



Fraunhofer
ICT

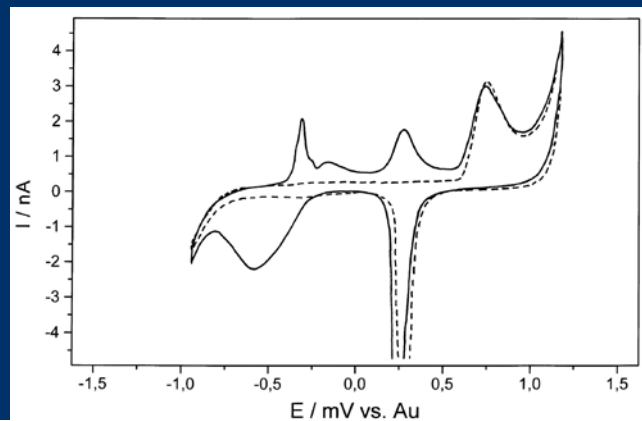
FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR CHEMISCHE TECHNOLOGIE ICT

ELEKTROCHEMISCHE SENSOREN



ELEKTROCHEMISCHE SENSOREN

1



Hohe Sensitivität und einfacher Aufbau

Elektrochemische Sensoren finden heute breite Anwendung im Bereich von Sicherheit, Umweltdiagnostik, Prozesskontrolle und Medizintechnik.

Insbesondere die empfindliche Bestimmung von geringen Substanzkonzentrationen (Spurendetektion) stellt die chemische Sensorik in den genannten Bereichen vor große Herausforderungen, wenn die Messungen direkt vor Ort oder schnell erfolgen sollen. Neben der hohen Sensitivität werden auch an die Selektivität der eingesetzten Methoden hohe Anforderungen gestellt.

Die Vorteile von elektrochemischen Sensoren, im Vergleich zu anderen Sensortypen, sind ihre hohe Empfindlichkeit, die leichte Handhabung und der günstige Preis. Viele elektrochemische Sensoren arbeiten nach einer amperometrischen Messmethode. Eine andere etablierte elektrochemische Methode für Sensoren ist die zyklische Voltammetrie. Im Vergleich zur amperometrischen Messmethode liefern potentiodynamische, auf zyklischer Voltammetrie basierende Systeme qualitative Informationen zusätzlich zur quantitativen Information. Am Fraunhofer ICT werden seit zwei Jahrzehnten elektrochemische Sensoren für Gase, Flüssigkeiten und Feststoffe entwickelt. Diese Sensoren zeichnen sich im Vergleich zu anderen Methoden durch ihre hohe Sensitivität und ihren einfachen Aufbau aus und bieten sich für die Spurendetektion an.

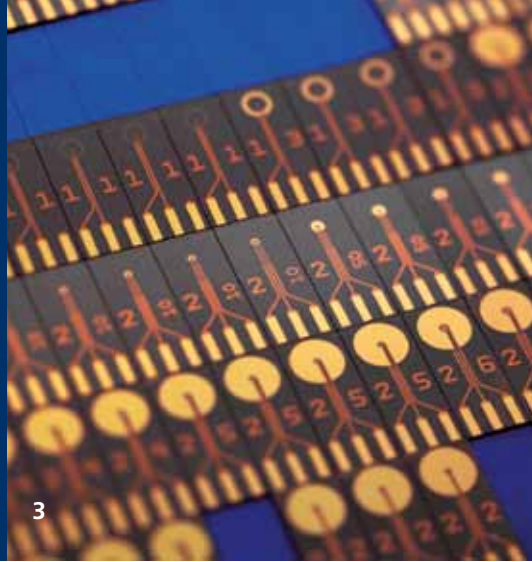
Spurendetektion in der Gasphase

Die Bestimmung sehr kleiner Konzentrationen ist beispielsweise für die Explosivstoffdetektion aus der Gasphase bedeutsam, da die Dampfdrücke der Explosivstoffe sehr gering sind und die Konzentrationen zusätzlich mit dem Abstand zur Quelle weiter fallen. Der Dampfdruck von TNT (2,4,6 Trinitrotoluol) bei Raumtemperatur beträgt beispielsweise nur 7 ppb, die Dampfdrücke anderer Explosivstoffe sind teilweise noch um Größenordnungen geringer. Unsere Messeinrichtung erlaubt, Explosivstoffkonzentrationen über mehrere Größenordnungen (ppm bis ppt) für unterschiedliche Gasflüsse und Temperaturen reproduzierbar zu generieren. Mit dieser Kalibrierapparatur wurde die Nachweisgrenze des potentiodynamischen Sensoraufbaus zu 34 ppt ermittelt.

