

Zelluläre Schleimpilze (Dictyosteliales) in Ostthüringen

HOLGER MÜLLER

MÜLLER, H. (2009): Dictyosteliales in East-Thuringia. *Z. Mykol.* 75/1: 79-86

Key Words: Cellular slime molds, ecological distribution, Mycetozoa, Dictyostelea. Dictyosteliales, *Dictyostelium*, *Polysphondylium*

Zusammenfassung: Basierend auf etlichen Bodenproben aus Wäldern und einigen Bergwerken wird ein grober Überblick der Artenvielfalt von zellulären Schleimpilzen in Thüringen gegeben. Die Funddaten werden aufgelistet. Diese werden durch charakteristische Merkmale, einen Bestimmungsschlüssel und Farbfotos ergänzt.

Summary: Based on several soil samples from forests and from some mines a brief overview is given on the species diversity of cellular slime moulds in Thuringia, Germany, supplemented by characteristics, key of determination, and color photos.

Einleitung

Zelluläre Schleimpilze (Klasse Dictyostelea) gehören neben den echten, den Riesenzelligen Schleimpilzen (Klasse Myxogastrea) und der Klasse der Protostelea zur Abteilung der Mycetozoa im Organismenreich der Protozoa. Während über Myxogastrea schon öfters berichtet wurde, blieben die Dictyostelea weithin unbekannt. Die Arten der Dictyosteliales leben in Erdböden von Wäldern und Wiesen (CAVENDER & RAPER 1965b). Etliche Arten wurden auch in Höhlen gefunden (LANDOLT et al. 1992, 2006). Der Lebenszyklus besteht aus einer Wachstums- und einer Entwicklungsphase (RAPER 1984). In der Wachstumsphase ernähren sich die einzelligen Amöben von Bakterien und vermehren sich durch Zellteilung. Wenn die Populationsdichte der Amöben einen kritischen Wert überschreitet und das Nahrungsangebot knapp wird, gehen diese in die Entwicklungsphase über. Nun versammeln sich Tausende von Amöben und formieren sich zu Pseudoplasmodien und diese dann zu den reifen Fruchtkörpern (Sorokarprien). RAPER (1984) verwendet diese Bezeichnung, um diese Sporenbehälter von jenen der Riesenzelligen Schleimpilze begrifflich abzutrennen, nachdem sich die Bildungsweisen grundsätzlich unterscheiden. Sind die Sporokarprien der Myxogastrea Teile einer Riesenzelle, so bestehen die Sorokarprien zunächst aus einer Vielzahl von Einzelamöben, die sich zu Sporen umwandeln. Eine ausführliche Beschreibung über den Lebenszyklus der Dictyosteliales ist bei RAPER (1984) zu finden.

Anschrift des Autors: Holger Müller, Johannes-Kepler-Str. 30, D-07407 Rudolstadt

Die Sorocarprien bestehen aus einem einfach bis vielfach verzweigten Stiel (Sorophor) und einem bis mehreren sporentragenden Köpfchen (Sorus). Die Sorophorbasis ist meist artspezifisch geformt. Diese kann scheibenförmig, konisch, gerundet, zugespitzt, keulenförmig bis gefingert sein. Die Sorophorspitze ist zugespitzt, keulenförmig bis kopfförmig. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal sind die mehr oder weniger ellipsoiden Sporen. Diese können mit oder ohne Oberflächengranulat sein. Es konzentriert sich auf die beiden Sporenden (Polargranulat) oder ist zerstreut über die ganze Sporenoberfläche verteilt (HAGIWARA 1989).

BREFELD (1869) beschrieb zuerst *Dictyostelium mucoroides*. Etliche Publikationen sind weltweit erschienen und bis heute ca. 100 Arten beschrieben worden (SWANSEN et al. 1999). Im europäischen Raum sind bisher folgende Artikel über zelluläre Schleimpilze erschienen: CAVENDER 1969, Europa; CAVENDER et al. 1995 und LEITNER 1987, Deutschland; FRØYEN & LANGVAD 1982, Norwegen; KAWABE 1995, Schweden; OBERRETL 1984, Österreich; ROMERALO & LADO 2006, Spanien und Portugal; SINGH 1947, Großbritannien und TRAUB 1972, Schweiz.

