©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Myxobakterien (Myxobacterales) in kleinstandörtlich aufgegliederten Teillebensräumen der südwestdeutschen Rheinauen

- Gerhard Rückert -

ZUSAMMENFASSUNG

Das Myxobakterien-Artenspektrum in Auenböden Südwestdeutschlands wird mit dem vom Stammfuß und mit von Moosen bewachsener, bzw. moosfreier Borke von Eschen, Feldahornen, Feldulmen und Stieleichen verglichen. Von den neun beobachteten Arten erweist sich *Cystobacter fuscus* als bodenspezifisch. *Archangium gephyra* als häufigste in Böden vorkommende Art geht in den anderen Substraten stark zurück und fehlt auf moosfreier Borke völlig. *Myxococcus stipitatus* und *Melittangium lichenicola* werden dagegen in Böden seltener gefunden. Artenzahl und durchschnittliche Artenzahl nehmen in aller Regel in der Reihenfolge Boden - Stammfuß - Borke mit Moosen - Borke ohne Moose ab. Ein besonders ungünstiges Substrat für Myxobakterien scheint die Borke von Stieleichen zu sein.

Die Aussagefähigkeit der Ergebnisse wird im Hinblick auf die Eigenart der Myxobakterien und die methodischen Schwierigkeiten, sie zuverlässig zu erfassen, diskutiert.

ABSTRACT

The spectrum of myxobacter species in soils from rivermeadow forests of southwestern Germany is compared with those of trunk-base bark with bryophytes, higher bark with bryophytes, and bare bark, respectively, from *Fraxinus excelsior* L., *Acer campestre* L., *Ulmus minor* Mill., and *Quercus robur* L. Of the nine species observed, *Cystobacter fuscus* proves to be soil-specific. *Archangium gephyra*, in soils the most frequent species, decreases rapidly in the other substrates and is missing completely on bare bark. *Myxococcus stipitatus* and *Melittangium lichenicola*, on the other hand, are found more rarely in soils. The number of species and the average number of species decrease almost regularly in the sequence soil - trunk base - bark with bryophytes - bare bark. The bark of *Quercus robur* L. seems to be an especially unfavorable substrate for myxobacteria.

The relevance of the results is discussed with regard to the peculiarity of the myxobacteria and to the difficulty of finding analytically.

EINLEITUNG

Die Myxobakterien bilden innerhalb der Prokaryonten die gut abgegrenzte Ordnung *Myxobacterales*. Es handelt sich um gramnegative Aerobier, die sich gleitend fortbewegen können. Die Mehrzahl der Arten ernährt sich bakteriolytisch, einige wenige, die in diesem Aufsatz nicht berücksichtigt werden, cellulolytisch. Eine besondere Eigenart macht dieser Gruppe auch dem Nicht-Mikrobiologen zugänglich: Sie können im Verlauf eines morphogenetischen Entwicklungszyklus sogenannte Fruchtkörper bilden, deren Größe i.a. zwischen 0,1 mm und 1 mm liegt; ihre Abmessungen, Gestalt und Pigmentierung sind artspezifisch, so daß in den meisten Fällen eine sichere Bestimmung mit dem Binokular bei 10-40facher Vergrößerung möglich ist.

Die Myxobakterien gelten in Böden, in sich zersetzender pflanzlicher Substanz, auf Borke und Pflanzenfresser-Mist als allgemein verbreitet, doch sind substrat- und klimaabhängige Unterschiede in der Artenzusammensetzung mit Sicherheit nachgewiesen (McCURDY 1969, RÜCKERT 1975, DAWID 1979). Die für die Beurteilung der Ökologie von Mikroorganismen-Gruppen eigentlich naheliegende Frage nach dem Sinn, Substrate wie Böden, verrottendes Holz, Borke u.a. als einen einheitlichen Biotop zu betrachten und nicht eher dem Charakter von Kleinlebewesen gemäß deren Untergliederung in Teil- oder Kleinlebensräume zu versuchen, ist bisher seltsamerweise noch nicht ernsthaft geprüft worden. Ein erster vorsichtiger Versuch wird hier unternommen, indem, ausgehend von der Verbreitung einiger Myxobakterien-Arten in südwestdeutschen Auenböden, zusätzlich die Artenspektren erfaßt werden, die sich am moosreichen Stammfuß, auf von Moosen bewachsener und auf moosfreier Borke einiger in den Auenwäldern vorkommender Baumarten einstellen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Material und Methoden

