

Dipl.-Ing. Michael Schmitt, Kandel

**Rechnerunterstützte
Tolerierung
der Produktgestalt
von mechanischen Bauteilen
auf der Basis
eines integrierten
Produktmodellierers**

Reihe **20**: Rechnerunterstützte
Verfahren

Nr. **108**

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Einleitung..... | 1 |
| 1.1 | Bedeutung und Problematik der Festlegung von Gestaltstoleranzen..... | 4 |
| 1.2 | Zielsetzung der Arbeit..... | 11 |
| 2 | Analyse des Standes der Technik..... | 12 |
| 2.1 | Derzeitige Tolerierungspraxis..... | 14 |
| 2.2 | Modellansätze zur Repräsentation von Toleranzinformationen in CAD-Systemen..... | 20 |
| 2.2.1 | Modelle zur Abbildung der Syntax von Toleranzinformationen..... | 21 |
| 2.2.2 | Abbildung der Semantik von Toleranzinformationen auf der Basis mathematischer Modelle..... | 24 |
| 2.3 | Verfahren zur Toleranzanalyse..... | 34 |
| 2.4 | Verfahren zur Toleranzsynthese..... | 40 |
| 2.4.1 | Toleranzsynthese auf der Basis der Toleranzrechnung..... | 41 |
| 2.4.2 | Toleranzsynthese auf der Basis von Toleranz- Kostenmodellen..... | 42 |
| 2.5 | Analyse von Produktmodellkonzepten..... | 47 |
| 2.6 | Anforderungen an ein System zur rechnerunterstützten Tolerierung..... | 52 |
| 3 | Mathematisches Modells für die exakte Abbildung von Gestaltstoleranzen..... | 56 |
| 3.1 | Mathematisches Modell zur Beschreibung eines allgemeinen Toleranzraums..... | 56 |
| 3.1.1 | Abbildung von Freiformflächen in CAD-Systemen..... | 57 |
| 3.1.2 | Mathematisches Modell zur Beschreibung von zulässigen Gestaltsabweichungen..... | 62 |
| 3.2 | Beschreibung von Gestaltstoleranzen auf der Basis des mathematischen Modells..... | 73 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 3.2.1 | Semantik von Lagetoleranzen..... | 74 |
| 3.2.2 | Semantik von Formtoleranzen..... | 80 |
| 3.2.3 | Semantik von Lauftoleranzen..... | 83 |
| 3.2.4 | Beschreibung von Maßtoleranzen..... | 85 |
| 3.2.5 | Semantik der Toleranzprinzipien..... | 90 |
| 3.3 | Vorteile der Anwendung des mathematischen Modells..... | 92 |
| 4 | Spezifikation eines Referenzmodells zur Beschreibung von Gestalttoleranzen..... | 94 |
| 4.1 | Methodische Vorgehensweise und Beschreibungssprachen zur Modellbildung..... | 95 |
| 4.1.1 | Definition und Zielsetzung der Entwicklung eines Referenzmodells..... | 95 |
| 4.1.2 | Konventionen zur Beschreibung des Referenzmodells..... | 98 |
| 4.2 | Statisches Modell zur Abbildung von Gestalttoleranzen..... | 100 |
| 4.2.1 | Spezifikation des Gestaltmodells..... | 101 |
| 4.2.2 | Spezifikation des Mikrogeometriemodells..... | 107 |
| 4.2.2.1 | Schema zur Abbildung von Lagetoleranzen..... | 112 |
| 4.2.2.2 | Schema zur Abbildung von Formtoleranzen 1.Ordnung..... | 117 |
| 4.2.2.3 | Schema zur Abbildung von Lauf- und Maßtoleranzen..... | 120 |
| 4.2.2.4 | Schema zur Abbildung der Tolerierungsgrundsätze..... | 123 |
| 4.2.2.5 | Schema zur Abbildung der Formabweichungen höherer Ordnung..... | 124 |
| 4.3 | Einbindung des Mikrogeometriemodells in das integrierte Produktmodell von DICAD..... | 130 |
| 4.3.1 | Integration des Mikrogeometriemodells mit den Partialmodellen Anforderungs-, Funktions- und Prinzipmodell..... | 131 |
| 4.3.2 | Integration des Mikrogeometriemodells mit dem Betriebsmittelmodell..... | 139 |
| 4.3.3 | Integration des Mikrogeometriemodells mit dem Fertigungsplanungs- und Prüfplanungsmodell..... | 142 |

| | | |
|---|--|-----|
| 5 | Verfahren zur rechnerunterstützten Tolerierung | 144 |
| 5.1 | Verfahren zur Toleranzrepräsentation | 144 |
| 5.2 | Verfahren zur Toleranzsynthese | 158 |
| 5.3 | Verfahren zur Toleranzanalyse..... | 162 |
| 6 | Verifikation des Konzeptes..... | 168 |
| 6.1 | Prototypimplementierung..... | 168 |
| 6.2 | Anwendungsbeispiele | 173 |
| 7 | Ausblick | 185 |
| 8 | Zusammenfassung..... | 187 |
| 9 | Literatur..... | 190 |
| Anhang A: Kenngrößen zur Beschreibung von Formabweichungen höherer Ordnung | | 203 |
| Anhang B: Syntax der verwendeten OMT Konstrukte..... | | 209 |
| Anhang C: Auszug aus dem Technischen Effektspeicher | | 212 |
| Anhang D: Verwendete Symbolik zur Definition von Syntax- diagrammen..... | | 217 |
| Anhang E Zustandsdiagramme zur Beschreibung des System- verhaltens..... | | 218 |