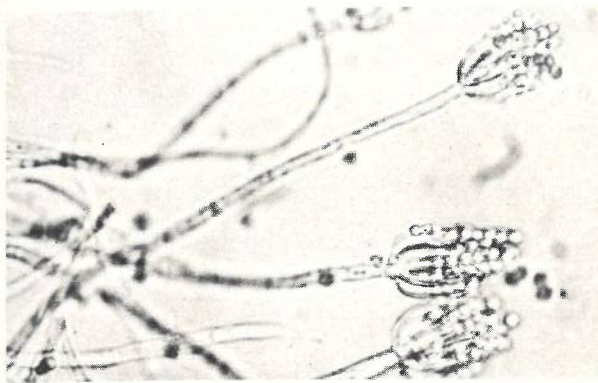


Bodenmikroorganismen

im Elektronenmikroskop



Licht.-Opt. 460 ×

Abb. 1

Dia 47/52

Penicillium Monoverticillium

Die Bedeutung der Mikroorganismen im Boden ist von verschiedenen Seiten (Rippel, Laatsch, Scheffer etc.) auch in jüngster Zeit mehrfach betont worden (siehe auch E. Küster L.F.V., Heft 2/51, Seite 46). Sie sind nicht nur allein an der Umwandlung der organischen Substanzen, die durch Ernterückstände, Mist, Gründüngung usw. in den Boden gelangen, beteiligt, sondern haben wahrscheinlich auch durch ihre Stoffwechselprodukte einen Einfluss auf das Pflanzenwachstum.

Diese sich hierbei abspielenden biochemischen Vorgänge waren die Veranlassung, uns mit den Bodenmikroorganismen näher zu befassen. Ohne die Möglichkeit ihrer genauen Kennzeichnung können derartige Untersuchungen aber nicht durchgeführt werden.

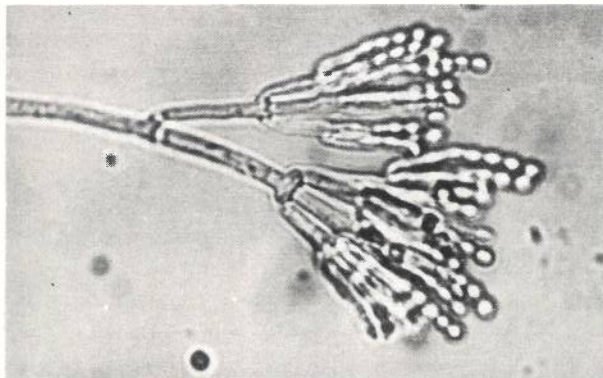
Bei Pilzen lassen sich mit den bewährten Methoden der Lichtmikroskopie die einzelnen Arten gut unterscheiden. Als Beispiel sind zwei Pinselschimmelarten (*Penicillium*) angeführt. So ist auf Abb. 1 und 2 an der Form der Fortpflanzungsorgane deutlich ein Unterschied zu erkennen. Die Träger der Sporen (Konidienträger) auf dem ersten Bild sind unverzweigt

Licht.-Opt. 720 ×

Abb. 2

Penicillium Asymmetricum

Dia 48/52

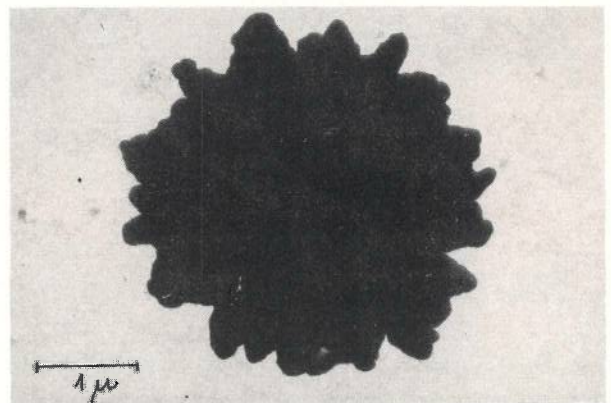


(*Monoverticillium*), während der Pilz auf dem nächsten Bild eine asymmetrische Verzweigung besitzt (*Asymmetricum*).

Die Sporen selbst sind auf der Aufnahme als Kugeln erkennbar. Aus diesen entwickelt sich – ähnlich wie aus einem Samenkorn bei höheren Pflanzen – ein neuer Pilz.

Der Unterschied zwischen rauher und glatter Oberfläche der Sporen lässt sich mit dem Lichtmikroskop gerade noch erkennen. Für eine exakte Bestimmung der Feinstruktur ihrer Oberfläche reicht das lichtoptische Gerät jedoch nicht mehr aus.

