

Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin
Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen
Forschung
Band: - (2001)
Heft: 48

Artikel: Kaltblütige Bakterien
Autor: Bucheli, Erika
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-967529>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Kaltblütige Bakterien

VON ERIKA BUCHELI

FOTOS SUL / BRIGITTE LUSTENBERGER

Wie viel Wärme geben Bakterien ab? Die Frage scheint einfach, erfordert aber ausgeklügelte Messtechnik. Und sie liefert nicht nur für die Bakterienzucht wichtige Daten, sondern auch für das Verständnis des Lebens.

Wer durch die Labors des Instituts für chemische Technik und Biotechnologie der ETH Lausanne spaziert, begegnet Türmen von Messgeräten, Computern und Bildschirmen. Folgt das Auge den unzähligen Kabeln, Schläuchen und Metallröhren, so entdeckt es ein zylinderförmiges Gefäß im Herzen der Versuchsanordnung, gefüllt mit einer trüben Flüssigkeit. Es ist ein Bioreaktor mit einer Bakterienkultur.

«Unser Ziel ist es, den Stoffwechsel von Mikroorganismen und Zellen zu verstehen und ihn besser kontrollieren zu können», erläutert der Leiter der Forschungsgruppe, Urs von Stockar. Dafür machen sich die Biotechnologen eine universelle Eigenschaft des Lebens zu Nutze: die Bildung von Wärme. «Leben und Wärme sind eng miteinander verbunden. Deshalb spricht man auch von der Wärme des Lebens im Gegensatz zur kalten, unbelebten Welt», sagt von Stockar.

Die Wärme ist denn auch ein gutes Mass für die Stoffwechselaktivität eines Organismus. Selbst beim Menschen lassen sich Stoffwech-



selbstörungen entdecken, indem man seine Wärmeabgabe misst. «Für die Biotechnologie hat die Temperaturmessung den Vorteil, dass sie einfach anwendbar ist, keine Probenahme erfordert und kontinuierlich vorgenommen werden kann», erklärt der Biotechnologe Ian Marison. Laufende Probenahmen wären beispielsweise bei der Zucht des Bakteriums *Acetobacter xylinum* schwierig. Es bildet einen speziellen Zucker, der als Verdickungsmittel in Nahrungsmitteln verwendet wird und auch die Bakterienkultur zähflüssig macht. Davon regelmässig Proben für Messungen zu nehmen, ist nahezu unmöglich.

Ian Marison zählt eine ganze Reihe weiterer Anwendungen auf. So die Produktion eines biologischen Schädlingsbekämpfungsmittels durch das Bakterium *Bacillus thuringiensis*. Zusammen mit Biotechnologen aus dem indischen Madras haben die Lausanner die Wärmeproduktion der Bakterien mit anderen Messgrössen des Stoffwechsels, darunter Sauerstoff und Kohlendioxid, verglichen und eine starke Wechselbeziehung gefunden. Nun können die indischen Kollegen anhand der Wärmebildung auf den Zustand der Bakterienkultur schliessen und diese entsprechend hegen und pflegen. «Im grossen Massstab ist Wärme viel einfacher und günstiger zu messen als Kohlendioxid oder Sauerstoff», präzisiert Ian Marison. «Aber man muss zuerst herausfinden, wie die Wärmebildung mit dem Stoffwechsel zusammenhängt.»

Präzise Messung

Und dies ist kein Kinderspiel. So muss die Wärme erst einmal ganz genau gemessen werden. Die Lausanner haben deshalb zusammen mit der Firma Mettler-Toledo äusserst empfindliche Messinstrumente entwickelt und stark kontrollierte Bedingungen geschaffen, um Störfaktoren auszuschliessen. Ein solcher Störfaktor ist der Rotor, der die Zellkultur rührt. Auch er gibt Wärme ab, je nachdem, wie schnell er sich dreht, wie gross die Flüssigkeitsmenge ist oder welchen Widerstand sie bietet. Die Forscher schätzen die Wärmeabgabe des Rotors anhand seines Kraftaufwandes und subtrahieren sie von der gesamten Wärmeproduktion des Bioreaktors. Gemessen wird die gesamte Wärme-

