

5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden Gassensoren auf Zinndioxid-Basis entwickelt und ihr Verhalten auf reduzierende Gase untersucht. Die Aufgabe beinhaltete die eigenständige Herstellung der Sensoren mithilfe der Dünnschichttechnik sowie die anschließende impedanzspektroskopische Charakterisierung.

Bei der Entwicklung der Sensoren wurde die Struktur der SnO₂-Schicht und deren Schichtdicke variiert, um den Einfluss dieser Parameter auf das Sensorverhalten in der Gasumgebung zu erforschen.

Mit der impedanzspektroskopischen Untersuchung konnte die Funktionsfähigkeit einzelner Sensoren auf die untersuchten Prüfgase nachgewiesen werden. Dabei hat sich gezeigt, dass die Sensoren eine Gasempfindlichkeit auf Wasserstoff und Propan aufweisen, die aus der Änderung des elektrischen Widerstandes abgeleitet wurde. Die erwartete differenzierte Reaktion auf die drei unterschiedlichen Prüfgaskonzentrationen konnte jedoch nicht festgestellt werden. Die gewählte Betriebstemperatur, Gaskonzentration und Schichtdicke bei der Detektion von H₂ und Propan hat sich als sinnvoll und zielführend erwiesen.

Des Weiteren hat sich der Einfluss der Feuchtigkeit durch die Reaktion des Sensors auf befeuchteten Stickstoff und Propen herauskristallisiert.

Aufgrund der nicht eindeutigen Resultate vieler Gasmessungen waren keine verlässlichen Aussagen zum Einfluss unterschiedlicher Temperaturen, Gaskonzentrationen und Schichtdicken möglich. Stattdessen konnten Beobachtungen zum Alterungsverhalten (d. h. Veränderung der elektrischen Eigenschaften bei mehrmaliger Messung), Einfluss der Temperatur auf das Zinndioxid, Einsatz unterschiedlicher SnO₂-Schichtstruktur sowie Reaktion des Sensors auf Gasflussänderung gemacht werden.

Die plausiblen Ursachen und Fehlerquellen, die für die angesprochenen Ergebnisse verantwortlich sein könnten, wurden aufgezeigt und (soweit möglich) überprüft. Dabei sind zunächst insbesondere der Einfluss der Sensorstruktur und der Kontaktierung des Sensors zu nennen, da diese Faktoren sowohl während der Sensorherstellung als auch bei Vorbereitung der Gasmessung gewissenhaft kontrolliert wurden. Ein weiterer bedeutender Punkt ist der Einfluss der Messkammer. Der Zusammenhang dieser Fehlerquelle mit den Ergebnissen der Messungen wurde erst im Verlauf der Untersuchung deutlich. Die Messplätze wurden daraufhin vermessen und ihr Einfluss in die Auswertung und Diskussion der Ergebnisse miteinbezogen.

Zusätzlich zu den erwähnten Fehlerquellen kommen noch mögliche ungeklärte Ursachen hinzu, die zu den erhaltenen Resultaten führen. Diese beinhalten den Einfluss der Lagerungszeit des Sensors zwischen seiner Fertigstellung und der Gasmessung sowie der Adsorption von Sauerstoff und anderer Fremdstoffe an der SnO₂-Oberfläche.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass zunächst weiterführende Untersuchungen der genannten Aspekte durchgeführt werden sollten, bevor der Sensor hinsichtlich der Reaktion auf Gase charakterisiert werden kann. Dies beinhaltet die Analyse der Messplätze sowohl in weiteren Leermessungen als auch mit dem Messsockel, um so den Einfluss jeder Komponente des Messaufbaus zu ergründen. Die Funktionsfähigkeit des Messaufbaus und das Wissen um eventuelle Fehlerfaktoren müssen unbedingt sichergestellt sein, da sonst wegen zu vieler möglicher Fehlerquellen eine Charakterisierung des Sensors nicht sinnvoll erscheint. In diesem Zusammenhang ist es notwendig die einzelnen Sensor-Bausteine wie Substrat, Elektrodenstruktur und SnO₂-Schicht mithilfe der Impedanzspektroskopie in der Gasumgebung zu vermessen.

Die angesprochenen Einflüsse der Temperatur, der Gaskonzentration und der Schichtdicke können dann nachfolgend betrachtet und analysiert werden. Nach wie vor besteht der Bedarf zu erfahren, inwiefern der Sensor Querempfindlichkeiten auf andere Gase aufweist und wie sich diese auf die Sensorantwort auswirken.

Bezüglich der Herstellung des Sensors sind folgende Vorschläge zu nennen: Die Verwendung eines anderen Substrates (z. B. aus Aluminiumoxid) weist bessere Eigenschaften bei der notwendigen Betriebstemperatur auf als Glas [6]. Des Weiteren könnte die SnO₂-Schicht alternativ mittels Ionensputtern aufgebracht werden, um somit in einem einzigen Schritt das Zinndioxid herzustellen. Als letztes wäre die Dotierung der SnO₂-Schicht mit Silber zu nennen, um die Empfindlichkeit auf Propan zu verbessern [6].