Der Ordnung Dictyosteliales gehören drei Gattungen an: *Acytostelium*, *Dictyostelium* und *Polysphondylium*. Alle drei Gattungen sind in Deutschland mit insgesamt 19 Arten vertreten (CAVENDER et al. 1995).

Material und Methoden

Von Oktober 2007 bis Juni 2008 wurden 355 Erdproben aus Laub- und Nadelwäldern und aus alten Bergwerken genommen. Die Fundgebiete liegen in Ostthüringen im Landkreis Saalfeld-Rudolstadt im mittleren Saaletal (Abb. 1). Die Fundstellen liegen in einer Höhe von 200–630 m NN und wurden mit GPS erfasst.

Ca. 20–50 g Boden wurde in Plastiktüten eingesammelt. Zur Isolation der Dictyosteliden wurden diese Proben sobald wie möglich verarbeitet. Vor der Isolation wurde ein Heuaufguß angesetzt. Dazu wurde ein größeres Glas (1000 ml Becherglas) mit einer Handvoll Heu und ca. 500 ml destilliertem Wasser bei Zimmertemperatur drei Tage an einem hellen Ort aufgestellt. Die dadurch entstehenden Fäulnisprozesse führten zu einer starken Vermehrung von Bakterien. In Plastikbechern wurde die Erde mit dem Heuaufguß gut verrührt und dann mit einer Pipette mehrere Tropfen auf

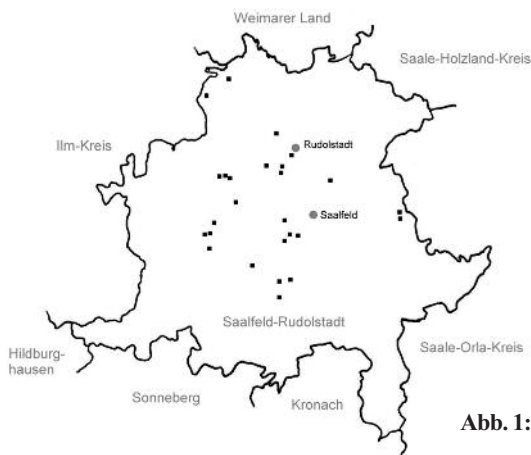


Abb. 1: Fundgebiete im Landkreis Saalfeld-Rudolstadt.
Zeichnung: H. MÜLLER

eine Petrischale mit Wasseragar aufgetropft und gleichmäßig über die Oberfläche verteilt. Bei einer Temperatur von 20° C und bei diffusem Licht erschienen nach 3–7 Tagen die ersten Sorokarprien. Jede Probe wurde täglich unter dem Stereomikroskop untersucht. Petrischalen mit Agar dienten zur Isolation um Reinkulturen zu erhalten. Als Nahrung wurde auf den Agar ein Abstrich mit dem Bakterium *Escherichia coli* aufgetragen. Unter dem Lichtmikroskop wurden diese Kulturen dann nach RAPER (1984) bestimmt. Eine ausführliche Beschreibung der Isolation ist bei CAVENDER & RAPER (1965a) zu finden. Belege konnten aus technischen Gründen nicht aufbewahrt werden, denn die ausgereiften Sorokarprien zerfielen schnell.

Artenliste

1. *Dictyostelium fasciculatum* Traub, Hohl & Cavender

Abb. 2–3

Deutschland, Thüringen, Zeigerheim/Liske, 50°42'09"N 11°17'E, 460 m NN, unter *Picea* und *Pinus* auf Kalk, 05.12.07, vier Funde; Rudolstadt/Schwarzta, 50°41'44"N 11°18'20"E, 300 m NN, unter *Betula*, *Populus* und *Tilia*, 15.12.07, vergesellschaftet mit *Dictyostelium mucoroides*.

Sorokarprien in Trauben auftretend, unpigmentiert, bis 4 mm Höhe; Sporen mit auffallendem Polargranulat.

2. *Dictyostelium giganteum* Singh

Abb. 4

Deutschland, Thüringen, Bad Blankenburg/Schwarzatal, 50°40'N 11°14'E, 250 m NN, Laubmischwald, 23.10.07, vergesellschaftet mit *Polysphondylium violaceum*; Saalfeld/Mellegrund, 50°38'N 11°19'E, 350 m NN, unter *Alnus*, *Platanus*, *Quercus*, *Tilia*, 21.11.07, zwei Funde; Zeigerheim/Liske, 50°42'09"N 11°17'E, 460 m NN, unter *Picea* und *Pinus* auf Kalk, 05.12.07; Rudolstadt/Schwarzta, 50°41'44"N 11°18'20"E, 300 m NN, unter *Betula*, *Populus* und *Tilia*, 15.12.07; Leutnitz/Schwerspatbergwerk, 50°41'35"N 11°13'02"E, 300 m NN, 08.02.08.

