



SENSORIK: KERAMIKBASIERTE MIKROCHIP-BIOANALYTIK

Dr. Lotta Römhildt, Dipl.-Ing. (FH) Uta Gierth, Thomas Täubrich, Birgit Manhica, Dr. Uwe Partsch, Dr. Michael Schneider, Dr. Jörg Opitz

Das Fraunhofer IKTS entwickelt Konzepte für keramikbasierte Biosensoren sowie die entsprechenden Materialien und Verfahren zu deren Herstellung und Charakterisierung. Hochleistungskeramiken spielen aufgrund ihrer Stabilität und Zuverlässigkeit in der Elektronik eine immer wichtigere Rolle. So zeichnen sich keramische mikroelektromechanische Systeme (MEMS) für die Medizin sowie spezifische Kanalstrukturen für das komplexe Handling von Fluiden und Gasen auch unter Extrembedingungen aus. Integrierte funktionskeramische Mikroelemente weisen zudem eine höhere Empfindlichkeit und Multiselektivität aus. Gerade im Bereich der Biosensoren bieten keramische Werkstoffe unikale Eigenschaften: Langzeitstabilität, Bioverträglichkeit und die Möglichkeit der Kombination von elektrischen und isolierenden Eigenschaften.

Bei der Entwicklung leistungsfähiger Biosensoren stellt die Immobilisierung von Biomolekülen ein Kernproblem dar, weil die Stabilität, Funktionalität und Spezifität der Biokomponenten nicht beeinflusst werden soll. In einem ersten Schritt fokussieren IKTS-Wissenschaftler die Langzeitstabilität der physikalisch-chemischen Komponenten unter zyklischer Belastung und die generelle Möglichkeit der biochemischen Funktionalisierung. Zum Aufbau der Chips werden verschiedene Substratmaterialien für LTCC (Low Temperature Cofired Ceramics) und Goldpasten ausgewählt, um optimale Bedingungen für biosensorische Anwendungen zu gewährleisten. Dies ist eine Bedingung für die keramische Mehrlagentechnik, die perspektivisch eine 3D-Strukturierung und Systemintegration bei gleichzeitiger hermetischer Abschirmung sowie eine wirtschaftliche Herstellung größerer Stückzahlen ermöglicht. Die Nutzung der Elektroden in elektrochemischen Biosensoren stellt besondere Anforderungen an die Oberflächenbe-

schaffenheit der Goldelektroden und damit auch an die Keramik als deren Substrat. Deshalb wurden die Rauigkeiten optimiert. Sie konnten je nach LTCC um 30 bis 50 % gesenkt werden. Durch Tests in saurem Medium unter zyklischer Belastung (Cyclovoltammetrie) wurden geeignete Kombinationen identifiziert, die sowohl eine gute Haftung und Langzeitstabilität der Goldkontakte als auch eine geringe Auflösung und Degradation aufweisen. In einem weiten, durch Redoxpeaks begrenzten elektrochemischen Fenster sind außer kapazitiven Umladungsströmen keine weiteren Reaktionen sichtbar. Innerhalb dieser stationären Bereiche können unter bestimmten Bedingungen sogar geringe Signale detektiert werden, die entstehen, wenn ein Zielmolekül an eine funktionalisierte Oberfläche andockt.

Parallel wird der Sensoraufbau anhand der Oberflächenplasmonenresonanz-Spektroskopie (SPR) optimiert. Diese zeigt, dass das Signal bei der Detektion von Proteinen durch aptamer-funktionalisierte Goldoberflächen konzentrationsabhängig ist. Die Ergebnisse sind reproduzierbar und spezifisch im Vergleich zur Kontrolloberfläche. Die Regeneration der biochemisch funktionalisierten Oberfläche ist mehrfach möglich, wobei die Signalthöhe nur in geringem Maße abnimmt. Mit einer solchen Modifikation können die LTCC-Sensoren in der In-vitro-Diagnostik oder Biotechnologie eingesetzt werden.

- 1 Verschiedene LTCC-Sensorchips mit gedruckten Goldelektroden.
- 2 Cyclovoltammogramm eines LTCC-Chips.