

Press release

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH Zürich)

Peter Rüegg

09/13/2024

<http://idw-online.de/en/news839633>

Research results, Scientific Publications
Environment / ecology
transregional, national



Neue Methode im Kampf gegen ewige Chemikalien

Forschende der ETH Zürich haben eine neue Methode entwickelt, um eine gefährliche Untergruppe von PFAS, sogenannte PFOS, abzubauen. Mit Hilfe von Nanopartikeln und Ultraschall könnte die Piezokatalyse zukünftig eine effektive Alternative zu bestehenden Verfahren bieten.

Feuerlöschschäume, Antihaft-Kochgeschirr, wasserabweisende Textilien und Pestizide haben eines gemeinsam: Sie alle enthalten sogenannte PFAS (per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen) – von Menschen geschaffene Chemikalien, die nicht von selbst auf natürliche Weise abgebaut werden. Kein Wunder also, dass PFAS mittlerweile Böden und Gewässer verunreinigen und auch im Körper von Mensch und Tier nachweisbar sind. Die Gefahren sind bekannt: Die ewigen Chemikalien können unter anderem die Leber schädigen, Hormonstörungen auslösen und Krebs verursachen.

Forschende aus der Gruppe von Salvador Pané i Vidal, Professor am Institut für Robotik und Intelligente Systeme, haben eine neue Methode entwickelt, um eine Untergruppe der PFAS, die PFOS (Perfluorooctansulfonate), abzubauen. PFOS sind aufgrund ihrer Toxizität mittlerweile stark eingeschränkt oder sogar verboten. «Das Hauptproblem besteht darin, dass die Moleküle aus langen Kohlenstoffketten bestehen, die von Fluoratomen umgeben sind. Diese Kohlenstoff-Fluor-Bindung ist so stark, dass man sehr viel Energie braucht, um sie aufzubrechen», sagt Andrea Veciana, Doktorandin bei Pané i Vidal.

Moleküle mit Ultraschall und Nanopartikeln abbauen

Um die PFOS-Moleküle aufzubrechen und damit im Wasser abzubauen, setzten die Forschenden erstmals die Piezokatalyse ein. Piezo bezieht sich auf die Piezoelektrizität, auf eine elektrische Spannung, die bei mechanischer Verformung entsteht. Katalyse meint die Beschleunigung einer chemischen Reaktion durch geeignete Substanzen. «Wir haben Nanomaterialien entwickelt, die piezoelektrisch sind. Mit bloßem Auge sieht dieses Material ein bisschen wie Sand aus», sagt Veciana. Im Ultraschallbad laden sich diese Partikel elektrisch auf und wirken als Katalysator. Pané i Vidal ergänzt: «Es ist diese elektrische Ladung, die die ganze Kette von Reaktionen in Gang setzt und die PFOS-Moleküle Stück für Stück abbaut. Deshalb nennt man die Nanopartikel piezoelektrisch.»

Um die PFOS-Konzentration in ihren Proben messen zu können, arbeiteten die Forschenden mit Samy Boulos, einem Analysespezialisten des Labors für Lebensmittelbiochemie, zusammen. Die Forschenden konnten mit einem Massenspektrometer nachweisen, dass 90,5 Prozent der PFOS-Moleküle abgebaut wurden. «Man muss allerdings hinzufügen, dass wir mit einer sehr hohen Konzentration von vier Milligramm pro Liter gearbeitet haben», sagt Veciana. «In der Natur, zum Beispiel in Seen und Flüssen liegt die PFOS-Konzentration bei weniger als einem Mikrogramm pro Liter. Je geringer die Konzentration, desto länger dauert es, bis die PFOS abgebaut sind.» Einige Technologien, die derzeit entwickelt werden, konzentrieren das Wasser zuerst und zerstören die PFOS erst anschliessend. Dies wäre auch bei der Piezokatalyse ein wichtiger Schritt, den man in einem konkreten Anwendungsfall wie dem Abwasser der chemischen Industrie umsetzen müsste.

