

Bakterien werfen neues Licht auf Alterungs-Ursprünge

Martin Ackermann

Alterung ist ein biologisches Phänomen, welches vielen sehr unterschiedlichen Lebewesen gemeinsam ist. Von den meisten Tieren, Pflanzen und Pilzen ist bekannt, dass Individuen mit zunehmendem Alter eine Abnahme in den Lebensfunktionen zeigen und dass damit ihre Fortpflanzungs- und Überlebenschance abnehmen. Bei Bakterien ist Alterung im Gegensatz nie beschrieben worden; sie werden allgemein als «ewig jung» und potentiell unsterblich betrachtet. Da die ersten Lebewesen auf der Erde den heutigen Bakterien ähnlich waren, wird angenommen, dass Alterung deshalb erst mit dem Auftreten von Eukaryoten (das heisst Lebewesen mit einem Zellkern) vor etwa 1,5 Milliarden Jahren entstanden ist.

Fortpflanzung durch ungleiche Teilung

Wieso nimmt man an, dass Bakterien nicht altern? Diese Ansicht beruht auf der Idee, dass bei Bakterien verjüngende Fortpflanzung nicht möglich sei. Verjüngende Fortpflanzung bedeutet, dass ein Nachkomme jung geboren wird und nicht die mit dem Alter seiner Mutter einhergehenden Schäden übernimmt. Alterung ohne verjüngende Fortpflanzung würde bedeuten, dass die Lebensfunktionen über die Generationen stetig abnehmen würden – solche Lebewesen würden unweigerlich aussterben. Bakterien, so wird gemeinhin angenommen, pflanzen sich durch symmetrische Zweiteilung fort, haben deshalb keine verjüngende Fortpflanzung und können folgerichtig auch nicht altern.

Nun gibt es aber Bakterien, auf welche die obige Beschreibung nicht zutrifft. Es gibt solche, die sich fortpflanzen durch ungleiche Teilung mit einem Unterschied zwischen Mutter- und Tochterzelle. Ein bekanntes Beispiel dafür ist *Caulobacter crescentus*. Die

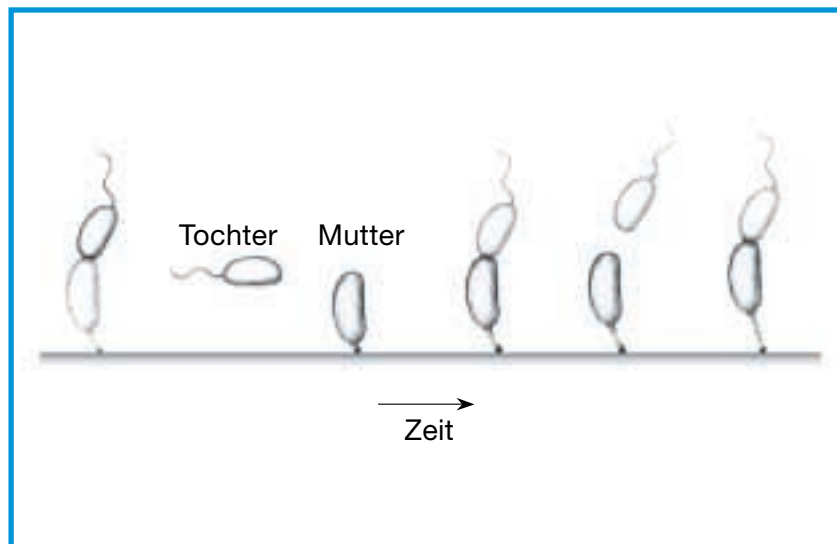
Mutterzelle ist am Untergrund von Gewässern verankert und schnürt freischwimmende Tochterzellen ab, welche sich später selber zu sesshaften Mutterzellen differenzieren und ihrerseits Tochterzellen zu produzieren beginnen. Wenn man einer einzelnen Zelle durchs Leben folgen würde, von ihrer Entstehung als Tochterzelle über ihre Umwandlung zur Mutterzelle, wird sich diese Zelle unbeschränkt fortpflanzen, eine Tochterzelle nach der andern produzierend? Oder werden sich Zellen nach ihrer Umformung zuerst schnell und regelmässig fortpflanzen und sich dann mit der Zeit langsamer teilen und schliesslich sterben?

Alterung evolutionär älter als angenommen

Wir haben Mikroskopkammern entwickelt, in welchen wir einzelnen *Caulobacter*-Zellen von ihrer Differenzierung an durchs Leben folgen konnten. Diese Experimente haben gezeigt, dass Mutterzellen schnell und regelmässig über 100 Tochterzellen produzieren, dann aber mit der Teilung nachlassen und sich oft ganz zu teilen aufhören. Die Töchter alter Mütter

sind von deren Teilungsproblemen nicht betroffen, sondern werden offenbar jung und mit vollem Teilungspotential geboren. Diese Resultate, der erste Nachweis für Alterung bei einem Bakterium, werfen neues Licht auf die Ursprünge von Alterung: Alterung ist nicht erst in Eukaryoten entstanden, sondern schon in Bakterien mit ungleicher Zellteilung, und ist somit evolutionär wohl älter, als bislang angenommen. Alterung in Bakterien ermöglicht auch eine neue Perspektive auf die molekularen Ursachen von Alterung. Manche der bekannten Hypothesen hierfür – Veränderungen in den Mitochondrien oder den Telomeren zum Beispiel – fallen bei Bakterien ausser Betracht, weil Bakterien weder Mitochondrien noch Telomere aufweisen. Da Bakterien vergleichsweise simple Lebewesen sind, erhoffen wir uns, dass die Forschung an ihnen neue Einblicke bieten wird in die fundamentalen Aspekte von Alterung.

Dr. Martin Ackermann
Ecology & Evolution ETHZ
ETH Zentrum, NW
CH-8092 Zurich, Switzerland
E-Mail: Martin.Ackermann@env.ethz.ch



Der Lebenszyklus von *Caulobacter crescentus*.