Sorokarprien bis 10 mm oder mehr in der Länge; Sporengroße meist einheitlich 6 × 3 µm; Sporen ohne Polargranulat.

3. *Dictyostelium leptosomum* Cavender, S.L. Stephenson, J.C. Landolt & Vadell

Deutschland, Thüringen, Könitz/über Tagebau, 50°38'33"N 11°29'33"E, 410 m NN, unter *Fagus*, 08.01.08, drei Funde, vergesellschaftet mit *Dictyostelium minutum*; Leutnitz, Schwerspatbergwerk, 50°41'35"N 11°13'02"E, 300 m NN, 08.02.08 und 25.02.08, zwei Funde, vergesellschaftet mit *D. sphaerocephalum*.

Schlanke, gewundene Sorokarprien bis 3 mm Höhe, Sorophorbasis nicht verdickt, Sporen ohne Polargranulat.

4. *Dictyostelium minutum* Raper

Abb. 5–7

Deutschland, Thüringen, Bad Blankenburg/Schwarzatal, 50°40'N 11°14'E, 250 m NN, unter *Betula*, *Carpinus*, *Cerasus*, *Fagus*, *Picea*, *Pinus*, *Platanus* und *Quercus*, 04.10.07, 11.10.07 und 23.10.07, achtzehn Funde, vergesellschaftet mit *Polysphondylium candidum* und *P. violaceum*; Schloßkulum/Ameisenhügel, 50°41'N 11°23'E, 380 m NN, unter *Fagus* und *Populus*, 29.10.07, drei Funde; Rudolstadt/Schwarzta, 50°41'49"N 11°18'22"E, 270 m NN, unter *Carpinus*, *Quercus* und *Tilia*, 06.11.07, drei Funde; Pflanzwirthbach/Hermannsthal, 50°44'N 11°18'E, 300 m NN, unter *Alnus*, 12.11.07, sechs Funde, vergesellschaftet mit *Dictyostelium mucoroides* und *Polysphondylium violaceum*.; Saalfeld/Mellegrund, 50°38'N 11°19'E, 350 m NN, unter *Alnus*, *Platanus*, *Quercus* und *Tilia*, 21.11.07, zwei Funde; Zeigerheim/Liske, 50°42'09"N 11°17'E, 460 m NN, unter *Picea* und *Pinus* auf Kalk, 05.12.07, vier Funde; Rudolstadt/Schwarzta, 50°41'44"N 11°18'20"E, 300 m NN, unter *Betula*, *Corylus*, *Picea*, *Populus*, *Quercus* und *Tilia*, 15.12.07, zehn Funde; Könitz/über Tagebau, 50°38'33"N 11°29'33"E, 410 m NN, unter *Fagus*, 08.01.08, drei Funde, vergesellschaftet mit *Dictyostelium*

