Die Wirklichkeit der Bakterien als Prozeßkeime und die Welt des Wassers*

Norbert Pfennig

Wasser in Verbindung mit organischem Leben

Wenn wir der Frage nachgehen, was eigentlich das Besondere derjenigen Mikroorganismen ist, die wir Bakterien (Eubakterien und Archaebakterien) nennen, so ist es ihre zu Substanzumwandlungen in ihrer wäßrigen Umgebung veranlagte prokaryotische Zellorganisation. Alle anderen ein- und vielzelligen Lebewesen der Erde sind Eukaryonten, deren Zellen eine polare Zellorganisation mit Zentrum und Umkreis besitzen: Der membrangebundene Zellkern ist vom Zellplasma als individualisierter Umwelt mit Stoffwechselorganellen (Chloroplasten und/oder Mitochondrien) umgeben. Selbst die einzelligen Eukaryonten haben feinst ausdifferenzierte, artspezifische Zellgestalten, die durch Ausformung fester Innen- oder Außenskelette (z.B. Calciumcarbonat, Kieselsäure, Chitin, Strukturprotein, Zellulose) gebildet sind. So haben wir sie als zellulär ausgeprägte, echte Erdenorganismen anzusehen, die mit mächtigen Meeresablagerungen zur Bildung der mineralisch-festen Erde beigetragen haben (z.B. Foraminiferen, Radiolarien, Kieselalgen).

Ganz anders sind die Bakterien: Ihre einfachen, typischen Zellformen wiederholen sich in allen systematischen Gruppen; sie sind Turgordruck-stabilisierte Flüssigkeitsballons mit weich-elastischer, leicht abbaubarer Zellwand. Die Gattungen und Arten lassen sich nur durch ihre zahlreichen, sehr unterschiedlichen Stoffwechselfähigkeiten (Art der Substrate und Produkte) bestimmen. Schon diese wenigen Eigentümlichkeiten lassen erkennen, daß die Bildungsimpulse der Prokaryonten bei einfachster Zellorganisation auf die Fülle ihrer verschiedenartigen Stoffwechselaktivitäten und damit auf chemische Substanzumwandlungen in der Biosphäre der Erde ausgerichtet sind: Gegenüber der auf Verselbständigung und Gestaltbildung hin organisierten Zellstruktur der Eukaryonten bleiben die Zellen der Prokaryonten so umweltoffen und keimhaft, daß wir sie ganz nur als Quellpunkte oder Keime der von ihnen in ihrer Umgebung bewirkten Substanzumwandlungsprozesse zu betrachten haben, als Prozeßkeime.

Durch elektronenoptische Untersuchungen sowie biochemische und molekularbiologische Analysen haben wir die Feinstrukturen und den chemischen Aufbau aller Komponenten der Prozeßkeime kennengelernt. So entstand das Bild der prokaryontischen Zellorganisation als ein Wesensmerkmal aller Bakterien.

Methodisch setzen diese Untersuchungen voraus, daß lebende Zellen abgetötet, fixiert und in getrennten Fraktionen analysiert werden. Man muß also dasjenige ausschließen, was die Strukturen überhaupt erst entstehen läßt und in Funktion hält: das

---

* Jochen Bockemühl zum 70. Geburtstag in Dankbarkeit gewidmet. Seinen beispielgebenden, methodisch klaren Arbeiten verdanke ich starke Anregungen in den eigenen Bemühungen um vertiefte Einsichten in die Natur mikrobieller Prozesse.

bildende Leben, in welchem noch alles in geordneter Bewegung, in Aufbau und Wandlung ist. Auch die übliche Art, biochemische und molekularbiologische Vorgänge mit chemischen Strukturformeln und Gleichungen darzustellen, führt dazu, sich die Umwandlungen schrittweise, trocken und gegenständlich vorzustellen und allenfalls das wäßrige Medium noch dazu zu denken. Wir sollten uns aber bewußt bleiben, daß es gerade die Natur des Wassers ist, die das Auflösen fester Substanzen und chemische Umwandlungen überhaupt erst ermöglicht. Die Substanzen müssen ihre feste Raumstruktur aufgeben, sich lösen und durchdringen, also wasserverwandt werden, bevor sie miteinander reagieren und sich umwandeln können. Ohne diese innere Natur und Fähigkeit des Wassers können wir auch die prokaryotischen Prozeßkeime nicht wirklichkeitsgemäß denken. Betrachten wir z.B. eine Laborkultur in einer Glasflasche, in der alles beisammen ist, was zu einem bakteriellen Umwandlungsprozeß gehört: sterile Milch als flüssiges Medium und Nährsubstrat sowie eingeimpfte Milchsäurebakterien als Wecker eines ganz bestimmten Prozesses. Die Vermehrung der Keime können wir im Mikroskop verfolgen. Was wir an der Flasche direkt wahrnehmen, ist die allmähliche Veränderung der Milch: Sie wird gelartig dickflüssig, das Milcheiweiß Casein flockt aus und trennt sich etwas von der klareren Molke. Das Medium schmeckt zunehmend sauer, Milchzucker wird zu Milchsäure vergoren.

Die Prozeßkeime sind hier die Quellpunkte des speziellen Gärungsprozesses in seinem flüssigen Substrat, das der Leib der ganzen Umwandlung ist. Was sich bei höheren Lebewesen – Pflanzen und Tieren – im Inneren der Gestalten unsichtbar als Stoffwechselprozeß abspielt, das tritt hier gleichsam nach außen gewendet sinnlich in Erscheinung.

In einer geschlossenen Umgebung – wie der Laborkultur in der Glasflasche – kommen solche Umwandlungen zum Erliegen. Wenn sie in die Zukunft hinein fortdauern sollen, so müssen sie in einer Umgebung vor sich gehen, die sich selbst fortwährend verändert. Das ist in der freien Natur fast überall gegeben, weil sie in der Biosphäre der Erde eingebettet ist. Ständig werden die nötigen Substanzen gebildet und die entstandenen Stoffwechselprodukte weiterverwandelt. So ist es in den Oberflächengewässern (Bächen, Flüssen, Seen, Meeren) und den feuchten Böden. Es gibt kein Wasser, das nicht Prozeßkeime enthält und in dem nicht ständig, dem bloßen Auge unsichtbar, Umwandlungen vor sich gehen. In Gewässern können bakterielle Prozesse aber auch so in Erscheinung treten, daß bestimmte Trübungen oder Wasserfärbungen allmählich verschwinden. Daran zeigt sich dann das, was wir Selbstreinigungsfähigkeit des Wassers nennen.

Anders als die Tiere können wir Menschen das natürliche Oberflächenwasser aus Bächen, Flüssen, Teichen und Seen nicht direkt als Trinkwasser verwenden. Wir haben uns soweit aus den Lebenszusammenhängen verselbständigt, daß wir von solchem Wasser leicht krank würden.

Seit den ältesten Kulturen haben die Menschen ihr Trinkwasser entweder aus Quellen oder aus Brunnen entnommen: Brunnen, die bis in das Grundwasser reichten, oder solche, die als Regenwasserzisternen in der mineralischen Erde angelegt waren. Wir trinken also klares Wasser, das nur mit gelösten Mineralien kalt aus der