

II Inhaltsverzeichnis

I	Vorwort.....	VII
II	Inhaltsverzeichnis.....	VIII
III	Abkürzungen.....	XI
IV	Formelzeichen	XIII
1	Herausforderungen der Koordinatenmesstechnik in der Produktion	1
2	Von der taktilen zur röntgenbasierten Koordinatenmesstechnik	3
2.1	Messverfahren in der Koordinatenmesstechnik	4
2.1.1	Taktile Koordinatenmesstechnik	4
2.1.2	Lichtoptische Koordinatenmesstechnik.....	9
2.1.3	Röntgen-Computertomografie.....	11
2.2	Messtheorie bei Koordinatenmessungen.....	23
2.3	Messunsicherheit bei Koordinatenmessungen.....	25
2.3.1	Bestimmung der Messunsicherheit nach dem GUM.....	27
2.3.2	Bestimmung der Messunsicherheit mittels Simulation	30
2.3.3	Bestimmung der Messunsicherheit mit kalibrierten Werkstücken	31
2.3.4	Messunsicherheit bei der CT	33
2.4	Zwischenfazit	37
3	Aufgabenstellung und Lösungshypothese	39
3.1	Aufgabenstellung	39
3.2	Lösungshypothese – Wissensbasiertes System zur Verbesserung dimensioneller CT-Messungen	41
3.3	Methodik.....	42
4	Analyse der Ausgangssituation	45
4.1	Werkstückrepräsentation	45
4.1.1	Geometriemodell.....	45
4.1.2	Werkstoffmodell	47
4.1.3	Ähnlichkeit zwischen Werkstücken	48
4.2	Einfluss des Bedieners auf dimensionelle CT-Messungen	49
4.3	Tomografiedatenbank	52
4.4	Wissensbasierte Systeme.....	52
4.5	Lastenheft des wissensbasierten Systems	57
4.6	Zwischenfazit	57
5	Konzeption des wissensbasierten Systems	59
5.1	Aufbau des wissensbasierten Systems.....	59

5.2	Interaktion des wissensbasierten Systems mit seiner Umgebung	59
5.3	Entwicklungsumgebung	60
5.4	Verarbeitung der Werkstückrepräsentation.....	60
5.4.1	Geometrische Werkstückrepräsentation	60
5.4.2	Werkstoffliche Werkstückrepräsentation	62
5.5	Wissensbasis	63
5.5.1	Gerätewissen	64
5.5.2	Prozesswissen	64
5.5.3	Fallspezifisches Wissen in der Falldatenbank	72
5.6	Ähnlichkeitsanalyse.....	73
5.6.1	Bewertung der Ähnlichkeit der Form	74
5.6.2	Bewertung der Ähnlichkeit der Skalierung	78
5.6.3	Bewertung der Ähnlichkeit des Materials	87
5.7	Inferenzsystem zur Ableitung von Einstellempfehlungen.....	91
5.7.1	Bewertung der Ähnlichkeit	92
5.7.2	Festlegung der Reihenfolge der Einstellparameter	93
5.7.3	Bestimmung der optimalen Bauteilposition und -orientierung.....	95
5.7.4	Bestimmung des optimalen Röntgenspektrums.....	95
5.7.5	Bestimmung von optimalem Gain und optimaler Belichtungszeit ..	98
5.7.6	Bestimmung des optimalen Rekonstruktionsbereichs	100
5.7.7	Bestimmung der erforderlichen Projektionen	100
5.8	Benutzerschnittstellen	101
5.9	Zwischenfazit	103
6	Validierung des wissensbasierten Systems	105
6.1	Repräsentative Werkstücke und Materialien.....	105
6.2	Qualitätskenngrößen für dimensionelle CT-Messungen	108
6.3	Sensitivitätsanalyse der Bauteilähnlichkeit.....	109
6.3.1	Ähnlichkeit der Form	109
6.3.2	Ähnlichkeit der Bauteilgröße	113
6.3.3	Ähnlichkeit des Materials	121
6.4	Einsatz des wissensbasierten Systems in der Produktion	123
6.4.1	Prüfung der Mensch-Maschine-Schnittstellen.....	123
6.4.2	Bestimmung des Sicherheitsfaktors S für die Simulation.....	125
6.4.3	Fertigung der Aufnahmen zur Fixierung des Bauteils unter dem empfohlenen Orientierungswinkel.....	127
6.5	Vergleich von Bedienermessungen mit Messungen auf Basis des wissensbasierten Systems	128
6.5.1	Stufenzylinder nach VDI/VDE 2630 Blatt 1.3	130
6.5.2	Kunststoffhalter	136
6.5.3	Bürstenkopf einer elektrischen Zahnbürste.....	140
6.6	Diskussion der Ergebnisse.....	143
7	Zusammenfassung und Fazit	145

V Lastenheft	149
VI Anhang	157
VII Literaturverzeichnis.....	165
VIII Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	181
IX Eigene Veröffentlichungen	185
X Lebenslauf.....	187