

Zellfabriken der Zukunft

Eine Zukunftsvision in der Herstellung neuartiger Materialien besteht darin, lebende Zellen und ihre molekularen Komponenten umfassend als Zellfabriken im industriellen Maßstab zu nutzen. Um Mikroorganismen für die Produktion spezieller Stoffe einzusetzen, verwendet die Biotechnologie das Verfahren des *Metabolic engineering* (siehe Thema „Künstliches Leben“, S. 33). Bei diesem Design von maßgeschneiderten Stoffwechsel- und Synthesewegen in einer Zelle können genetische Steuerelemente und Biosynthese-Gene aus Pflanzen, Tieren oder Mikroorganismen miteinander kombiniert werden, um Mikroben in effiziente Zellfabriken zu verwandeln – und sie etwa für die Herstellung von Medikamenten zu nutzen.

Zu den Musterbeispielen gehört die Produktion des Malariawirkstoffs Artemisinin, der traditionell aus der einjährigen Beifuß-Pflanze *Artemisia annua* extrahiert wird. Die Vorstufe des Wirkstoffs, Artemisininsäure, lässt sich auch von einer gentechnisch veränderten Hefe, einer „Designermikrobe“, produzieren, aus der sich das gewünschte Malaria-Medikament herstellen lässt.⁸² Mittlerweile sind auch synthetische Hefezellen-Fabriken im Labormaßstab möglich, die in Zukunft den potenziellen Krebswirkstoff Noscadin produzieren können (vgl. Li et al. 2018). Manche der vielversprechenden Zellfabriken stellen allerdings zugleich bisherige internationale Regulierungsätze in Frage: Hefepilze lassen sich so verändern, dass sie opium-ähnliche Stoffe produzieren können, womit in Zukunft hochwirksame Schmerzmittel aus einfachsten Materialien entwickelt werden könnten.⁸³ Auch wenn die Herstellung nicht im „Garagenlabor“ möglich sein soll, so stellen sich mit Zellfabriken wie in der Opiatherstellung neue Fragen hinsichtlich Open Science als auch im Umgang mit organisierter Kriminalität.⁸⁴

Neben den medizinischen Anwendungen sollen Bakterien als Zellfabriken zum Beispiel auch natürliche Kunststoffe (siehe Thema „Industrie 4.0 und Bioökonomie“, S. 79) mit hoher Ausbeute und Reinheit fertigen („Bio-

⁸²Aufgrund der hohen Produktion an landwirtschaftlich erzeugtem Artemisinin und dem entsprechenden Preisverfall wurde das synthetische Verfahren aus Hefe kein Markterfolg, hat aber die Innovationstätigkeit auf dem Gebiet stark forciert: Mittlerweile transferierten ForscherInnen den entsprechenden Stoffwechselweg aus dem einjährigen Beifuß in die großblättrige Tabakpflanze, die landwirtschaftlich großflächig angebaut werden kann und große Mengen an Artemisininsäure günstig produzieren kann Fuentes, et al. (2016).

⁸³Siehe Galanie, et al. (2015). Hochrelevant angesichts dessen ist, dass das International Narcotics Control Board INCB der Vereinten Nationen schätzt, dass mehr als drei Viertel der Weltbevölkerung keinen ausreichenden Zugang zu schmerzlindernden Medikamenten für HIV/AIDS, Krebs und sogar Geburten haben.

⁸⁴Open Science sieht die umfangreiche Bereitstellung der Ergebnisse von Forschung vor. Ergebnisse bereitzustellen, die die Möglichkeit bieten, aus einfachen Stoffen Vorstufen von Drogen herzustellen, wären in diesem Fall problematisch.

Nylon⁸⁵). Die maßgeschneiderten Zellfabriken für die industrielle Bioproduktion von Chemikalien, Materialien und Treibstoffen werden allerdings auf gezielter gentechnischer Modifikation beruhen.

Die Risiken eines umfassenden Einsatzes von Zellfabriken sind noch nicht systematisch untersucht, aber die Möglichkeiten in der Medizin, in der bio-basierten Ökonomie und in der industriellen Anwendung sind sehr weitreichend.

Zitierte Quellen

- Fuentes, P., Zhou, F., Erban, A., Karcher, D., Kopka, J. und Bock, R., 2016, A new synthetic biology approach allows transfer of an entire metabolic pathway from a medicinal plant to a biomass crop, *Elife* 5.
- Galanie, S., Thodey, K., Trenchard, I. J., Interrante, M. F. und Smolke, C. D., 2015, Synthetic Biology. Complete biosynthesis of opioids in yeast, *Science* 349(6252), 1095-1100.
- Li, Y. R., Li, S. J., Thodey, K., et al., 2018, Complete biosynthesis of noscapine and halogenated alkaloids in yeast, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 115(17), E3922-E3931.

(PSR)

⁸⁵Vgl. ingenieur.de/technik/fachbereiche/biotechnik/bio-nylon-bakterien-kunststoff-nachwachsenden-rohstoffen-produzieren: