

## Elektronenoptische Darstellungen von Streptomyceten-Sporen und -Hüllen.

Von

HARTMUT ENGHUSEN.

Mit 9 Textabbildungen.

(Eingegangen am 28. Juli 1954.)

*Streptomyces*-Arten lassen sich aus fast jedem Bodenhorizont isolieren. An elektronenmikroskopischen Aufnahmen zeigten FLAIG u. Mitarb. (1952), daß die Sporenformen der Species durchaus nicht einheitlich sind. Bisher gelang es aber nicht, einen Anhaltspunkt dafür zu finden, ob die Formbildung mit anderen Unterschiedsmerkmalen wie Pigmentfärbung, Luftmycelfarbe und -ausstattung oder Spiralbildung zusammenhängt. Vielmehr hat es den Anschein, als würden die unterschiedlichen Sporenformen wahllos zu den verschiedenen Arten gehören und morphologische Eigentümlichkeiten, wie auch die Herkunft keinerlei Anhalt zur systematischen Einteilung bieten.

Die am häufigsten vertretene Sporenform ist glatt und rundoval (Abb. 1). Sie wird als Normalform betrachtet (FLAIG 1952, FLAIG u. Mitarb. 1952, sowie KÜSTER, 1953). Die Septierung kann angedeutet (Abb. 1 oben), aber auch deutlich und tief sein (Abb. 1 unten). Meist ist diese Form undurchstrahlbar; eine Ausnahme davon zeigt Abb. 2. Die *Streptomyceten*-Sporen werden durch das Vakuum des Elektronenmikroskops leicht verändert, so daß Deformationen wie Ab-

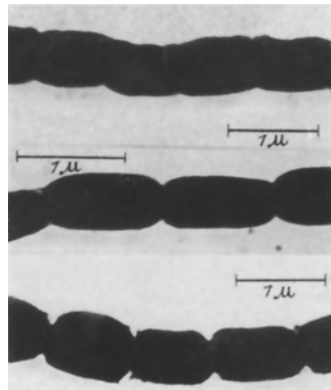


Abb. 1. *Streptomyceten*-Normalform mit verschieden starker Septierung. (Elektronenoptische Vergrößerung je 5000 $\times$ , Nachvergrößerungen oben und unten auf je 12 000 $\times$ , in der Mitte auf 14 000 $\times$ .)

flachungen, Einbuchtungen usw. vorkommen können, die von FLAIG u. Mitarb. (1952) als Arteigentümlichkeiten angesehen werden. Die makroskopischen Besonderheiten der Kulturen, etwa Luftmycel- und Pigmentfarbe, sind dabei im Gegensatz zu der Ansicht von FLAIG u. Mitarb. mannigfach.

Weniger häufig findet man mit Auswüchsen versehene Sporen. Ihre Septen sind fast immer stark eingezogen und die Sporen selbst vereinzeln sich bald. Abb. 3 zeigt haarige Formen<sup>1</sup>. Die Kulturen, aus denen diese Sporen stammen, sind sehr ähnlich *Streptomyces rutgersensis* Waksman

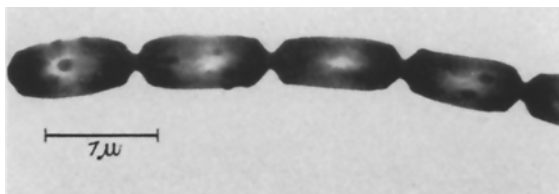


Abb. 2. Durchstrahlbare Normalform-Sporen mit kernähnlichen Gebilden.  
(Elektronenoptische Vergrößerung 5000 $\times$ , Nachvergrößerung auf 15 000 $\times$ .)

u. Curtis (bestimmt nach BERGEY 1948 und nach BALDACCI u. Mitarb. 1954) und wurden sowohl aus stark degradierter Schwarzerde unter Baumschulenbestand als auch aus kaum gebleichtem Bruchwaldboden unter Acker isoliert (Stamm *E 1006*). Stachelige Arten (Abb. 4)

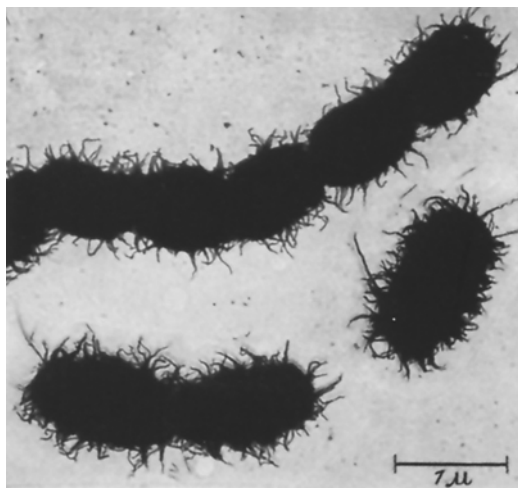


Abb. 3. Haarige Sporenform bei mittlerer Septation. (Elektronenoptische Vergrößerung 5000 $\times$ ,  
Nachvergrößerung auf 15 000 $\times$ .)

stammen aus stark degradierter Schwarzerde, regradierter Schwarzerde, schwach gebleichtem braunen Waldboden und ungebleichtem Bruchwaldboden. Die Kolonien, in denen sie gebildet wurden, sehen auf Haferflockenagar hell-matt-grau, auf Stärke-KNO<sub>3</sub>-Agar etwa stahlgrau aus.

