



1 *Diamantelektrode, bestehend aus einem Niobgrundkörper, der mit einem leitfähigen polykristallinen Diamantfilm beschichtet ist*

## DIAMANTELEKTRODEN: ABBAU VON SCHADSTOFFEN IM WASSER

### Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST

Bienroder Weg 54 E  
38108 Braunschweig

#### Ansprechpartner

Dr. Lothar Schäfer  
Telefon +49 531 2155-520  
Fax +49 531 2155-900  
lothar.schaefer@ist.fraunhofer.de

[www.ist.fraunhofer.de](http://www.ist.fraunhofer.de)

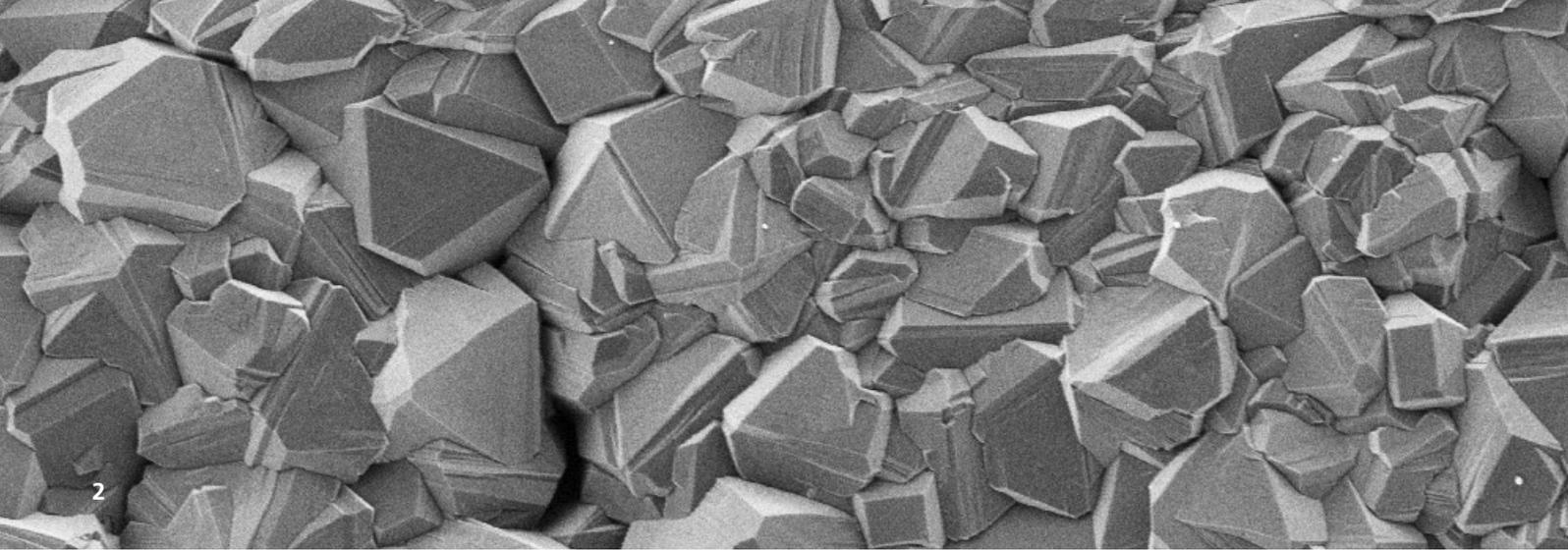
Eine Reihe von sehr stabilen chemischen Schadstoffen, wie z. B. Pharmaka, Pestizide und organische Verbindungen aus der chemischen Produktion gelangen in sehr niedrigen Konzentrationen aus unterschiedlichen Quellen in unser Wasser. Diese Schadstoffe werden durch unterschiedliche Prozesse in das Wasser eingetragen. Man findet sie zum Beispiel in Oberflächengewässern, in einigen Grundwässern sowie in Abwässern von Produktionsstätten und Krankenhäusern.

Einige dieser Verbindungen sind als Spurenschadstoffe (micropollutants) selbst in niedrigen Konzentrationen gesundheitsgefährdend. Sie können krebserregend oder auch Erbgut verändernd wirken. Wegen ihrer chemischen Stabilität sind sie jedoch schwer bis überhaupt nicht mit konventionellen Methoden aus dem Wasser zu entfernen.

#### Lösung

Am Fraunhofer IST wird die elektrochemische Oxidation mit Diamantelektroden eingesetzt, um persistente organische Verbindungen vollständig zu oxidieren.