Hierzu muss man das Elektronenmikroskop mit seinem starken Auflösungsvermögen zu Hilfe nehmen. Die angewandte Vergrößerung ist bei dieser Auf-



El.-Opt. 13 500 ×

Abb. 3

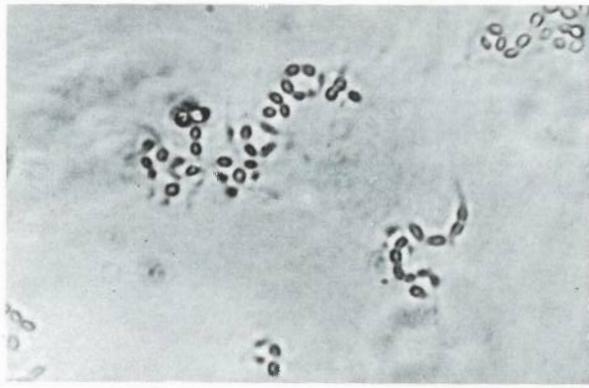
Dia 49/52

Spore von *Aspergillus*

nahme 4–5 mal stärker, als sich mit einem Lichtmikroskop ermöglichen lässt und zeigt bei Sporen von einem anderen Pilz (*Aspergillus*) wohldefinierte, höckerartige Erhebungen (Abb. 3).

Die Formen der Sporen von anderen niederen Bodenmikroorganismen, wie z.B. Streptomyceten – nach der älteren Literatur Aktinomyceten – die in der letzten Zeit auch durch ihre Stoffwechselprodukte, die Antibiotika, für die Humanmedizin eine besondere Bedeutung gewonnen haben, lassen sich mit dem Lichtmikroskop überhaupt nicht unterscheiden (Abb. 4).

Die Bestimmung der Streptomyceten ist auch nach neuester amerikanischer Literatur sehr schwierig und umständlich. Wir bemühten uns daher, einfachere Möglichkeiten zu finden. Wir fanden eine solche Be-



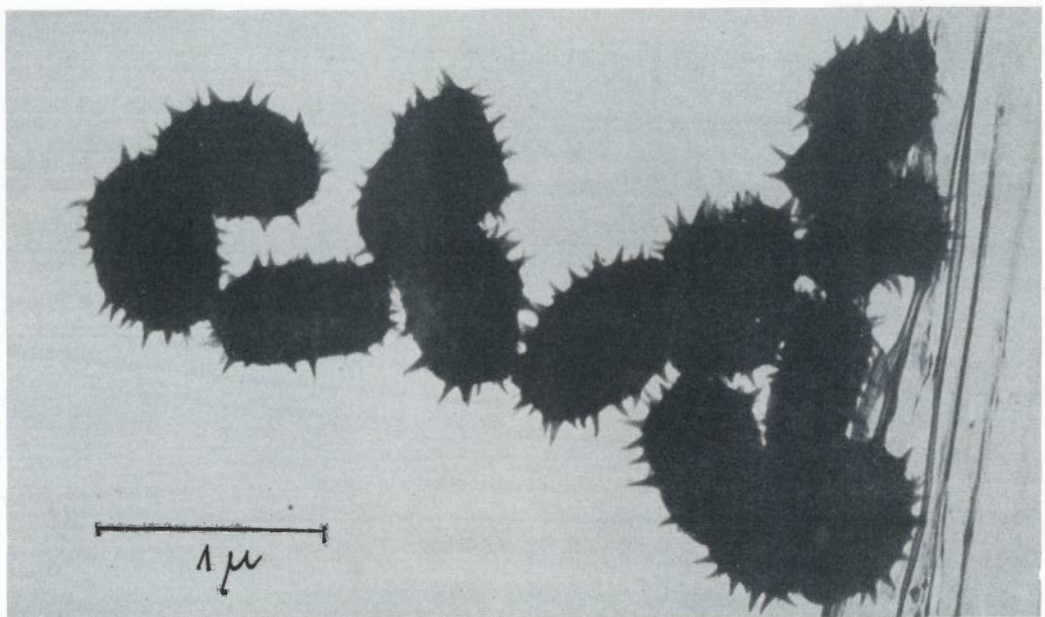
Licht.-Opt. 1220 × Abb. 4 Dia 50/52
Sporen von *Streptomyces*

ziehung zwischen der durch das Elektronenmikroskop festgestellten Form der Sporen und bekannten physiologischen Eigenschaften der Stämme.

