

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Problemstellung	3
2.1	Verfügbarkeit	6
2.2	Entstehung von Werkstückfehlern	6
3	Ziel der Arbeit	10
4	Stand der Kenntnisse	14
4.1	Stand der Meßtechnik	15
4.1.1	Konventionelle Meßtechnik	15
4.1.2	Optoelektronische Meßtechnik	18
4.2	Ausgeführte Systeme zur Prozeßüberwachung und Diagnose	20
4.2.1	Diagnosesysteme	20
4.2.2	Prozeßüberwachung und Diagnosesysteme in der Umformtechnik	22
4.2.2.1	Prozeßüberwachung und Diagnose beim Scherschneiden	23
4.2.2.2	Prozeßüberwachung in der Warmumformung	24
5	Grundlegende Untersuchungen zur Entwicklung eines Diagnose- systems für Tiefziehpressen	26
5.1	Meßaufbau zur Erfassung der Störgrößen und deren Auswirkungen auf den Umformprozeß	27
5.2	Messungen bei statischer Pressenbelastung	29
5.2.1	Statische Messungen zum Steifigkeitsverhalten hydraulischer Überlastsicherungen	33
5.2.2	Beanspruchungsphasen im Druckpunkt	35
5.2.3	Messungen bei unbelastetem Stößel	36
5.2.4	Verlagerungsverhalten des Stößels bei mittiger Belastung	37
5.2.5	Kippungsverhalten des Stößels - Einfluß der Überlastsicherung	39
5.2.6	Ergebnisse der Messungen bei statischer Belastung	40
5.3	Messungen bei dynamischer Pressenbelastung	42
5.3.1	Preßkraft nach verschiedenen Rüstvorgängen	43

VI

5.3.2	Einfluß der Antriebstemperaturänderungen auf das Betriebsverhalten der Presse	44
5.3.3	Kippungs- und Verlagerungsverhalten des Ziehkissens	45
5.3.4	Einfluß der Überlastsicherung (Vorspannkraft) auf den Umformvorgang	46
5.3.5	Einfluß von Druckänderungen im Stößelgewichtsausgleich	48
5.3.6	Vergleich der statischen und dynamischen Messungen	49
5.4	Diskussion der Meßergebnisse	50
5.5	Eignung der Meßgröße "Niederhalterkraft" als Eingangsgröße für das Diagnosesystem	51
5.5.1	Versuchsdurchführung	53
5.5.2	Messungen der Niederhalterkraft über den Umfang eines Produktionswerkzeuges	56
6	Struktur und Module des Diagnosesystems	59
6.1	Grundüberlegungen	59
6.2	Hard- und Software	62
6.2.1	Multi-tasking	63
6.2.2	Echtzeitfähigkeit	64
6.3	Die Prozeßüberwachung und Meßdatenerfassung	66
6.4	Bearbeitung der Prozeß- und Maschinensignale für Überwachungsverfahren	68
6.4.1	Daten glätten	69
6.4.2	Synchronisation	70
6.4.3	Grundlegende Funktionen eines Überwachungssystems	71
6.5	Prozeßdefinition und -einteilung	73
6.5.1	Prozesse mit quasi-statischen Prozeßdaten	73
6.5.2	Prozesse mit transienten oder zyklisch-transienten Prozeßdaten	75
6.5.3	Prozesse mit periodischen Anteilen und langen Datenfolgen	77
6.6	Beschreibung der Programmodule	79
6.6.1	Grundstruktur des Diagnosesystems	79
6.6.2	Die Lernphase des Diagnosesystems	84
6.6.3	Erweiterung des Toleranzbandes	88
6.6.4	Die Beurteilung des Prozesses	88
6.7	Datenverarbeitung im Diagnosemodul	89
6.7.1	Die Merkmalextraktion	90

VII

6.7.2	Klassifizierung der Merkmale	93
6.7.3	Das Hypothesemodul	96
6.7.4	Trendanalyse	99
7	Einsatz des Diagnosesystems in der Praxis unter Produktionsbedingungen	100
7.1	Erprobung des Diagnosesystems bei der Herstellung von Frontabdeckblechen	100
7.2	Einsatz des Diagnosesystems während der Produktion eines Streckziehteiles	101
8	Weiterentwicklung des Diagnosesystems - wirtschaftliche Betrachtungen	107
9	Zusammenfassung	110

Anhang:

Schrifttum