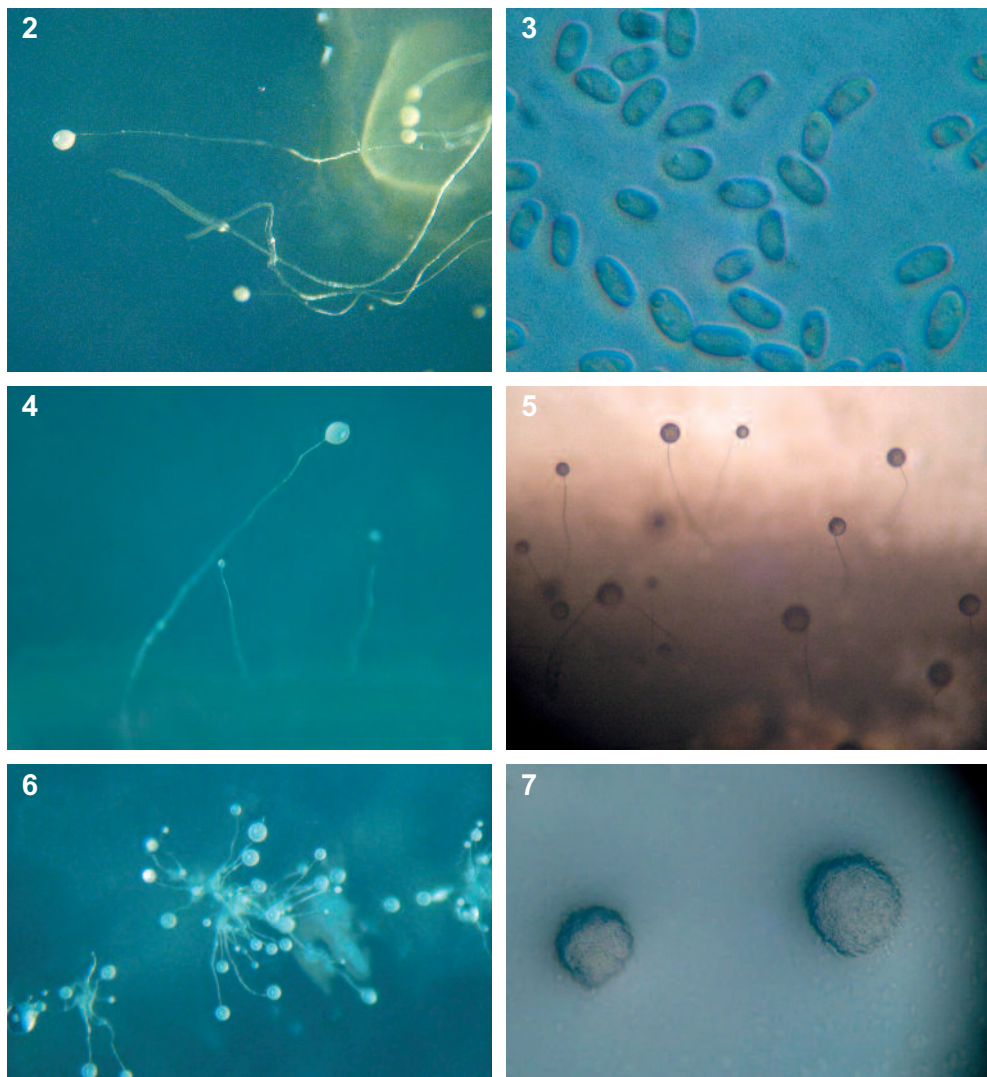


Abb. 2–7: **2:** *Dictyostelium fasciculatum*, Sorokarp en – **3:** Sporen mit Polargranulat – **4:** *Dictyostelium giganteum*, Sorokarp en – **5:** *Dictyostelium minutum*, einzelne Sorokarp en – **6:** *Dictyostelium minutum*, gehäufte Sorokarp en – **7:** *Dictyostelium minutum*, Pseudopodium. Fotos: H. MÜLLER

leptosomum, *D. mucoroides*, *Polysphondylium pallidum* und *P. violaceum*.; Wittmannsgereuth, Eisenerzbergwerk, 50°37'38"N 11°18'29"E, 500 m NN, 15.01.08; Pippelsdorf, 50°34'13"N 11°17'57"E, 430 m NN, unter *Salix*, zwei Funde; Sitzendorf, 50°38'08"N 11°11'04"E, 320 m NN, unter *Fagus*, 24.06.08, fünf Funde; Bockschmiede, 50°37'23"N 11°11'23"E, 570 m NN, unter *Carpinus*, 30.06.08; Schwarzburg/Bad, 50°38'14"N 11°11'26"E, 330 m NN, unter *Fagus*, 30.06.08, vergesellschaftet mit *Polysphondylium violaceum*.

Bis ca. 1 mm hohe Sorokarp en; Sporen mit unregelmäßig verteiltem Granulat; hügelige Pseudoplasmodien.

