



Pleomorphismus am Beispiel von Algenzellen

von Dr. phil. Georg Meinecke (†)

Dieser Beitrag wurde dem Vorwort von Dr. Meinecke (1981) zur zweiten Auflage des Buches von Prof. Dr. William Ph. Dunbar: „Zur Frage der Stellung der Bakterien, Hefen und Schimmelpilze im System – die Entstehung von Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen aus Algenzellen“, 1. Auflage 1907, 2. Auflage 1981 erschienen im Semmelweis-Verlag, entnommen. Prof. Dunbar war vor ca. 100 Jahren der erste Direktor des Staatlich-Hygienischen Instituts Hamburg. Dr. Meinecke war wissenschaftlicher Mitarbeiter des Hygienischen Instituts Hamburg und Lehrbeauftragter im Fachbereich Medizin der Universität Hamburg [die Redaktion].

Zur Problematik der Isolierung von Bakterien aus Algenzellen

Jahrzehntelang galt es als ein ungeschriebenes Gesetz, daß gesunde Tier- und Pflanzenzellen steril seien. So mußte die Herauszüchtung von Bakterien aus Algen (Dunbar, 1907) von vornherein auch dann auf Mißtrauen stoßen, wenn äußerste Vorsicht bei den Versuchen angewendet worden war. Es erschien naheliegender, anzunehmen, die Kulturen seien durch Luftkeime oder sonstwie verunreinigt worden. U.a. verwies man darauf, daß Bakterien an Algen anzukleben pflegen, die sich in den Erfolgsfällen einfach nur hätten vermehren brauchen.

Ähnliches hat man später auch gegen andere Pleomorphisten eingesetzt.

So auch gegen Hugo Schanderl, der unter strengen Kautelen aus mehreren gesunden Pflanzenarten Bakterien herauszuzüchten vermochte. Seine Ergebnisse wurden natürlich sehr angezweifelt. So zunächst auch von Erwin Burcik (Planta 30, 1940). Doch in einer späteren Arbeit konnte dieser selbst aus Kartoffeln in 39-86%, aus Bohnen in 33-86% und aus Tomaten in 72-94% der Versuche Bakterien herauszüchten.

Er wertete diese Ergebnisse allerdings nicht im Sinne Schanderls, sondern nahm u.a. an, die Keime seien durch die Blütennarben in die Früchte eingedrungen. Eine Verunreinigung der Kulturen während der Isolierung, etwa infolge des Eindringens von Luftkeimen, schloß er dagegen aus.

Die „Keimwanderungstheorie“ Burciks wird aber gänzlich unbedeutend durch die Ergebnisse anderer Autoren, die das Vorhandensein von Bakterien in den Zellen nachweisen konnten.

So hat Bernard Montuelle (1961) ermittelt, daß in gesunden Knollen von 12 verschiedenen Kartoffelsorten stets Bakterien vorkommen und daß diese nicht in den Zwischenräumen, sondern in den Zellen selbst leben.

Das reguläre Vorkommen von Bakterien in gesunden Algenzellen zeigen die Ergebnisse von Leedale und in Tierzellen die unzähligen Nachweise der Symbioseforscher. Unabhängig von den weiterführenden

den Hypothesen Schanderls hat sich nun gezeigt, daß Bakterien auch in solchen gesunden Pflanzenzellen existieren, in denen man sie nicht vermutet hat.

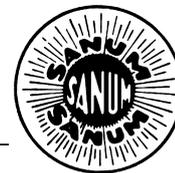
Das sollte als Warnung ausreichen, um den Satz von der Sterilität des gesunden Gewebes nicht zu verallgemeinern.

Die Vitalinhibition

Das bedeutet allerdings nicht, daß statt dessen das Gegenteil zu verallgemeinern wäre. Vielmehr gilt, daß lebendes Gewebe nicht auf Anhiob in eine Bakterienkolonie verwandelt werden kann. Gerade die Versuche über Endosymbiose haben immer wieder gezeigt, daß das Wirtsgewebe einen spezifischen Einfluß auf die Vermehrungsrate der Symbionten ausübt, diese also „in Schach“ zu halten vermag. Stirbt der Wirt, so können sich Symbionten ungezügelt vermehren.