UNTERSUCHUNGSMATERIAL

1. B ö d e n

Es wurden 50 Bodenmischproben aus den Auen der Oberrheinebene im Raum Karlsruhe bearbeitet. Sie wurden nach Entfernung der Streuauflage bis etwa 10 cm Tiefe entnommen. Es handelte sich durchweg um neutrale bis leicht basische (pH_{H_2O} (1:2,5) = 7,0 - 7,7) und karbonathaltige Auen- Pararendzinen.

2. B a u m p r o b e n

Von 18 Eschen (*Fraxinus excelsior* L.), 13 Feldulmen (*Ulmus minor* Mill.), 6 Stieleichen (*Quercus robur* L.) und 8 Feldahornen (*Acer campestre* L.) im Untersuchungsgebiet wurde aus dem Bereich des Stammfußes und vom Stamm oberhalb bis etwa 2 m Höhe Moos- und Borkenmaterial entnommen (vgl. Tabelle 1). Neben typischen Borkenbewohnern wie *Hypnum cupressiforme* Hedw. fo. *filiforme* (Brid.), *Metzgeria furcata* (L.) Dum., *Orthodicranum montanum* (Hedw.) Loeske und anderen traten im Stammfuß-Bereich vermehrt Erdmoose oder Moose des morschen Holzes wie *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) Kop. und *Hypnum cupressiforme* Hedw. var. *uncinatum* Boulay auf (Nomenklatur nach EHRENDORFER 1973 und FRAHM & FREY 1983). Sie unterstreichen den Übergangscharakter dieses Kleinbiotops.

METHODEN

Um die Myxobakterien zur Fruchtkörper-Bildung zu veranlassen, wurden die folgenden Methoden angewandt:

(a) Auf 10 neutrale Wasseragar-Platten wurden je 2 mg in Leitungswasser autoklavierte Bierhefezellen ausgestrichen und nach dem Antrocknen pro Platte 5 Bodenprobenhäufchen, bzw. 0,25-0,5 qcm große Borkenstücke mit oder ohne anhaftende Moose ausgebracht (modifiziert nach SINGH 1947).

(b) 5 Petrischalen wurden mit je einem gehäuften Eßlöffel Bodenmaterials beschickt und nach guter Durchfeuchtung je 10 autoklavierte Wildhasen- oder Wildkaninchen-Mistköder zur Hälfte eingedrückt (modifiziert nach KRZEMIENIEWSKA & KRZEMIENIEWSKI 1926). Im Falle der Borken- und Moosproben wurde so verfahren, daß eine entsprechende Anzahl von Teststückchen seitlich oder auf die Mistköder ausgebracht wurden.

(c) Geringe Kochsalzzugaben in den Agar (0,5%), bzw. im Wasser zur erstmaligen Durchfeuchtung der Mistplatten (1%) fördern bei salzarmen und salzfreien Substraten die Fruchtkörper-Bildung von *Myxococcus virescens* (RÜCKERT 1978). Falls diese Art nach Anwendung der Methoden nach (a) und (b) nicht nachgewiesen werden konnte, wurde jeweils mit 25 Einzelansätzen zusätzlich mit NaCl-Zugabe nachgearbeitet.

Die feuchten Kammern wurden bei 30°C im Brutschrank bebrütet und jeweils nach 10 und 20 Tagen auf Fruchtkörper untersucht.

Die Benennung der Myxobakterien-Arten, hier unter Verzicht auf die Autorennamen, richtet sich nach McCURDY.

