

# Biogeographische Untersuchungen über die Verbreitung Fruchtkörper-bildender Myxobakterien in Island\*)

GERHARD RÜCKERT

Botanisches Institut der Universität (TH) 75 Karlsruhe, Lehrstuhl 1  
Bundesrepublik Deutschland.

**ABSTRACT:** Six species of fruiting myxobacteria were found in soils, on root surfaces, in the rhizoidosphere of mosses, and on sheep dung from Iceland. *Myxococcus fulvus* and *Chondrococcus coralloides* occurred most frequently in all substrates. The four other species were observed only once: *Myxococcus virescens* and one species that could not be identified in moss samples from rocks, *Archangium gephyra* in a beach soil, and *Polyangium fuscum* on sheep dung.

## MATERIAL UND METHODEN

Untersucht wurden 37 lufttrockene Mischproben aus verschiedenen Teilen Island (0–850m), die während einer Studienreise im Sommer 1971 gesammelt wurden. Die bei der Behandlung mitteleuropäischer Herkünfte angewandte Differenzierung der Proben (RÜCKERT 1972a) wurde erweitert. Folgende Probengruppen lassen sich unterscheiden (in Klammern: Anzahl der Herkünfte) :

- a) Oberböden 0–5cm (11) und 8–12cm (1).
- b) Strandböden (2; eine Probe unterhalb des Vegetationsgürtels, eine Probe mit Wurzeln von *Matricaria maritima*).

\*) Die vorliegende Arbeit wurde mit Unterstützung durch das Rektorat der Universität Karlsruhe und durch die Karlsruher Hochschulvereinigung durchgeführt.

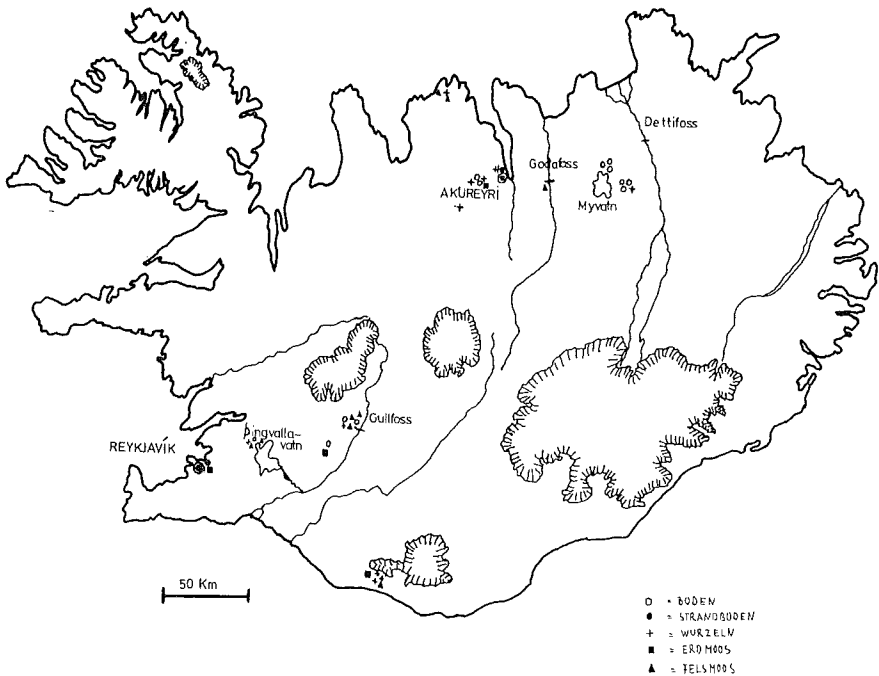


ABB. 1. Probenherkunft und Probenart.

- c) Wurzeln (10, ohne die unter b) erwähnte Probe).
- d) Erdmoose (4).
- e) Gesteinsmoose (9).

Kultivierte Substrate wurden nicht berücksichtigt. — Zusätzlich wurden 100 Schafmist-Ballen aus Nordisland untersucht.

Als Substrat zur Fruchtkörperbildung diente gemischter Wildhasen- und Wildkaninchenmist einheitlicher Provenienz. Er wurde 20 min lang bei 1 atm autoklaviert. Bei genügend vorhandener Materialmenge wurden jeweils 40 Mistköder etwa zur Hälfte in das in sterile Petrischalen eingebrachte, angefeuchtete Untersuchungsmaterial eingedrückt und 20 davon zusätzlich damit bestreut. Bei geringen Probenmengen wurde seitlich an jeweils 25 Köder angeschüttet (RÜCKERT 1973).