Spurendetektion in Flüssigkeiten und Böden

In aktuellen Arbeiten werden Sensoren konzipiert, die Spuren von Schadstoffen in Meerwasser detektieren. Für unsere Kunden entwickeln, testen und verbessern wir Sensoren aus Fertigungsprozessen und Sicherheitstechnik und erarbeiten Konzepte für neue Sensoren.

Für die Untersuchung von TNT-kontaminierten Böden von Sprengstoffbetrieben und ehemaligen Truppenübungsplätzen wurde ein patentierter Sensor entwickelt, mit dessen Hilfe die Kontamination schnell und empfindlich bestimmt werden kann.



TITELFOTO:

Test- und Messapparatur für die Sensorentwicklung.

- 1 Voltammogramm des Sprengstoffs C4.
- 2 Gaserzeugungsanlage.
- 3 Mikroelektroden.

Mustererkennung mittels zyklischer Voltammetrie

Eine auf zyklischer Voltammetrie basierende Mustererkennung stellt ein einfaches und schnelles Analysewerkzeug für eine breite Masse von Anwendungen dar, wie etwa die Analyse von Lebensmitteln und Substanzgemischen oder als nützliche Erweiterung für modular aufgebaute elektronische Nasen. Weitere Anwendungen finden sich in den Bereichen Umwelt, Medizin und Sicherheit.

Bei klassischen elektrochemischen Sensoren werden für jede untersuchte Substanz charakteristische Merkmale wie Oxidations- und Reduktionsreaktionen zur Detektion genutzt. Die in einem zyklischen Voltammogramm (CV) enthaltene Information ist jedoch vielfältiger und kann zur Mustererkennung genutzt werden. Die aus dem gesamten Messbereich zusätzlich erhaltene qualitative Information ergibt sich aus Diffusionseffekten, Reaktionsmechanismen und Reaktionskinetik und schließt Peakpotentiale, Peaklagen und -verschiebungen sowie Steigungen des Reaktionsstromes mit ein.

Bei der elektrochemischen Untersuchung von Apfelsäften zeigte sich beispielsweise, dass diese allein durch die Auswertung elektrochemischer Daten aus CVs an Goldelektroden klar unterschieden werden können. Aus den einzelnen CVs wurden unterschiedliche Merkmale unspezifisch extrahiert. Diese wurden mittels einer Mustererkennungsanalyse, welche ein spezifisches Muster (Fingerabdruck) für eine bestimmte Zusammensetzung als Ergebnis einer mathematischen Auswertung liefert, diskriminiert. Ähnliche Experimente wurden mit unterschiedlichen Zuckern in Lösung durchgeführt. Diese konnten ebenfalls klar unterschieden werden. Andere erfolgreiche Untersuchungen wurden mit Spuren von Explosivstoffen sowohl in der Flüssigphase als auch in der Gasphase durchgeführt. Diese Ergebnisse unterstreichen die vielfältigen Möglichkeiten und die gute Eignung der zyklischen Voltammetrie für die Mustererkennung.

Ionische Liquide und CO-Sensorik

Die Angewandte Elektrochemie bietet ein breites Know-how zur Auswahl und zur technischen Handhabung ionischer Liquide für elektrochemische Anwendungen. Im Bereich Sensorik erfolgt aktuell die Entwicklung eines elektrochemischen Sensors für Kohlenmonoxid bei Temperaturen von etwa 200 °C.

Unser Angebot

Wir bieten Ihnen eine kundenspezifische Entwicklung von Mustererkennungsmethoden und Systemen basierend auf elektrochemischen Methoden für spezifische analytische Fragestellungen an.

Abgestimmt auf Ihre spezifische messtechnische Fragestellung entwickeln wir elektrochemische Methoden und Systeme zur Bestimmung geringer Substanzkonzentrationen in den Matrices Luft, Boden und Wasser.

Insbesondere bieten wir Ihnen:

- Charakterisierung von Sensoren
- Untersuchung von Elektrolyten elektrochemischer Sensoren
- Gasmischanlagen zum Testen und Validieren von Sensoren
- Probemessungen an unseren Messaufbauten
- Konzeption, Auslegung und Aufbau eines Messaufbaus beim Kunden
- Charakterisierung, Beurteilung und Kalibrierung vorhandener Anlagen vor Ort
- Durchführung von Literaturrecherchen und Marktstudien

Neben einer vollständigen elektrochemischen Laborausstattung stellen wir Ihnen ein breites elektrochemisches Know-how zur Verfügung.

**Fraunhofer-Institut für
Chemische Technologie ICT**

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7
76327 Pfinztal (Berghausen)

Institutsleiter

Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner
Telefon +49 721 4640-0

**Ansprechpartner
Angewandte Elektrochemie**

Peter Rabenecker
Telefon +49 721 4640-247
Fax +49 721 4640-318
peter.rabenecker@ict.fraunhofer.de

www.ict.fraunhofer.de