

»Das wahre Gold der Erde ist weder gelb noch schwarz, sondern lebendig.«



Prof. Antranikian, Sie als Biotechnologe erforschen intensiv Einzeller, die in unwirtlichen Gegenden wie dem Polareis oder in der Tiefsee leben. Was ist so interessant an solchen Mikroorganismen?

Diese winzigen Lebewesen haben sich über Jahrtausende an Standorte angepasst, in denen andere Organismen nicht gedeihen können. Sie sind robust gegenüber Kälte, Hitze oder hohem Druck und vermehren sich auch in sehr sauren oder stark salzhaltigen Umgebungen.

Wir wollen verstehen, welche biochemischen Prozesse ihren Stoffwechsel auch unter solch extremen Bedingungen am Laufen halten, und davon lernen.

Wofür lässt sich dieses Wissen nutzen?

Zur Erschließung neuer Rohstoff- und Energiequellen und zur Optimierung von industriellen Produktionsprozessen. Auf Spitzbergen und sogar am Nordpol haben wir beispielsweise Bakterien gefunden, die sich noch bei wenigen Grad Celsius vermehren. Enzyme, die in diesen Einzellern trotz der Kälte die lebenswichtigen biochemischen Reaktionen steuern, können wir in der Lebensmittelproduktion verwenden. Denn Milch oder Joghurt will man bei tiefen Temperaturen verarbeiten, damit die Inhaltsstoffe stabil bleiben. Und wenn man Milchprodukte für Menschen mit einer Milchzucker-Intoleranz herstellen möchte, sind Enzyme gewünscht, die diesen Milchzucker bereits bei wenigen Grad Celsius abbauen.

Warum laufen überhaupt viele chemische Reaktionen nur unter Einsatz von Wärme ab?

Weil organische Substanzen oft aus sehr komplexen Molekülstrukturen aufgebaut sind. Beim Erwärmen beginnen sich diese netzartigen Gebilde zu lockern.

»Mikroorganismen helfen, neue Rohstoff- und Energiequellen zu erschließen.«

Erst dann können die meisten Enzyme ansetzen und die Molekülketten in kleinere Einheiten aufspalten. Das sehen Sie, wenn Sie in die Suppe Stärke geben und sie aufkochen. Auch wenn Sie ölverschmierte

Hände oder verschmutzte Kleider waschen wollen, setzen Sie warmes oder heißes Wasser ein. Doch Wärme bedeutet immer Energieverbrauch, und den möchten wir ebenfalls minimieren.

Dabei können wieder Bakterien vom Nordpol helfen?

Diese Bakterien enthalten Tausende von sogenannten kälteaktiven Enzymen, die man gezielt einsetzen kann, beispielsweise in Waschmitteln. Das Waschmittel arbeitet dadurch bereits bei niedrigeren Temperaturen und hilft somit Energie zu sparen. Es gibt aber viele industrielle Prozesse, bei denen man auf hohe Temperaturen, Druck und Lösungsmittel noch nicht verzichten kann. Denken Sie zum Beispiel an die Papierherstellung, bei der Holz verarbeitet wird. Um solche Verfahren zu optimieren, braucht es ebenfalls neue und robustere Biokatalysatoren, denn die bisher bekannten Enzyme werden unter solch extremen Produktionsbedingungen schnell inaktiv.

Hat die Natur auch hier eine Lösung anzubieten?

Ja, in diesem Fall können wir von Archaeen lernen. Das sind ebenfalls Einzeller, die sich jedoch von Bakterien durch ihren Zellaufbau unterscheiden. Sie gelten deshalb in der Stammesgeschichte der Evolution als eigene Artenfamilie. Einige Forscher sehen in ihnen sogar den Ursprung des Lebens. Die meisten Archaeen sind Extremophile, also Organismen wie die Polarbakterien, die unter extremen Bedingungen existieren. Manche Arten sind mindestens zwei, drei Milliarden Jahre alt und spezialisiert auf heiße Regionen. Sie leben in der

Erdkruste oder am Rand von Vulkanen und auch in der Tiefsee. Tausende Meter tief sitzen sie dort an den Außenwänden von heißen Schloten, sogenannten Black Smokern, und überstehen Temperaturen von über 100 Grad.

