

## ZUM FORMENWECHSEL BEI BODENBAKTERIEN

Seit einigen Jahren sind Formenveränderungen bei Bakterien beobachtet worden, die das Interesse der Bakteriologen besonders auf dem medizinischen Sektor weckten. Setzt man nämlich Bakterienkulturen gewisse Stoffe wie z.B. Antibiotika, Aminosäuren, Serum u.a. in solchen Mengen zu, daß sie gerade giftig wirken, so stellt man fest, daß die typische stäbchenartige Form der Bakterien verschwindet und eine blasenförmige Masse entsteht, die als L-Kolonie bezeichnet wird. Bei genauer Beobachtung im Elektronenmikroskop sieht man, daß die Bildung dieser L-Formen („large bodies“), die wesentlich größer als die normalen stäbchenförmigen Ausgangsformen sind, über Zwischenstufen verläuft, die ein unregelmäßiges Anschwellen der Bakterienstäbchen erkennen lassen (Abb. 1), und die zum Teil auch begeißelt sein können (Abb. 2).

Die fertigen L-Formen zeichnen sich durch eine große, runde, blasige Gestalt aus, in denen viele kleine Granula erkennbar sind. Nach Überimpfen der L-Formen auf einen frischen Nährboden sammeln sich im weiteren Verlauf der Umwandlung die nucleinsäurehaltigen Granula am Außenrand, der aufplatzen kann, so daß hufeisenähnliche Formen entstehen. Durch weitere Teilung kommt es wieder zu normalen stäbchenförmigen Bakterien. Dieser Kreislauf, der als „L-Cycle“ bezeichnet wird, ist in dem Schema (Abb. 4) noch einmal deutlich dargestellt.

Danach entstehen aus normalen Bakterienformen (F.N.) durch Zusatz bestimmter Stoffe Zwischenformen (F.I.) mit unregelmäßigen Anschwellungen und aus diesen die sogenannten L-Formen (F.L.) mit zahlreichen Granula. Im großen Kreislauf, der gut mit dem Lichtmikroskop zu beobachten und auch verschiedentlich gefilmt worden ist, kommt es von den L-Formen über eine andere Art von Zwischenstufen wieder zu den Normalformen. Neben diesem großen Kreislauf existiert noch ein zweiter kleiner Cyclus, der allerdings nur mit dem Elektronenmikroskop zu erkennen ist. Bei einigen L-Formen kann man beobachten, wie diese platzen und ihren Inhalt, die Granula, entleeren (Abb. 3).

Diese kleinen Granula, auch „small bodies“ oder L<sub>1</sub>-Formen genannt (Abb. 4 F. F.) sind filtrabel, d.h. sie passieren bakteriendichte Filter. Aus diesen Filtraten können die L<sub>1</sub>-Formen nach vorheriger Nährbodenpassage wieder auswachsen zu L-Formen, Zwischenformen und schließlich auch zu Normalformen. In den mit dem Lichtmikroskop aufgenommenen Filmen vom L-cycle kann man auch das Aufplatzen der L-Formen beobachten, es wird allgemein als Lysis bezeichnet, da die L<sub>1</sub>-Formen wegen ihrer Kleinheit mit dem Lichtmikroskop nicht mehr wahrnehmbar sind.

Mit dem L-cycle, dem großen und kleinen Kreislauf, wird aber nicht nur das Problem der Vielgestaltigkeit (Pleomorphie) angeschnitten, sondern man erhält auch einen neuen Einblick in weitere Möglichkeiten der Resistenzbildung der Bakterien gegenüber Antibiotica und anderen giftig wirkenden Stoffen. Werden z.B. durch Zusatz von Penicillin, großen Dosen Aminosäuren oder dergleichen L-Formen induziert, so können diese auf einem Nährboden mit diesem betreffenden Agens mehrere Generationen als L-Formen gehalten werden; impft man diese L-Formen auf ein normales giftfreies Substrat, so entstehen wieder Normalformen, mit denen man denselben Kreislauf mit dem-

selben Agens noch einmal demonstrieren kann. Überträgt man dagegen die filtrablen L<sub>1</sub>-Formen, die aus z.B. mit Penicillin behandelten Normalformen entstanden sind, auf einen Penicillinfreien Nährboden, so entwickeln sich hieraus ebenfalls letzten Endes wieder Normalformen, die aber im Gegensatz zu den erstgenannten gegenüber Penicillin resistent sind, d.h. ihre Form und ihre Wachstumsintensität nach erneuter Penicillinzugabe nicht verändern. Penicillinresistente Formen treten also erst dann auf, wenn neben dem grossen auch der kleine Kreislauf durchlaufen ist.

Es dürfte lohnend und reizvoll sein, mit Hilfe dieser L- und L<sub>1</sub>-Formen das Problem der antibiotikaresistenten Bakterien zu untersuchen und näher kennenzulernen. Da dieses Problem besonders die medizinischen Bakteriologen interes-

Abb. 1 Bildung der L-Form bei *Rhizobium lupinus*  
Gesamt-Vergrößerung 24 000

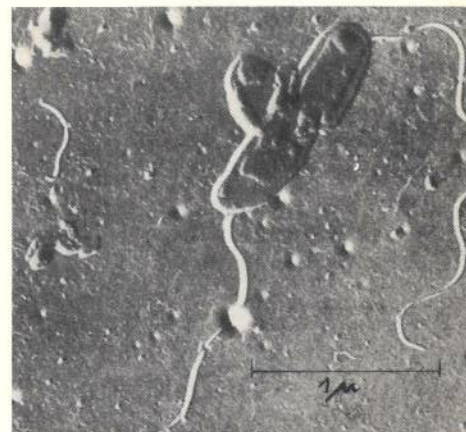


Abb. 2 Zwischenstufen mit Geißeln bei *Proteus vulgaris*  
Gesamt-Vergrößerung 18 000