In dieser Hinsicht verdienen die einfachen, aber instruktiven Versuche von H. Dold (1950) über Vitalinhibition besondere Beachtung. Dieser konnte zeigen, daß lebendes, gesundes Gewebe eine auch in-vitro nachweisbare hemmende Wirkung auf die Vermehrung von Bakterien ausübt. Zu den Vitalinhibitoren rechnet er auch Antibiotika. Diese sind - so würde ich ergänzen - Konzentrationen der zumeist von Pflanzen ausgeübten Vitalinhibitionen.

Eine andere Vitalinhibition ist das heute so viel diskutierte Interferon, das allerdings gegen Viren gerichtet ist.



Bei alledem ist jedoch zu beachten, daß jene Vitalinhibitoren, mit denen wir experimentell und therapeutisch umzugehen vermögen, nur einen Teil der im natürlichen Gewebe wirkenden Vitalinhibitionen ausmachen. In diesem Zusammenhang ist daran zu erinnern, daß die dynamische Organ- und Artspezifität der Organismen auf der Zusammenstimmung aller Formen und Funktionen beruht. Das heißt mit andern Worten: Das gesunde Gewebe folgt vornehmlich seinen eigenen art- und organspezifischen Formbildungstendenzen und macht alle seine Stoffe und Funktionen dem untertan. Das wirkt sich auch auf ihm inwohnende Symbionten und mehr oder weniger auch auf Parasiten aus. Diese aus der Art- und Organspezifität hergestammene Vitalinhibition ist primär als innere Regulation der Zellen und des Gewebes wirksam.

So entspricht der Reifungszustand der Algen (Dunbar, 1907), der gegeben sein muß, um Umwandlungen (z.B. in Bakterien) einzuleiten, einem solchen inneren Zustand der Algen. Es dürfte noch nicht vollkommen in unserer Hand liegen, die innere Regulation der Algen von außen experimentell und mit prompter Wirkung zu beeinflussen.

Pleomorphe Reinkulturen

Nachdem in der Geschichte des Pleomorphismus wiederholt atypische Wuchsformen von Bakterien nicht als solche, sondern bestenfalls fälschlicherweise als „bakterienbegleitende Symbionten“ deklariert wurden, sollte man inzwischen doch bereit sein, aus diesen Fehlern zu lernen.

Da es sich bei diesen nicht um nebensächliche Unstimmigkeiten, sondern um grundsätzliche Einstellungen handelt, könnten solche

Irrtümer eine Kette weiterer gefährlicher Irreführungen nach sich ziehen. Bei der Beurteilung von Reinkulturen ist daher in Rechnung zu setzen, daß eine Reinkultur nicht unbedingt Mikroorganismen gleicher Form und Funktion enthalten muß, sondern daß diese sehr unterschiedliche Wuchsformen eines artspezifischen Entwicklungskreises beherbergen kann. Solche Kulturen sind pleomorphe Reinkulturen. Dabei ist weiterhin zu bedenken, daß diese zeitweise von einer Entwicklungsphase somit von nur einer Form besonders beherrscht sein können. Vergleichsweise mögen dann ähnliche Phasen in Erscheinung treten, wie sie im Prinzip von parasitischen Protozoen bekannt sind: So bilden die Malariaplasmodien im Blute des Menschen vorzugsweise andere Formen als im Gewebe der Mücke, was durchaus einem artspezifischen Entwicklungskreis entspricht.

Leider läßt sich in den üblichen bakteriologischen Reinzüchtungsverfahren eine echte pleomorphe Reinkultur von einer etwaigen Mischkultur, die durch Verunreinigung entstanden ist, nicht auf den ersten Blick unterscheiden. Besonders mißlich hinsichtlich der Kontrollierbarkeit ist es, wenn der Zeitpunkt der Umwandlung nicht prompt eingeleitet werden kann.

