

Inhalt

Zusammenfassung	1
1 Einführung	3
2 Stand der Technik	6
2.1 Umwelt- und wirtschaftspolitische Bedeutung	6
2.1.1 Marktvolumen und Einsatzfelder	
2.1.2 Umwelt- und Personenschutz	
2.2 Gesetzes- und Verordnungslage zur Luftreinhaltung	9
2.2.1 Maximale Immissionswerte	
2.2.2 Grenzwerte für Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz	
2.2.3 TA Luft	
2.3 Begründung des Gassensorbedarfs	12
2.4 Anforderungen an eignungsgeprüfte Immissionsmeßgeräte	15
2.5 Beispiele für Gassensoren	16
2.5.1 Elektrochemische Zelle	
2.5.2 Metalloxid-Gassensor	
2.5.3 Pellistor	
2.5.4 Wärmeleitfähigkeitssensor	
2.5.5 Kapazitiver Sensor	
3 Modelle für die Adsorption von Wasser	23
3.1 Gegenstand der Modellierung: SO ₂ -sensitive Schicht NND	24
3.1.1 Wahl der sensitiven Schicht	
3.1.2 Darstellung des SO ₂ -sensitiven Materials	
3.1.3 Verminderung der Feuchteempfindlichkeit durch Darstellung von Mischkondensaten	
3.1.4 Elektrische Eigenschaften der Schicht	
3.1.5 Meßtechnische Erfassung von adsorbiertem Gas	
3.2 Standardmodelle	29
3.2.1 Langmuir-Modell	
3.2.2 BET-Modell	
3.3 Modellansätze zur Modellierung der Kennlinien	35
3.3.1 BET-Modell	
3.3.2 Modifiziertes Langmuir-Modell	
3.3.3 Sättigungsmodell	
3.3.4 Differentialmodell	

3.4	Modellierung des Temperatureinflusses	39
3.4.1	Gaskinetisches Modell	
3.4.2	Makroskopisches Modell	
3.4.3	Gegenüberstellung des Gaskinetischen und des Makroskopischen Modells	
4	Befeuchtung von Prüfgas	45
4.1	Thermodynamische Grundlagen	45
4.1.1	Phasenverhalten von Wasser im Gasgemisch	
4.1.2	Feuchtemaße	
4.1.3	Dampfdruckkurve	
4.2	Methoden zur Befeuchtung von Prüfgasen	49
4.2.1	Kontinuierliche Injektion	
4.2.2	Kapillardiffusion	
4.2.3	Permeation	
4.2.4	Sättigung	
4.2.5	Vergleich der Befeuchtungsmethoden	
4.3	Befeuchten mit dem Sättigungs-Verdünnungsverfahren	54
4.3.1	FeuchteEinstellung durch Verdünnen eines feuchten Gasstroms	
4.3.2	Berechnung der Teilströme	
4.4	Fehlerbetrachtung	57
4.4.1	Fehlerbeitrag der Sättigung	
4.4.2	Fehlerbeitrag der Gasmischung	
4.4.3	Gesamtfehler	
5	Kalibrierung	62
5.1	Gesetzliche Grundlagen	62
5.1.1	Physikalisch-Technische Bundesanstalt	
5.1.2	Kalibrieren von Einrichtungen zur Messung von Gaskonzentrationen	
5.2	Größen zur Beschreibung von Gaskonzentrationen und Feuchte	63
5.3	Einsatzgebiete der Gassensor-Kalibriertechnik	64
5.3.1	Entwicklungsphase	
5.3.2	Sensorherstellung	
5.3.3	Rekalibration während des Meßeinsatzes	
5.4	Konzept und äußerer Aufbau der Kalibriereinrichtung	68
5.5	Referenzgaserzeugung	69
5.5.1	Gasversorgung	
5.5.2	Gasmischeinrichtung	
5.5.3	Befeuchter und Gasgenerator	
5.6	Sensorkammer	79

5.7	Meßwerterfassung	81
5.7.1	Bussysteme	
5.7.2	Erfassung der Sensorsignale	
5.7.3	Erfassung der Einflußparameter	
5.8	Meßplatz-Programmpaket	84
5.8.1	Konzept und Aufbau	
5.8.2	Programmablauf	
5.8.3	Künftige Entwicklungen	
6	Mathematische Modellierung des isothermen Feuchteinflusses	90
6.1	Messung	90
6.2	Modellbildung	92
6.3	Restfehlerbetrachtung	97
7	Physikalische Modellierung der temperaturabhängigen Feuchteempfindlichkeit	101
7.1	Messung	101
7.1.1	Versuchsdurchführung	
7.1.2	Datenextraktion	
7.1.3	Qualitative Beschreibung der gemessenen Kennlinien	
7.1.4	Grundkapazität	
7.2	Modellierung der Kennlinien	106
7.2.1	BET-Modell	
7.2.2	Modifiziertes Langmuir-Modell	
7.2.3	Sättigungsmodell	
7.2.4	Differentialmodell	
7.2.5	Residuen	
7.3	Modell der Temperaturabhängigkeit	114
7.3.1	Bestimmung der Aktivierungsenergie	
7.3.2	Temperaturabhängigkeit der Aktivierungsenergie	
7.3.3	Einfluß der relativen Feuchte auf die Temperaturabhängigkeit	
7.3.4	Residuum der Temperaturmodellierung	
8	Diskussion und Ausblick	122
9	Literatur	127