bildung allerdings indirekt, denn die Bakterienkultur muss bei konstanter Temperatur gehalten werden, um optimal zu gedeihen. Der Bioreaktor ist deshalb von einer Schale mit Kühlflüssigkeit umgeben. Vom Kühlaufwand leiten die Biotechnologen die Wärmeabgabe der Bakterien ab. Um Zusammenhänge mit anderen Komponenten des Stoffwechsels zu finden, erfassen zahlreiche Messinstrumente Grössen wie das Säuren-Basen-Verhältnis (pH-Wert), die Biomasse, die Sauerstoff-, Kohlendioxid- und Nährstoffkonzentration.

Wie ein Haushalt

Dass sie vor lauter Kabelschungel den Wald nicht mehr sähen, kann man Urs von Stockar und seinem Team nicht vorwerfen. Denn für die Biotechnologen ist der Stoffwechsel von Mikroorganismen auch von theoretischem Interesse: «Der Stoffwechsel produziert Entropie oder Unordnung, die an die Umwelt abgegeben werden muss.» Von Stockar vergleicht den Organismus mit einem Haushalt, der Abfall produziert. Dieser muss auch immer wieder entsorgt werden, sonst wird die Unordnung im Haus immer grösser. «Lebewesen können die Entropie in zwei Formen abgeben, entweder als ungeordnete Energie, sprich Wärme, oder als ungeordnete Materie, das heisst als zerkleinerte Moleküle.» Menschen bilden beispielsweise viel Wärme und wenige kleine Moleküle. Hefen hingegen produzieren ohne Sauerstoff vermehrt kleine Verbindungen, beispielsweise Alkohol, dafür weniger Wärme. Im Extremfall geben Organismen so viel Unordnung in Form zerkleinerter Moleküle ab, dass sie Wärme aus der Umgebung aufnehmen müssen. Im entgegengesetzten Extremfall ist die Entropie der ausgeschiedenen Verbindungen kleiner als jene der Ausgangsstoffe, was die Organismen mit grosser Wärmebildung kompensieren.

Zwei Extreme

Dies sind keine theoretischen Hirngespinnste, wie die Lausanner Biotechnologen in den letzten Jahren zeigen konnten. Sie haben Bakterien, die gemäss Berechnungen diesen Extremen entsprechen sollten, einer Wärmemessung unterzogen. Als besonders heiss-



Viel Handarbeit: Die Studenten träumen von einem Bioreaktor, der alles selber misst.

blütig hat sich dabei ein Bakterium erwiesen, das Methan aus Wasserstoff und Kohlendioxid bildet. Sensationeller ist aber der Nachweis des kaltblütigen Extremis. Am Beispiel des Methanbakteriums *Methanosarcina barkeri* konnten die Lausanner erstmals zeigen, dass es Lebewesen gibt, die gar keine eigene Wärme produzieren, sondern diese von der Umgebung aufnehmen müssen. Das kühle Methanbakterium spielt bei der Bildung von Biogas eine wichtige Rolle und gewinnt seine Lebensenergie aus dem Abbau von Essigsäure in Kohlendioxid und Methan.

Damit ist die Neugier der Biotechnologen längst nicht gestillt. Doktorand Chris Cannizzaro möchte nun am Beispiel von Algen den Stoffwechsel von Organismen untersuchen, die ihre Energie aus Licht gewinnen. Ausserdem will er gleichzeitig die Stoffwechselprodukte im Inneren und ausserhalb der Zellen messen. Dank spektroskopischer Methoden ist dies möglich, ohne in die Zellkultur einzugreifen. «Wenn wir alle wichtigen Substanzen kontinuierlich erfassen können, ist es viel einfacher zu beobachten, welchen Weg der Stoffwechsel bei Veränderungen der Nährstoff- oder Umweltbedingungen einschlägt», bilanziert Urs von Stockar. Und schliesslich sind auch ganz menschliche Bedürfnisse im Spiel: «Die Studierenden träumen von einem Bioreaktor, der alles selbst misst – damit sie nicht mehr nächtelang im Labor stehen müssen.» ■

Bioreaktoren im Einsatz: Die Bakterienart bestimmt die Farbe der Kultur.