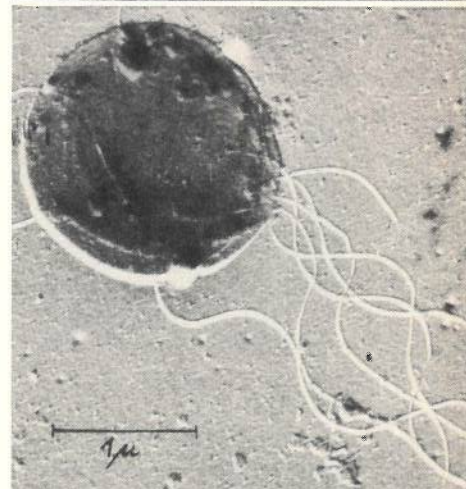
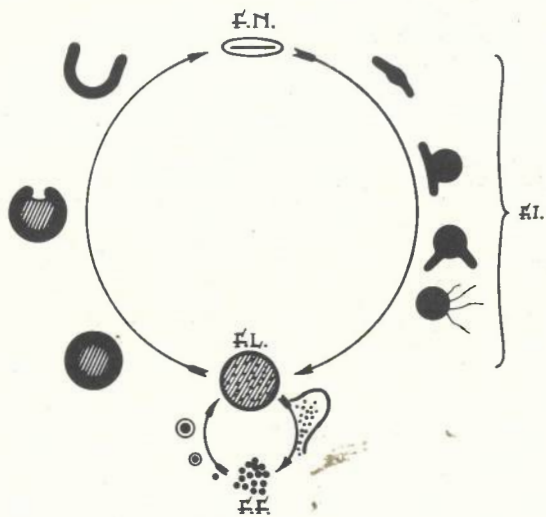


Abb. 3 Freiwerden der L<sub>1</sub>-Formen bei *Proteus vulgaris*  
Gesamt-Vergrößerung 36 000





nach L.VILAS, G.TEJERINA u. M.RUBIO (1954)

Abb. 4 Schema des L-cycle

siert, liegen von deren Seite bereits viele Beobachtungsergebnisse über die verschiedenen Formen des L-cycle vor.

Nachdem durch eigene Untersuchungen vor einiger Zeit gezeigt werden konnte, daß auch nichtpathogene Bodenbakterien, wie z.B. Rhizobium, grundsätzlich den gleichen Kreislauf durchmachen können, hat dieses Problem auch für die landwirtschaftliche Mikrobiologie Interesse. Kürzlich hat nun eine spanische Forschungsgruppe direkt aus dem Boden  $L_1$ - und  $L_2$ -Formen isolieren können, die zu häufig auftretenden Bodenbakterien ausgewachsen sind. Damit ist gezeigt, daß auch in der Natur, im nichtvorbehandelten Boden, derartige Kreisläufe stattfinden. Diese Erscheinung könnte man damit erklären, daß im Boden nesterförmig Anreicherungen von antibiotisch bzw. giftig wirkenden Mikroorganismen-Stoffwechselprodukten auftreten, die die beschriebenen verschiedenen Formen bei Bakterien hervorrufen können. Dadurch wird das Auftreten so vieler physiologischer Varianten ein und derselben Mikroorganismenart im Boden verständlich.

Die aufgezeigten Ergebnisse geben weiterhin Veranlassung, das noch so umstrittene Problem des Vorkommens von Bakterien in den Pflanzen von einer anderen Seite her zu bearbeiten. Es ist nämlich leichter vorstellbar, daß die kleinen filtrablen  $L_1$ -Formen in das Pflanzengewebe eindringen können als die größeren Normalformen.

Mit diesem Ausblick sollen nur einige der Problemstellungen in der Bodenmikrobiologie aufgezeigt werden, deren weitere Bearbeitung auf Grund der Kenntnis vom Formenkreislauf bei Bakterien einen Auftrieb erhalten könnte.

### Professor Dr. Dr. h.c. Wilhelm Zorn

übernahm am 11. März 1950 das an der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht in Grub von ihm ins Leben gerufene Institut für Konstitutionsforschung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft. Die FAL war dankbar, dass Professor Dr. Zorn diese Aufgabe trotz seiner vielen Verpflichtungen selbst übernommen hatte. Nach 6 jähriger Tätigkeit legt er diese Arbeit nun in andere Hände. Kuratorium, Vorstand und Senat der Forschungsanstalt sprechen Professor Dr. Dr. h. c. Zorn ihren herzlichen Dank für seine überaus fruchtbare Tätigkeit aus und verbinden damit die Hoffnung, dass weiterhin ein enger Kontakt bestehen bleiben möge.



### Professor Dr. Otto A. Sommer

geboren 1902 in Aschaffenburg am Main, wurde am 1. August 1955 als Nachfolger von Professor Dr. Dr. h.c. Zorn zum Direktor des Instituts für Konstitutionsforschung der FAL ernannt. Professor Dr. Sommer studierte an der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim. Er arbeitete zunächst auf dem Gebiet der Tierzucht und in der landwirtschaftlichen Verwaltung. Im Herbst 1936 folgte Professor Dr. Sommer einem Ruf der Universität Göttingen und 1941 einem Ruf der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim.

Nach Rückkehr aus der Kriegsgefangenschaft war Professor Sommer als Dozent für Tierzucht an der Höheren Landbauschule in Nürtingen tätig. Im Herbst 1954 wurde er zum Direktor der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht in Grub ernannt. Seine Hauptarbeitsgebiete sind Rinder-, Schweine- und Schafzucht unter besonderer Berücksichtigung der wirtschaftlichen und konstitutionellen Grundlagen der Leistungen.