Befinden sich die Zellen einer pleomorphen Algenreinkultur in einer „unreifen“ Phase, die die Bildung von Bakterien nicht zuläßt, dann erscheint diese Kultur zunächst als monomorphe Reinkultur im üblichen Sinne.

Setzt man jedoch voraus, daß sich aus Algen Bakterien bilden können, dann setzt man logischerweise eine pleomorphe Reinkultur voraus, in der Algen und Bakterienformen auftreten können.

Läßt sich die „reife“ Phase - wie bei der penicillininduzierten Pleomorphie - experimentell herbeiführen und wieder aufheben, dann ist die Beweisführung ziemlich unproblematisch. Ist das nicht der Fall, dann kann es zu Mißverständnissen kommen.

Namentlich in abgezweigten Subkulturen der pleomorphen, aber „unreifen“ Stammkultur können im Gegensatz zu dieser unvorhergesehen Bakterien auftreten. Ist dieses im „blinden“ Verfahren geschehen, das nicht von ständiger mikroskopischer Kontrolle begleitet wurde, dann wird vorschnell an eine Verunreinigung gedacht.

Auf diese Weise haben in der Geschichte des Pleomorphismus dessen Gegner Siege errungen, die in Wahrheit Scheinsiege waren. Grundsätzlich sollten Herauszüchtungsversuche mit geduldiger Lebendbeobachtung und mikrophotographischer Dokumentation möglichst durch Serienaufnahmen koordiniert sein. „Blinde“, noch so sorgsam programmierte Verfahren allein sind unzureichend, zumal diese von vornherein auf eine langfristige Konsequenz der Mikroorganismen zugerichtet sind.

Demgegenüber liegt es in der Natur der Mikroorganismen, daß ihre etwaigen Umwandlungen nicht auf Kommando der Untersucher und ihrer Kontrolleure, sondern durch innere Anlässe der Zellen sporadisch eingeleitet werden. Diese Naturgegebenheiten sollten mehr als bisher respektiert werden, um Irrtümer im Grundsätzlichen zu vermeiden, die die Forschungsarbeit von Generationen blockieren können. Selbstverständlich muß dessen ungeachtet alles versucht werden, die experimentell willkürliche Einleitung der Umwandlungen zu erreichen.



Mehrspurig präzise Artspezifität

Ein prominenter Zeitgenosse und Kollege Dunbars, der Bakteriologe August Gärtner (1908), kritisiert Dunbars Untersuchungen mit folgenden Worten: „Es ist nicht angängig, allein aus dem Vorkommen von anderen Organismen in einzelnen Proben einer Algenkultur anzunehmen, die Bakterien seien Abkömmlinge von Algen. Wenn das der Fall sein soll, dann müssen beide Organismen dasselbe Einweiß haben; das ist so Sitte zwischen Mutter und Kind“.

Diese Kritik klingt auch heute noch plausibel. Dennoch ist sie zu engspurig eingestellt. So verschweigt sie die schon damals bekannte Tatsache der Antigengemeinschaften zwischen verschiedenen Arten von Zellen, die übrigens in neuerer Zeit von vielen Immunologen wieder entdeckt und viel untersucht worden ist.

Schon in Jahre 1904 konnten F. Ballner und R. Ritter von Sagasser sehr enge Antigengemeinschaften u.a. zwischen einer roten Hefe und verschiedenen Darmbakterien nachweisen. Sie injizierten Kaninchen das Kulturfiltrat der Hefe und überprüften sodann, welche Bakterienarten in dem so gewonnenen Serum agglutinierten. Dabei ergab sich u.a., daß noch in einer sehr hohen Verdünnung (1:1000) Typhus- und auch Dysenteriebakterien agglutinierten.

In späteren Jahren sind von verschiedenen Untersuchern enge Antigengemeinschaften zwischen höheren Pflanzenzellen und Bakterien sowie zwischen tierischen Zellen, u.a. roten und weißen Blutzellen, Karzinomzellen, Fischrogen, Herzmuskelzellen, Nierenzellen und Bakterien und in einigen Fällen auch in Beziehung zu Viren nachgewiesen worden.

