

- 1 *Trinkwasser ist das wichtigste Lebensmittel.*
- 2 *AquaBioTox-Demonstrator (Fraunhofer IOSB).*
- 3 *Fluoreszenzänderung bei Biosensoren als Folge toxischer Effekte.*

BIOSENSOR-ALARMSYSTEME FÜR TRINKWASSER UND PROZESSWÄSSER

Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Ansprechpartner

Dr. Iris Trick
Telefon +49 711 970-4217
iris.trick@igb.fraunhofer.de

www.igb.fraunhofer.de

Überwachung der Wasserversorgung oder Wasseraufbereitung

Trinkwasser unterliegt vielfältigen, in den meisten Fällen nicht vorhersehbaren Gefährdungen. So können Reparaturarbeiten, Industrieunfälle oder Pestizide aus der Landwirtschaft über das Grundwasser zum Eintrag von Verunreinigungen in Leitungsnetze führen. Insbesondere bei dezentralen und mobilen Systemen ist zudem ein gezielter Eintrag toxischer Verbindungen durch kriminelle oder terroristische Anschläge nicht auszuschließen.

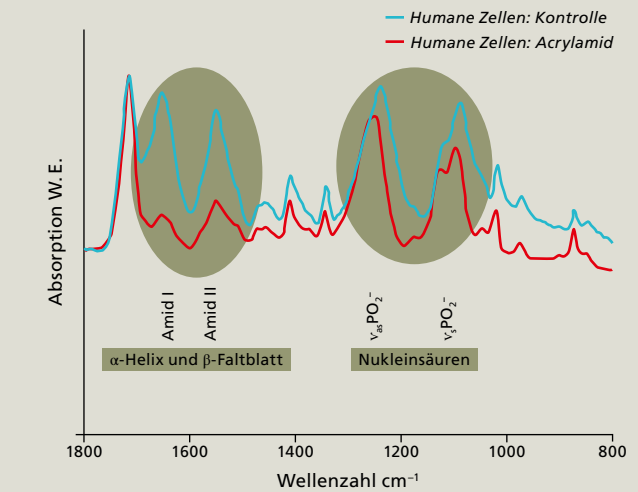
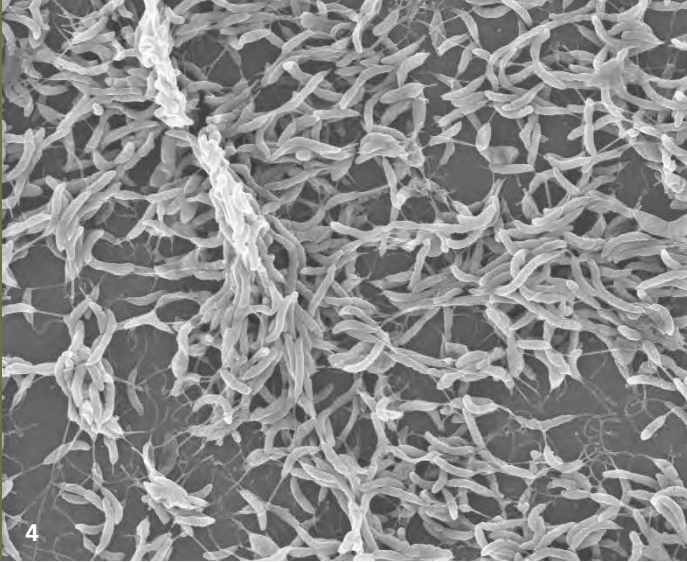
Um zu verhindern, dass kontaminiertes Trinkwasser zum Verbraucher gelangt, muss das Wasser daher im Verteilungssystem selbst konstant überwacht werden. Eine schnelle Reaktion auf die Verunreinigung mit Giftstoffen ist dabei nur möglich, wenn das Analysesystem direkt mit der

Anlage oder dem Rohrleitungssystem als Online-Messsystem verbunden ist.

In der Industrie ist die Behandlung von Prozesswasser mit chemisch-physikalischen Verfahren angezeigt. Für eine zeitnahe und lückenlose Überwachung der Behandlungsverfahren sind Biosensoren geeignet und können für die individuellen Anforderungen ausgewählt und angepasst werden.

Biosensor-Alarmsysteme zur Detektion toxischer Stoffe

Biosensoren aus lebenden Zellen reagieren rasch auf toxische Substanzen und eignen sich daher hervorragend für einen Einsatz in Online-Alarmsystemen.



