

Inhalt

Vorwort	10
Zeichen und Abkürzungen	15
1 Grundlagen des Tolerierens	17
1.1 Probleme bei der technischen Darstellung von Bauteilen	17
1.2 Einflussgrößen auf die Toleranzfestlegung	21
1.2.1 Gestaltabweichungen und ihre Grenzen	21
1.2.2 Aufgaben und Bedingungen für Toleranzen	24
1.3 Maßtoleranzen und Passungen	27
1.3.1 Maßbegriffe	27
1.3.2 Besondere Maßarten	30
1.3.3 ISO-Maßtoleranzsystem	36
1.3.4 Passungen	40
1.4 Tolerierungsgrundsatz	43
1.4.1 Einführung	43
1.4.2 Unabhängigkeitsprinzip	45
1.4.3 Hüllbedingung beim Unabhängigkeitsprinzip	49
1.4.4 Hüllprinzip als Tolerierungsgrundsatz	53
1.4.5 Anwendung der Tolerierungsgrundsätze	60
1.5 Aufbau der Form- und Lagetolerierung	63
1.5.1 Grundbegriffe	63
1.5.2 Formtolerierung am Beispiel „gerade Kante“	65
1.5.3 Lagetolerierung am Beispiel „parallele Kanten“	66
1.5.4 Zusammenhang zwischen Maß- und Lagetolerierung	70
1.6 Zeichnungseintragung	71
1.6.1 Toleriertes Element	71
1.6.2 Bezugselement	81

2	Toleranzarten und Bezüge	86
2.1	Überblick	86
2.2	Formtoleranzen	88
2.2.1	Übersicht	88
2.2.2	Geradheit	90
2.2.3	Ebenheit	99
2.2.4	Rundheit (Kreisform)	100
2.2.5	Zylindrizität (Zylinderform)	106
2.3	Bezüge und Bezugssysteme	108
2.3.1	Grundlagen und Übersicht	108
2.3.2	Bezüge aus wirklichen Geraden oder Ebenen	109
2.3.3	Achsen oder Mittelebenen als Bezüge	113
2.3.4	Bezugssysteme	122
2.4	Profiltoleranzen	132
2.4.1	Übersicht	132
2.4.2	Linienprofil	133
2.4.3	Flächenprofil	137
2.5	Richtungstoleranzen	140
2.5.1	Übersicht	140
2.5.2	Parallelität	141
2.5.3	Rechtwinkligkeit	152
2.5.4	Neigung	153
2.6	Ortstoleranzen	155
2.6.1	Übersicht	155
2.6.2	Position	157
2.6.3	Koaxialität und Konzentrizität	164
2.6.4	Symmetrie	167
2.7	Lafttoleranzen	170
2.7.1	Übersicht	170
2.7.2	Einfacher Lauf	171
2.7.3	Gesamtlauf	175
3	Allgemeintoleranzen	178
3.1	Grundlagen	178
3.2	Allgemeintoleranzen nach ISO 2768	182
3.2.1	Übersicht	182
3.2.2	Maß- und Winkeltoleranzen	183
3.2.3	Form- und Lagetoleranzen	185

3.3	Allgemeintoleranzen für verschiedene Fertigungsverfahren	192
3.3.1	Übersicht und Lücken	192
3.3.2	Einzelne Fertigungsverfahren	194
3.3.3	Ermittlung von Rohteilnennmaßen	199
3.3.4	Allgemeintolerierung mit Profiltoleranzen	202
3.4	Allgemeintoleranzen nach ISO 22081	204
4	Toleranzverknüpfungen	209
4.1	Übersicht	209
4.2	Maßketten	210
4.2.1	Arithmetische Tolerierung	210
4.2.2	Grundlagen des statistischen Tolerierens	213
4.2.3	Vorgehensweise zum überschlägigen statistischen Tolerieren	218
4.3	Form- und Lagetoleranzen in Maßketten	223
4.3.1	Einführung	223
4.3.2	Grenzgestalten von Geometrieelementen	227
4.3.3	Beispiele für die Verkettung von Grenzgestalten	234
4.4	Maximum-Material-Bedingung	240
4.4.1	Einführung	240
4.4.2	Eingrenzung der Anwendung	243
4.4.3	Vorgehensweise zur Toleranzuntersuchung	245
4.4.4	Festlegung von Funktionslehren	248
4.5	Minimum-Material-Bedingung	259
4.5.1	Einführung	259
4.5.2	Anwendung	261
4.6	Verknüpfung mit Oberflächenkennwerten	263
5	Praktische Anwendung der Tolerierung	266
5.1	Vorgehensweisen zur Form- und Lagetolerierung	266
5.1.1	Interpretation von eingetragenen Toleranzen	266
5.1.2	Methodik zur Form- und Lagetolerierung	269
5.2	Toleranzen und Kosten	274
5.2.1	Übersicht	274
5.2.2	Kostensprünge	276
5.3	Leitregeln zum toleranzgerechten Gestalten	280
5.3.1	Zum Aufbau von Bemaßung und Tolerierung	280
5.3.2	Zur Wirtschaftlichkeit der Tolerierung	286
5.3.3	Zum Qualitätsmanagement	294

