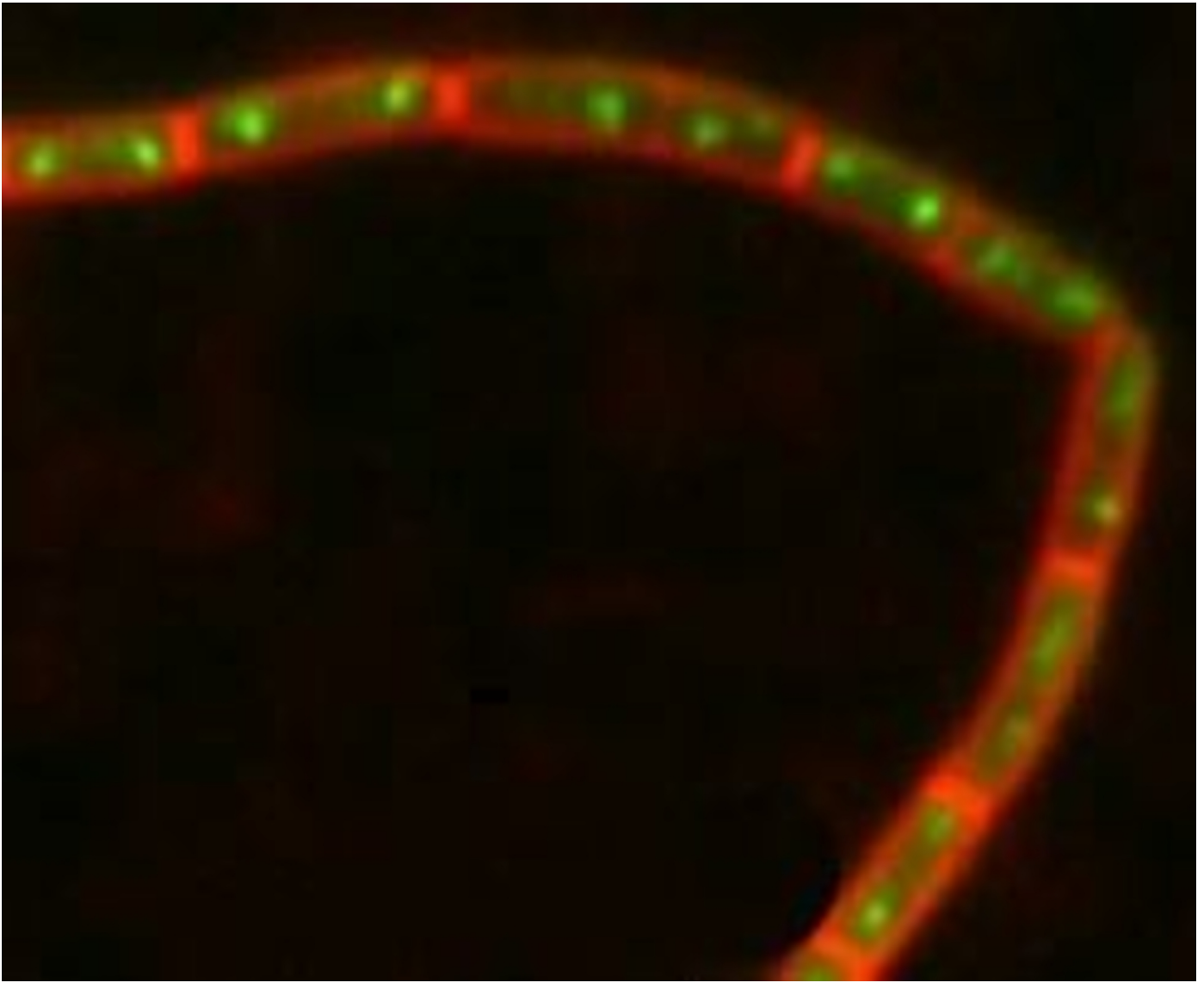


Bakterienzelle hochgradig organisiert

Eine Zellwand und eine Membran, im Inneren nur ein chaotisch verteilter Erbgutfaden - jahrelang glaubten Forscher, dass in Mikrobenzellen ein wildes Durcheinander herrscht. Seit einiger Zeit aber offenbart sich doch eine gewisse Ordnung. Prof. Dr. Peter Graumann von der Universität Freiburg weiß, wie kontrolliert sich zum Beispiel das verdoppelte Erbgut während einer Teilung auf die zwei Tochterzellen aufteilt. Welche Mechanismen das bewerkstelligen, untersucht er mit seiner Arbeitsgruppe von der Abteilung für Mikrobiologie.