Vorteile von Biosensoren

- Monitoring vor Ort möglich
- Rasche Reaktion des Sensors (Reaktionsdauer < 5 min)
- Nachweis der toxischen Wirkung von chemischen Stoffen oder Toxinen biogenen Ursprungs
- Alarmweitergabe basiert auf Reaktion der Biosensoren

Als Biosensoren werden verschiedene Bakterienstämme sowie mammalische Zelllinien in geeigneten Messzellen eingesetzt. Die biologischen Systeme unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Stoffwechseleigenschaften, ihres Zellaufbaus und ihrer Sensitivität gegenüber chemischen Stoffen und biogenen Toxinen.

Für die Bewertung der Reaktionen untersuchen wir unterschiedliche Messprinzipien. Im System AquaBioTox werden fluoreszierende Organismen als Ganzzell-Biosensoren eingesetzt und die Änderung der Fluoreszenz als Reaktion mit einer toxischen Substanz quantitativ verfolgt. Im Toxikomb-System werden Messverfahren erarbeitet, die alternativ oder ergänzend eingesetzt werden können und auf den Auswirkungen der Gefahrstoffe auf den Stoffwechsel der Organismen, Veränderungen an Zellbestandteilen oder auf molekularer Ebene beruhen.

4 *Mikrobieller Aufwuchs von Biosensoren auf Trägermaterial.*

5 *Nachweis der Reaktion von Proteinen und Nukleinsäuren humaner Zellen auf Acrylamid mittels Infrarotspektroskopie.*

AquaBioTox – Nachweis toxischer Stoffe durch Fluoreszenzänderung

Im Rahmen eines BMBF-geförderten Projekts hat das Fraunhofer IGB zusammen mit dem Fraunhofer IOSB, den Berliner Wasserbetrieben und der Firma bbe-Moldaenke ein ganzzellbasiertes Sensorkonzept mit immobilisierten Bakterien und mammalischen Zellen entwickelt.

Die gentechnisch modifizierten Stämme exprimieren konstitutiv ein rot fluoreszierendes Protein (RFP), das optisch über Fluoreszenzdetektoren und ein spezielles Kamerasystem gemessen wird. Kommt der Biosensor mit einem Giftstoff in Kontakt, verringert sich die Intensität der Fluoreszenz. Die Sensitivität der Organismen wurde mit ca. 60 Substanzen in unterschiedlichen Konzentrationen nachgewiesen. Ein Vorteil der Biosensoren gegenüber anderen Systemen ist ihre hohe Reaktionsgeschwindigkeit: Eine signifikante Reaktion ist bereits nach weniger als drei Minuten ersichtlich.

Dynamische Untersuchungen unter Laborbedingungen und in Realitätsnahen Feldversuchen wurden mithilfe eines robusten und sensitiven Demonstrators durchgeführt. In den Demonstrator integriert ist die Versorgung der Biosensoren, die vollständige Inaktivierung der Organismen für den Fall eines Austrags sowie die optische Messung inklusive rechnergestützter Steuerung und Dokumentation.

Toxikomb – Gefahrstoffdetektion durch Kombination physikalischer und biologischer Sensorik

Beim System »Toxikomb«, das gemeinsam mit dem Fraunhofer IAF erarbeitet wurde, erfolgt der Nachweis toxischer Substanzen durch die Messung der Reaktionen nicht gentechnisch veränderter Organismen auf den Kontakt mit Gefahrstoffen mithilfe elektrochemischer und infrarotspektroskopischer Verfahren. Als Lebendzell-Sensoren werden Mikroorganismen und mammalische Zelllinien eingesetzt.

Die Entwicklung der Sensorsysteme macht sich zunutze, dass die Aktivität biologischer Zellen speziesspezifisch durch zelltoxische Stoffe beeinträchtigt wird. Dies kann sich entweder auf die Wechselwirkungen an Grenzflächen (Nachbarzellen, Materialoberflächen) auswirken oder zu messbaren Änderungen an Zellbestandteilen führen. Diese Reaktionen sind mittels Impedanzmessung nachweisbar, da sie sowohl die Zellen als auch das Spektrum gebildeter Reaktionsprodukte beeinflussen. Die Zellen wurden hierzu auf verschiedenen Elektrodenmaterialien immobilisiert.

Ergänzend können substanzspezifische Änderungen an Zellkomponenten, beispielsweise der Proteinstruktur, mittels Infrarotspektroskopie nachgewiesen werden. Beide Messverfahren wurden in eine Messzelle integriert.