ERGEBNISSE

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefaßt und lassen einige Tendenzen erkennen, die mit großer Wahrscheinlichkeit jenseits der bei mikrobiologischen Substratanalysen üblichen qualitativen Unwägbarkeiten liegen. Bei der Betrachtung der Bodendaten fällt im Vergleich mit allen anderen Substratgruppen *Cystobacter fuscus* aus dem Rahmen. Selbst im Stammfuß-Bereich, der zweifellos einer ständigen Kontamination vom Boden her ausgesetzt ist, gelang kein Nachweis dieser Art, die im übrigen zu den am leichtesten und zuverlässigsten zu erkennenden Formen gehört. Einem ausgesprochen starken Rückgang unterliegt auch *Archangium gephyra*; im Stammfuß-Bereich noch gelegentlich auftretend, sind die Borkenproben offenbar weitgehend frei von dieser Art, wenn man von einem positiven Befund - man könnte ihn bereits als historisch bezeichnen, da alle untersuchten Ulmen inzwischen dem Ulmensterben zum Opfer gefallen sind - bei einer der sieben Ulmenproben absieht. Läßt man die jeweils nur einmal in den Bodenproben beobachteten Arten *Stigmatella aurantiaca* und *Polyangium sorediatum* außer Betracht, so erweisen sich *Myxococcus stipitatus* und *Melittangium lichenicola* als in den untersuchten Böden seltene und zum Teil den Stammfuß- und Stammbereich eindeutig bevorzugende Arten. Die restlichen drei *Myxococcus*-Arten sind fast überall mit großer Zuverlässig-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

keit zu erwarten. Offenbar ist es aber von Belang, in welchem Maße das Substrat als Mikroboden ausgebildet ist. Dies drückt sich dadurch aus, daß innerhalb der Substratgruppen "Stammfuß", "Borke mit Moosbewuchs" und "Borke ohne Moosbewuchs" die absoluten und vor allem die durchschnittlichen Artenzahlen, von den Ulmenproben abgesehen, zum Teil erheblich absinken. Besonders kraß ist der Abfall zwischen von Makrophyten besiedelter und freier Borke.

Unterschiede zwischen den einzelnen Baumarten schlagen nur im Falle der Stieleichen im Vergleich mit den anderen Arten zu Buche. Bemerkenswert ist, daß auf nicht einer der 14 bewuchsfreien Eichenborken-Proben auch nur ein Myxobakterien-Fruchtkörper beobachtet werden konnte, und dies bei 150 Einzelansätzen pro Probe.

Ein Vergleich mit den Ergebnissen von DAWID (1979), der *Archangium gephyra* als häufigen, *Myxococcus virescens* und *Melittangium lichenicola* als seltene Borkenbewohner einstuft, fällt vor allem aus zwei Gründen schwer: Die untersuchten Gehölze sind andere, und die Aufgliederung der Borkenproben in unterschiedliche Kleinbiotope fehlt. Die qualitative Verarmungstendenz des Lebensraums Borke wird jedoch auch hier hervorgehoben.

Tab. 1: Myxobakterien in Auenböden und in der Stammregion einiger Auengehölze

	Auen-böden	ESCHE			FELDAHORN			FELDULME			STIELEICHE		
		Stamm-fuß	Borke mit Moose	Borke ohne Moose	Stamm-fuß	Borke mit Moose	Borke ohne Moose	Stamm-fuß	Borke mit Moose	Borke ohne Moose	Stamm-fuß	Borke mit Moose	Borke ohne Moose
Probenzahl	50	22	19	37	15	14	25	19	7	36	14	6	14
ohne Befund	-	-	5	27	-	2	13	2	-	12	-	3	14
mit (%)													
Myxococcus fulvus	76	86,4	63,2	21,6	100	78,6	40	78,9	100	63,9	100	16,7	-
Myxococcus coralloides	60	95,5	63,2	16,2	93,3	71,4	36	78,9	100	30,6	85,7	33,3	-
Myxococcus virescens	88	50	21,1	8,1	40	21,4	-	47,4	57,1	25	7,1	16,7	-
Myxococcus stipitatus	4	40,9	26,3	8,1	80	35,7	8	31,6	14,3	5,6	50	-	-
Melittangium lichenicola	2	13,6	5,3	-	13,3	21,4	4	42,1	71,4	13,9	7,1	-	-
Archangium gephyra	100	4,5	-	-	13,3	-	-	21,1	14,3	-	7,1	-	-
Cystobacter fuscus	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stigmatella aurantiaca	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polyangium sorediatum	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Artenzahl	9	6	5	4	6	5	4	6	6	5	6	3	-
durchschn. Artenzahl	3,56	2,91	1,79	0,54	3,4	2,29	0,88	3,0	3,57	1,39	2,57	0,67	-