Auf den ersten Blick könnte es so scheinen, als ob damit die Präzision der serologisch nachweisbaren Artspezifität gemindert würde, was sich auch für den Nachweis der Zugehörigkeit bestimmter Bakterien zum Lebenszyklus von Algen nachteilig auswirken könnte. Demgegenüber ist zu beachten, daß die durch Antigengemeinschaften verdeutlichte Mehrspurigkeit der Artspezifität auf präzisere Qualitäten hinweist als die einspurige, die der Monomorphismus nahelegt.

Aus Artfremdem wird Arteigenes

Die in dem Untersuchungsmaterial von Gordon F. Leedale nachgewiesene unmittelbare Nähe zwischen Bakterien und Algenkernsubstanzen hat auch insofern eine Beziehung zum Problem der Artkonstanz, als während des offensichtlich langfristigen Aufenthaltes der Bakterien in der Algenkernsubstanz diese ausschließlich als Nahrung für die Bakterien dient. Dabei ist es nicht so entscheidend, ob die Bakterien Parasiten oder Symbionten sind: Die Bakteriensubstanz baut sich aus (umgeformter) Algenkernsubstanz auf. Ungeachtet der gleichfalls möglichen Um- und Eingliederung der Erbdirektiven, die in der heutigen Gymnoplastenforschung (Gymnoplasten = zellwandfreie Formen, die Red.) vorzugsweise beachtet wird, ist auch an die reguläre Umformung zu denken, wie sie bei jeder Aufnahme lebender Nahrung in der belebten Natur vorkommt.

Bei Mehrzellern ist der Abbau der Nahrung meist sehr weitgehend und rigoros. Doch ist es auch hier bekannt, daß die aufgenommenen Substanzen oft nicht vollkommen abgebaut werden. Das Fleisch von Nutztieren, das z.B. nach verfüttertem Fischfett schmeckt, ist ein

Beispiel dafür. In unserem Exempel geht es darüber hinaus um die Tatsache, daß ausschließlich Kernsubstanz der Algen in die Bakterien aufgenommen wird und daß für die Verdauung nur innerzellige Verdauungssysteme zur Verfügung stehen, die möglicherweise nicht rigoros alles verdauen können.

Es ist denkbar, daß auf diese Weise Restbestände der algenkernspezifischen Substanz ziemlich unverdaut in die Bakterienzellen einverleibt werden. Sind die Bakterien keine Parasiten, sondern Symbionten, so ist im Gegenseitigkeitsverhältnis auch die Einverleibung bakterienspezifischer Substanz in die Algen möglich.

Bei solch engem Verhältnis ist theoretisch auch die Eingliederung algenpezifischer Erbdirektiven in die Bakterien oder bakterienspezifischer Erbdirektiven in die Algen denkbar. Dafür gibt es prinzipielle Beispiele in der heutigen Gymnoplastenforschung wie auch in der Virologie.

Natürliche Markierungen

Es ist bekannt, daß Pflanzenzellen oder Pflanzengewebe ganz spezifische Wirkstoffe zu produzieren vermögen, aus denen die Heilkunde seit jeher Nutzen zieht.

Vor einiger Zeit gelang es J. Kardos und R. Kis Bagoly (1955), unter sterilen Bedingungen aus dem Samen des Stechapfels (*Datura stramonium*) einen symbiontischen Mikroorganismus zu isolieren. Die überimpften Mikroorganismen übten noch bis zur 50. Subkultur eine atropinartige Wirkung auf Froschherzen aus. Etwa 9 Jahre später berichtete J. Kardos (1964) erneut über die inzwischen fortgeführten Untersuchungen zusammenfassend: „Es gelang, in dem aus dem Daturasamen isolierten Mikroorganismus denselben fluoreszierenden