Zusätzlich wurden je 25 kleine Materialhäufchen auf 2%ige Leitungswasseragar-Platten aufgelegt, auf denen je 1 Tropfen einer sterilen 4%igen Suspension von Bierhefe in Leitungswasser ausgestrichen wurde.

Proben, bei denen mit beiden Methoden kein oder nur ein geringes Vorkommen von Myxobakterien festzustellen war, wurden darüberhinaus in 10–25 Ansätzen auf Hasenmistdekot-Agar (Dekot von 100g Frischmist auf 11 2%igen Leitungswasseragar) ausgestreut. Die Proben wurden 4 Wochen lang bei 30° C im Brutschrank inkubiert und in dieser Zeit 4mal stereomikroskopisch auf Myxobakterien-Fruchtkörper untersucht. Die Arten wurden nach BREED et al. (1957) identifiziert.

## ERGEBNISSE

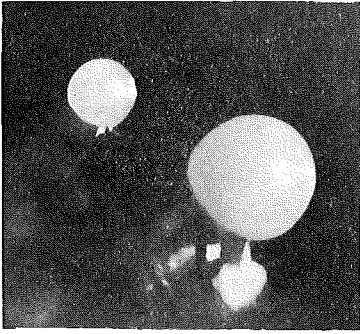
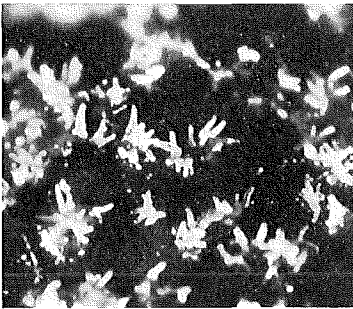
Insgesamt wurden 6 Arten festgestellt (Tab. 1). Es handelt sich dabei bis auf eine Art, die in der Rhizoidsphäre eines Gesteinsmooses (*Orthotrichum spec.*) vom Gullfoss gefunden wurde und nicht identifiziert werden konnte, um in Mitteleuropa häufige Arten. Darüber wurde bereits an anderer Stelle berichtet (RÜCKERT 1972 a, 1972b).

TABELLE 1: Beobachtungshäufigkeit der Fruchtkörper der in isländischen Proben festgestellten Myxobakterien-Arten.

	Böden	Strandböden	Wurzeln	Erdmoose	Felsmoose	Schafmist
<i>Myxococcus fulvus</i>	7	2	7	3	7	+
<i>Myxococcus virescens</i>	—	—	—	—	1	—
<i>Chondrococcus coralloides</i>	4	1	5	4	2	+
<i>Archangium gephyra</i>	—	1	—	—	—	—
<i>Polyangium fuscum</i>	—	—	—	—	—	+
?	—	—	—	—	1	—
ohne Myxobakterien	4	—	1	—	1	—

Nur 2 der beobachteten Arten, *Myxococcus fulvus* (Abb. 2) und *Chondrococcus coralloides* (Abb. 4), scheinen in Proben verschiedenster Exposition und in allen Höhenlagen weit verbreitet zu sein. Sie wurden in allen 5 ausgeschiedenen Probengruppen und zusätzlich im Schafmist gefunden.

*Myxococcus virescens* (Abb. 3) wurde einmal in Felsmoospolstern, die in der engeren Umgebung des Gullfoss gesammelt wurden, nach-

ABB. 2. *Myxococcus fulvus* (60×)ABB. 3. *Myxococcus virescens* (30×)ABB. 4. *Chondrococcus coralloides* (30×)ABB. 5. *Archangium gephyra* (30×)ABB. 6. *Polyangium fuscum* (60×)

gewiesen. *Archangium gephyra* (Abb. 5) liess sich lediglich in einer bewuchsfreien Strandbodenprobe bei Reykjavík feststellen. *Polyangium fuscum* (Abb. 6) schliesslich bildete nur auf dem nordisländischen Schafmist Fruchtkörper aus, dürfte jedoch, da es sich hierbei um ein Sekundärsubstrat handelt, auch in Böden anzutreffen sein.