DISKUSSION

Man erliegt leicht der Versuchung, die behandelten Myxobakterien aufgrund ihrer morphologischen und trophischen Eigenheiten als Mikrolebensformen eigener und einheitlicher Prägung anzusehen und die unstrittig substratbezogenen Artenspektren als Mikro(organismen)-Vereine zu interpretieren. Das ferne Ziel, Biotope jeden Ranges möglichst umfassend auch organismisch zu definieren und zu charakterisieren, muß selbstverständlich auch solche Lebewesen berücksichtigen, die sich dem direkten Zugang bei der Geländearbeit entziehen. So verlockend es ist, beispielsweise für klimatische Großräume (RÜCKERT 1979), für unterschiedliche Grobsubstrate innerhalb eines einheitlichen Gebietes (McCURDY 1969, DAWID 1979), im Hinblick auf einzelne ökologische Faktoren wie die Substratreaktion (RÜCKERT 1979) oder durch die Aus-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

weisung von Mikrohabitaten, wie hier geschehen, Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens der Arten, eindeutiges Bevorzugen oder Meiden von Lebensräumen festzustellen, so vorsichtig sollte man bei der Bewertung vorgehen.

Die Identifizierung dieser und anderer Mikroorganismen erfordert die Anwendung von Methoden, über deren Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit, daß etwa vorhandene Arten auch wirklich Fruchtkörper aus dem Substrat heraus bilden, kaum exakte Angaben gemacht werden können. Zwar ließen sich zumindest bei einer Bodenproben-Serie aus einer Hartholzaue bei Karlsruhe bei 10 Entnahmedaten zwischen Dezember 1974 und August 1976 *Myxococcus fulvus*, *M. virescens*, *M. coralloides* und *Archangium gephyra* immer und *Cystobacter fuscus* achtmal nachweisen: Die Übertragbarkeit eines solchen Befundes auf andere Substrate wäre jedoch noch zu überprüfen und ist in der Praxis oft kaum möglich. Der Umstand, daß das Verhalten in Rohkulturen zu beurteilen ist, schließt zudem die Frage nach einem Einfluß protagonistischer und antagonistischer Begleitorganismen mit ein und wird u.a. durch jahreszeitliche Einflüsse oder Einzelereignisse erschwert, die zwar eine Pflanzengesellschaft nicht verändern, wohl aber kurzfristig das Mikroorganismen-Gefüge.

Weitgehend ungelöst ist auch noch die quantitative Erfassung der Myxobakterien. Es wird nicht entgangen sein, daß in dieser Arbeit kein Unterschied gemacht wurde, ob eine Art bei den zwei bis vier angewandten Methoden nur ein oder wenige Male bei 100-150 Einzelansätzen oder viel häufiger Fruchtkörper ausbildete. Die Probe wurde dann jeweils als positiv gewertet, eine methodische Aufschlüsselung der Ergebnisse erfolgte nicht. Diesem vorsichtigen Vorgehen liegen u.a. auch die Erfahrungen mit dem bevorzugten Fruktifizieren von *Myxococcus virescens* in salzhaltigen Medien zugrunde. Es wäre durchaus nicht undenkbar, daß z.B. *Melittangium lichenicola* in Böden der Konkurrenz der raschwüchsigen *Myxococcus*-Arten und anderer Bodenbewohner hinsichtlich der Voraussetzungen, Fruchtkörper entwickeln zu können, unterliegt und unter Umständen auf Borke einen Fruktifikationsvorteil dadurch erhält, daß seine Fruchtkörper wesentlich kleiner sind und die Oberfläche eines Borkenstückchens, von seinem ganz anders gearteten Chemismus einmal abgesehen, eben nicht mit einigen Gramm Boden mit Zehntausenden von *Myxococcus*-Zellen (SINGH 1947) zu vergleichen ist. Andererseits ist natürlich auch eine Bevorzugung solcher Substrate durch *Melittangium lichenicola* naheliegend.