5. *Dictyostelium mucoroides* Bref.**Abb. 8–10**

Deutschland, Thüringen, Bad Blankenburg/Schwarzatal, 50°40'N 11°14'E, 250 m NN, unter *Tilia*, 11.10.07; Schloßkulm/Ameisenhügel, 50°41'N 11°23'E, 380 m NN, unter *Fagus* und *Populus*, 29.10.07, sieben Funde; Pflanzwirbach/Hermannstal, 50°44'N 11°18'E, 300 m NN, unter *Alnus*, *Pinus*, *Populus* und *Tilia*, 12.11.07, sieben Funde; Saalfeld/Mellegrund, 50°38'N 11°19'E, 350 m NN, unter *Alnus*, *Platanus*, *Quercus* und *Tilia*, 21.11.07; Rudolstadt/Saalebogen, 50°42'45"N 11°19'29"E, 200 m NN, unter *Populus*, 21.11.07, zwei Funde; Zeigerheim/Liske, 50°42'09"N 11°17'E, 460 m NN, unter *Picea* und *Pinus* auf Kalk, 05.12.07, sieben Funde; Rudolstadt/Schwarza, 50°41'44"N 11°18'20"E, 300 m NN, unter *Betula*, *Corylus*, *Picea*, *Populus*, *Quercus* und *Tilia*, 15.12.07, drei Funde, vergesellschaftet mit *Dictyostelium fasciculatum*; Könitz/über Tagebau, 50°38'33"N 11°29'33"E, 410 m NN, unter *Fagus*, 08.01.08, zwei Funde, vergesellschaftet mit *Dictyostelium minutum*, *Polysphondylium pallidum* und *P. violaceum*; Leutnitz/Schwerspatbergwerk, 50°41'35"N 11°13'02"E, 300 m NN, 08.02.08; Leutnitz/Watzdorf, 50°41'37"N 11°13'32"E, 260 m NN, unter *Carpinus*, *Fagus*, *Fraxinus* und *Quercus*, 25.02.08.

Bis 4 mm hohe Sorokarprien mit kopfförmiger Sorophorspitze und scheibenförmig erweiterter Sorophorbasis; Sporen ohne Polargranulat.

6. *Dictyostelium sphaerocephalum* (Oudem.) Sacc., Marchal & É.J. Marchal

Deutschland, Thüringen, Pflanzwirbach/Hermannstal, 50°44'N 11°18'E, 300 m NN, unter *Quercus* und *Tilia*, 12.11.07, zwei Funde, vergesellschaftet mit *Didymium mucoroides*; Könitz/Eisenerzbergwerk, 50°38'38"N 11°29'32"E, 400 m NN, 08.01.08, vier Funde; Könitz/über Tagebau, 50°38'33"N 11°29'33"E, 410 m NN, unter *Quercus*, 08.01.08, vergesellschaftet mit *Polysphondylium violaceum*; Leutnitz/Schwerspatbergwerk, 50°41'35"N 11°13'02"E, 300 m NN, 08.02.08, zwei Funde, vergesellschaftet mit *Didymium leptosomum*; Sitzendorf, 50°38'08"N 11°11'04"E, 320 m NN, unter *Fagus*, 24.06.08.

Bis 4 mm hohe, korpulente Sorokarprien mit charakteristischer L-Form; ein bleibender Collar an der Sorophorspitze; Sporen ohne Polargranulat.

7. *Polysphondylium candidum* H. Hagiw.**Abb. 11**

Deutschland, Thüringen, Bad Blankenburg/Schwarzatal, 50°40'N 11°14'E, 250 m NN, unter *Fagus*, 04.10.07, vergesellschaftet mit *Dictyostelium minutum*.

Ungefärbte Sorokarprien mit meist verlängertem Sorophorende; Sporen 8–10 µm lang.

8. *Polysphondylium pallidum* Olive**Abb. 12**

Deutschland, Thüringen, Bad Blankenburg/Schwarzatal, 50°40'N 11°14'E, 250 m NN, Laubmischwald, 23.10.07; Pflanzwirbach, Hermannstal, 50°44'N 11°18'E, 300 m NN, unter *Alnus*, 12.11.07, vergesellschaftet mit *Polysphondylium violaceum*; Könitz/über Tagebau, 50°38'33"N 11°29'33"E, 410 m NN, unter *Fagus*, 08.01.08, vergesellschaftet mit *Dictyostelium minutum*, *D. mucoroides*.

Ungefärbte Sorokarprien mit nicht verlängertem Sorophorende; Sporen 5–7 µm lang.

