

schine. Noch heute ist in den modernen Zellen RNA ein essentieller Teil der Translation. tRNA etwa bringt die Aminosäuren. Und die Peptidyltransferase, die das wachsende Peptid von einer zur nächsten tRNA transferiert, ist eine RNA.

Eine RNA? Kein Enzym?

Woese: Nein, das dachte man lange; das sieht man ja auch am Namen. Aber die Kristallstruktur der Ribosomen zeigt, dass das so genannte Peptidyltransferase-Zentrum kein Enzym, ja überhaupt kein Protein enthält. Außerdem hat man schon vor zig Jahren gezeigt, dass die Translation im zellfreien System ohne den Elongationsfaktor EF2 oder EFG – auch ein Protein – funktioniert. Deshalb sage ich, dass die ursprüngliche Translationsmaschine eine kleine RNA-basierte Maschine war, die unpräzise gearbeitet hat.

Wieso unpräzise?

Woese: Weil Genauigkeit sehr kompliziert ist. Doch die ursprünglichen Zellen mussten einfach funktionieren und einfach gebaut sein. Ich stelle sie mir wie Maschinen vor, die aus noch nicht ausgereiften Teilen bestehen. Solche Systeme funktionieren nur, wenn sie Fehler tolerieren. Wenn das so war, dann konnten DNA-Replikation und Translation in den ursprünglichen Zellen noch nicht in ihrer heutigen Form vorhanden gewesen sein.

Nun zu ihrem zweiten Argument, der horizontale Gentransfer, kurz HGT.

Woese: Der horizontale Gentransfer war in der frühen Evolution ein weit verbreitetes Phänomen, das wissen wir heu-



Carl R. Woese

■ Carl R. Woese wurde am 15. Juli 1928 in Syracuse (New York) geboren und ist Professor für Mikrobiologie an der Universität von Illinois in Urbana-Champaign. Seit fast 40 Jahren lehrt und forscht er dort – inmitten eines US-Staates, der sich endlos flach südlich von Chicago erstreckt.

Bereits kurz nach seiner Ankunft in der aus den Orten Urbana und Champaign zusammen gewachsenen Universitätsstadt begann er, sich mit einem fundamentalen Problem heranzuschlagen: der Taxonomie von Bakterien. Eine große Herausforderung, denn die winzigen Organismen haben nicht genug morphologische oder physiologische Eigenschaften, anhand derer man sie klassifizieren kann. Viele berühmte Biologen waren kläglich daran gescheitert.

Woese jedoch kümmerte sich nicht um die Morphologie, sondern setzte auf die Molekularbiologie. Zu Beginn der 70er Jahre, als man noch DNA-DNA-Hybridisierungsversuche machte, um Aussagen über die Ähnlichkeit der eingesetzten Nukleinsäuren zu treffen, begann er, die ribosomalen RNAs von Bakterien und Archaeen zu analysieren. Diese Moleküle hatte der Forscher, der sich schon in den 60er Jahren mit der Evolution des genetischen Codes beschäftigte, gewählt, weil er annahm, dass sie auf Grund ihrer essentiellen Funktion sehr alte Moleküle sein müssten und sich daher im Laufe der Evolution nur wenig verändert haben dürften. Diese Vermutung sollte sich als völlig korrekt erweisen: mit seinen rRNA-Untersuchungen legte Woese die Grundlagen für die moderne molekulare Evolutionsbiologie.

Aufgrund der Unterschiede, die Woese in den 70er Jahren zwischen den 16S rRNAs von Bakterien und (damals noch so genannten) Archaeobakterien fand, postulierte er, dass man letztere nicht zu den Bakterien zählen dürfe, sondern dass sie eine eigenständige, dritte Domäne bilden. Damit musste auch der bis dahin gültige Stammbaum des Lebens mit seinen zwei Ästen, den Ursprüngen von Bakterien einerseits und Tiere und Pflanzen andererseits, falsch sein. Woese postulierte einen Stammbaum mit

„Die Translation entwickelte sich, so glaube ich, aus einer RNA-Maschine. Noch heute ist in den modernen Zellen RNA ein essentieller Teil der Translation“

te. Damit ein Gentransfer erfolgen kann, bei dem ein fremdes das vorhandene Gen ersetzt, müssen sich Donor und Empfänger zunächst einmal in unmittelbarer Nähe zueinander befinden, in der gleichen Nische leben. Außerdem müssen sie den gleichen genetischen Code haben, die gleiche *Lingua franca* sprechen, sonst kann der Genhandel nicht funktionieren.

drei Ästen, die die Ahnen von Prokaryonten, Archaeen und Eukaryonten symbolisierten.

Auch wenn heute diese Auffassung weitgehend akzeptiert ist, gibt es immer noch Widerspruch, sogar aus prominentem Mund. So glaubt der Evolutionsbiologe Ernst Mayr nicht an Woeses Theorie, wie er 1998 in *PNAS* kundtat. Diese Debatte wird vielleicht niemals enden, denn hier geht es nicht um Fakten, sondern darum, welche der

Fakten wie Wichtigeren sind: die morphologischen oder die molekularen. „Die Archaeen sind eigentlich Prokaryonten, sie zu einer eigenen Domäne emporzuheben, ist einfach absurd“, dozierte Mayr erst kürzlich in einem Interview mit dem *Amherst Magazine*. „Ich denke, das Problem könnte sein, dass Woese eine Ausbildung als Physiker hat – und er wendet sein biologisches Unwissen bei seinen Klassifizierungsmethoden an.“

Tatsächlich hat Woese Mathematik und Physik am Amherst College studiert, bevor ihn die Biologie, speziell die frühe Phase der Evolution, gefangen nahm. Erst mit seiner Dissertation an der Yale Universität (1953) näherte er sich der Biologie – die er bis heute nicht verlassen hat. Noch immer sitzt er täglich in seinem Büro und wühlt sich durch Genome und Sequenzen, auf der Suche nach der Antwort auf die Frage: „Wo kommt die Zelle, der Ursprung des Lebens, her?“ Zu diesem Thema hat er gerade eine neue Theorie publiziert, über die sicher noch viel diskutiert werden wird (*PNAS* 99, S. 8742; siehe Interview).

Woese gilt heute als eine Legende der Biologie. Und so wundert es nicht, dass man munkelt, er sei bereits mehrfach für einen Nobelpreis im Gespräch gewesen. Doch seine Arbeit lässt sich einfach in keine der Nobel-Kategorien einfügen. Und so musste er auf die Reise nach Stockholm und das Hände-Schütteln mit dem schwedischen König bisher verzichten.

Jetzt aber – und das erfüllt ihn mit großer Genugtuung – ist es bald so weit. Am 24. September wird er in der schwedischen Hauptstadt aus der Hand des Königs den Crafoord-Preis samt 500.000 Dollar erhalten.