

# Gefrässige Bakterien als Umweltsanierer

Mit ausgewählten Mikroorganismen lassen sich verseuchte Böden und kontaminiertes Grundwasser sanieren – vor Ort, rasch und kostengünstig.

TEXT

ELSBETH HEINZELMANN

**K**urz nach Mitternacht prallte am 24. März 1989 die 300 Meter lange Exxon Valdez in den Gewässern Süd-Alaskas auf das Bligh-Riff, zerbarst und löste damit eine der grössten Umweltkatastrophen der Seefahrt aus. Über 40'000 Tonnen Rohöl flossen in den Prinz-William-Sund, verpesteten die Region, zerstörten die Fauna, bewirkten den grausamen Tod Hunderttausender von Seevögeln und Meeresbewohnern.

## Mineralöl auf der Speisekarte

Um die Ölpest anzupacken, setzten die Sanierungsverantwortlichen erstmals in grossem Stil Mikroorganismen ein, welche die 1'800 Kilometer Strand der Küstenlinie von Alaska effizient reinigten. Diese fresslustigen Gesellen können die meisten Mineralölkomponenten «verfüttern»,

indem sie diese als Kohlenstoff- und Energiequelle verwerten. Schon in den ersten Monaten nach dem Unfall war ein schneller Abbau zu beobachten, jedoch nur, wo der Boden porös, die Bodenfauna und -flora intakt waren. Ihren Dienst versagten die Mikroorganismen dort, wo Helfer versucht hatten, mit Heissdampf den Ölschlick vom Boden zu lösen, denn damit wurde der Boden steril.

In Mikroorganismen steckt beachtliches Potenzial für biologische Sanierungsverfahren von Altlasten. Nach konventionellen Methoden wird die mit Schadstoffen belastete Erde ausgebaggert, wandert in spezielle Anlagen zur Verbrennung oder auf eine Deponie. Ersteres kommt teuer zu stehen, es lässt sich damit aber gut Geld verdienen; letzteres löst das Problem nicht, sondern verschiebt es lediglich auf später, das Risiko bleibt bestehen. Dagegen packen Mikroorganismen das Übel an der Wurzel in der Erde oder im Grundwasser zu anorganischen Verbindungen abbauen. «Anders als traditionelle Behandlungstechniken auf chemischer und mechanischer Grundlage, beschleunigen Sanierungsverfahren mit mikrobieller Biotechnologie die natürlichen Abbauprozesse und dies rasch und kostengünstig», erklärt Dr. Trello Beffa. «Mit Bakterien und Pilzen lassen sich die meisten der gängigen Schadstoffe abbauen, ob Kohlenwasserstoffe, Mineralöle, chlorierte Lösungsmittel, Phenol und bald auch Dioxine.» Der Tessiner arbeitete während zehn Jahren an der Uni

Neuchâtel als Leiter der Gruppe Biodegradation und isolierte Bakterien, die sich bei hohen Temperaturen in der Kompostierung rasch vermehren und für die Wiederverwertung von urbanen und industriellen organischen Abfällen eignen. Einen ersten durchschlagenden Erfolg erzielte Trello Beffa in Mailand: Innert fünf Monaten sanierte er das alte Fabrikgelände von Alfa Romeo, dessen Böden seit 20 Jahren mit Heizöl, schweren Mineralölen und giftigen Kohlenwasserstoffen stark verseucht waren.

## Laborverfahren für den Markt

Im Jahr 2002 gründete Trello Beffa die MADEP SA als Spin-off der Uni Neuchâtel mit der Idee einen Bioreaktor zu realisieren und mit geeigneten Mikroorganismen unter spezifischen, kontrollierten Umweltbedingungen Verfahren für die Behandlung von organischen Abfällen zu entwickeln. Mit der anfänglichen finanziellen Unterstützung des SNF und anschliessend in Zusammenarbeit mit der Firma Infors AG und der KTI, der Förderagentur für Innovation, welche den Forschungsaufwand mitfinanzierte konnte schliesslich im Jahr 2005 mit Terrafors ein pffiffiger Bioreaktor aus der Taufe gehoben werden.

Der rostfreie Stahlbehälter mit einem Fassungsvermögen von 15 Litern vermischt als rotierende Trommel Proben von Böden, organischen Abfällen sowie natürlichen und kontaminierten Feststoffen. Im präzise kontrollierten Umfeld lassen sich

MADEP/Infors



Regulieren des fermentierten Materials während Entleerung.

spezielle Mikrobengemeinschaften auswählen und kultivieren. Dazu gehören Bakterien, auch Actinomyzeten, und Pilze – Schimmel und Hefen eingeschlossen –, mit aeroben, mikroaerophilen und anaeroben Bedürfnissen über einen weiten Temperaturbereich. Verbunden mit Datenerfassung und Steuersoftware erlaubt TERRAFORS, Aspekte des Bioabbaus, der Biosanierung und der Feststofffermentation schnell zu evaluieren und die erforderlichen Verfahrensparameter zügig zu optimieren.