Von der Hitzetoleranz solcher Archaeen lernt der Biotechnologe, wie man Holz chemisch aufspalten kann?

An dieser und anderen Anwendungen wird weltweit geforscht. In Hamburg haben wir jüngst Proben erhalten, die von japanischen Wissenschaftlern aus 500 Metern Tiefe der Erdkruste unter dem Pazifischen Ozean herausgebohrt worden sind. In einem Milliliter Bodenprobe fanden wir Millionen von Mikroorganismen oder Spuren ihrer Erbinformation. Dank enorm verbesserter Technologien sind wir heute in der Lage, die Enzymsysteme dieser Organismen sehr schnell und

umfassend zu analysieren. Das Ziel ist es, generell Biokatalysatoren zu finden, denen weder Hitze, Druck noch hoch konzentrierte Lösungsmittel etwas anhaben können. Solche Enzyme sind auch Kandidaten für die optimale Nutzung nachwachsender Rohstoffe wie Holz und andere Biomasse.

»Bakterien vom Nordpol sparen Energie beim Waschen.«

Halten die Enzymsysteme der Extremophilen für uns noch viele Überraschungen bereit?

Mit Sicherheit. Das Potenzial der biologischen Systeme ist riesig. Von allen Mikroorganismen kennen wir heute erst etwa ein Prozent der Arten. Eine optimale Zusammenarbeit von Grundlagenforschung, Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik wird es uns ermöglichen, mithilfe von Extremophilen viele verschiedene industrielle Verfahren ressourcen- und umweltschonender zu gestalten. Wir können es auch schaffen, unsere Vision einer Biorefinerie zu verwirklichen.

Wie muss man sich eine solche Biorefinerie vorstellen?

Das Ausgangsmaterial ist Biomasse, die im Wesentlichen aus den schwer abbaubaren Bestandteilen Zellulose und Lignin besteht. Fleißige Mikroorganismen und maßgeschneiderte Enzyme zersetzen diese Substrate in unterschiedlichste Produkte: chemische Grundstoffe wie Butanol, Propandiol oder Alkohole, Milchsäure für die Lebensmittel- und Pharmaindustrie oder sogenannte Building Blocks, kleine Moleküle, die dann zum Beispiel zu Biokunststoffen weiterverarbeitet werden können.

Damit wären unsere Ressourcenprobleme gelöst?

Nein, aber die Biotechnologie und Extremophile können zur Lösung einen wichtigen Beitrag leisten. Jeden Tag produziert die Natur durch Photosynthese weltweit etwa 400 Millionen Tonnen Biomasse. Wenn wir allein den Teil verwerten, der nicht für die Nahrungsmittelproduktion gebraucht wird, also vor allem Pflanzenreste, können wir bereits beträchtliche Mengen an wertvollen Rohstoffen gewinnen.

Auch Energierohstoffe?

In Deutschland werden wir uns wohl angesichts der beschränkten Landflächen in erster Linie auf die Produktion von speziellen Rohstoffen für die Industrie konzentrieren. Außerdem müssen wir die Technologie weiterentwickeln, in der wir weltweit schon in der obersten Liga mitspielen. Bioenergie in Form von Ethanol oder Methan lässt sich aber selbstverständlich auch in Biorefinerien gewinnen, zum Beispiel durch die Vergärung von Abfällen. Vielleicht können wir künftig in solchen Anlagen sogar Wasserstoff produzieren. Wichtig ist, dass wir die Stoffkreisläufe als Ganzes sehen und nutzen. Knapper und teurer werdende Rohstoffe wie das Erdöl zwingen uns, nach Alternativen zu suchen. Wenn es um die Lösung solcher Herausforderungen geht, war der Mensch schon immer besonders innovativ.