

Inhaltsverzeichnis

Content

1	Einleitung	1
1.1	Motivation.....	1
1.2	Forschungsfrage: 100% Inline-Prüfung der gehonten Zylinderlaufbahnen....	3
1.3	Aufbau der Arbeit	5
2	Messtechnik für Zylinderlaufbahnen von Verbrennungsmotoren.....	7
2.1	Honen in der Serienproduktion von Verbrennungsmotoren	7
2.1.1	Honverfahren	7
2.1.2	Bewegungskinematik des Langhub-Innenrund-Honens.....	9
2.1.3	Honwerkzeug	11
2.2	Oberflächenmessung von Zylinderlaufbahnen	12
2.2.1	Prüfmerkmale der Zylinderlaufbahnen	13
2.2.2	Qualitätsprüfung der gehonten Zylinderlaufflächen.....	15
2.2.3	Bewertung der Messverfahren und -mittel	22
2.3	Zwischenfazit: Prüfung von gehonten Zylinderlaufbahnen	25
3	Zielsetzung und Vorgehensweise	27
3.1	Zielsetzung und Aufgabenstellung	27
3.2	Methodische Vorgehensweise	28
4	Konzept des Messsystems	31
4.1	Analyse der Prüfaufgabe und der Herausforderungen	31
4.2	Konzept des Messsystems zur Oberflächenmessung unter Kühlschmierstoff.....	34
4.3	Optische Sensoren.....	36
4.3.1	Chromatisch-konfokaler Sensor	37
4.3.2	Faseroptischer Abstandssensor	40
4.3.3	Modifikation und Aufbau der Sensoren	45
4.4	Zwischenfazit: Konzept des Messsystems	46
5	Aufbau einer Versuchskammer zum Testen des Messsystems	47
5.1	Konstruktion der Versuchskammer zur Simulation der Produktionsbedingungen.....	47
5.1.1	Aufbau des Vorschubsystems.....	48
5.1.2	Aufbau der Kühlschmierstoffwanne.....	51
5.1.3	Gesamtkonstruktion der Versuchskammer	53
5.2	Entwicklung der Messsoftware und Auswertelgorithmen	54
5.2.1	Messsoftware	54
5.2.2	Auswertelgorithmen	56
5.3	Zwischenfazit: Versuchskammer.....	58
6	Analyse der Einflüsse des Kühlschmierstoffs	59

6.1	Kühlschmierstoffe beim Honen	59
6.1.1	Einsatz der Kühlschmierstoffe im Honprozess	59
6.1.2	Überwachung der Kühlschmierstoffe beim Automobilhersteller	61
6.2	Charakterisierung der optischen Eigenschaften von KSS	62
6.2.1	Messprinzip des Dispersionsrefraktometers.....	64
6.2.2	Einfluss der Temperatur	66
6.2.3	Einfluss des Aufrahmverhaltens	69
6.2.4	Einfluss der Sauberkeit	73
6.2.5	Einfluss des Fremddölgehalts	76
6.3	Analyse der Einflüsse des Kühlschmierstoffs auf optische Sensoren	79
6.3.1	Einfluss auf den chromatisch-konfokalen Sensor.....	80
6.3.2	Einfluss auf den faseroptischen Abstandssensor	82
6.4	Zwischenfazit: Einflüsse vom KSS	85
7	Validierung der Tauglichkeit des Messsystems mit Messreihen	87
7.1	Design und Planung der Messreihen	87
7.1.1	Übersicht der Messreihen	87
7.1.2	Gestaltung von Messprozessen	88
7.2	Kalibrierung mit einem Tiefeneinstellnormal.....	90
7.2.1	Konstruktion und Kalibrierung des Tiefeneinstellnormal.....	90
7.2.2	Kalibrierung des Messsystems mittels Tiefeneinstellnormal	93
7.3	Eignungsprüfung für die Rauheitsmessung.....	95
7.4	Messreihen nach statistischem Versuchsplan.....	97
7.4.1	Erstellung des Versuchsplans	97
7.4.2	Auswertung der Ergebnisse	100
7.5	Integration des ausgewählten Sensors in Honmaschine.....	104
7.5.1	Bewertung der Sensoren	104
7.5.2	Integration in Honmaschine.....	107
7.6	Messunsicherheit des Messsystems	107
7.6.1	Analyse der möglichen Einflussgrößen	108
7.6.2	Modellierung und Bewertung der Messunsicherheit.....	109
7.6.3	Maßnahmen zur Verbesserung der Messunsicherheit.....	116
7.7	Zwischenfazit: Validierung des Messsystems	118
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	121
8.1	Zusammenfassung.....	121
8.2	Ausblick.....	123
8.3	Summary (English).....	125
8.4	Outlook (English).....	127
9	Literaturverzeichnis.....	129
Anhang A	Rauheitsauswertung: Algorithmen und Verifizierung	138
A1	Filterung des Profils.....	138
A2	Berechnung der Rauheitskennwerte	141

A3 Validierung der Auswertungsalgorithmen	142
Anhang B Eigenschaften von KSS	145
Anhang C Auswertung der Messreihen nach statistischem	
Versuchsplan	151