



1

WASSER



2

ONLINE-SPURENSTOFFANALYTIK FÜR EINE EFFIZIENTE ABWASSERREINIGUNG

Dr. Roland Wuchrer, Dipl.-Ing. Nadja Steinke, Dr. Christiane Schuster, Prof. Dr. Thomas Härtling

Anthropogene Spurenschadstoffe wie Medikamente oder Pestizide kommen zunehmend im Wasserkreislauf vor. Die für das menschliche Auge unsichtbaren Verunreinigungen können mit bisherigen Abwasseraufbereitungsverfahren nur unvollständig entfernt werden und stellen Kläranlagenbetreiber vor neue Herausforderungen. Abhilfe soll eine weiterführende vierte Reinigungsstufe schaffen. Allerdings ist die hierfür vorgesehene Behandlung mit Aktivkohle oder Ozonierung bisher noch nicht bedarfsgerecht und damit wirtschaftlich möglich. Dies liegt vor allem an einer fehlenden Prozessüberwachung. Verfügbare Analysemethoden zur Bestimmung der Spurenstoffkonzentration, wie die Chromatographie, sind nicht für den Vor-Ort-Einsatz geeignet, da sie u. a. einen hohen labortechnischen Präparationsaufwand voraussetzen. Um diese Überwachungslücke zu schließen, wurde im BMBF-Verbundprojekt »ANTHROPLAS« eine Vor-Ort-Analytik für eine effiziente Abwasserreinigung entwickelt.

Kern der neuen Spurenstoffanalytik ist ein am IKTS entwickelter optischer Sensor-Chip (Bild 1) auf Basis einer nanostrukturierten Goldschicht. Die Nanostrukturierung erlaubt es, Oberflächenplasmonen (Elektronenschwingungen) in der Goldschicht mit einer Leuchtdiode anzuregen. Für das Analysegerät kann damit auf komplexe Optiken verzichtet werden, was einen deutlich kompakteren Aufbau gestattet. Zudem reagieren die Oberflächenplasmonen hoch sensitiv auf Molekülanbindungen, was Voraussetzung für die Detektion von Spurenschadstoffen ist.

Die größte Herausforderung beim Schadstoffnachweis besteht in der Messung geringer Konzentrationen im $\mu\text{g/L}$ -Bereich. Vor diesem Hintergrund wurde ein Protokoll erarbeitet, bei dem

eine gerichtete Reaktion von Antikörpern (Erkennungsstruktur) mit dem gesuchten Spurenschadstoff vermessen wird. Die Goldoberfläche wird dazu biochemisch aktiviert. Ist ein bestimmter Schadstoff im Abwasser, wird eine Immunreaktion mit Antikörpern ausgelöst. Dadurch ändern sich die optischen Eigenschaften der Goldnanostruktur, was letztlich Rückschluss auf die Präsenz und die Konzentration des gesuchten Spurenschadstoffs gibt.

Das onlinefähige Analysegerät mit automatisiertem Messablauf (Bild 2) wurde von Industriepartnern aufgebaut und erfolgreich im Labor des Fraunhofer IKTS getestet. Beispielhaft wurde die Konzentration des Wirkstoffs Diclofenac in einem Bereich von 0,1 bis 10,0 $\mu\text{g/L}$ bei einem Messzyklus von 15 Minuten aufgelöst. Der Sensor-Chip konnte hierbei mehr als 100 Mal wiederverwendet werden. In einem letzten Schritt wurde das Analysegerät in eine Abwasseraufbereitungsanlage integriert.

In Zukunft soll mit der Online-Spurenstoffanalytik die Einhaltung von Grenzwerten direkt an der Kläranlage, aber auch an Gewässern geprüft werden. Über eine Anpassung der Funktionalisierung kann zukünftig jeder Spurenschadstoff detektiert werden. Neben anstehenden Langzeittests unter Realbedingungen wird die Normung des Verfahrens angestrebt.

1 Biosensor-Chip, z. B. zur Konzentrationsbestimmung von Diclofenac im Abwasser.

2 Onlinefähiges Analysegerät für den Einbau in die 4. Reinigungsstufe von Kläranlagen.