9. *Polysphondylium violaceum* Bref.**Abb. 13**

Deutschland, Thüringen, Bad Blankenburg/Schwarzatal, 50°40'N 11°14'E, 250 m NN, unter *Betula*, *Carpinus*, *Picea*, *Pinus* und *Quercus*, 04.10.07 und 23.10.07, sechs Funde, vergesellschaftet mit *Dictyostelium giganteum* und *D. minutum*; Schloßkulm/Ameisenhügel, 50°41'N 11°23'E, 380 m NN, unter *Populus* und *Fagus*, 29.10.07, sieben Funde; Pflanzwirbach/Hermannstal, 50°44'N 11°18'E, 300 m NN, unter *Alnus*, *Betula*, *Picea* und *Pinus*, 12.11.07, achtzehn Funde, vergesellschaftet mit *Polysphondylium pallidum*; Rudolstadt/Saalebogen, 50°42'45"N 11°19'29"E, 200 m NN, unter *Populus*, 21.11.07; Zeigerheim/Liske, 50°42'09"N 11°17'E, 460 m NN, unter *Picea* und *Pinus* auf Kalk, 05.12.07, neun Funde; Könitz/über Tagebau, 50°38'33"N 11°29'33"E, 410 m NN, unter *Fagus*, 08.01.08, drei Funde, vergesellschaftet mit *Dic-*

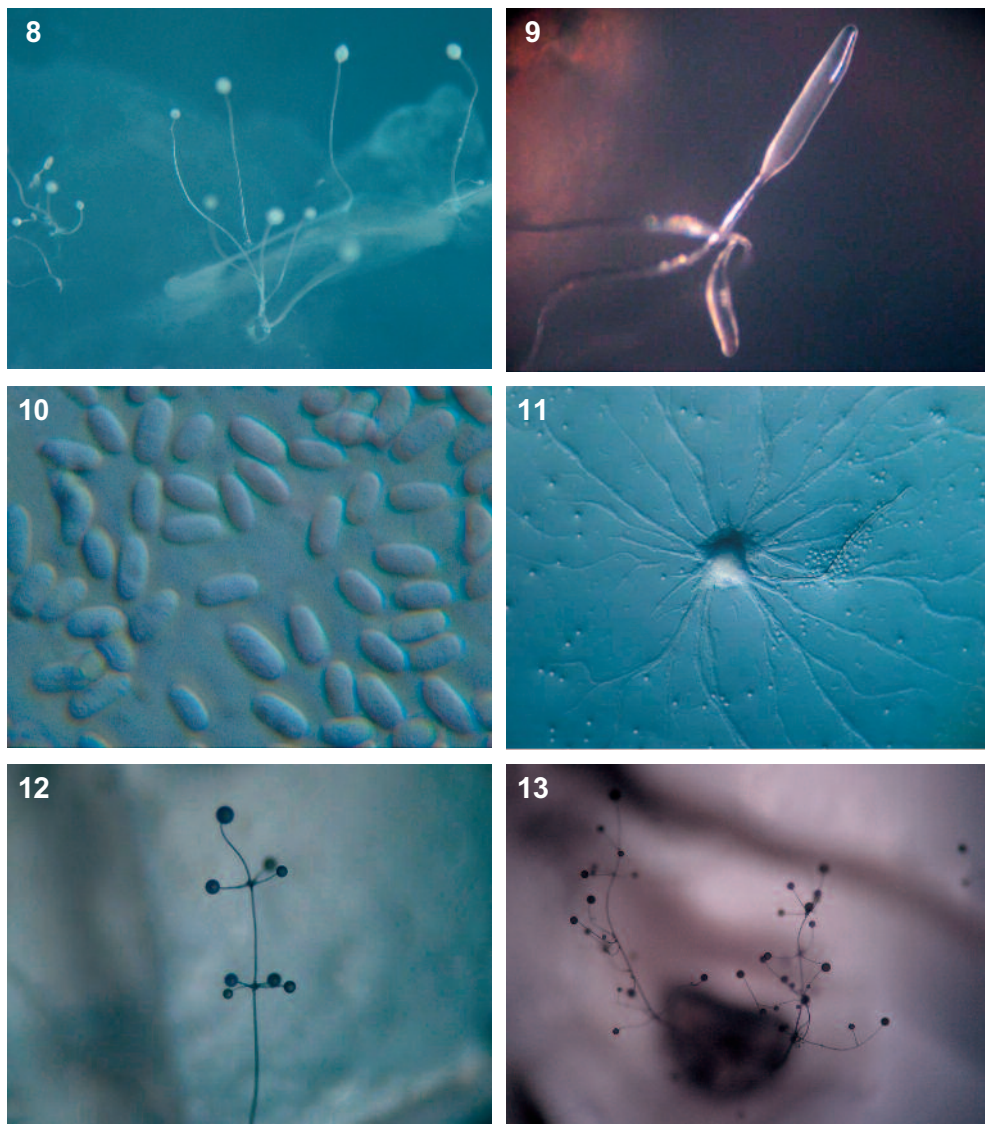


Abb. 8–13: **8:** *Dictyostelium mucoroides*, Sorokarpien – **9:** *Dictyostelium mucoroides*, Bildung der Sorocarprien – **10:** *Dictyostelium mucoroides*, Sporen ohne Granulat – **11:** *Polysphondylium candidum*, Pseudoplasmodium – **12:** *Polysphondylium pallidum*, Sorokarp – **13:** *Polysphondylium violaceum*, Sorokarpien.

