

INHALTSVERZEICHNIS

	Verwendete Formelzeichnungen und Abkürzungen	VII
1	Einleitung	1
1.1	Ausgangssituation der Gesenkschmieden	1
1.2	Anlagen und Werkzeuge	2
1.3	Produktspektrum	7
1.4	Verfahrenstechnische Randbedingungen und Einflußgrößen beim Gesenkschmieden mit Grat	8
2	Aufgabenstellung und Zielsetzung	11
3	Stand der Kenntnisse	14
3.1	Prozeßüberwachung in der Umformtechnik	14
3.2	Signalverarbeitungsverfahren für prozeßbedingte Kraft- und Körperschallsignale	17
3.3	Qualitätskontrolle beim Gesenkschmieden	19
4	Beschreibung typischer Prozeßstörungen beim Gesenkschmieden mit Grat	21
5	Beschreibung der verwendeten Versuchsanordnungen	27
5.1	Labormessungen	27
5.2	Betriebsmessungen	30
5.2.1	Fertigung von Lenkzwischenhebeln	30
5.2.2	Fertigung von Schwenklagern	31
5.2.3	Fertigung von Achsschenkeln	33
6	Betrachtung geeigneter Prozeßgrößen zur prozeßintegrierten Qualitätskontrolle	36
6.1	Prozeßbedingte Kraftsignale	36
6.1.1	Prozeßbedingte Normalkräfte	38
6.1.2	Prozeßbedingte Querkkräfte	41
6.1.3	Prozeßbedingte Auswerferkraft	44
6.2	Prozeßbedingter Körperschall	44
7	Betrachtung geeigneter Meßorte	48
7.1	Meßorte zur Erfassung prozeßbedingter Normalkräfte	48
7.2	Meßorte zur Erfassung prozeßbedingter Querkkräfte	53

7.3	Meßorte zur Erfassung der Auswerferkraft	53
7.4	Meßorte zur Erfassung prozeßbedingten Körperschalls	54
8	Anforderungen und Beschreibung der eingesetzten Prozeßmeßtechnik	59
8.1	Anforderungen an Kraftsensoren	60
8.2	Anforderungen an Körperschallsensoren	62
8.3	Beschreibung der eingesetzten Prozeßmeßtechnik	62
8.3.1	Beschreibung der verwendeten Sensorik	62
8.3.2	Dynamisches Verlagerungs- und Wegmeßsystem	65
8.3.3	Beschreibung der weitergehenden Meßkette	67
8.4	Betrachtung möglicher Meßfehler und Störgrößen	69
9	Einfluß von Prozeßparametern auf die untersuchten Prozeßsignale	74
9.1	Reproduzierbarkeit der Prozeßsignale bei gleichbleibenden Fertigungsbedingungen	75
9.2	Einfluß der Schmiedetemperatur	82
9.3	Einfluß der Rohteilmasse	88
9.4	Einfluß der Werkstücklage im Gesenk	91
9.5	Einfluß der Rohteilgeometrie	97
9.6	Einfluß der Tisch- bzw. Stößelzustellung	100
9.7	Einfluß der Stößelkipfung	104
9.8	Einfluß des Gesenkverschleißes	106
9.9	Einfluß der Vorgravur	110
10	Bewertung der erzielten Versuchsergebnisse	114
11	Konzept eines Überwachungsverfahrens zur prozeßintegrierten Qualitätskontrolle beim Gesenkschmieden	119
11.1	Anforderungen an das Überwachungsverfahren	119
11.2	Möglichkeiten zur Auswertung von Prozeßsignalen	123
11.3	Entwickeltes Mustererkennungsverfahren zur Verarbeitung von Mehrkomponenten-Kraftsignalen	125
11.3.1	Vorverarbeitungsstufe	125
11.3.2	Betrachtung geeigneter Merkmale	127
11.3.3	Klassifikation der berechneten Merkmale	140
12	Zusammenfassung	146
	Literaturverzeichnis	149