

1 Abbau von blauem Textilfarbstoff mit Diamantelektroden.

### 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)

## DIAMANTELEKTRODEN: BEHANDLUNG VON INDUSTRIELLEN ABWÄSSERN

In vielen Bereichen der Industrie ist Wasser ein wichtiger Produktionshilfsstoff. Es wird zum einen als Prozesswasser in meist definierter Qualität eingesetzt. Zum anderen fällt es als Abwasser an und enthält unterschiedliche Rückstände aus der Produktion.

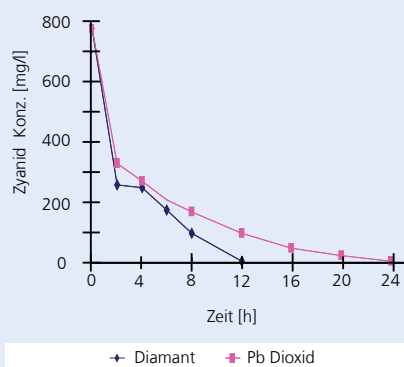
Bei hochreinen Prozesswässern, wie sie zum Beispiel zur Produktion von Pharmaka oder zur Reinigung in der Optischen Industrie und der Halbleiterindustrie benötigt werden, spielt die Verkeimung eine wichtige Rolle. Hier besteht das Problem, dass zur notwendigen Desinfektion meist keine Chemikalien eingesetzt werden können. Industrielle Abwässer sind häufig mit schwer abbaubaren, persistenten Schadstoffen belastet, die sich mit konventionellen Methoden entweder nur mit hohem Aufwand oder aber überhaupt nicht beseitigen lassen.

### Lösung

Mit Elektroden, die mit polykristallinen leitfähigen Diamantfilmen beschichtet sind, werden im Wasser auf elektrochemischem Weg Oxidationsmittel ohne chemische Zusatzstoffe erzeugt. Wegen der bei Diamantelektroden höchsten Überspannung für die Wasserzersetzung zu Sauerstoff und Wasserstoff werden nicht nur Ozon ( $O_3$ ) und Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ ), sondern sogar Hydroxylradikale ( $OH^*$ ), die als stärkstes Oxidationsmittel gelten, mit hoher Stromausbeute aus den Wassermolekülen erzeugt. Dadurch werden zusätzliche Chemikalien zum Abbau von Schadstoffen und zur Abtötung von Keimen überflüssig. Darüber hinaus ist die Oxidationskraft, insbesondere die von  $OH^*$ -Radikalen groß genug, um selbst persistente Schadstoffe zuverlässig vollständig zu oxidieren und damit unschädlich zu machen.



Abbau von Cyanidverbindungen mit Bleioxyd-Elektroden und mit Diamantelektroden in einem Abwasser aus der galvanischen Nickelbeschichtung.



Die Ausgangsfarbwerte sind bei drei verschiedenen Wellenlängen und die jeweils erreichten Farbwerte angegeben. Zum Vergleich sind die geforderten Farbgrenzwerte für die Einleitung aufgelistet.

	436 nm	525 nm	620 nm
<b>Grenzwert</b> [m <sup>-1</sup> ]	7,0	5,0	3,0
<b>Vorher</b> [m <sup>-1</sup> ]	81,2	7,7	0,0
<b>Diamant</b> [m <sup>-1</sup> ]	1,1	0,5	0,6
<b>PbO<sub>2</sub></b> [m <sup>-1</sup> ]	29,5	29,5	3,3

Das Fraunhofer IST war an der Entwicklung der Diamantelektroden und deren Erprobung in unterschiedlichen Anwendungen maßgeblich beteiligt und arbeitet weiterhin an der Weiterentwicklung und Umsetzung der Technologie. In Versuchsaufbauten und mit Laborzellen wird am Fraunhofer IST in Machbarkeitsstudien der elektrochemische Abbau von persistenten Schadstoffen (Graphik) und die effiziente Ozonerzeugung (Bild 3) für die Desinfektion mit Diamantelektroden weiter entwickelt. Bei positivem Ergebnis der Machbarkeitsstudien werden Untersuchungen zur

Ermittlung von elektrischen Betriebsparametern und zur Auslegung der Diamantelektroden und der elektrochemischen Zellen gewonnen. Mit ausgewählten, vor Ort eingesetzten Prototypzellen, werden Daten zu den elektrischen und hydrodynamischen Betriebsparametern sowie zur Integration in eine Gesamtsystemlösung für einen konkreten Anwendungsfall ermittelt. Die Evaluierung dieser vor Ort gewonnenen Ergebnisse erlaubt eine Abschätzung der wirtschaftlichen und technologischen Realisierbarkeit einer Systemlösung unter Einbeziehung der elektrochemischen Oxidation mit Diamantelektroden. Bei positiver Bewertung erfolgt die Umsetzung der Systemlösung.

### Vorteile der Lösung

Der Einsatz von Diamantelektroden ermöglicht die effiziente Beseitigung von schwer abbaubaren persistenten Schadstoffen direkt am Ort der Entstehung, ohne zusätzliche Chemikalien. Die Systeme lassen sich durch Strom-Spannungsregelung einfach steuern. Stark belastete Abwässer müssen nicht mehr aufwendig gesammelt und abtransportiert werden. Die Einleitung von Spurenschadstoffen kann deutlich reduziert oder sogar vermieden werden. Systeme mit Diamantelektroden bieten darüber hinaus die Möglichkeit, z. B. Produktionswässer aufzubereiten und wieder zu verwenden und erlauben damit geschlossene Kreisläufe. Zur Abtötung von Keimen werden nur geringe Energiemengen benötigt und keine chemischen Zusatzstoffe. Systeme mit Diamantelektroden eignen sich daher

sowohl für die Wasserdessinfektion in Gebieten mit autarker, regenerativer Energieversorgung als auch für die Entkeimung hochreiner Prozesswässer in der Produktion.

### Das Fraunhofer IST als Partner

Mit der Technologie der elektrochemischen Wasserbehandlung mit Diamantelektroden beteiligt sich das Fraunhofer IST an der Fraunhofer-Allianz SysWasser. Die Wasserbehandlung mit Diamantelektroden stellt ein Technologiemodul des Technologieportfolios der Allianz dar. Ziel der Allianz SysWasser ist die Erforschung, Entwicklung und Umsetzung von nachhaltigen Systemlösungen für die Wasserversorgung, für Wasserinfrastrukturen und für die Abwasserbehandlung. Darüber hinaus ist das Fraunhofer IST ein Entwicklungspartner der Condias GmbH. Die Condias vermarktet als Ausgründung des Fraunhofer IST Diamantelektroden und entwickelt mit Partnern Systemlösungen.

2 Versuchsaufbau für Machbarkeitsuntersuchungen mit einer Diamant-Bipolarzelle.

3 Laborzelle zur Untersuchung der Ozonerzeugung mit Diamantelektroden.