

Inhalt

1 Einleitung.....	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung.....	2
2 Industrielle Qualitätskontrolle bei der Bandblechverarbeitung.....	5
2.1 Fertigung von Transformatorenkernen.....	5
2.2 Qualitätsregelung als Teil eines Qualitätssicherungssystems	12
2.3 Bestimmung der Fertigungsqualität bei Bandverarbeitungsanlagen.....	14
2.4 Fertigungsmeßtechnik für zweidimensionalen Werkstücke	14
2.5 Meßverfahren für die Qualitätskontrolle bei bandverarbeitenden Anlagen	25
3 Optische Geometrievermessung auf der Basis projektiver Abbildungen.....	26
3.1 Geometrisches Kameramodell.....	26
3.2 Verfahren zur Kalibrierung von Meßkameras	34
3.3 Bestimmung der Kameraparameter für zweidimensionale Meßprobleme	35
3.4 Kalibrierprozeß mit ebener Anordnung der Objektebene.....	37
3.5 Systematische Meßabweichungen bei flachen Werkstücken	40
3.6 Abschätzung der Meßabweichungen durch perspektivische Verzerrungen.....	42
4 Dimensionelle Vermessung von Kanten- und Paßpunkten	47
4.1 Interpolation von Grauwerten bei der Bildaufnahme mit Matrixsensoren.....	48
4.2 Objektbestimmung mit robustem Subpixelverfahren	51
5 Bildverarbeitungssysteme für industrielle videometrische Echtzeitanwendungen ..	58
5.1 CCD-Kameras als Bildgeber	59
5.2 Struktur industrieller Bildverarbeitungssysteme	63
6 Konzept für ein selbstkalibrierendes Online-Meßsystem.....	67
6.1 Auflösungssteigerung durch Makroverschiebung der Meßkamera	68

6.2 Bestimmung der Kameraorientierung durch Paßpunkte	69
6.3 Automatische Auswahl optimaler Kamerastandorte	71
6.4 Sequentielle und parallele Vermessung von Werkstücken	78
7 Ein neuartiges Meßsystem auf der Basis bildverarbeitender Sensoren	81
7.1 Videomeßtechnik unter Verwendung von Standard-CCD-Kameras	81
7.2 Intelligente netzwerkfähige Sensoren zur Bildverarbeitung	82
7.3 Transputer als Basis des bildverarbeitenden Sensors	84
7.4 Realisierung des bildverarbeitenden Sensors	86
7.5 Pixelsynchrone Erfassung eines Videobildes	88
7.6 Prozeßstruktur eines Mehrkamerasystems	90
7.7 Kaskadierung mehrerer Kamera-Rechner-Module	90
8 Ergebnisse beim Einsatz eines selbstkalibrierenden Meßsystems	93
8.1 Kalibrierung von CCD-Kamera und Objektiv	93
8.2 Selbstkalibrierende Meßeinrichtung zur automatisierten Blechvermessung	98
8.3 Meßaufbau zur Offline-Vermessung von Blechproben	99
8.4 Meßunsicherheit des selbstkalibrierenden Meßverfahrens	100
9 Zusammenfassung	106
10 Anhang: Darstellung von Prozeßsituationen mit Petrinetzen	108
11 Schrifttum	109