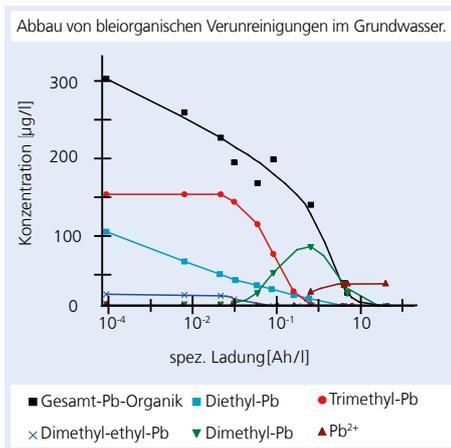
Die Technologie basiert auf der hohen Überspannung von leitfähigem Diamant in Wasser und der damit möglichen Erzeugung hochreaktiver Oxidationsmittel, wie zum Beispiel OH<sup>•</sup>-Radikale, direkt im Wasser. Die OH<sup>•</sup>-Radikale sind in der Lage, alle organischen Verbindungen vollständig bis hin zum CO<sub>2</sub> zu oxidieren. Anorganische Bestandteile werden dabei ebenfalls bis zur höchsten Oxidationsstufe oxidiert. Die Wirksamkeit dieser Technologie wurde in einer Reihe von Machbarkeitsstudien demonstriert.



### Beispiel 1: Abbau von krebserregenden bleiorganischen Verbindungen

Schadstoffe dieser Art findet man in einigen Grundwasserspeichern in Konzentrationen von bis zu einigen hundert Mikrogramm pro Liter.

Elektrochemisch können diese Verbindungen und ihre Zwischenprodukte soweit abgebaut werden, dass nur noch unbedenkliche Restkonzentrationen von unter 20 Nanogramm pro Liter im Wasser enthalten bleiben (untenstehende Graphik). Ein solcher Abbau ist bisher mit keiner anderen konventionellen Methode gelungen.



### Beispiel 2: Abbau von Pestiziden in Zisternenwasser

Die Belastung des untersuchten Zisternenwassers mit Pestiziden resultiert aus der Sammlung von Regenwasser. Die Pestizide Diuron (Anfangskonzentration 0,28 µg/l) und Terbutryn (Anfangskonzentration 0,61 µg/l) wurden auf Konzentrationen unterhalb der Nachweisgrenze von 0,05 µg/l abgebaut (rechte Graphik).

Für eine technische Umsetzung sind die folgenden, anwendungsspezifischen Entwicklungen durchzuführen:

- Anpassung der elektrischen und hydrodynamischen Betriebsparameter an die zu behandelnden Wasservolumina und Schadstoffkonzentrationen
- Berücksichtigung von Zwischenprodukten der Oxidation
- Auslegung der einzusetzenden elektrochemischen Zelle und der dazugehörigen Diamantelektroden
- Integration der elektrochemischen Behandlung in das Gesamtsystem

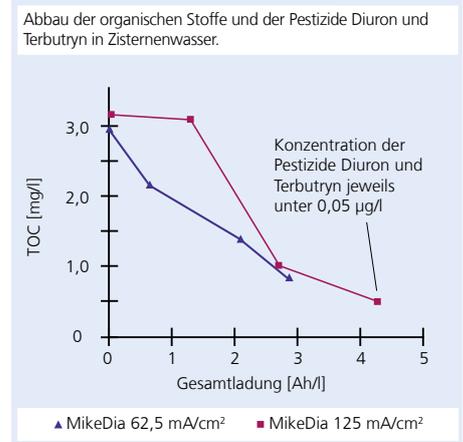
Die dazu im Vorfeld notwendigen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten werden mit Pilotsystemen im Feld durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen dienen der Bewertung der wirtschaftlichen und technischen Risiken einer industriellen Umsetzung.

### Vorteile der Lösung

Der Einsatz von Diamantelektroden erlaubt die rückstandsfreie Beseitigung von schwer abbaubaren Schadstoffen direkt vor Ort. Es werden keine zusätzlichen Chemikalien benötigt. Spurenschadstoffe, die auch in niedrigen Konzentrationen ein Gefahrenpotenzial darstellen, lassen sich sicher abbauen. Die Systeme lassen sich durch Strom-Spannungsregelung einfach steuern. Durch Anwendung direkt vor Ort kann die Einleitung auch von niedrigen Schadstoffkonzentrationen vermieden werden.

Die Diamantelektroden und deren Anwendung im Bereich der Wasserbehandlung wurde am Fraunhofer IST maßgeblich mitentwickelt und im Jahr 2001 an die Ausgründung Condias GmbH transferiert. Die Condias vermarktet Diamantelektroden unter dem Handelsnamen DiaChem®. Zusätzlich entwickelt Condias zusammen mit Partnern, zu denen auch das Fraunhofer IST als Entwicklungspartner gehört, elektrochemische Systeme auf der Basis von Diamantelektroden.

Die Technologie ist Teil des Technologieportfolios der Fraunhofer-Allianz SysWasser, in der das Fraunhofer IST Mitglied ist. Die Allianz SysWasser erforscht, entwickelt und konzipiert als Forschungs- und Entwicklungsdienstleister nachhaltige Systemlösungen für die Wasserversorgung, Abwasserbehandlung und für Wasserinfrastrukturen.



2 Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme einer leitfähigen, polykristallinen Diamantschicht auf einem Elektrodengrundkörper.