Ohne Erfolg blieben erwartungsgemäss die Untersuchungen von zwei heissen und sehr sauren Böden ( $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} (1 : 2,5) = 2,4$  bzw.  $3,1$ ) aus dem Solfatarengbiet beim Mývatn, wo nur Pilze festgestellt werden konnten. Bei je einer mit Zwergsträuchern bestockten Bodenprobe aus der Umgebung des Mývatn ( $\text{pH} = 5,2$ ) und des Þingvallavatn ( $\text{pH} = 4,9$ ) konnten trotz der für das Gedeihen der genannten Arten nicht ungünstigen Bodenreaktion keine Fruchtkörper gefunden werden. Ebenfalls negativ war der Befund bei *Diphadium alpinum*-Wurzeln aus dem mittleren Glerárdalur bei Akureyri, sowie bei in Lavaspalten bei Þingvellir wachsenden *Dicranum*-Polstern.

*Myxococcus fulvus* trat 13mal als einzige Art auf, 11mal zusammen mit *Chondrococcus coralloides*; 5 Herkünfte wiesen lediglich *Chondrococcus coralloides* auf. Die nur einmal aufgefundenen Arten wurden, vom koprocolon *Polyangium fuscum* abgesehen, in Proben nachgewiesen, die ausserdem *Myxococcus fulvus* enthielten.

Interessant ist der durchschnittliche Befall der Einzelansätze innerhalb der positiven Herkünfte durch *Myxococcus fulvus* und *Chondrococcus coralloides*, wobei wegen ihrer geringen Probenzahl die Erdmoose und Strandböden nicht berücksichtigt wurden (Tab. 2).

TABELLE 2: Befallene Einzelproben innerhalb der positiven Herkünfte (%).

	Böden	Wurzeln	Felsmoose
<i>Myxococcus fulvus</i>	57,1	28,3	15,7
<i>Chondrococcus coralloides</i>	24,3	9,3	4,9

Es fällt auf, dass in jedem Fall der relative Besatz durch *Myxococcus fulvus* den durch *Chondrococcus coralloides* übertrifft. Bei beiden Arten ist das Gefälle von der Befallshäufigkeit in Böden zu der in Felsmoosrasen bemerkenswert. Auffällige Einzelwerte können durch die Tab. 2 nicht verdeutlicht werden. Sie betreffen vor allem zwei Boden-Wurzel-Vergleichspaare aus sehr vegetations- und feinerdearmen Böden, die in der Nähe des Gullfoss und des Mývatn entnommen wurden. Die Böden enthielten zwar lediglich *Myxococcus fulvus*, doch bei jeweils 65 Einzeluntersuchungen waren 61, bzw. 64 positiv. Solche hohen Werte wurden trotz umfangreicher Erhebungen bei europäischen und aussereuropäischen Proben von uns bisher nicht

festgestellt, bzw. sie beschränkten sich auf ein einziges Köderungsverfahren und andere Arten. Das Wurzel-Vergleichsmaterial enthielt diese Art in weit geringerem Ausmass (37 von 90, bzw. 22 von 50 positive Einzelansätze), in einem Fall trat jedoch zusätzlich *Chondrococcus coralloides* auf.

## DISKUSSION

Untersuchungen von anderen arktischen und subarktischen Herkünften beweisen ebenfalls deren absolute und relative Armut an Fruchtkörper-bildenden Myxobakterien-Arten. NORÉN (1952) fand in nordschwedischen Böden ebenfalls *Myxococcus fulvus* als häufigste Art. Sein Artenspektrum stimmt mit dem der vorliegenden Untersuchungen weitgehend überein, wenngleich nur in 17 von 50 Bodenproben Myxobakterien nachgewiesen werden konnten. BROCKMAN & BOYD (1963) wiesen mit einem anderen Köderungsverfahren in 2 von 17 Böden aus dem äussersten Norden Nordamerikas ebenfalls *Myxococcus fulvus* nach, 3 Proben enthielten *Sorangium solediatum*. Auch hier fällt der im Vergleich zu den isländischen Herkünften geringe

TABELLE 3: Durchschnittliche Artenzahl Fruchtkörper-bildender Myxobakterien in verschiedenen Klimazonen (in Klammern: Anzahl der beobachteten Arten).