**Omnipräsente Schadstoffquellen**

Das Einsatzgebiet reicht von der Verfahrensentwicklung und dem Screening im Labormassstab über die Abwasserbehandlung und die Biosanierung von Böden in Deponien bis zur Dekontamination und dem Recycling von festen und halbfesten Abfallprodukten sowie der Kompostierung und der Verfahrensentwicklung in der Feststofffermentation. «Im Vergleich zu überfluteten Kulturen im Fermenter liegen die Vorteile des Feststofffermenters klar auf der Hand», resümiert Trello Beffa. «Die Produktivität der Enzyme ist bis zu 10x grösser, die höheren Erträge lassen sich in kürzerer Zeit erzielen und dies meist einfacher und mit geringerem Energieverschleiss. Zudem ist das Downstream processing weniger aufwändig.» Doch mit technischem

Equipment ist es nicht getan: «Zuerst gilt es vor Ort eine hydrogeologische und chemische Charakterisierung vorzunehmen, bestehende Behandlungsverfahren zu evaluieren, die Ziele der Entwicklung zu definieren, die Verfahren mit Kundenmuster zu entwickeln», so der Umweltbiologe. «Nur eine enge Zusammenarbeit mit Hydrologen, Geologen, analytischen Chemikern, Bauingenieuren und den Behörden führt zum Erfolg.»

Potenzielle Schadstoffe lauern überall, seien es Schwermetalle, die Kohlenwasserstoffe der Gasfabriken oder chlorierte Lösungsmittel der Industrie. Ein Problem sind die Schiesplätze, wo jährlich Hunderte von Kilo Blei, Antimon und Arsen in den Boden wandern – kein beruhigender Gedanke, bezieht doch die Schweiz fast 80% ihrer Wasserversorgung aus unterirdischen Wasserläufen. Boden ist nicht limitiert auf die Oberfläche, sondern umfasst Sedimentgestein und anderes durchlässiges Material, sowie die Reserve von unterirdischem Wasser. Bodenkontamination beeinflusst aber auch andere Umweltkomponenten wie Atmosphäre, Hydrosphäre, Biosphäre und Lithosphäre, die bis in 1200 km Tiefe reichende Gesteinshülle der Erde. «Bodenkontamination kann punktuelle Quellen haben wie eine unkontrollierte Deponie, ein ehemaliges Industriegelände, undichte Rohrleitungen oder Speichertanks»,

INFO	<b>DIE MO VON MADEP</b>
<p>Zu den erfolgreich gelösten Problemen durch MADEEP gehört die Behandlung von Böden und Sand, die mit Schweröl und Paraffin, Kerosin oder mit dem sehr hartnäckigen aromatischen Kohlenwasserstoff Phenanthren kontaminiert wurden. Vorzeigebispiel ist die Raffinerie Petroplus in Cressier, wo MADEP 400 m<sup>3</sup> mit Kerosin kontaminierte Böden mit einer Effizienz von über 98% reinigte. Ein spezielles Thema sind Öl und Fett, ein nur schlecht bioabbaubarer Anteil an kommunalen Abwässern sowie die Biobehandlung von chlorierten Kohlenwasserstoffen.</p> <p><a href="http://www.madep-sa.com">www.madep-sa.com</a></p>	

so Trello Beffa. «Aber es existieren ebenso diffuse Quellen wie Schadstoffe aus der Atmosphäre von Industrie, Heizöl der Wohnungen, Strassenverkehr, der sorglose Umgang mit Düngemitteln in der Landwirtschaft, Pestizide und Herbizide oder das Deponieren von kontaminiertem Abwasserschlamm.» Laut BUWAL weist die Schweiz von 50'000 bis 60'000 belastete Standorte auf. Es sind dies sowohl Deponien und so genannte «wilde Ablagerungen» wie auch Betriebs- und Unfallstandorte, an denen Abfälle abgelagert wurden oder wo Umwelt gefährdende Stoffe versickerten. Rund 3000 bis 4000 davon sind sanierungsbedürftig, da davon in irgendeiner Form unzulässige Belastungen für Boden, Grundwasser, Oberflächengewässer und Luft ausgehen. Trello Beffa's gefräßige Bakterien und Pilze haben also einiges zu tun. □

INFO	<b>INFORS HT – SCHRITTMACHER MIT FERMENTERN</b>
<p>Als Alexander Hawrylenko im Jahr 1965 die Infors AG gründete, setzte er mit dem Patent für die erste Schüttelmaschine für Hochgeschwindigkeits-Anwendungen neue Standards. Stets am Ball neuester Technologien entwickelte seine Crew neun Jahre später den patentierten Magnetantrieb. Es folgten die ersten Schüttler und Inkubationsschüttler, massgeschneidert auf spezifische Anwendungen, dann die erste Fermenter-Produktlinie, welche – klein und kompakt – die knappen Raumverhältnisse der Labors berücksichtigt. Mit einer Neustrukturierung 1985 wandelte sich die Infors vom kleinen zum mittleren Unternehmen mit integrierter PPS, erlangte 1996 die Zertifizierung ISO 9001. Inzwischen ist die Infors in ganz Europa vertreten, unterhält eine Partnerschaft mit den USA, beschäftigt über 70 Mitarbeitende am Hauptsitz Bottmingen bei Basel. Durch die rege Zusammenarbeit mit akademischen Forschungsinstituten fliesst das in 40 Jahren aufgebaute Know-how in stets neue Innovationen für Forschung, Verfahrensentwicklung und Kleinproduktion.</p> <p style="text-align: right;"><a href="http://www.infors-ht.com">www.infors-ht.com</a></p>	

**Kontakt:**

MADEP SA  
 Z.I. Maladières 22  
 CH-2022 Bevaix

Infors HT  
 Rittergasse 27  
 CH-4103-Bottmingen