

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 Modell 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 Gestaltstoleranzen.....	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 Gestaltstoleranzen.....	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