

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Einleitung..... | 1 |
| 2 | Stand der Technik | 3 |
| 2.1 | Geometrielemente nach DIN EN ISO 14660..... | 3 |
| 2.2 | Gestaltabweichungen | 5 |
| 2.3 | Erfassung von Werkstückoberflächen | 6 |
| 2.3.1 | Definition, Tolerierung und Entstehung von Grobgestaltabweichungen..... | 7 |
| 2.3.2 | Erfassung von wirklichen Geometrieelementen | 9 |
| 2.3.3 | Auswertung des erfassten Punktes..... | 11 |
| 2.3.4 | Messunsicherheit von erfassten Punkten | 14 |
| 2.3.5 | Ausreißer in erfassten Punkten | 15 |
| 2.4 | Prüfen eines Werkstückes durch Lehren..... | 16 |
| 2.5 | Berechnung von zugeordneten vollständigen Geometrieelementen..... | 18 |
| 2.5.1 | Gebäuchliche Normen in der Fertigungsmesstechnik | 18 |
| 2.5.2 | Ausrichtung von Werkstücken..... | 21 |
| 2.5.3 | Zugeordnete vollständige Geometrieelemente in der Normung | 23 |
| 2.5.4 | Berechnungsverfahren für verschiedene Normen..... | 33 |
| 2.5.5 | Transformation von erfassten Punkten/Messpunkten | 39 |
| 2.5.6 | Linearisierung von mathematischen Funktionen | 40 |
| 2.5.7 | Beispiel Gerade im zweidimensionalen Raum | 41 |
| 2.6 | Regelgeometrien der Geometrie-Messtechnik..... | 43 |
| 2.6.1 | Analytische Beschreibungsmethoden von Geometrieelementen... | 44 |
| 2.6.2 | Ebene..... | 45 |
| 2.6.3 | Kugel..... | 45 |
| 2.6.4 | Zylinder..... | 45 |
| 2.6.5 | Kegel..... | 46 |
| 2.6.6 | Torus | 48 |
| 2.6.7 | Schnittgeometrien Kreis und Gerade | 48 |
| 2.6.8 | Andere Geometrien | 49 |
| 3 | Berechnung von Regelgeometrien für Maß-, Form- und Lageabweichungen..... | 51 |
| 3.1 | Auswahl eines einheitlichen Algorithmus | 51 |
| 3.2 | Berechnung von Hüll-, Pferch- und einseitig anliegenden Regelgeometrien... | 53 |
| 3.2.1 | Methodik für Hüll- und Pferchelemente | 54 |
| 3.2.2 | Methodik für einseitig anliegende Geraden und Ebenen | 56 |
| 3.2.3 | Einseitig anliegende Geraden..... | 56 |
| 3.2.4 | Einseitig anliegende Ebenen | 58 |
| 3.3 | Test-Datensätze für verschiedene Berechnungsverfahren | 58 |
| 3.3.1 | Überprüfung der Tschebyscheff-/Minimum-Regelgeometrien | 58 |
| 3.3.2 | Überprüfung der Hüll- und Pferchelemente..... | 60 |
| 3.3.3 | Überprüfung einseitig anliegender Elemente..... | 62 |
| 3.3.4 | Einschränkungen..... | 63 |
| 4 | Überprüfung der Ergebnisse | 67 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.1 | Einsatz eines Testwerkstückes | 67 |
| 4.2 | Auswertung der virtuell erfassten Punkte des Testwerkstückes | 68 |
| 4.2.1 | Ergebnisse der Berechnungsverfahren für Kreise | 71 |
| 4.2.2 | Ergebnisse der Berechnungsverfahren für Kugeln | 73 |
| 4.2.3 | Ergebnisse der Berechnungsverfahren für Ebenen | 74 |
| 4.2.4 | Ergebnisse der Berechnungsverfahren für Zylinder | 75 |
| 4.2.5 | Ergebnisse der Berechnungsverfahren für stumpfe und spitze Kegel | 78 |
| 4.2.6 | Ergebnisse der Berechnungsverfahren für Torusgeometrien | 80 |
| 4.3 | Vergleich mit publizierten Ergebnissen | 81 |
| 4.4 | Hüll- und Pflerchelemente von unvollständigen Profilen | 83 |
| 5 | Automatische Trennung von Messprofilen | 87 |
| 5.1 | Verschiedene Ansätze in der automatischen Trennung von Punktwolken | 88 |
| 5.2 | Trennelemente für die automatische Trennung von Punktwolken | 89 |
| 5.3 | Ganzheitliche Approximation von Schnittebenenprofilen | 90 |
| 5.4 | Dreidimensionale ganzheitliche Approximation | 99 |
| 5.5 | Diskussion der Ergebnisse der ganzheitlichen Approximation | 109 |
| 6 | Zusammenfassung | 111 |
| 7 | Literaturverzeichnis | 113 |
| 8 | Bildverzeichnis | 125 |
| 9 | Tabellenverzeichnis | 131 |
| 10 | Formelzeichen | 133 |
| 11 | Veröffentlichungen des Autors | 137 |
| 12 | Durch den Autor betreute studentische Arbeiten | 141 |