

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungs- und Größenverzeichnis	vii
Bildverzeichnis	xix
Tabellenverzeichnis	xxiii
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik zur Messunsicherheitsermittlung in der taktilen Koordinatenmesstechnik	3
2.1 Taktile Koordinatenmessgeräte	3
2.1.1 Aufbau und Funktionsweise eines Koordinatenmessgerätes	4
2.1.2 Einflussgrößen auf die Messung mit einem Koordinatenmessgerät	5
2.1.3 Spezifische Einflüsse bei Messungen mit Groß-Koordinatenmessgeräten	9
2.2 Ansätze der Messunsicherheitsermittlung	10
2.2.1 Messunsicherheitsbilanz nach dem Guide of the expression of uncertainty in measurement	11
2.2.2 Messunsicherheitsbestimmung mittels Substitutionsmethode	12
2.2.3 Messunsicherheitsbestimmung mittels Simulation	13
2.3 Das virtuelle Koordinatenmessgerät der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt	16
2.3.1 Modelle und Parameterermittlung	18
2.3.2 Herausforderungen bei der Anwendung am Groß-Koordinatenmessgerät	25
3 Groß-Koordinatenmessgerät und Großverzahnungsnormal der PTB	27
3.1 Groß-Koordinatenmessgerät der PTB	27
3.2 Großverzahnungsnormal der PTB	29
3.3 Erfassung der Temperatur des Großverzahnungsnormals	32
3.4 Lagerung des Großverzahnungsnormals	33

4 Messabweichungen durch das Koordinatenmessgerät	35
4.1 Untersuchung der Erfassung von Geometrieabweichungen mit einem LaserTracer	35
4.1.1 Messtechnische Optimierung einer Erfassungsstrategie	37
4.1.2 Einfluss von Temperaturgradienten auf die interferometrische Erfassungsstrategie	45
4.1.3 Auswirkungen der Erfassung der Geometrieabweichungen auf die Messunsicherheitsermittlung	49
4.2 Einfluss der Umgebungstemperatur auf das Groß-KMG	59
4.2.1 Anwendung des Modells eines thermischen Ausdehnungskreises	59
4.2.2 Anwendung des Temperaturmodells des thermisch bedingten Starrkörpermodells	64
4.2.3 Auswirkung der Modellierungen der thermischen Geometrieabweichungen auf die Messunsicherheitsermittlung	71
5 Messabweichungen durch das Werkstück	75
5.1 Einfluss der Werkstücktemperatur am Beispiel des Großverzahnungsnormals	76
5.1.1 Ermittlung der Temperaturverteilung im Werkstück	76
5.1.2 Ermittlung des Einflusses der Werkstücktemperatur auf die Verzahnungsmessgrößen	79
5.1.3 Auswirkungen der Werkstücktemperatur auf die Messunsicherheitsermittlung	88
5.2 Einfluss der Lagerung am Beispiel eines Großverzahnungsnormals	94
5.2.1 Ermittlung des Einflusses verschiedener Lagerungen auf das Werkstück	95
5.2.2 Theoretische und experimentelle Untersuchung des Lagerungseinflusses auf die Verzahnungsmessgrößen	102
5.2.3 Auswirkungen des Lagerungseinflusses auf die Messunsicherheitsermittlung	105
6 Bedeutung der Ergebnisse für das virtuelle Koordinatenmessgerät der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt	109
7 Zusammenfassung und Ausblick	115

Anhang	119
A Matlab-Code zur Berechnung der thermisch beeinflussten Längen bei der Erfassung der Geometrieabweichungen	119
B Randbedingungen der Simulationen mit der Methode der Finiten Elemente	125
C Parametrisierung des Groß-KMG für das <i>VCmm2Tool</i>	127