



# Biologische Verfahrenstechnik der Mikroben

**Bakterien, Pilze und Algen produzieren aus einfachen Ausgangsstoffen wertvolle Substanzen. Sie können umweltfreundliche Kunststoffe herstellen und Metalle abbauen.**

Bakterien sind Lebewesen im Graubereich zwischen Tier- und Pflanzenwelt. Sie waren die ersten lebenden Zellen auf unserem Planeten und besiedeln seit über drei Milliarden Jahren die Erde. Im Verlauf der Evolution hatten die Bakterien genug Zeit, die unterschiedlichsten Eigenschaften anzunehmen.

Man findet sie überall und sogar dort, wo Leben sonst kaum existieren kann: in Schwefelquellen, Vulkanspalten, kochendem Wasser, ölhaltigem Gestein, im Gletschereis und in der ewigen Nacht der Tiefsee. Mikrobiologen vermuten um die 500'000 Bakterienarten, näher erforscht wurden bisher lediglich ein paar Tausend.

Bakterien und andere Mikroben sind für den Menschen nicht nur krank machender Feind – von Tuberkulose, Listeriose und Borreliose bis zu Cholera, Lepra und Pest –, sondern auch hilfreicher Freund.

“ Bei Global Bioenergies in Leuna, Deutschland, sind bereits Mikroben im Einsatz. Sie produzieren Biokraftstoffe oder andere petrochemische Bausteine wie Isobuten aus erneuerbaren Ressourcen.

Global Bioenergies entwickelte das Verfahren, und Sulzer war einer der Industriepartner in diesem Projekt. Sulzer Chemtech lieferte eine spezielle Reinigungsskid für die Demonstrationsanlage in Leuna. Dort wird Isobuten in einem Bioreaktor produziert und verlässt es als Gas. Die Sulzer-Ingenieure entwickelten ein Verfahren zum Auffangen und Reinigen des gasförmigen Produkts, das in einen Biokraftstoff umgewandelt werden kann, der in Autos verwendet wird.



Sehen Sie, wie der Sulzer-Skid installiert wurde.

Global Bioenergies ist führend in der Entwicklung von Verfahren zur Umwandlung nachwachsender Rohstoffe in Kohlenwasserstoffe durch Fermentation. Im Mittelpunkt in Leuna steht die Herstellung von Isobuten, einem der wichtigsten petrochemischen Bausteine, der zu Kraftstoffen, Kunststoffen und Elastomeren verarbeitet werden kann.

**Jacques Juvet**, Head Sales Process Plants, Allschwil, Switzerland

### Umweltfreundliche Kunststoffe

Vor vierzig Jahren begannen Wissenschaftler des englischen Chemiemultis ICI zu erforschen, wie sie *Alcaligenes eutrophus* zum Produzenten neuartiger Kunststoffe machen könnten. Das Bakterium speichert von Natur aus seinen Energievorrat im Zellinnern als Hydroxybuttersäure. Durch Futterzusätze liess sich die Mikrobe dazu bewegen, Polyhydroxybuttersäure – ein Polyester – zu produzieren, die so robust und wasserfest wie konventionelle Kunststoffe ist, sich auf dem Komposthaufen aber innert Wochen zu Kohlendioxid und Wasser abbaut. Nun wird der umweltfreundliche Kunststoff etwa für Shampooflaschen und Wegwerf-Rasierzeug verwendet.

An der ETH in Zürich hat man mit *Pseudomonas oleovorans* einen weiteren Biokunststoff-Fabrikanten gezüchtet. Das erdölfressende Bakterium lagert in seinen Zellen überschüssiges Oktan. Durch eine Nachbehandlung des Oktans lässt sich eine Art weicher Kautschuk gewinnen, der zwischen  $-20^{\circ}$  und  $+170^{\circ}$  Celsius stabil ist, nach Gebrauch aber wiederum von Kompostbakterien verdaut werden kann.

### Mikroben als Bergleute

Für das Bohren, Schürfen und Schaufeln im Bergbau hat der menschliche Erfindergeist immer grössere Maschinen entwickelt. Dass sich die Schätze des Erdinnern auch mit unsichtbar kleinen Helfern gewinnen lassen, gehört zu den faszinierendsten Erkenntnissen der neueren Zeit.



### Im Einsatz für die Foodindustrie

Schon vor 8'000 Jahren machten die Babylonier mit Hilfe von *Saccharomyces cerevisiae* Bier. Dank ihrer Fähigkeit, Zucker in Kohlendioxid und Alkohol umzuwandeln, wurde die Bierhefe zum unentbehrlichen Helfer der Bierbrauer, Winzer und Bäcker (die sie zum Säuern von Brot verwenden).

Auch transformieren Schimmelpilze wie *Penicillium camemberti* oder *Penicillium roqueforti* Milch zu geschätzten Käsespezialitäten. Lacto- und Bifidobazillen machen Milch zu Joghurt und folglich haltbar. Und für die beliebten Löcher im Schweizer Emmentalerkäse sorgen Propionsäure-Bakterien.

Abb. 1 Bakterien stellen die Löcher im Schweizer Emmentalerkäse – ganz ohne Bohrer – her.



Abb. 2 Die Meeresalge *Sargassum* kann Metall an ihre Zellwände anlagern.

1947 entdeckte man in sauren Kohlegrubenwässern ein Bakterium, das Schwefel, Eisen und Kupfer oxidieren kann. Mit diesem *Thiobacillus ferrooxidans* lassen sich Sulfide der Erzlagerstätten in lösliche Metallsulfate wandeln – das Metall kann relativ einfach aus der Lauge extrahiert werden. Die Methode hat mittlerweile zur Nutzung minderwertiger Erzvorkommen und für die Zweitgewinnung aus Abraumhalden grosse Bedeutung erlangt. Dabei genügt es, die riesigen Schotterhalden der Minen mit angesäuertem Wasser zu besprühen, denn die Bakterien sind von Natur aus schon an Ort.



Herbert Cerutti  
Maseltrangen, Schweiz

Grosses Interesse finden auch Mikroben, die Metalle nicht nur löslich machen, sondern fest an die Zellwand anlagern oder sogar fressen. Die Meeresalge *Sargassum natans* kann aus goldhaltigen Gewässern Goldmengen von bis zu 40% ihres Eigengewichtes in die Zellen einlagern.

Andere Mikroben haben Blei, Radium und Zinn auf dem Menüplan. Damit eröffnet sich die biotechnische Möglichkeit, Abwässer und industrielle Abfälle kostengünstig von Schwermetallen zu befreien.