Fotos: H. MÜLLER

tyostelium minutum, *D. mucoroides* und *D. sphaerocephalum*; Beulwitz/Zechengrund, 50°38'46"N 11°18'30"E, 430 m NN, unter *Fraxinus* und *Picea*, 08.02.08; Leutnitz, 50°41'34"N 11°12'57"E, 210 m NN, unter *Corylus* und *Fraxinus*, 08.02.08; Saalfeld, 50°37'47"N 11°19'49"E, 430 m NN, unter *Acer*, 23.05.08, drei Funde; Breitenheerda, 50°46'29"N 11°11'33"E, 530 m NN, unter *Picea*, 06.06.08, zwei Funde; Tännich, 50°47'20"N 11°13'40"E, 490 m NN, unter *Picea*, 06.06.08; Kleingeschwenda, 50°35'18"N

11°18'60"E, 630 m NN, unter *Picea* und *Sorbus*, 16.06.08; Sitzendorf, 50°38'08"N 11°11'04"E, 320 m NN, unter *Fagus*, 24.06.08, zwei Funde, vergesellschaftet mit *Dictyostelium minutum*; Bockschmiede, 50°37'23"N 11°11'23"E, 570 m NN, unter *Carpinus*, 30.06.08.

Sorokarprien violett; Quirle mehr oder weniger unregelmäßig angeordnet.

Bestimmungsschlüssel der gefundenen Arten

- | | | |
|----|--|--------------------------------------|
| 1 | Sorokarprien typisch quirlig verzweigt (<i>Polysphondylium</i>) | 2 |
| 1* | Sorokarprien unregelmäßig verzweigt oder unverzweigt (<i>Dictyostelium</i>) | 4 |
| 2 | Sorokarprien violett pigmentiert | <i>Polysphondylium violaceum</i> |
| 2* | Sorokarprien unpigmentiert | 3 |
| 3 | Sorophorenden verlängert; Sporen 8–10 µm | <i>Polysphondylium candidum</i> |
| 3* | Sorophorenden nicht verlängert; Sporen bis 7 µm lang | <i>Polysphondylium pallidum</i> |
| 4 | Sorokarprien bis 1 mm hoch; Sporen mit zerstreuten Granulat Körnchen | <i>Dictyostelium minutum</i> |
| 4* | Sorokarprien über 1 mm hoch; Sporen ohne Granulat oder mit deutlichem Polargranulat an den Sporenden | 5 |
| 5 | Sporen mit deutlichem Polargranulat | <i>Dictyostelium fasciculatum</i> |
| 5* | Sporen ohne Granulat | 6 |
| 6 | Sorokarprien 5–10 mm Höhe | <i>Dictyostelium giganteum</i> |
| 6* | Sorokarprien 2–4 mm Höhe | 7 |
| 7 | Sorokarprien oft in typischer L-Form, robust; Sorophorspitze nicht kopfförmig, Sorus mit Collar | <i>Dictyostelium sphaerocephalum</i> |
| 7* | Sorokarprien aufrecht, Sorus ohne Collar, Sorophorspitze kopfförmig verdickt oder nicht kopfförmig | 8 |
| 8 | Sorokarprien schlank, gewunden, Sorophorbasis nicht scheibenförmig erweitert | <i>Dictyostelium leptosomum</i> |
| 8* | Sorokarprien robuster, gerade, Sorophorbasis scheibenförmig erweitert | <i>Dictyostelium mucoroides</i> |

Diskussion

Neun Arten der Gattungen *Dictyostelium* und *Polysphondylium* wurden isoliert und alle auch von CAVENDER et al. (1995) in Deutschland aufgefunden. In Thüringen bislang noch nicht nachgewiesen wurden *Dictyostelium fasciculatum*, *D. giganteum*, *D. leptosomum* und *Polysphondylium candidum*. Die häufigsten Arten sind *Polysphondylium violaceum* und *Dictyostelium minutum*, gefolgt von *Dictyostelium mucoroides* und *Dictyostelium sphaerocephalum*. Von 355 Zuchten waren 190 (53,5 %) positiv. Eine Spezialisierung auf bestimmte Waldtypen konnte von mir nicht festgestellt werden.