Farbstoff nachzuweisen, den der Daturasamen enthält. Es konnte die qualitative und quantitative Ähnlichkeit der Aminosäuren des Daturasamens und des aus demselben isolierten Mikroorganismus festgestellt werden. Auf Grund von immunbiologischen Untersuchungen (Agglutination, Präzipitation) kann weiterhin eine weitgehende Identität der immunbiologischen Eigenschaften zwischen dem Daturasamen und dem aus ihm isolierten Mikroorganismus festgestellt werden. Aus größeren Mengen des Mikroorganismus, die wir aus den Daturasamen isolierten, konnte nach dem Atropinreaktionsverfahren eine pharmakologisch und biologisch atropinähnliche Wirkung nachgewiesen werden. Aus 28g trockenem Mikroorganismus ist es gelungen, 0,3g kristallinischen, reinen Stoff zu gewinnen, welcher auf das Katzenauge eine atropinartigen Wirkung ausübt.“

Wie immer man diese Befunde deutet, so scheint es doch auf relativ natürlichem Wege gelungen zu sein, den Weg des Herkommens der noch in den Subkulturen möglichen Produktion von spezifischen Wirkstoffen des Stechapfelsamens zu markieren. Es ist anzunehmen, daß sich die moderne Gymnoplastenforschung (siehe die Übersicht von H. Lörz, 1980) auch dann hierfür interessieren wird, wenn es sich hierbei „nur“ um die Einbürgerung funktioneller Fähigkeiten der Donarzellen (des Stechapfels) in Mikroorganismen handeln sollte.

Artspezifischer Entwicklungszusammenhang zwischen unterschiedlichen Artmustern

Bisher war hauptsächlich die Rede von zwar erheblichen Formwandlungen, die indessen nicht zu anderen Artmustern führten. Demgegenüber durchläuft der Entwicklungskreis der Algen nach Dunbar Sta-

dien, deren Artmuster Schimmelpilzen, Hefen und verschiedenen Bakterienarten entsprechen, die in der üblichen mikrobiologischen Systematik ganz unterschiedlichen Arten eigen sind.

„Das ist eine Schöpfungsgeschichte, welche auch dem gläubigsten Gemüt zu viel sein dürfte“, kritisiert August Gärtner (1908).

Noch heute werden manche Bakteriologen dem zustimmen, darunter auch solche, die sich inzwischen an die Tatsachen der antibiotikainduzierten Pleomorphie gewöhnt haben. Dabei wirkt möglicherweise eine Art Furcht vor dem Unheimlichen mit. Zumindest wird eine unkontrollierbare Uferlosigkeit und Verwirrung in Fragen der Systematik befürchtet, und gelegentlich wird das auch ganz offen ausgesprochen.

Doch weder Dunbar, noch die meisten Pleomorphisten vertreten einen ufer- und richtungslosen Formwandel. Eine Schmetterlingsraupe, die ganz anders gestaltet ist als der Schmetterling, widerspricht nicht dem Prinzip der Artspezifität, sondern wird in jeder Phase der Entwicklung von ihm mitbestimmt.

Auch im Entwicklungskreis der Malaria gibt es erhebliche und zugleich artspezifische Form- und Größenunterschiede, die u.a. sogar die Kerne einbeziehen.

Letztlich gilt für Zellkerne aller Zellen, daß sie anlässlich der regulären Zellteilung einem Formwandel unterworfen sind. Das gilt gleichfalls für die Chromosomen, Mitochondrien, Plastiden und andere Zellorganellen. In neueren Lehrbüchern kommt das schon in den Kapitelüberschriften zum Ausdruck (vgl. u.a. Dietrich von Denffer; Ziegler, H. in: E. Strasburger. 1978; ferner: Sitte: P., 1965).

Hinsichtlich der Bakterien und anderer pflanzlicher Mikroorganismen besteht lediglich die besondere

Schwierigkeit, daß diesen ihre Zugehörigkeit zu einem Entwicklungszyklus so ohne weiteres nicht anzusehen ist, oder daß diese langfristig oder gänzlich aufgegeben wurde. Für alle diese Beispiele gilt, daß sich die tatsächlich wirksame Artspezifität geradezu dadurch auszeichnet, daß sie durch erhebliche entwicklungsbedingte Formwandlungen hindurchzuwirken und diese mitzubestimmen vermag. Was gemeinhin durch die üblichen Testverfahren von dieser ermittelt wird, ist übrigens nur ein Bruchteil ihrer multifaktoriellen Garantie im lebenswichtigen Zusammenwirken aller biologischen Funktionen und Formen in einem Organismus. Diese Zusammenstimmung ist zugleich auch Garant ihrer inneren Mächtigkeit, die nicht einfach widerstandslos aufgelöst wird. Sogar mutative und pathologische Ausbrüche aus dem artspezifischen System sonst so präzisen Zusammenwirkens kommen von dieser Basis her und werden von ihr mitbestimmt.