Da Myxobakterien wie andere Mikroorganismen durch Wind, Wasser, Laubfall, Tiere u.a. sehr leicht verfrachtet werden und die Ruhezellen vieler Arten (bei trockener Lagerung bei Raumtemperatur) 10 Jahre lang und länger lebensfähig bleiben, scheint ihre Ubiquität selbstverständlich. - Aber sie ist es nun einmal nicht, zumindest wenn man die einzelnen Arten für sich betrachtet.

Verbleiben demnach trotz aller kritischen Anmerkungen, die bei weitem nicht vollständig sind, doch Mikro-Vereine, deren Zusammensetzung von der Art des Kleinlebensraums geprägt wird? Geobotanik im großen, Geomikrobiologie im kleinen Maßstab? Die Summe aller Lebensbedingungen, ihr Zusammenwirken und ihre (Dis-)Kontinuität beeinflussen die Quantität und Qualität auch der Mikroflora und -fauna. Hier auf Artrang zu gültigen Aussagen zu kommen, ist eine schwierige Aufgabe auf lange Sicht. Die Ergebnisse, gewonnen aus der Bearbeitung von Auenböden im Vergleich mit Teilbereichen des Lebensraumes Baum, ermuntern zumindest.

SCHRIFTEN

DAWID, W. (1979): Vorkommen und Verbreitung Fruchtkörper-bildender Myxobakterien im Siebengebirge. - Z. Allg. Mikrobiol. 19: 705-719. Berlin.

EHRENDORFER, F. (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. erw. Aufl. - Fischer, Stuttgart. 318 S.

FRAHM, J.-P., FREY, W. (1983): Moosflora. - Ulmer, Stuttgart. 522 S.

KRZEMIENIEWSKA, H., KRZEMIENIEWSKI, S. (1926): Die Myxobakterien von Polen. - Acta Soc. Bot. Pol. 4: 1-54. Warszawa.

McCURDY, H.D. (1969): Studies on the taxonomy of the Myxobacterales. I. Record of Canadian isolates and survey of methods. - Can. J. Microbiol. 15: 1453-1461. Ottawa.

- (1974): Myxobacterales. The fruiting myxobacteria. - In: BUCHANAN, R.E., GIBBONS, N.E. (Edit.): Bergey's manual of determinative bacteriology. 8th edit.: 76-98. Williams and Wilkins, Baltimore.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

RÜCKERT, G. (1975): Zur Verbreitung bakteriotropher Myxobakterien in Waldböden. - Mitt. Ver. Forstl. Standortskd. Forstpfl.z. 24: 43-47. Stuttgart.

- (1978): Förderung der Fruchtkörper-Bildung von Myxococcus virescens THAXTER (Myxobacterales) in Rohkulturen durch Salzzusatz. - Z. Allg. Mikrobiol. 18: 69-71. Berlin.

- (1979): Myxobakterien-Artenspektren von Böden in Abhängigkeit von bodenbildenden Faktoren unter besonderer Berücksichtigung der Bodenreaktion. - Z. PflErnähr. Bodenk. 142: 330-343. Weinheim.

SINGH, B.N. (1947): Myxobacteria in soils and composts; their distribution, number and lytic action on bacteria. - J. gen. Microbiol. 1: 1-10. Cambridge.

Anschrift des Verfassers:

Privatdozent Dr. Gerhard Rückert
Botanisches Institut der
Universität Karlsruhe (T.H.), Lehrstuhl 1
Postfach 6380

D - 7500 Karlsruhe 1

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: NS_5

Autor(en)/Author(s): Rückert Gerhard

Artikel/Article: Myxobakterien (Myxobacterales) in kleinstandörtlich auf gegliederten Teillebensräumen der südwestdeutschen Rheinauen 455-459