

**Arbeitswelt** Neuentwicklungen dienen einer verbesserten Wasserqualität

# Mikrofische und Roboterschwäne im Einsatz

Terrestrische Ökosysteme werden im ursprünglichen Wortsinn in Fluss gehalten durch Wasser. Da jedoch dessen Qualität durch Übernutzung und Verschmutzung leidet, versucht die Wissenschaft, Gegensteuer zu geben, und präsentiert überraschende Neuheiten. So haben beispielsweise Forscher der UC San Diego Jacobs School of Engineering winzige Roboterfische entwickelt, die das Wasser oder andere Flüssigkeiten filtern, die aber auch für die gezielte Verabreichung von Medikamenten sowie zur Entgiftung im menschlichen Körper eingesetzt werden können. Die künstlichen Fische sind lediglich 120 Mikrometer lang und 30 Mikrometer dick, haben also rund den halben Durchmesser eines menschlichen Haares. Ausgestattet mit Gift neutralisierenden Nanopartikeln, bewegen sich die via 3-D-Drucker konstruierten Fische mittels Platin, das mit Wasserstoffperoxid reagiert.

## Im 3-D-Drucker hergestellt

Die Wissenschaft beurteilt das aus Laiensicht spektakuläre Einbringen von Substanzen in eine Flüssigkeit mittels strukturierter Mikrofische nüchtern. Dieser Ansatz sei nur auf den ersten Blick aussergewöhnlich, handle es sich im Endeffekt doch lediglich um den Versuch, gezielt Strömungen, Wirkstoff- oder Partikelverteilungen in einer Flüssigkeit hervorzurufen. Als entscheidend für den Praxiseinsatz wird hingegen die Steuerung der Fische eingeschätzt. Sie sind als starre Strukturen vorstellbar, die aufgrund einer chemischen Reaktion an ihrer «Schwanzflosse» vorangetrieben werden und sich mithilfe von Magneten lenken lassen. Diese Steuerung funktioniert dank im Kopf der Microbots angebrachten Eisenoxid-Nanopartikeln. Dass die Fische im 3-D-Drucker entstehen, spielt in dieser Anwendung eine eher untergeordnete Rolle. Aber so lassen sich verschiedene Wirkstoffe – im vorliegenden Fall Titanoxid und Eisenoxid – in einer gemeinsamen Kunststoffmikrostruktur unterbringen, was neue Problemlösungsansätze ermöglicht.

Und die sind vielversprechend. Mit ihren Gift neutralisierenden Nanopartikeln können die Roboterfische Flüssigkeiten entgiften. So fügten die Forscher einer Flüssigkeit beispielsweise Polydiacetylen-Nanopartikel zu, die in der Lage sind, im Bienengift vorkommende Toxine an sich zu binden. Als man die Roboterfische in eine Lösung mit diesen Giften tauchte, fluoreszierten sie und wurden zunehmend

röter, je mehr Toxin-Moleküle sie an sich banden. «Das Besondere an diesem Experiment ist, dass die Mikrofische sowohl als Entgiftungssystem als auch als Toxin-Sensoren zum Einsatz kommen können», sagt Studienleiter Wei Zhu. Laut seiner Aussage dienen sie – neben der Entgiftung von Flüssigkeiten – auch als direkt gesteuertes Drug-Delivery-System, also zur gezielten Verabreichung von Medikamenten sowie eben zur Entgiftung des menschlichen Körpers.

Wasser lässt sich ebenfalls durch «smarte» Bakterien reinigen, wobei Plasticverschlüsse von PET-Flaschen als einfaches Bindemittel dienen. So hat etwa die aus der Universität von Pavia als Spin-off hervorgegangene Eco-Sistemi mit Sitz in Rovereto bei Trento ein neues Verfahren zur Abwasserreinigung entwickelt, das sich Smart Caps nennt und auf kleinere Siedlungen und Gemeinden fokussiert. Dabei handelt es sich um einen mit Schmutzwasser gefüllten Behälter, in den man von Getränkepackungen entfernte Kunststoffverschlüsse gibt. Gemäss Firmenangaben sind neben den Schraubverschlüssen von PET-Flaschen auch jene von Milch- und Fruchtsaftpackungen geeignet, nicht aber – aufgrund ihrer Dimensionen – Verschlüsse von Zahnpastatuben.

Das Funktionsprinzip ist verblüffend einfach. Nach einem Durchquirlen wie in einem Mixer bildet sich auf den Smart Caps ein Bakterienbelag, der die im Wasser enthaltenen Schmutzpartikel an sich bindet. Gefiltert werden dann alle in den biodegradablen Verbindungen vorkommenden Elemente wie Phosphor, Stickstoff und Kohlenstoff. Aufgrund der modularen Bauweise lässt sich die Vorrichtung auf Gemeinschaften von 60 bis 3000 Einwohner ausrichten. Sie dient nicht nur der Wasserqualität, sondern hat darüber hinaus einen erzieherischen Nutzen, wie Hauptgeschäftsführer Dario Savino sagt, der an der Universität von Pavia auch als Gastprofessor für Biologie tätig ist. Als gutes Beispiel dient momentan die Basketballmannschaft von Trento, sammelt sie doch nach jedem Spiel alle Plasticverschlüsse und entsorgt sie in einem Grossbehälter. Langfristig soll die Sammlung auf alle Schulen Italiens ausgedehnt werden.

## GPS-gesteuerte Schwäne

Neben Mikrofischen hat die Forschung auch Roboterschwäne entwickelt, die man zur Ermittlung der Wasserqualität einsetzt. Sie messen diese in Echtzeit und sammeln effizient die relevanten

Daten über die Zusammensetzung und Verunreinigung. Die mechanischen Tiere ziehen neuerdings ihre Bahnen durch die Gewässer rund um Singapur, lassen sich per Fernbedienung steuern oder bestimmen autonom ihren Kurs. Entwickelt wurden sie von Forschern der National University of Singapore. Der motorisierte und täuschend echt aussehende Vogel registriert den pH-Wert des Wassers wie auch den darin gelösten Sauerstoff, die Trübung und das Chlorophyll.

Laut Auskunft der federführenden Universität liessen sich auch zusätzliche Sensoren anbringen, denn zahlreiche industrielle Schadstoffe und menschliche Freizeitaktivitäten führen zu hohen Belastungen der Gewässer. So könnte man die Roboterschwäne beispielsweise bei rapidem Algenwachstum, das Tausende Fische das Leben kostet, als eine Art Frühwarnsystem einsetzen.

*Werner Knecht*