Das Bakterium *Bacillus subtilis* lebt normalerweise als stäbchenförmige Mikrobe im Boden. Von Zeit zu Zeit verdoppelt es sein Erbgut, teilt es auf zwei Zellhälften auf und zieht dazwischen eine Wand ein, sodass zwei identische Tochterzellen entstehen. Wenn Wissenschaftler vor zehn Jahren durch ein Mikroskop auf eine Kultur von *Bacillus subtilis* blickten, dann sahen sie eine Zellwand und darunter keine Kompartimente, wie das bei tierischen oder pflanzlichen Zellen der Fall ist. Sie sahen das ringförmige Chromosom wie eine Art Wolke und sonst nur Chaos. „Die modernen Methoden der Bildgebung und Genetik zeigen seit einigen Jahren jedoch ein verändertes Bild“, sagt Prof. Dr. Peter Graumann, Leiter einer Gruppe in der Abteilung für Mikrobiologie an der Fakultät für Biologie der Universität Freiburg. „Viele Bakterien haben ein Zellskelett, das die Zelle strukturiert. Und das Erbgut wird während einer Zellteilung sehr kontrolliert aufgeteilt.“

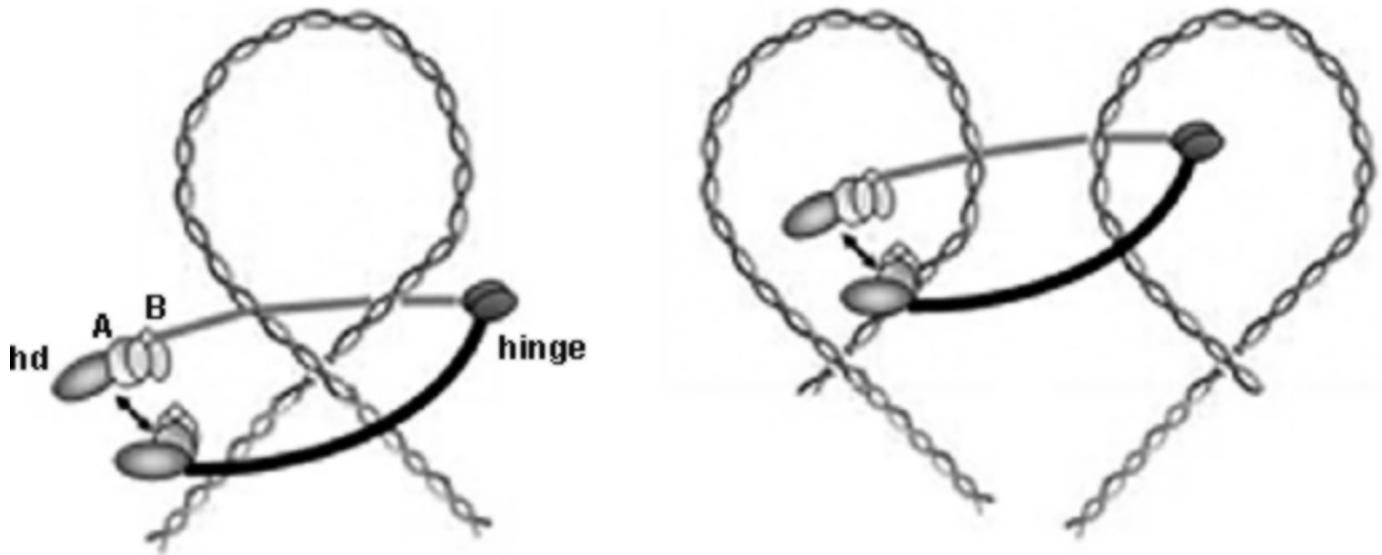
Ein Drahtgeflecht aus Molekülen



Verdoppelte DNA von *Bacillus subtilis* befindet sich an den zwei Polen der einzelnen Bakterienstäbchen (grüne Punkte). (Foto: AG Prof. Dr. Peter Graumann)

Im Fluoreszenzmikroskop sehen Graumann und seine Mitarbeiter, was während der so genannten Chromosomensegregation geschieht. Verschiedene Bereiche des Erbguts lassen sich mit dem grün fluoreszierenden Protein (GFP) anfärben und genau beobachten. Es ergibt sich ein räumlich und zeitlich hoch aufgelöstes Bild: In der Mitte der Zelle sitzt die Maschinerie, die die DNA des Bakteriums verdoppelt. Bisher unbekannt molekulare Motoren schieben je einen der zwei frisch vermehrten Bereiche anschließend in Richtung eines der zwei entgegengesetzten Zellpole, wo sie schließlich eng verpackt werden. Ähnlich geordnet beobachten Wissenschaftler den Vorgang der Segregation auch in tierischen oder pflanzlichen Zellen. „Und für den Vorgang sind zum Teil auch sehr ähnliche Moleküle verantwortlich“, sagt Graumann.