5.4 Anwendungsbeispiele aus der Praxis 298
 5.4.1 Werkstücke mit relativ einfacher Nenngeometrie 298
 5.4.2 Beispiele für komplizierter geformte Werkstücke 306

6 Unterschiede der ASME-Normung gegenüber ISO 315

Literaturverzeichnis 322

Sachwortregister 324

Tabelle 0.1: Wo finde ich was? – Form- und Lagetoleranzen







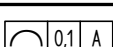
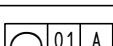
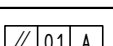
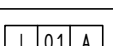
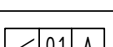
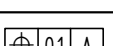
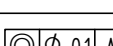
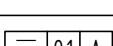
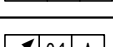
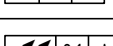






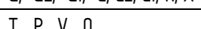
















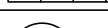



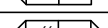
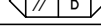
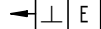
Symbol	Beschreibung /Benennung	Bemerkung / toleriertes Element	Kapitel
	Geradheit	Formtolerierung Linielement (Gerade)	Kap. 2.2.2
	Ebenheit	Formtolerierung Flächenelement (Ebene)	Kap. 2.2.3
	Rundheit	Formtolerierung Linielement (Kreis)	Kap. 2.2.4
	Zylinderform	Formtolerierung Flächenelement (Zylinder)	Kap. 2.2.5
	Profil einer (beliebigen) Linie	Formtolerierung Linielement (beliebige Linie)	Kap. 2.4.2
	Profil einer (beliebigen) Fläche	Formtolerierung Flächenelement (beliebige Fläche)	Kap. 2.4.3
	Profil einer (beliebigen) Linie	Lagetolerierung (Richtung oder Ort) Linielement (beliebigen Linie)	Kap. 2.4.2
	Profil einer (beliebigen) Fläche	Lagetolerierung (Richtung oder Ort) Flächenelement (beliebige Fläche)	Kap. 2.4.3
	Parallelität	Lagetolerierung (Richtung) Linien- oder Flächenelement	Kap. 2.5.2
	Rechtwinkligkeit	Lagetolerierung (Richtung) Linien- oder Flächenelement	Kap. 2.5.3
	Neigung	Lagetolerierung (Richtung) Linien- oder Flächenelement	Kap. 2.5.4
	Position	Lagetolerierung (Ort) Linien- oder Flächenelement	Kap. 2.6.2
	Koaxialität/Konzentrität	Lagetolerierung (Ort) Linielement	Kap. 2.6.3
	Symmetrie	Lagetolerierung (Ort) Linien- oder Flächenelement	Kap. 2.6.4
	Einfacher Lauf	Lagetolerierung (Lauf) Linielement (Kreis)	Kap. 2.7.2
	Gesamtlaufl	Lagetolerierung (Lauf) Flächenelement (i. d. R. Zylinder od. Ebene)	Kap. 2.7.3

Tabelle 0.2: Wo finde ich was? – Symbole und Modifikatoren für die geometrische Produktspezifikation

Symbol / Modifikator	Beschreibung	Kapitel
 ... usw.	Modifikatoren für Größenmaßmerkmale nach ISO 14405	13.2
	Hüllbedingung für Größenmaßelemente	14.3
	kombinierte Toleranzzone (früher gemeinsame Toleranzzone)	16.1
	separate Toleranzzone	16.1, 2.4.2, 2.6.2, 4.4.4
	"Unsymmetrische Zone" (spezifiziert versetzte Toleranzzone)	2.4.1
	Vereinigtes Geometrieelement (United Feature)	16.1, 2.4.2
	Modifikatoren für das Referenzelement bei Formabweichungen	2.2.2, 2.2.4
	Modifikatoren für Parameter	2.2.2
	Modifikatoren für assoziierte tolerierte Elemente	2.5.2
	Indikator für das abeleitete Geometrieelement (Achse)	16.1
	projizierte Toleranzzone	16.1
	Maximum-Material-Bedingung (DIN EN ISO 2692)	4.4
	Minimum-Material-Bedingung (DIN EN ISO 2692)	4.5
	Reziprozitätsbedingung (DIN EN ISO 2692)	4.5
	freier Zustand (bei nicht-formstabilen Bauteilen) (DIN EN ISO 10579)	5.3.1, 5.4.2
	jeder beliebige Querschnitt (Any Cross Section, u. a. DIN EN ISO 14405)	16.1
	bestimmter Querschnitt (Special Cross Section, u. a. DIN EN ISO 14405)	16.1
	beliebiger Längsschnitt (Any Logitudinal Section, DIN EN ISO 14405)	16.1
	kleinster Durchmesser (Lower Diameter)	16.1, 5.4.1
	größter Durchmesser (Major Diameter)	16.1
	Flankendurchmesser (Pitch Diameter)	16.1
	Nur-Richtung-Modifikator bei Bezügen (DIN EN ISO 5459)	2.4.3
	zwischen (für den begrenzten Gültigkeitsbereich einer Toleranz)	16.1
	Bezug	2.3
	Bezugssystem	2.3
	Bezugsstellensymbol	2.3
	Schnittebenen-Indikator	2.2.2
	Orientierungsebenen-Indikator	2.2.2, 2.5.2
	Richtungselement-Indikator	2.2.4
	Kollektionsebenen-Indikator	2.4.3