<sup>1</sup> Durch Mitteilung von Prof. FLAIG.

Lichtmikroskopisch lassen sich etwa  $80\ \mu$  lange Fäden feststellen. Das Substrat ist unverändert (Stamm *E 1005*). Die elektronenoptische Aufnahme entspricht der von FLAIG u. Mitarb. (1952). Ob es warzige Sporenformen<sup>1</sup> gibt (Abb. 5), ist nicht gesichert. Möglicherweise kann sich die etwas weitere Sporenhülle (Abb. 5 unten) mancher Arten im Vakuum des Elektronenmikroskops derart um oder an die Spore pressen, daß der Anschein warzigen Aussehens erweckt wird (Stamm *E 104*). Andere

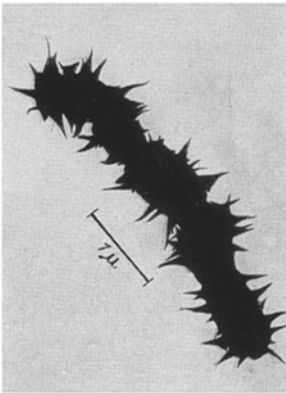


Abb. 4. Sporen mit Stacheln.  
(Elektronenoptische Vergrößerung  $5000\times$ ,  
Nachvergrößerung auf  $12000\times$ .)

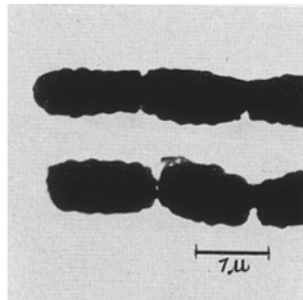


Abb. 5. „Warzige“ Sporenarten. Beachtenswert  
ist besonders die Hülle der unteren mittleren Spore.  
(Elektronenoptische Vergrößerung  $5000\times$ ,  
Nachvergrößerung auf  $10000\times$ .)

Sporenformen, insbesondere runde, wie sie FLAIG u. Mitarb. (1952) zeigen, sind nicht als Arteigenschaft anzuerkennen, da sie Vakuumdeformationen darstellen.

Die schon erwähnte Sporenhülle ist bei jeder Art vorhanden. Sie ist immer dort durchgeschnürt, wo sich die Sporen voneinander abgrenzen. Interessant ist nun, daß sich die Artmerkmale glatter, haariger oder ‚warziger‘ Sporen noch an den leeren Hüllen erkennen lassen. So bleiben nach dem Ausschlüpfen der Sporen die Hüllen glatt (Abb. 6), bei den haarigen erhalten sich die Haarhüllen, die auch in leerem Zustand von der Sporenhülle abstehen (Abb. 7), und die stacheligen Sporen hinterlassen eine perforierte Sporenhülle, durch deren Öffnung ehemals die Stacheln hindurchsahen (Abb. 8). Die Ergebnisse können erst nach ein-, besser zweimonatiger Kulturdauer beobachtet werden, weil die Hülle erst nach diesem Termin verlassen wird.

Das Aussehen der *Streptomycceten*-Sporen einer Art ändert sich nicht mit der Kultivierung auf unterschiedlichen Nährmedien. Die saubersten Formen erhält man jedoch bei Verwendung von Haferflockenagar.

<sup>1</sup> Durch Mitteilung von Prof. FLAIG.

Eine ungeklärte Eigentümlichkeit sind die kernähnlichen Gebilde, die sowohl in wohlgeformten Sporen vorkommen (Abb. 2) als auch nach der Auflösung von Sporen in der Sporenhülle zurückbleiben (Abb. 9). Oder sollte es sich darum handeln, daß diese kleinen Gebilde

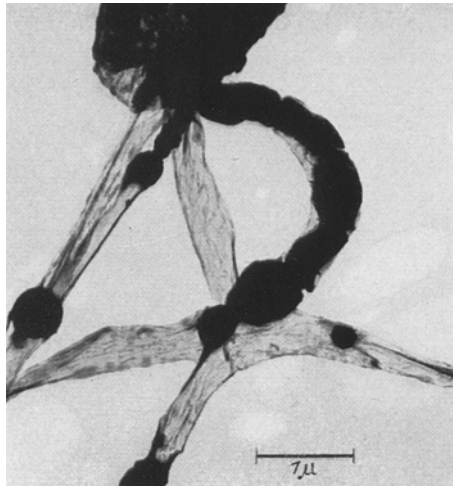


Abb. 6. Glatte Sporenhüllen. Einige rund deformierte Sporen.  
(Elektronenoptische Vergrößerung 5000  $\times$ , Nachvergrößerung auf 12500  $\times$ .)

