Nanofiltration: Wasser wirksam von Glyphosat befreien

Membranen mit nanometerkleinen Poren können das Herbizid Glyphosat und sein Abbauprodukt AMPA aus dem Wasser filtern. Wie gut das gelingt, hängt nicht nur von der Größe und der Ladung der Moleküle ab, sondern auch von deren Hydration: Je stärker die Wasserhülle, desto schwerer gelangen sie durch die Membran. Das haben Forschende des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) festgestellt. Ihre Erkenntnisse tragen dazu bei, die Nanofiltration weiter zu verbessern, um Menschen weltweit mit sauberem Wasser zu versorgen. Ergebnisse in Nature Communications.

Wasser ist grundlegend für alles Leben – Verunreinigungen schaden Mensch und Umwelt. Eine besondere Herausforderung stellen Herbizide dar, die in der Landwirtschaft gegen Unkräuter eingesetzt werden. Das weltweit meistverwendete Herbizid ist Glyphosat. Seinen Einsatz bewerten Fachleute unterschiedlich, da Studien Hinweise auf mögliche Risiken wie eine krebserzeugende Wirkung beim Menschen, Nervenschädigungen sowie Auswirkungen auf die biologische Vielfalt diskutieren. Nach der Anwendung in Gärten oder in der Landwirtschaft kann Glyphosat in den Wasserkreislauf gelangen. Um die Wasserressourcen zu schützen, bedarf es effizienter Aufbereitungstechnologien.

Membranen lassen Wasser durchströmen und halten Schadstoffe zurück

Forschende vom Institute for Advanced Membrane Technology (IAMT) des KIT arbeiten an innovativen Membranmaterialien, die Wasser hindurchlassen und Schadstoffe zurückhalten. In einer neuen Studie haben sie sich gemeinsam mit Forschenden der Ruhr-Universität Bochum, der Südböhmischen Universität in Budweis in Tschechien und der Universität Lodz in Polen damit beschäftigt, wie sich Glyphosat und Aminomethylphosphonsäure (AMPA) durch Nanofiltrationsmembranen entfernen lassen. AMPA entsteht vor allem im Boden als Abbauprodukt von Glyphosat. Es weist ähnliche chemische Eigenschaften auf, bleibt jedoch länger erhalten.

Die Nanofiltration ist ein druckgetriebenes Verfahren, bei dem die Poren der Membranen nur wenige Nanometer messen. „Unsere Untersuchungen zeigen, dass das Entfernen von Schadstoffen wie Glyphosat nicht nur von der Größe der Moleküle und deren Ladung abhängt, sondern auch stark von der Wasserumgebung“, sagt Professorin Andrea Iris Schäfer vom IAMT des KIT und korrespondierende Autorin der Studie. „Diese Erkenntnis hilft uns, die Nanofiltration weiter zu verbessern – und damit Menschen weltweit mit sauberem, sicherem Wasser zu versorgen.“

Nanofiltrationsmembranen halten Schadstoffe auf verschiedene Weisen zurück: Erstens funktionieren sie wie ein Sieb. Moleküle, die größer als die Poren sind, können nicht hindurchgelangen. Zweitens tragen viele Membranen elektrische Ladungen und stoßen Ionen mit der gleichen Ladung ab. Drittens sind Moleküle in Wasser oft von einer Hülle aus angelagerten Wassermolekülen umgeben. Diese Hydration beeinflusst, wie groß die Moleküle im Wasser wirken und wie schwer sie durch die Membran gelangen.

Höhere pH-Werte gehen mit stärkerer Hydration der Moleküle einher

„Wir konnten zeigen, dass der pH-Wert der wässrigen Lösung sowie der Druck bei der Nanofiltration die Entfernung von Glyphosat und AMPA entscheidend beeinflusst“, so Phuong Bich Trinh, Doktorandin am IAMT. Je nach pH-Wert, also je nachdem, wie sauer oder basisch die Lösung ist, können die Moleküle unterschiedlich geladen sein. Bei höheren pH-Werten gewinnt der Ladungsausschluss an Bedeutung. Außerdem verstärkt sich damit auch die Hydration der Moleküle, sodass sich Glyphosat und AMPA leichter aus dem Wasser entfernen lassen. Höherer Druck kann allerdings dazu führen, dass die Hydrationsschicht teilweise zerstört wird – was die Entfernung wiederum erschwert.

Die Hydrathülle organischer Stoffe lässt sich jedoch nur schwer messen. Für ihre Untersuchungen nutzten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Ruhr-Universität Bochum die Fourier-Transformations-Infrarotspektroskopie (FTIR-Spektroskopie), bei der Infrarotlicht mit Molekülschwingungen wechselwirkt. Forschende der Südböhmischen Universität in Budweis und der Universität Lodz ergänzten die Experimente durch computergestützte Molekulardynamik-Simulationen. Die Studie trägt wesentlich zum Verständnis der molekularen Details im Filtrationsprozess bei und hilft,

Nanofiltrationstechnologien künftig noch wirksamer sowie energie- und kosteneffizienter zu gestalten.

Originalpublikation

Phuong B. Trinh, Minh N. Nguyen, Zdenek Futera, Babak Minofar, Marco Personeni, Poul Petersen, Andrea I. Schäfer: The role of hydration in the removal of glyphosate (GLY) and aminomethylphosphonic acid (AMPA) by nanofiltration membranes. Nature Communications, 2026.

DOI: 10.1038/s41467-026-71492-y

Pressemitteilung

24.04.2026
Quelle: Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Weitere Informationen

Christian Könemann
Pressesprecher
Tel: +49 (0) 721 608 41190

Kontakt für diese Presseinformation:
Sandra Wiebe
Tel.: +49 (0) 721 608 41172

- Karlsruher Institut für Technologie (KIT)