Insofern ist es keine Ausnahme und auch kein Zufall, daß die Natur viele Beispiele von Übergangsformen zwischen unterschiedlichen Artmustern darstellt, ohne ihre Artspezifität zu beeinträchtigen. Schon zu Dunbars und Gärtners Zeiten war es bekannt, daß es zwischen den Artmustern von Schimmelpilzen, Hefen und Bakterien Übergangsformen gibt.

Das sind z.B. die Myzelhefen. Diese können neben ihren runden oder ovalen Zellen auch langes Myzel bilden. Zwar handelt es sich hierbei meistens um Pseudomyzel, das sich vom echten Myzel dadurch unterscheidet, daß es sich durch Sprossung bildet. Doch vermerkt H. Delitsch (1943) ausdrücklich, daß es auch Übergänge zwischen Pseudomyzel und echtem Myzel gäbe. Er selbst habe bei der Hefe *Candida albicans* echte Hyphen gefunden (1943).



In der umgekehrten Reihenfolge konnte ich (1957a) beim grünen Pinselschimmel mit Hilfe einer Strudelapparatur den Verlust des artspezifischen Merkmals der sonst pinselförmig angeordneten Konidienträger und den Übergang zum Kurzmyzel und zur Rundzellenvermehrung herbeiführen und durch viele Mikrophotographien dokumentieren.

Das betrifft gewiß nur Teilstrecken des umfassenderen Entwicklungskreises der Algen nach Dunbar. Doch müssen die Selbstdarstellungen der Natur der Mikroorganismen prinzipiell beachtet werden. Keineswegs gleicht der eine Entwicklungszyklus dem anderen; aber es läßt sich von dem einen für den anderen Prinzipielles lernen.

Pilzähnliche Artmuster bei Bakterien

Beispiele zeigen, daß auch Bakterien zu pilzähnlichen Formveränderungen befähigt sind. Das gilt u.a. für das *Mycobacterium tuberculosis*, für das schon wenige Jahre nach seiner Entdeckung z.B. A. Coppen Jones (1895) Verzweigungsformen abgebildet und nachgewiesen hat. H. Much (1931) gelang es, bizarre, actinomycesähnliche Formen und nichtsäurefeste Granula hervorzurufen, wenn er geformte Tuberkelbakterien in Tomaten einimpfte. (vgl. auch L. Mattman, 1974).

Hermann Kölbl (1951) vom Tuberkuloseforschungsinstitut in Borstel spricht ausdrücklich von echten Verzweigungen und von Myzelbildung und zeigt diese in mehreren Mikroaufnahmen, die den Abbildungen von A. Coppen Jones entsprechen.

G. Domagk berichtet, daß manche Thiosemicarbazone neben der Wirkung gegenüber dem *Mycobacte-*

rium tuberculosis auch eine beachtliche Wirkung gegen Pilze besäßen. Daraus könne man wohl - bei aller Zurückhaltung - auf gewisse verwandte Beziehungen zu den Pilzen schließen.

Bakterien als defiziente Organismen

Schon A. Coppen Jones (1895), meinte, die Bakterien seien „abgelöste Entwicklungsglieder von anderen höheren Pilzen“. Es läßt sich denken, daß Bakterien an Formbildungsqualitäten eingebüßt haben und im Laufe der Jahrhunderte und Jahrtausende defiziente Lebewesen geworden sind. Ähnliches wird für die Viren schon lange diskutiert. Die Monomorphie der Bakterien wäre dementsprechend eine komponentenspezifische „Sturheit“, eine Formbildungssimplifikation, die beinahe an „Mechanismen“ erinnert, mit denen sich kausallinear hantieren läßt.