Interessant sind die Funde in alten Bergwerken. Diese sind Jahrzehnte stillgelegt und teilweise völlig von der Außenwelt isoliert. Hier konnten sich über Jahre ungestört von äußeren Einflüssen Dictyosteliden entwickeln. Fünf verschiedene Arten konnten hier, meist in beträchtlicher Anzahl,

isoliert werden: *Dictyostelium giganteum*, *D. leptosomum*, *D. minutum*, *D. mucoroides* und *D. sphaerocephalum*. In den Bergwerken wurde Schwerspat und Eisenerz abgebaut. In zwei Bergwerken mit Schieferabbau wurden keine Dictyosteliden isoliert.

Oft konnten mehrere Arten gleichzeitig aus einer Bodenprobe isoliert werden. Diese werden bei den Fundorten mit aufgeführt.

Literatur

- BREFELD, O. (1869): *Dictyostelium mucoroides*. Ein neuer Organismus aus der Verwandtschaft der Myxomyceten. – Abh. Senckenb. Nat.forsch. Ges. **7**: 85-107.
- CAVENDER, J. C. (1969): The occurrence and distribution of Acrasieae in forests soils. I. Europe. – Am. J. Bot. **56(9)**: 989-992.
- CAVENDER, J. C., J. CAVENDER-BARES & H. R. HOHL (1995): Ecological distribution of cellular slime molds in forest soils of Germany. – Bot. Helv. **105**: 199-219.
- CAVENDER, J. C. & K. B. RAPER (1965a): The Acrasieae in nature. I. Isolation. – Am. J. Bot. **52(3)**: 294-296.
- CAVENDER, J. C. & K. B. RAPER (1965b): The Acrasieae in nature. II. Forest soil as a primary habitat. – Am. J. Bot. **52(3)**: 297-302.
- FRØYEN, O. J. & LANGVAD, F. (1982): Dictyostelid slime molds in Norway II. Occurrence and distribution. – University of Bergen, Allegt. 70 N-5000, Bergen.
- HAGIWARA, H. (1989): The taxonomic study of Japanese dictyostelid cellular slime molds. – Nat. Sci. Museum, Tokyo.
- KAWABE, K. (1995): Distribution of dictyostelid cellular slime molds in forest soils of Sweden. – Bull. Jap. Soc. Microb. Ecol. **10(3)**: 115-118.
- LANDOLT, J. C., S. L. STEPHENSON & C. W. STIHLER (1992): Cellular slime molds in West Virginia Caves including notes on the occurrence and distribution of *Dictyostelium rosarium*. – Mycologia **84(3)**: 399-405.
- LANDOLT, J. C., S. L. STEPHENSON & M. E. SLAY (2006): Dictyostelid cellular slime molds from caves. – Journal of Cave and Karst Studies **68(1)**: 22-26.
- LEITNER, A. (1987): *Acrasiales* in geschädigten Wäldern. – Staatsexamensarbeit Universität Konstanz. 91 S.
- OBERRETL, A. (1984): Ökologische, floristische und taxonomische Untersuchungen an Dictyosteliales in Österreich. – Ph. D. dissertation, University of Innsbruck, Austria.
- RAPER, K. B. (1984): The dictyostelids. – Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- ROMERALO, M. & C. LADO (2006): Dictyostelids from Mediterranean forests of the south of Europe. – Mycol. Prog. **5(4)**: 231-241.
- SINGH, B. N. (1947): Studies on soil Acrasieae. I. Distribution of species of *Dictyostelium* in soils of Great Britain and the effect of bacteria on their development. – J. Gen. Microbiol. **1**: 361-367.
- SWANSON, A. R., E. M. VADELL & J. C. CAVENDER (1999): Global distribution of forest soil dictyostelids. – J. Biogeogr. **26(1)**: 133-148.
- TRAUB, F. (1972): Acrasiales in Schweizer Wäldern. – M. S. thesis. University of Zurich, Switzerland.