Herkunft	Böden	Gesteinsmoose
ISLAND (subarktisch)	Anzahl der Herkünfte	10
	durchschn. Artenzahl	1,1 (2)
MITTELEUROPA (gemäßigt)	Anzahl der Herkünfte	29
	durchschn. Artenzahl	2,4 (7)
SÜDEUROPA (mediterran)	Anzahl der Herkünfte	18
	durchschn. Artenzahl	3,4 (9)
PERU (tropisch)	Anzahl der Herkünfte	8
	durchschn. Artenzahl	5,1 (11)

Anteil an positiven Proben auf. Das zellulolytisch aktive *Sorangium cellulosum* ist nach PETERSON & NORÉN (1967) in nordskandinavischen und nach PETERSON (1969) in Böden des nördlichen Nordamerika ziemlich verbreitet, beide Male jedoch fast ausschliesslich in kultivierten Böden nachgewiesen worden. ZHUKOVA (1959) fand diese Art auf der Halbinsel Kola auch in unberührten Böden, *Sorangium compositum* zog dort Kulturland vor. Die isländischen Herkünfte sind mit anderen Isolierungsmethoden noch auf diese Arten zu prüfen.

Noch mehr als durch diese Befunde wird die relative Artenarmut nördlicher Gebiete durch einen Vergleich mit den Ergebnissen aus anderen Klimazonen erhärtet (Tab. 3). Sie basieren auf von uns seit 1968 mit einheitlichen Probenahme- und Untersuchungstechniken durchgeführten geomikrobiologischen Arbeiten an wenig gestörten Substraten. Zur Übersichtlichkeit ist ihnen die durchschnittliche Artenzahl der entsprechenden Untersuchungsgebiete zugrunde gelegt, wobei Proben, die durch aussergewöhnliche ökologische Faktoren wesentlich beeinflusst werden (Höhlen, Strandböden innerhalb der Gezeitenzone, durch heisses Wasser oder Dampf beeinflusste Böden, Böden extremer Gebirgslagen u. a.), nicht berücksichtigt sind. Sie bieten auf Island ein weites Spektrum für besondere Untersuchungen an und sollten im Hinblick auf ökogenetische Entwicklungen gerade auf jungen, durch vulkanische Tätigkeit neu geschaffenen Böden (z. B. auf Surtsey) nicht übergangen werden.

#### ÚTDRÁTTUR

37 jarðvegssýnum var safnað á Íslandi sumarið 1971, til að kanna slímgerlainnihald þeirra. Söfnunarstaðir sýnanna eru merktir á meðfylgjandi korti. Tekin voru moldarsýni af yfirborði jarðvegs, mold úr rótarkerfi jurta, mold af mosarætlingum, mold úr strandjarðvegi, og sýni af sauðataði. Slímgerlar voru einangraðir úr þessum sýnum, og þeir síðan ræktaðir og greindir.

Alls fundust sex tegundir, og þar af voru tvær, *Myxococcus fulvus* og *Chondrococcus coralloides*, mjög algengar. Hinar tegundirnar fjórar, *Myxococcus virescens*, *Archangium gephyra*, *Polyangium fuscum* og *Orthotrichum* spec., fundust aðeins í einu sýni hver. Allar tegundirnar eru algengar í Mið-Evrópu nema *Orthotrichum*-tegundin, sem ekki hefur tekizt að greina.

## LITERATUR

- BREED, R. S., MURRAY, E. G. D. & SMITH, N. R. 1957. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 7th ed. Baltimore; Williams & Wilkins.
- BROCKMAN, E. R. & BOYD, W. L. 1963. Myxobacteria from soils of the Alaskan and Canadian arctic. *Jour. Bact.* 86: 605.
- NORÉN, B. 1952. Further notes on the distribution of myxobacteria in Swedish soils. *Svensk Bot. Tidskr.* 46: 446.
- PETERSON, J. E. 1969. Cellulolytic, fruiting myxobacterium *Sorangium cellulosum* in northern soils. *Bact. Proc.* S. 39.
- PETERSON, J. E. & NORÉN, B. 1967. The occurrence of the cellulose-decomposing myxobacterium *Sorangium cellulosum* in Scandinavian soils. *Am. Jour. Bot.* 54: 648.
- RÜCKERT, G. 1972a. Vergleichende Untersuchungen über die Verbreitung einiger Fruchtkörper-bildender Myxobakterien-Arten. *Zeitschr. Allg. Mikrobiol.* 12: 655.
- RÜCKERT, G. 1972b. Bodenbakterien in Island. *Fridericiana, Zeitschr. der Univers. Karlsruhe* 11: 22.
- RÜCKERT, G. 1973. Ein Beitrag zur qualitativen Erfassung Fruchtkörper-bildender Myxobakterien bei kleinen Probenmengen. *Bodenbiol., Abt. Mikrobiol. (internat. Mitt.bl.)* 16: 12.
- ZHUKOVA, R. A. 1959. The occurrence of aerobic cellulose bacteria in the soils of the Kola Peninsula. *Microbiology* 28: 62.

Received April 1973.