Besser als bisherige Methoden

Das Potenzial der neuen Methode wird deutlich, wenn man die bisherigen Möglichkeiten zum Abbau von PFAS betrachtet. «Eine Methode ist die thermische Zersetzung, die mit über 1000 Grad Celsius sehr energieintensiv ist», sagt Veciana. PFAS können auch durch Photokatalyse abgebaut werden. Das ist ein ähnlicher Prozess wie die Piezokatalyse, aber statt mechanischer Energie wird Licht zur Aktivierung des Katalysators verwendet. Das Hauptproblem dieser Methode: In der Praxis geht es darum, Abwasser zu behandeln. Dieses ist trüb und nur wenig Licht kann es durchdringen. Veciana nennt eine dritte Methode: «Man kann auch die Absorption nutzen. Dabei nimmt man eine Art Schwamm, der die Schadstoffe aus dem Wasser aufnimmt. Aber damit verschiebt man das Problem von einem Ort zum anderen. Denn nun muss eine Lösung für den mit PFAS-durchsetzten Schwamm gefunden werden.»

Die Nachteile der bestehenden Methoden waren mit ein Grund für die ETH-Forschenden, nach einem neuen Weg zu suchen, um PFAS abzubauen. Die Piezokatalyse hat den Vorteil, dass sie mit verschiedenen mechanischen Energiequellen funktioniert. «Wenn Wasser in Kläranlagen gereinigt werden muss, und ohnehin schon Turbulenzen im Wasser vorhanden sind, könnte man diese Energie vielleicht nutzen, um PFAS im Wasser abzubauen», sagt Veciana.

Gemeinsam gegen PFAS

Was den Forschenden im Labor mit Wasserproben von 50 Millilitern gelungen ist, lässt sich leider noch nicht in die Praxis übertragen. «Die Skalierbarkeit unserer Methode ist eine der grössten Herausforderungen», sagt Pané i Vidal. «Es ist uns aber gelungen zu zeigen, dass die Piezokatalyse als Methode zum Abbau von PFOS funktioniert und Vorteile gegenüber bisherigen Methoden hat.» Die Methode könne zudem nicht nur auf PFOS, sondern auf alle PFAS sowie andere Mikroschadstoffe angewendet werden.

Generell sollten Methoden zum Abbau von PFAS eingesetzt werden, bevor die Chemikalien in die Umwelt gelangen, also in den Kläranlagen der Industriebetriebe oder in gesammeltem Wasser aus der Landwirtschaft, das wiederverwendet werden soll. «Unternehmen sollten alle möglichen Massnahmen zu ergreifen, um sicherzustellen, dass das Wasser, das sie in die Umwelt ableiten, so sauber wie möglich ist», sagt Pané i Vidal. Veciana fügt hinzu: «PFAS sind ein globales Problem, das in erster Linie durch politische Veränderungen und mehr Transparenz angegangen werden sollte.» In den Medien wird bereits viel über ein PFAS-Verbot und strengere Vorschriften berichtet, die die Industrie zu mehr Transparenz bei der Verwendung von PFAS zwingen sollen. Veciana betont: «Dennoch ist es auch wichtig, Innovationen durch Forschung voranzutreiben, um die bereits vorhandene Belastung durch PFAS so weit wie möglich zu reduzieren und zu beheben.»

contact for scientific information:

Prof. Salvador Pané i Vidal, Email: vidalp@ethz.ch

Original publication:

Veciana A, Steiner S, Tang Q, Pustovalov V, Llacer-Wintle J, Wu J, Chen X, Manyiwa T, Ultra Jr. V, Garcia-Cirera B, Puigmartí-Luis J, Franco C, Janssen D, Nyström L, Boulos S, Pané S: Breaking the Perfluorooctane Sulfonate Chain: Piezocatalytic Decomposition of PFOS Using BaTiO₃ Nanoparticles. *Small Science* 2400337. doi: 10.1002/smssc.202400337

URL for press release: <https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2024/09/neue-methoden-im-ka-mpf-gegen-ewige-chemikalien.html>