Einfallswinkel des Dampfstrahls von 30° behandelt. Es entstehen bei dieser Operation weisse Schatten, da das Platin ähnlich einem Lichtstrahl durch das Objekt abgehalten wird und eine Fläche, die bei Licht dem dunklen Schatten entsprechen würde, von Platin nicht belegt wird und daher für den Elektronenstrahl im Gegensatz zu seiner Umgebung vollkommen durchlässig bleibt.

Ähnlich liegen die Verhältnisse auch bei der Untersuchung von anderen Mikroorganismen, den Bakterien, deren Zellgrösse unter 1 μ beträgt. Hier sagt das Lichtmikroskop über die Fein- und Innenstrukturen der Zelle ebenfalls nicht genügend aus.

Neue Erkenntnisse lassen sich erst mit dem Elektronenmikroskop über die Grösse, die verschiedenen Inhaltsstoffe und die Zellenform gewinnen.



Licht.-Opt. 26000 × Abb. 5
Dia 51/52 Sporen von *Streptomyces* – Gruppe I

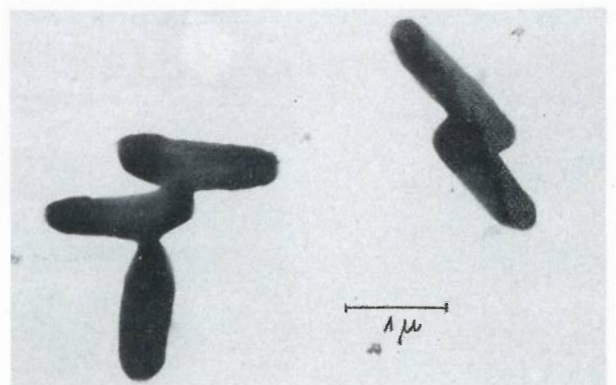
Eine vorläufige Einteilung kann daher schon durch die elektronenmikroskopische Bestimmung erfolgen und z.T. die umständlicheren physiologischen Reaktionen ersparen.

Diese Befunde waren deshalb von Bedeutung, da wir jetzt in die Lage versetzt sind, Stämme aus norddeutschen und süddeutschen Böden verhältnismässig einfach zu der gleichen Gruppe gehörend erklären zu können.

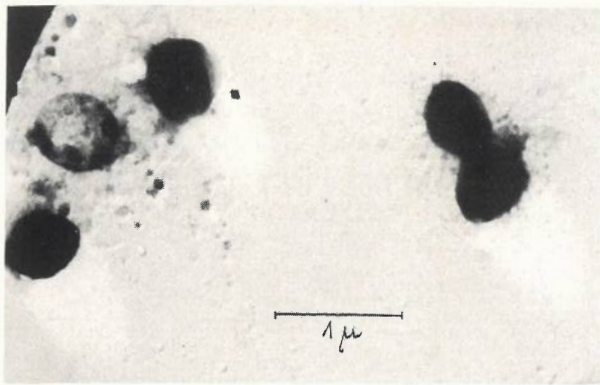
So sind die Sporen von einigen Stämmen der *Streptomyces*, die besonders auf dem Gebiet der biologischen Huminsäurebildung interessant sind, mit stacheligen Fortsätzen versehen (Abb. 5). Andere haben mehr eine länglich-ovale Form (Abb. 6). Wiederum andere besitzen eine mehr oder minder kugelförmige Gestalt (Abb. 7). Zur Erkennung der Kugelgestalt wurden diese mit Platindampf im Vakuum bei einem

Im Verlaufe ausführlicher Untersuchungen über die in der Landwirtschaft wichtigen Mikroorganismen haben wir uns *Rhizobium leguminosarum* näher ange-

Abb. 6
Sporen von *Streptomyces* – Gruppe II



Licht.-Opt. 13500 × Dia 52/52



Licht.-Opt. 17000 × Abb. 7 Dia 53/52
Sporen von *Streptomyces* - Gruppe V

sehen, das auch dem Praktiker als Knöllchenbakterium an Leguminosen und durch seine Stickstoffbindung bekannt ist.

