

Press release

Empa - Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt

Rainer Klose

06/17/2021

<http://idw-online.de/en/news770907>Research results
Chemistry, Environment / ecology
transregional, national

Entgifter aus der Deponie

Bakterien aus einer indischen Mülldeponie könnten helfen, chemische Altlasten zu beseitigen. Im Fokus stehen Pestizide wie Lindan oder bromierte Flammschutzmittel, die sich in der Natur und in Nahrungsketten anreichern. Forscher der Empa und der Eawag erzeugten mit Hilfe dieser Bakterien Enzyme, die solche Chemikalien zerlegen können.

Die Produktion von Chemikalien ist eine umständliche Sache. Oft entsteht in der Fabrik nur zu einem kleinen Teil das, was man eigentlich möchte. Der grosse Rest ist unbrauchbar – oder gar schlimmer. Beispiele? Das Entlaubungsmittel «Agent Orange», das die USA im Vietnamkrieg einsetzten, war in grosser Eile produziert. Es enthielt als Verunreinigung Dioxin. So verloren nicht nur Bäume in der Kampfzone ihr Laub, auch US-Soldaten und vietnamesische Zivilisten erkrankten Jahre später an Krebs.

Auch aus der Landwirtschaft gibt es Beispiele: Bei der Herstellung des Insektizids Lindan, einem Hexachlorocyclohexan (HCH), entsteht nur zu maximal 15 Prozent der gewünschte Stoff. 85 Prozent der Reaktionsbrühe ist dagegen Sondermüll. In den 1950er-Jahren wurde diese giftige Mischung noch komplett auf Felder und Obstplantagen verspritzt, danach trennte man das wirksame Lindan ab und verkaufte es rein, den Rest verbrachte man auf Mülldeponien. Dort liegen die Chemikalien oft heute noch. Seit 2007 ist Lindan in der EU verboten, in der Schweiz wird es schon länger nicht mehr eingesetzt.

Auch das Flammschutzmittel Hexabromocyclodekan (HBCD) ist eine Mischung aus mehreren Stoffen. Es wurde in den 1970er-Jahren erfunden, im Massstab von mehreren 10 000 Tonnen pro Jahr produziert und in Polystyrol-Dämmplatten für Hausfassaden, in Textilien und in Plastik von Elektrogeräten verwendet. Seit 2014 ist es weltweit verboten. In der Schweiz wird HBCD-haltiger Kunststoff nicht recycelt, sondern muss in der Kehrichtverbrennung vernichtet werden.

International geächtet

Seit 2004 regelt das «Stockholmer Abkommen über persistente organische Schadstoffe» den Umgang mit solchen langlebigen Umweltgiften (<https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2004/347/de>). Die Schweiz ratifizierte die Vereinbarung 2003. Doch all diese Stoffe sind bereits in der Umwelt – und zwar fein verteilt. HBCD kommt in Klärschlamm, in Fischen, in Luft, Wasser und Boden vor. Der WWF nahm 2004 Blutproben von elf europäischen Umweltministern und drei Gesundheitsministern und konnte HBCD und Lindan im Blut jedes Amtsträgers nachweisen.

Bakterien, die Retter aus dem Boden

Es fragt sich: Können wir den Chemie-Müll der vergangenen Generationen wieder einsammeln oder unschädlich machen? Zum Glück schrecken Wissenschaftler auf ihrer Suche nach Lösungen auch vor ekligen Orten nicht zurück: 1991 entdeckten sie fast zeitgleich in Chemiemülldeponien in Frankreich, Japan und Indien drei Bakterienstämme, die Lindan und seine nutzlosen chemischen Geschwister verzehren konnten: *Sphingobium francense*, *Sphingobium japonicum* und

Sphingobium indicum. Könnten diese Bio-Saubermacher vielleicht auch das Flammschutzmittel HBCD und andere Gifte verdauen?

Der Empa-Chemiker Norbert Heeb und der Eawag-Mikrobiologe Hans-Peter Kohler machten gemeinsam mit Forschenden der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) und zweier indischer Institute die Probe aufs Exempel. Gemeinsam modifizierten sie die Gene der indischen Bakterien und produzierten HCH-abbauende Enzyme in Reinform. Ein Enzym ist ein Eiweiss-Molekül, sozusagen ein Bio-Katalysator, mit dem Bakterien, aber auch andere lebende Zellen, chemische Stoffe aufbauen bzw. zerlegen können. Das Schadstoffmolekül HCH fügt sich in das Enzym ein, wie ein Schlüssel in ein Schloss. Dann wird ein Teil des Moleküls abgespalten. Die Bruchstücke werden wieder freigegeben, und das Enzym ist dann wieder bereit zur Aufnahme des nächsten Schadstoffmoleküls.

Mutationen eröffnen Chancen

Zusammen mit der Bachelor-Studentin Jasmin Hubeli untersuchte Norbert Heeb nicht nur die in den Deponien vorkommenden Enzym-Varianten, sondern auch ein Enzym, das aus einem genetisch veränderten Bakterienstamm gewonnen worden war. Hier hatten die Forscher das «Schlüsselloch» absichtlich vergrößert, damit die grösseren HBCD-Moleküle besser zerlegt werden können. Das Ergebnis: Die genetische Modifikation an den Bakterien beeinflusste tatsächlich die Geschwindigkeit, mit der der Schadstoff abgebaut wurde.

Empa-Forscher Heeb stimmen diese Ergebnisse hoffnungsvoll: «Damit haben wir nun tatsächlich eine Chance, diese von der Menschheit produzierten und grossflächig verteilten, langlebigen Gifte mit biologischen Methoden unschädlich zu machen.» Doch bis dahin ist es noch ein weiter Weg. Das Schlüssel-Schloss-Prinzip der hilfreichen Enzyme muss noch genauer durchschaut werden, bevor es in Zukunft massgeschneiderte Enzyme für Chemiegifte geben kann.

contact for scientific information:

Dr. Norbert Heeb, Empa
Advanced Analytical Technologies
Phone +41 58 765 69 63
Norbert.Heeb@empa.ch

Dr. Hans-Peter Kohler, EAWAG
Environmental Microbiology
HansPeter.Kohler@eawag.ch

Original publication:

NV Heeb, J Hubeli, T Fleischmann, P Lienemann, N Nayyar, R Lal, HP Kohler; Transformation of γ -HBCD with the Sphingobium Indicum enzymes LinA1, LinA2 and LinATM, a triple mutant of LinA2; Chemosphere (2021); doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.129217

URL for press release: <https://www.empa.ch/web/s6o4/altlasten>



Mülldeponie in Indien: Hier entstand ein äusserst nützliches Bakterium.
Norbert Heeb
Empa