Bei langfristiger „Entwöhnung“ vom ursprünglichen Entwicklungskreis wird es fraglich, ob derartig „mechanisierte“ Organismen von sich aus zu ihren ursprünglichen Entwicklungsqualitäten zurückfinden können.

Die übliche Reinkulturrenzüchtung in Vitrienen, in einer Umwelt, die vor den Aggressionen anderer Lebewesen geschützt ist, in Nährmedien, die die Vermehrung durch Querteilung fördern und eine gute Ernährung bieten, begünstigt diese Rückfindung nicht.

Dagegen fordern Einflüsse, die die Vermehrung durch Querteilung hemmen, die Bakterien zu Entwicklungsqualitäten heraus, die an zyklusbedingte Formwandlungen erinnern.

Ein neues Problem, das die älteren Pleomorphisten noch nicht kannten, betrifft die systematische Stellung

der Mykoplasmen. Diese sind kleine „hüllenlose Mikroben“, die wie die Gymnoplasten der Bakterien keine starke Zellwand besitzen, aber im Unterschied zu diesen durchweg viel kleiner sind. Außerdem sind ihre Nährbodenansprüche prekärer und ihre Aufzucht ist viel schwieriger als die der Bakteriengymnoplasten (vgl. E. Klieneberger-Nobel, 1956).

Auf die Frage der Kultivierbarkeit und Zugehörigkeit filtrierbarer Organismusteile zu höheren Entwicklungszyklen und die Schwierigkeit der etwaigen Rückfindung zu diesen soll hier nicht weiter eingegangen werden (vgl. u.a. die Hinweise von G. de Szilvay, 1971).

Wie werden aus Bakterien Algen?

Dunbar spricht wiederholt von einem Entwicklungskreis, dem die aus Algenkulturen herausgezüchteten Mikroorganismen angehören sollen.

Er macht aber nur Angaben über die „Abwärtsentwicklung“ und erörtert nicht, wie z.B. Bakterien wieder zu Algen werden. Bezeichnenderweise haben ihm das seine Kritiker kaum angelastet. Aus heutiger Sicht wären diese dazu auch kaum berechtigt gewesen. Denn es fehlte ihnen durchweg die Aufgeschlossenheit für den damals schon bekannten Tatsachenbereich der Pleomorphie pflanzlicher Mikroorganismen.

Eine partielle „Aufwärtsentwicklung“ wird durch die Großformen der Bakterien angezeigt.

Auf Empfehlung des Münchener Bakteriologen H. Braun hat sich Erwin Santo (1956) erneut mit den Lithiumchloridformen beschäftigt, wie sie schon viele ältere Pleomorphisten gekannt haben.

„Bei viertelmolarer Li-Konzentration zeigen die Kolkulturen oft so starke



Ansammlungen von wohlgeformten Zellen des Typs der Blutleukozyten, daß einzelne Ölimmersions-Gesichtsfelder stark an das Bild einer lymphatischen Leukämie erinnern. 20-25 verschieden große Koli-Lymphozyten habe ich nicht selten in einem einzigen Gesichtsfeld festgestellt“.

Blutzellenartige Formbildungsstile habe ich selbst (1950) zunächst bei Schimmelpilzen und später bei Hefen nachgewiesen. Mit Hefen, die in Blutflüssigkeitsersatz (also ohne jedwede echte Blutbestandteile) + 20-30% Glukose kultiviert wurden, konnte ich zahlreich atypische rote und weiße Blutzellenformen hervorrufen. Wie man den publizierten Farbtafeln entnehmen kann (1971), ähneln diese den Lithiumchloridformen der Bakterien, wie sie Santo abbildet. Ich konnte jedoch bisher bei den von mir gesichteten Pseudoblutzellen keine amöboide Ortveränderlichkeiten (Lokomotion) beobachten. Ich werte sie als Formbildungsparallelen.

Der direkte Nachweis, daß z.B. aus freilebenden Bakterienformen chlorophyllhaltige oder gar mit Geißeln versehene Algen werden, ist meines Wissens bisher nicht erbracht. Wer könnte aber vorhersagen, ob dieser Nachweis nicht in Zukunft gelingt?

