

„DIE XENOLOGIE ERÖFFNET EIN FENSTER ZU EINER NEUEN WELT, IN DER EFFIZIENTERE BIOLOGISCHE PRODUKTIONSSYSTEME HAND IN HAND GEHEN MIT EINER VERBESSERTEN BIOSICHERHEIT.“



Markus Schmidt

Xenobiologie: Andere Lebensformen sind machbar

■ Als der Mars Rover Curiosity im August erfolgreich auf der Oberfläche des Mars aufsetzte, jubelten die Astrobiologen der NASA. Curiosity soll Spuren von Leben auf dem Mars aufspüren. Weitere Missionen zu anderen Planeten und deren Trabanten sollen ebenfalls mögliche Spuren extraterrestrischen Lebens analysieren. Man vermutet, dass fremde Lebensformen (sollte man jemals solche entdecken) nicht notwendigerweise die gleiche biochemische Struktur aufweisen wie das Leben auf der Erde. Andere abiotische Randbedingungen, aber auch Zufälle in der frühen Entwicklungsgeschichte könnten andere biologische Strukturen hervorbringen, als wir sie kennen.

Während die meisten Astrobiologen den Blick in den Himmel richten und sich mit einer deskriptiven oder analytischen Herangehensweise zufriedengeben, versuchen einige wenige Bioingenieure, in ihren Labors neue Lebensformen selbst herzustellen.

Die Suche und Synthese alternativer biologischer Strukturen konzentriert sich auf die drei elementaren Biomoleküle: DNA, RNA und Proteine. Kürzlich publizierte Arbeiten zeigen, dass alle „Module“ der DNA (Base, Desoxyribose und Phosphatgruppe) durch andere chemische Strukturen ersetzt werden können. Eine DNA mit drei statt zwei Basenpaaren und die Verwendung von Hexose oder Cyclohexenyl statt Desoxyribose sind mittlerweile wissenschaftliche Realität. Die Umcodierung des universellen genetischen Codes gelang ebenfalls schrittweise; zunächst wurden neben den 20 in der Natur verwendeten Aminosäuren weitere sogenannte nicht-kanonische Aminosäuren in den Proteinherstellungsprozess eingebaut. Mittlerweile wurden sogar die Basen-Triplets durch Quadruplets ersetzt. Einige Forschergruppen arbeiten an der Herstellung von Proteinen und Nuklein-

säuren mit anderer Chiralität, also „Spiegel-Leben“ (*mirror life*). Noch existiert kein xenobiologischer Organismus, der alle diese Eigenschaften aufweist, doch in Zukunft könnten nicht nur einzelne Moleküle, sondern ganze alternative, xenobiologische Lebensformen produziert werden.

Wozu Xenobiologie? Haben wir mit der natürlichen Biologie nicht genug zu tun? Drei Gründe für den Ausbau der Xenobiologie:

1. Ursprung des Lebens: Bei der Betrachtung der Vielzahl an alternativen biochemischen Varianten zur DNA, RNA und dem genetischen Code, bis hin zur definierten Chiralität, stellt sich die Frage, ob die „Wahl“ dieser Architektur eher zufällig passiert ist oder ob sie die einzige evolutiv robuste Möglichkeit darstellt.
2. Effizientere Systeme: Trotz Jahrmilliarden an evolutionären *trial and error* hat die Natur noch lange nicht alle möglichen Systeme „getestet“, weshalb sehr wahrscheinlich noch nicht existierende, effizientere biologische Funktionen hergestellt werden könnten. In der Biotechnologie könnten Proteine mit einem anderen Aminosäure-Repertoire eine bessere katalytische Funktion aufweisen, Organismen mit einem grundlegend anderen genetischen Code wären schlagartig gegen Phagen und Viren geschützt.
3. Verbesserte Sicherheitsmechanismen: Fortschritte in der Synthetischen Biologie (mit der originalen Biochemie) könnten relativ bald zu einem exponentiellen Anstieg an neuen biologischen Funktionen und Organismen führen. Es ist fraglich, ob die Risikoabschätzung und die etablierte Biosicherheitsregulierung mit diesem Anstieg mithalten können, was früher oder später entweder zu unbeabsichtigten Nebenwirkungen oder einem Flaschenhals in der

Entwicklung biotechnologischer Innovation führen wird. Xenobiologische Lebensformen könnten als Biosicherheitssystem verwendet werden, das sicherstellt, dass kein horizontaler Gentransfer zwischen den alternativen und natürlichen Lebensformen stattfindet („genetische Firewall“).

Gleichzeitig muss neben den Chancen der Xenobiologie auch sichergestellt werden, dass diese neuen Organismen selbst keine Bedrohung für die natürlichen Lebensformen darstellen. Die Entwicklung der Xenobiologie muss daher mit Bedacht, vorausschauend und schrittweise erfolgen. ■

Markus Schmidt, Wien

Weiterführende Literatur

Schmidt M (2010) Xenobiology: A new form of life as the ultimate biosafety tool. *BioEssays* 32:322–331

Schmidt M, de Lorenzo V (2012) Synthetic constructs in/for the environment: Managing the interplay between natural and engineered Biology. *FEBS Lett* 586:2199–2206

Korrespondenzadresse:

Dr. Markus Schmidt
Biofaction KG
Grundsteingasse 36/41
A-1160 Wien
Tel.: +43-(0)660-685662
schmidt@biofaction.com
www.biofaction.com
www.markusschmidt.eu