Zum Beispiel Proteine, die dem Aktin ähneln, einem Eiweiß aus tierischen und pflanzlichen Zellen, das sich mit seinesgleichen zu langen Fäden zusammenlagern kann und so zum Beispiel eine Art Drahtgeflecht bildet. Aktinähnliche Proteine sind in den Zellen von *Bacillus subtilis* unter der Membran verteilt und bilden dort das Skelett, das dem Bakterium die Stäbchenform verleiht. Und sie bilden vielleicht auch das Gerüst, an dem das verdoppelte Chromosom entlangbewegt und auf die zwei Pole verteilt wird. Verhindern Forscher die Synthese der aktinähnlichen Proteine durch genetische Manipulation, funktioniert die Segregation jedenfalls nicht mehr. Ob die Filamente tatsächlich direkt an der Segregation beteiligt sind oder ob sie sie indirekt beeinflussen, untersuchen Graumann und seine Mitarbeiter noch.



Der SMC-Komplex sieht aus wie ein Ring und verpackt die DNA, indem er sie umgreift. (Abbildung: AG Prof. Dr. Peter Graumann)

Einen anderen Aspekt der Chromosomenverteilung verstehen sie hingegen schon etwas besser. Der von ihnen untersuchte Proteinkomplex SMC (Structural Maintenance of Chromosomes) sorgt dafür, dass die bereits vermehrten Bereiche des bakteriellen Erbguts an den Zellpolen kondensieren und weniger Platz einnehmen. Der aus drei verschiedenen Proteinen bestehende Komplex sieht aus wie ein Ring, der auf- und zugeschlossen werden kann. Er umgreift DNA-Bereiche innerhalb des Bakterienchromosoms und führt in das ohnehin schon gewundene Molekül wahrscheinlich so genannte supercoils ein, also zusätzliche Windungen. Das führt dazu, dass sich die DNA-Superhelix zusammenkrümmt und platzsparender anordnet.

In der Evolution bewährt

„Schaltet man die Gene für die drei Proteine des SMC-Komplexes ab, dann kann das Bakterium seine Chromosomen nicht mehr auf die zwei Tochterzellen verteilen“, sagt Graumann. „Der Komplex ist essenziell für die Segregation und somit für die gesamte Zellteilung.“ Dass der SMC-Komplex extrem wichtig ist, zeigt auch die Tatsache, dass er in der Evolution über Jahrmilliarden hinweg beibehalten wurde, denn in allen späteren Organismen spielt er eine ähnlich wichtige Rolle bei der Trennung von verdoppelten Chromosomen. Momentan untersuchen Graumann und seine Mitarbeiter mit mikroskopischen, genetischen und biochemischen Methoden, welche Moleküle und Mechanismen sich an dem Vorgang noch beteiligen.

Interessant wäre es zum Beispiel, herauszufinden, woher die Kraft kommt, die das Erbgut zu den Polen der Zelle bewegt. Molekulare Motoren gibt es wahrscheinlich in allen Bakteriengruppen; verstehen Mikrobiologen ihre Funktionsweise, können sie sie vielleicht irgendwann modifizieren. Auf diese Weise könnte es möglich werden, mit Medikamenten Sand ins Getriebe der Bakterienzelle zu streuen. Bestimmte Bakterien könnten sich dann nicht mehr korrekt teilen und würden keine Krankheiten mehr auslösen.

mn – 29.09.08

© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Weitere Informationen zum Beitrag:

Prof. Dr. Peter Graumann

Institut für Mikrobiologie

Schänzlestr. 1

Tel.: ++49-(0)761/203-2630

Fax: ++49-(0)761/203-2773

E-Mail: peter.graumann@biologie.uni-freiburg.de

Fachbeitrag

06.10.2008

BioRegion Freiburg