Umwandlungsmöglichkeiten im mehrspurigen Funktions- und Formwandel

Orientiert an neueren Untersuchungsergebnissen zeigt sich, daß die einspurige Betrachtungsweise des Monomorphismus längst verlassen worden ist und daß diese nicht ausreichen würde, um das Lebensgeschehen primitiver Mikroorganismen naturgetreu zu beurteilen. Allerdings wird zugleich deutlich, daß der Entwicklungszyklus allein die Möglichkeiten des mikrobiellen Formwandels nicht erschöpft.

Auf Gordon F. Leedales Beispiel der im Kern von Algen vorkommenden Bakterien bezogen, das sinngemäß auch auf Dunbars Untersuchungen zu beziehen ist, sind folgende Umwandlungsmöglichkeiten in Rechnung zu setzen, die zum Teil nicht zyklisch sein müssen:

1. Umwandlung der algenspezifischen in bakterienspezifische Substanz:
 - a) bei parasitärem Befall der Wirtszelle durch Bakterien im regulären Sinne der Aufnahme algenspezifischer Substanz als Nahrung, deren Verdauung, Abbau und Umbau zu bakterienspezifischer Substanz;
 - b) durch Teilverdauung seitens der Bakterien mit in diese eingegliederten Resten wirtsspezifischer Substanzen;
 - c) durch Eingliederung von algenkernspezifischen Erbdirektiven in Bakterien.
2. Umwandlung algenkernspezifischer Substanzen in bakterienspezifische und umgekehrt infolge enger gegenseitiger Abhängigkeit in der Symbiose.
3. Aufspaltung innerzelliger Formen und Funktionen der Algen, die ganz oder teilweise bakterienspezifisch werden:
 - a) in der Wirtszelle verbleibend;
 - b) außerhalb der Wirtszelle funktionierend.
4. Verlust von Funktions- und Formbildungsqualitäten durch Verlustmutation oder atavistische Abweichungen.
5. Bakterien und Algen verwandeln sich im artspezifischen Entwicklungskreis:
 - a) in regelmäßig-zyklischen Verwandlungsphasen;
 - b) in (sehr) unregelmäßigen Verwandlungsphasen.

Es ist denkbar, daß die Natur noch andere Wege der Verwandlung

kennt. Wie schon erwähnt, dürften vor allem die weiteren Ergebnisse der Gymnoplastenforschung Aufschlüsse über die Funktions- und Formbildungsmöglichkeiten vermitteln, die einem artspezifischen Zusammenwirken der lebenssichernden Organisation in Mikroorganismen entsprechen.

Die Methodik der Geduld

Es liegt auf der Hand, daß die Einspurigkeit des Monomorphismus mechanisierbare Untersuchungsverfahren begünstigt. Dagegen erfordert die Mehrgestaltigkeit eine entsprechend vielseitig ansprechbare Methode der Erkundung. Insbesondere kann dabei auf langandauernde Beobachtung und geduldige Überwachung der Form- und Funktionswandlungsvorgänge nicht verzichtet werden.

Das gilt sogar dann, wenn der funktionelle Einfluß des formbildnerischen Zusammenwirkens während seiner Aktion nicht direkt beobachtet, sondern erst am Formbildungserfolg erschlossen werden kann. Auf die Methodik der Geduld kann so oder so nicht verzichtet werden.

„Wer sich mit Versuchen, wie den beschriebenen, befassen will, der muß sich mit besonderer Geduld wappnen, und er darf sich nicht entmutigen lassen, wenn eine Reihe von Versuchen negativ verläuft, ehe eine Versuchsserie glückt.“ (Ph. W. Dunbar, 1907).

Jedenfalls gilt das für die Phase der zunächst suchenden Erkundung. Erst nachdem eine zureichende Übersicht gewonnen worden ist, können Teilbeziehungen richtig eingeordnet werden.

Die **Literurangaben** finden sich in dem eingangs genannten Buch von William Ph. Dunbar auf den Seiten 31-34. □