodia*, Amer. J. Botany 26, No. 6 (1939).
- [11] KOLKWITZ, R., *Ökologie der Saprobien*. Schriftenreihe d. Vereins f. Wasser-, Boden- und Lufthygiene Berlin-Dahlem, herausgegeben von Prof. Dr. E. TIEGS, Nr. 4 (Stuttgart 1950).
- [12] KRZEMIENIEWSKA, H., *Przyczynę do biologji śluzowców*, Acta Soc. Bot. Polon. 6, Nr. 2 (1929).
- [13] LIETH, HELMUT, *Die Wirkung des Grünlichtes auf die Fruchtkörperbildung bei Didymium eunigripes*, Archiv Mikrobiol. 24 (1956).
- [14] LISTER, ARTHUR, *A Monograph of the Mycetozoa*, 3rd ed. (Revised by Gulielma Lister, London 1925).
- [15] SKUPIENSKA, ALINA, *Influence du substratum sur le développement du myxomycète Didymium nigripes Fr.*, Bull. Soc. Sci. Lettres Łódź 4, 7 (1953).
- [16] VON STOSCH, HANS, *Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Myxomyceten*, in: *Planta*, 23. Band (1935).
- [17] WUHRMANN, KARL, *High Rate Activated Sludge Treatment and Its Relation to Stream Sanitation*, II. *Biological River Tests of Plant Effluents*, Sewage industr. Wastes 26, Nr. 2 (1954).