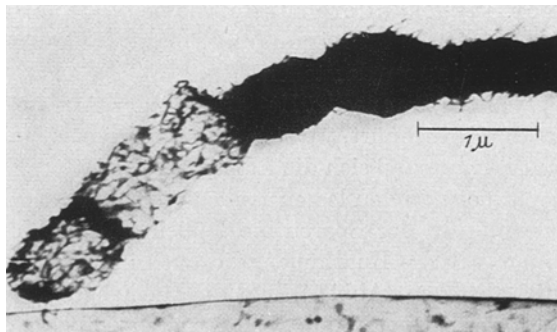


Abb. 7. Haarige Art mit zum Teil ausgeschlüpften Sporen; die Haarhüllen stehen von der Sporenhülle ab. (Elektronenoptische Vergrößerung 5000  $\times$ , Nachvergrößerung auf 15 000  $\times$ .)

die Sporen sind, während die bisher als solche angesehenen Körper Sporangien darstellen? Gestützt wird diese Möglichkeit dadurch, daß 3 Jahre alte Abimpfungen noch gut keimfähig sind. Die Sporenform müßte also auch nach 3 Jahren noch erhalten sein. Im vorliegenden

Fall blieb sie aber nicht erhalten, sondern nur die Sporenhülle mit den gezeigten kleinen Körperchen. Die Haltbarkeit beider spricht gegen eine anderweitige Zerstörung der Spore.

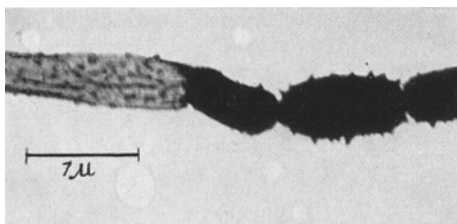


Abb. 8. Stachelsporen, eine perforierte Hülle hinterlassend.  
(Elektronenoptische Vergrößerung 5000 $\times$ , Nachvergrößerung auf 15 000 $\times$ .)

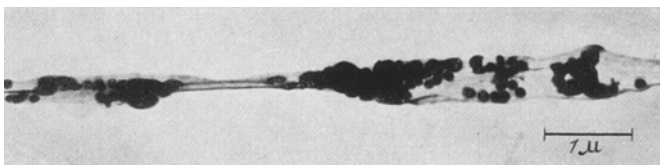


Abb. 9. Kernähnliche Gebilde in sonst leerer Sporenhülle.  
(Elektronenoptische Vergrößerung 5000 $\times$ , Nachvergrößerung auf 11 500 $\times$ .)

### Zusammenfassung.

Es werden elektronenoptische Bilder von *Streptomyceten*-Sporen gezeigt; vor der Anerkennung von Deformationen wird ausdrücklich gewarnt.

Alle *Streptomyceten*-Sporen verlassen nach genügender Reife eine Sporenhülle, die entsprechend der morphologischen Eigenschaft der jeweiligen Spore ausgeprägt ist.

Zuletzt wird auf die Frage hingewiesen, ob *Streptomyceten*-Sporen nicht *Streptomyceten*-Sporangien sein könnten.

Die elektronenmikroskopischen Aufnahmen wurden mit dem Gerät des Instituts für Virusforschung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig-Gliesmarode ausgeführt. Für die Genehmigung dazu bin ich Herrn Oberregierungsrat Dr. KÖHLER zu großem Dank verpflichtet. Herrn Regierungsrat Dr. BODE danke ich bestens für technische Hilfe.

Mir wurden die Grundlagen zu dieser Veröffentlichung während der Zeit bekannt, in der ich als Gast im Institut für Biochemie des Bodens der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode (Direktor Prof. Dr. FLAIG) vom Juni 1953 bis Februar 1954 arbeitete.

### Literatur.

BALDACCI, E., C. SPALLA and A. GREIN: The classification of the Actinomyces species. Arch. Mikrobiol. **20**, 347 (1954). — BERGEY, D. H.: A manual of determinative Bacteriology. 6. Aufl. Baltimore 1948. — FLAIG, W.: Biochemische Beiträge zur Bildung von Huminsäuren durch Streptomyceten. Z. Pflanzenernährg. **56**, 63 (1952). — FLAIG, W., H. BEUTELSPACHER, E. KÜSTER u. G. SEGLER-HOLZWEISSIG: Beiträge zur Physiologie und Morphologie der Streptomyceten. Plant and Soil **4**, 118 (1952). — KÜSTER, E.: Beitrag zur Genese und Morphologie der Streptomyceten-Sporen. VI. Int. Congr. Mikrobiol. Rom, Nr. 34 (1953).