

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Stand der Technik	5
3	Theoretische Grundlagen	9
3.1	Einleitung	9
3.2	Gassensorik	11
3.2.1	Einleitung	11
3.2.2	Funktionsweise von Halbleitergassensoren	12
3.2.3	Signalverarbeitung für Halbleitergassensoren	16
3.2.4	Funktionsweise eines kolorimetrischen Gassensors	17
3.2.5	Signalverarbeitung für den kolorimetrischen Gassensor	20
3.2.6	Funktionsweise des photoakustischen Gassensors	21
3.3	Mustererkennung und Sensorsignalfusion	25
3.3.1	Einführung in künstliche neuronale Netze	25
3.3.2	Neuronales Netz mit Neuronen höherer Ordnung	27
3.3.3	Maschinelles Lernen mit dem Backpropagation-Algorithmus	30
3.4	Lokalisierung	35
3.4.1	Einleitung	35
3.4.2	Methoden zur Distanzbestimmung	36
3.4.3	Signale zur Laufzeitmessung	37
3.4.4	Kartenerstellung	39
3.4.5	Bilateration	39
3.4.6	Peilung mit einem Kompass	42
3.4.7	Koordinatentransformation	43
3.4.8	Fehlerberechnung	44
3.5	Fusion und Rekonstruktion	47
3.5.1	Modell zur Gasausbreitung	48

3.5.2	Gasquelle	50
3.5.3	Rekonstruktion	52
3.5.4	Voranalyse zur Abschätzung der gesuchten Parameter . . .	53
3.5.5	Iterative Lösungssuche mit einem analytischen Modell . . .	56
4	Systemrealisierung	61
4.1	Anforderungen	61
4.2	Systemkonzept	62
4.3	Umweltsensorik	64
4.3.1	Halbleitergassensor	64
4.3.2	Kolorimetrischer Gassensor	69
4.3.3	Photoakustischer Gassensor	77
4.3.4	Feuchte- und Temperatursensor	81
4.3.5	Sensorsignalfusion	84
4.4	Lokalisierungseinheit	87
4.4.1	Distanzmessung	87
4.4.2	Messablauf zur Distanzmessung	92
4.4.3	Berechnung der Positionen	93
4.4.4	Ausführungszeitpunkt zur Kartenerstellung	97
4.5	Drahtlose Kommunikation über <i>ZigBee</i>	98
4.6	Implementierung der Rekonstruktion	102
4.7	Gassensorknoten	104
5	Ergebnisse	109
5.1	Systementwicklung	109
5.2	Fusion der Gassensoren	111
5.3	Lokalisierung der Sensorknoten	117
5.3.1	Distanzmessung	117
5.3.2	Kartenerstellung	118
5.4	Rekonstruktion der Gasverteilung	120
5.4.1	Simulationsmessungen	120
5.4.2	Feldmessungen	125
6	Zusammenfassung	131

Anhang	XXVII
A.1 Publikationen	XXVII
A.2 Nomenklatur	XXX
A.3 Berechnungen für den Backpropagation-Algorithmus	XXXII
A.4 Partielle Ableitungen zur Rekonstruktion	XXXVI
A.5 Schaltplan und Platine des Gassensorknotens	XLIII
A.6 Systemgehäuse des Gassensorknotens	XLVII
Danksagung	XLIX