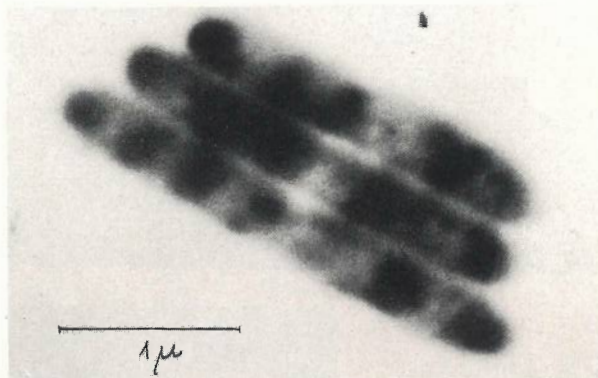
Zwei Aufnahmen aus dieser Versuchsreihe seien angeführt: Abb. 8 zeigt dieses Bakterium in Stäbchenform; es lassen sich schon weitere Zellteilungen in Vorbereitung erkennen. Die dunklen Punkte werden mit den Zellkernen höherer Pflanzen verglichen und sind für unsere Untersuchungen von besonderer Bedeutung, da sie mit dem Phosphorsäure-Stoffwechsel in Beziehung stehen.

Die Abb. auf der l. Umschlagseite lässt ein anderes Entwicklungsstadium erkennen. Durch eine Platin-

Fotos: Abb. 1 u. 2: H.L.Schmidt. Abb. 3 u. 4: Dr.E.Küster. Abb. 5 bis 8: Dr.H.Beutelspacher (sämtl. Institut für Biochemie des Bodens).

Schrägbedampfung wird die Geißel deutlich sichtbar, mit deren Hilfe sich das Bakterium fortbewegt.

In Böden mit grosser Fruchtbarkeit sind zahlreiche Mikroorganismen vorhanden, die sich an den Umsetzungen der organischen Substanz massgebend beteiligen.



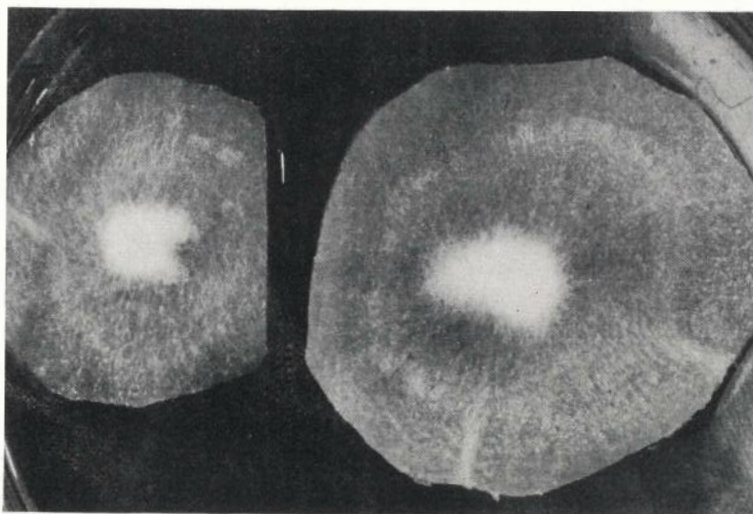
El.-Opt. 25000 × Abb. 8 Dia 54/52
Rhizobium Leguminosarum

Es ist daher für unsere Untersuchungen von Bedeutung, einmal diese Mikroorganismen auf möglichst einfache Art charakterisieren zu können und zum anderen den Einfluss ihrer Stoffwechselprodukte im Geschehen des Bodens zu erforschen. Flaig

Antibiotische Stoffe in der Landwirtschaft

Die antibiotischen Substanzen haben in der Medizin einen ungeahnten Siegeszug erlebt und es unterliegt keinem Zweifel, dass die gegenseitige Hemmung von Mikroorganismen in der gesamten Natur eine Rolle spielt, die bisher nur in ihren ersten Anfängen bekannt ist.

Die Vorgänge spielen sich jedoch auf unendlich kleinem Raum ab und daher entziehen sie sich leicht der Beobachtung. Die Verwendung bestimmter antibiotischer Substanzen im Boden wäre ausserordentlich kostspielig und da sie ständig den Angriffen einer an Zahl und Arten sehr reichen Mikroflora



ausgesetzt sind, ist ihre Wirkung fraglich. Nun ist zwar nachgewiesen worden, dass manche antibiotische Stoffe im Boden eine erhebliche Stabilität besitzen, aber die Bedingungen, unter denen das der Fall ist, sind nicht bekannt. Demgegenüber ist daran zu denken, Organismen im Boden anzureichern, die die Fähigkeit haben, bestimmte Stoffe laufend zu erzeugen. So konnte in Canada die Wurzelfäule der Baumwolle durch Stall-

Abb. 1
Mucor auf Möhrenscheiben
nach 10-stündiger
Bebrütung

Dia 55/52