

Dipl.-Ing. Martin Vossiek, München

**Ein Luftultraschall-
Mehrwandlersystem
zur lageunabhängigen
Objekterkennung für die
industrielle Automation**

Reihe **8**: Meß-, Steuerungs-
und Regelungstechnik

Nr. **564**

Inhaltsverzeichnis

Liste häufig verwendeter Formelzeichen und Abkürzungen	VIII
Zusammenfassung	XIII
1 Einleitung	1
1.1 Stand der Technik	2
1.2 Zielsetzung und Konzeption der Dissertation	7
2 Ein Luftultraschallmeßsystem zur lageunabhängigen Objekterkennung	10
2.1 Meßprinzip und Definition qualitativer Meßparameter	10
2.2 Systemkonzeption zur Objekterkennung.....	18
2.3 Unterdrückung von Untergrundechos	21
2.4 Ultraschallwandler.....	22
2.4.1 Dimensionierung und Aufbau der PVDF-Wandler	23
2.4.2 Wandlerschallfelder	25
2.5 Datenaufnahme mit einer Wandlergruppe.....	30
2.6 Funktionsprinzip des realisierten Meßsystems.....	38
3 Signalübertragung	42
3.1 Systemtheoretische Beschreibung der Meßmechanismen	42
3.2 Zeitliche Signalübertragung.....	44
3.2.1 Inverses Filter	44
3.2.2 Pulskompression.....	47
3.3 Räumliche Übertragungsfunktion.....	51

4	Rekonstruktion der Objekteigenschaften	53
4.1	Akustische Breitbandholographie	53
4.2	Simulation breitbandholographischer Abbildungseigenschaften	57
4.3	Ein vereinfachter Rekonstruktionsansatz	62
4.4	Berechnung von Reflexionsprofilen	66
4.5	Experimentelle Rekonstruktionsergebnisse bei typischen Werkstücken	69
4.5.1	Reflexionsprofile	69
4.5.2	Schnittbilder von Hauptreflexionsebenen.....	73
4.6	Störgrößen und Systemkalibrierung	76
5	Lageunabhängige Erkennung von Objekten	84
5.1	Funktionsprinzip von Objekterkennungssystemen.....	84
5.2	Bildmomente zur Musterrepräsentation	87
5.2.1	Geometrische Momente	87
5.2.2	Zernike-Momente.....	89
5.3	Verfahren zur Musterklassifikation	91
5.4	Klassifikation mit Neuronalen Netzwerken	94
5.4.1	Mehrlagige Perzeptron Netzwerke	95
5.4.2	Backpropagation-Algorithmus	97
5.5	Beschreibung der realisierten Verfahren zur Werkstückerkennung	99
5.5.1	Auswahl der Merkmale und des Klassifikators	99
5.5.2	Ablaufdiagramm.....	104

6	Praktische Anwendung des Systems bei der Werkstückerkennung	106
6.1	Beschreibung der Testobjekte.....	106
6.2	Dimensionierung und Training der realisierten Klassifikatoren.....	107
6.3	Klassifikationsergebnisse	110
7	Ansätze zur Weiterarbeit	116
A	Anhang	118
A.1	Grundlagen der Schallausbreitung in Luft.....	118
A.1.1	Wellenausbreitung	118
A.1.2	Streuung und Reflexion	121
A.1.3	Beugung.....	126
A.2	Sende-Empfangsstufe	128
A.3	Zusammenfassung der Systemparameter.....	133
	Literaturverzeichnis	134