

Der kleine Schritt zur Entstehung des Lebens

Marsilius-Vorlesung: Petra Schwille vom Max-Planck-Institut für Biochemie in Martinsried erforscht Übergang zur belebten Materie

Von Heribert Vogt

Keine Frage erscheint ihr wichtiger als die nach dem Phänomen des Lebens, das vor 3,5 bis 3,7 Milliarden auf der Erde entstand. Das sagte die Biophysikerin Prof. Petra Schwille vom Max-Planck-Institut für Biochemie in Martinsried bei München zum Auftakt ihrer Marsilius-Vorlesung in der gut gefüllten Alten Aula Heidelberg. Die Ausführungen zu ihren Forschungen trugen den Titel „Leben. Der (kleine) Schritt zur belebten Materie“. Die Leibnizpreisträgerin tauchte darin tief ein in ihre wissenschaftliche Arbeit über den Versuch, den Ursprung des Lebens zu rekonstruieren, zog jedoch zwischendurch das Fazit: „Ich kann Ihnen leider nicht sagen, dass wir das schon erreicht haben.“

Aber das kann eine echte Forscherin nicht erschüttern. Und so schilderte die aus Baden-Württemberg stammende Petra Schwille (Jahrgang 1968) ihre Entwicklung zur hartnäckigen Fährtsensucherin im unwegsamen biophysikalischen Gelände. Ihre experimentelle Doktorarbeit fertigte sie in Göttingen bei Nobelpreisträger Manfred Eigen über die Möglichkeit an, einzelne Moleküle in wässriger Umgebung zu erkennen. Mit dieser Methode kann man nicht nur einzelne Moleküle sehen, sondern auch in ihrer Interaktion studieren. Sie erlaubt Messungen in der lebenden Zelle.

Es folgten dann Untersuchungen in lebenden Embryonen, deren ungenaue Resultate nicht befriedigend waren. Die Forscherin fragte sich, ob Le-

ben – und damit die Prozesse in den Zellen – wirklich so kompliziert sein muss. Sie kam deshalb von den Embryonen ab und begann sich für Zellen zu interessieren, die so einfach sind, dass man in ihnen gut messen kann. Die Suche nach dem kleinsten und einfachsten Organismus gestaltete sich schwierig, da zunächst keine Zellen mit weniger als tausend Genen gefunden wurden. Und das ist schon ungünstig, wenn man alle Parameter kennen will, die gemessen werden. Häufig hieß es, dass Leben ohne Komplexität eben nicht vorstellbar sei. Aber nichtsdestoweniger muss es einmal einfache Formen gegeben haben.

Auch die letztgültige Definition des Lebens existiert nicht. Es gibt nach Schwille jedoch viele Kriterien, die das Leben erfüllen muss. Zunächst: Es muss sich reproduzieren, hat Stoffwechsel und wächst. Seit rund fünfzig Jahren weiß

man, dass es eine DNA als Informationsspeicher hat. Außerdem bewegt es sich, interagiert mit der Umgebung und ist sterblich. Die Darwin'sche Evolution ist konstitutiv für das Leben, das immer komplizierter wird – denn die Evolution geht nie vollständig zurück. Darüber hinaus besteht Leben immer aus Zellen, und deren Informationen sowie alles zum Leben Nötige stecken in einer Hülle. Schließlich kommen Zellen stets aus bereits existierenden Zellen – und keineswegs aus einem Schlamm oder einer Fäulnis. Aber wie entstand die erste Zelle?

Wenn man zur Erhellung dieser Frage im Labor eine möglichst einfache Zelle bauen will, gibt es zwei Möglichkeiten. Zum einen den Weg der Biotechnologie, die auf Zellen basiert, welche eine bestimmte Funktion übernehmen sollen. So versuchen einige Biotechnologen, durch Ausschalten von nicht unbedingt lebensnotwendigen Genen zu einem reduzierten Organismus zu kommen. Dabei konnte etwa die Hälfte der Gene gekürzt werden. Allerdings verblieben unter den restlichen rund 500 bis zu 170 völlig unbekannte Gene.

Deshalb entschied sich Schwille für den zweiten Weg. Ihr Ansatz geht aus von der Überlegung, dass irgendwann ein Prozess begonnen haben muss, in dem sich aus nicht belebten Bausteinen ein belebtes System entwickelt hat. Und dieses muss bestimmte Module heutiger belebter Systeme enthalten wie Informationsspeicher oder Hülle. So kann man versuchen, aus funktionalen Modulen etwas zu bauen, das mehr ist

als die Summe seiner Teile.

Das ist zwar noch nicht gelungen, aber durchaus denkbar. Schwille befindet sich hier „ganz, ganz tief in der Grundlagenforschung“, eine Anwendung ist noch längst nicht absehbar. Ans Ziel gelangen kann man mit einer Art Ausprobiermaschine, die den Funktionen der Evolution nahekommt: Verschiedene Moleküle kommen darin zusammen und bilden etwas Neues – entsprechend der Art der Verkettung von Funktionalitäten in lebenden Systemen.

So verfolgt Petra Schwille einen Ingenieur-Ansatz und fragt: Was braucht man denn für den Bau einer Zelle? Die erste Kennzeichnung des Lebens ist die Fähigkeit zur Strukturbildung und Selbstorganisation. Und dafür nimmt die Energie zu. Grundsätzlich strebt die Natur nach der Gleichverteilung von Gasen und Flüssigkeiten. In lebenden Systemen

Die Zellteilung im Blick

kommt es jedoch zu Ungleichgewichten. Fundamental ist die Fähigkeit zur Entmischung, Musterbildung und Selbstorganisation. Und das geschieht nicht nur einmal, sondern nach chemischen Gesetzmäßigkeiten. Um diese zu untersuchen, braucht man ein chemisches Reaktionssystem.

Tatsächlich gibt es biologische Systeme, in denen es bereits zwei Moleküle schaffen, Muster zu erzeugen – wie zum Beispiel bei den Coli-Bakterien. Die Coli-Zellen legen ihre Mitte fest und teilen sich immer dort. Auf diesem Gebiet forscht Petra Schwille, die folgenden Ausblick gibt: „Wo wollen wir eigentlich hin? Um eine Zelle zu schaffen, wird es knapp mit meiner aktiven Zeit. Aber was wir tatsächlich schaffen könnten, ist die Zellteilung: die Teilung einer zellähnlichen Struktur aus eigener Kraft.“



Die in Sindelfingen geborene Leibnizpreisträgerin Petra Schwille vor ihrer Marsilius-Vorlesung in der Heidelberger Alten Aula. Foto: Philipp Rothe