E DIN 23601:2024-11 (D)

Erscheinungsdatum: 2024-10-18

Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Verifikation - Anforderungen an Messungen zur Bestimmung der Kenngrößen für Größenmaße, Form, Richtung, Ort und Lauf

Inhalt

Seite

Vorwort ... 13

1 Anwendungsbereich ... 14

2 Normative Verweisungen ... 14

3 Begriffe ... 15

4 Symbole und Abkürzungen ... 17

5 Beispiele für Toleranz- und Abweichungszonen ... 18
5.1 Beispiele für Toleranz- und Abweichungszonen integraler Geometrieelemente ... 18
5.1.1 Allgemeines ... 18
5.1.2 Geradheit von Linien auf einer Fläche ... 18
5.1.3 Parallelität von Linien auf einer Fläche ... 20
5.1.4 Position von Linien auf einer Fläche (Linienprofil) ... 22
5.2 Beispiele für Toleranz- und Abweichungszonen abgeleiteter (mittlerer) Geometrieelemente ... 23
5.2.1 Allgemeines ... 23
5.2.2 Geradheit einer extrahierten Mittellinie ... 23
5.2.3 Rechtwinkligkeit einer extrahierten Mittellinie ... 25
5.2.4 Position einer extrahierten Mittellinie ... 27

6 Allgemeine Prinzipien von Verifikationsmessungen ... 28
6.1 Unsicherheiten bei der Verifikation ... 28
6.1.1 Gesamtunsicherheit und Mehrdeutigkeiten in der Spezifikation und Verifikation ... 28
6.1.2 Verifikationsverfahren und ihre Messunsicherheit ... 30
6.2 Verwendung von Defaults ... 31
6.3 Extraktion (Erfassung) ... 31
6.3.1 Extrahierte Messpunkte ... 31
6.3.2 Extrahiertes integrales Geometrieelement ... 31
6.3.3 Extrahierte abgeleitete (mittlere) Geometrieelemente ... 32
6.4 Filterung und Messpunktanzahl ... 36
6.5 Assoziation (Zuordnung) ... 39

7 Maße ... 39

8 Formabweichungen ... 40
8.1 Geradheitsabweichungen (e_{ST}) ... 40
8.1.1 Spezifikationsmöglichkeiten von Geradheitstoleranzen ... 40
8.1.2 Geradheitsabweichung einer extrahierten integralen Linie (axial, 2D) ... 41
8.1.3 Geradheitsabweichung einer extrahierten (abgeleiteten) Mittellinie (3D) ... 43
8.2 Rundheitsabweichungen (e_{RO}) ... 46
8.2.1 Spezifikationsmöglichkeiten von Rundheitstoleranzen ... 46
8.2.2 Rundheitsabweichung einer extrahierten integralen Umfangslinie senkrecht zur Achse des Geometrieelements (radial, 2D) ... 47
8.2.3 Rundheitsabweichung einer extrahierten integralen Umfangslinie senkrecht zur Oberfläche des Geometrieelements (radial, 2D) ... 50
8.3 Ebenheitsabweichungen (e_{FL}) ... 53
8.3.1 Spezifikationsmöglichkeiten von Ebenheitstoleranzen ... 53

8.3.2 Ebenheitsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche 54
8.3.3 Ebenheitsabweichung einer extrahierten (abgeleiteten) Mittelfläche 55
8.4 Zylinderformabweichungen (e_{CY}) 58
8.4.1 Spezifikationsmöglichkeiten von Zylinderformtoleranzen 58
8.4.2 Zylinderformabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche 58

9 Richtungsabweichung 60
9.1 Rechtwinkligkeitsabweichung (e_{PE}) 60
9.1.1 Spezifikationsmöglichkeiten von Rechtwinkligkeitstoleranzen 60
9.1.2 Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten integralen Linie (axial, 2D) 61
9.1.3 Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten Mittellinie (3D) 63
9.1.4 Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten integralen (ebenen) Oberfläche 66
9.1.5 Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten (abgeleiteten) Mittelfläche 69
9.2 Parallelitätsabweichung (e_{PA}) 71
9.2.1 Spezifikationsmöglichkeiten von Parallelitätstoleranzen 71
9.2.2 Parallelitätsabweichung einer extrahierten integralen Linie (axial, 2D) 72
9.2.3 Parallelitätsabweichung einer extrahierten Mittellinie (3D) 74
9.2.4 Parallelitätsabweichung einer extrahierten integralen (ebenen) Oberfläche 77
9.2.5 Parallelitätsabweichung einer extrahierten (abgeleiteten) Mittelfläche 79
9.3 Neigungsabweichung (e_{AN}) 82
9.3.1 Spezifikationsmöglichkeiten von Neigungstoleranzen 82
9.3.2 Neigungsabweichung einer extrahierten integralen Linie (axial, 2D) 83
9.3.3 Neigungsabweichung einer extrahierten Mittellinie (3D) 85
9.3.4 Neigungsabweichung einer extrahierten integralen (ebenen) Oberfläche 88
9.3.5 Neigungsabweichung einer extrahierten (abgeleiteten) Mittelfläche 91

10 Ortsabweichung 93
10.1 Positionsabweichungen (e_{PO}) 93
10.1.1 Spezifikationsmöglichkeiten von Positionstoleranzen 93
10.1.2 Positionsabweichung eines extrahierten Mittelpunkts (3D) 95
10.1.3 Positionsabweichung einer extrahierten Mittellinie (3D) 98
10.1.4 Positionsabweichung einer extrahierten integralen (ebenen) Oberfläche 100
10.1.5 Positionsabweichung einer extrahierten (abgeleiteten) Mittelfläche 103
10.2 Konzentrizitätsabweichung (e_{CO}) und Koaxialitätsabweichung (e_{CA}) 105
10.2.1 Spezifikationsmöglichkeiten von Konzentrizitätstoleranzen und Koaxialitätstoleranzen 105
10.2.2 Konzentrizitätsabweichung eines extrahierten Mittelpunkts (2D) 106
10.2.3 Koaxialitätsabweichung einer extrahierten Mittellinie (3D) 109
10.3 Symmetrieabweichung (e_{SY}) 112
10.3.1 Spezifikationsmöglichkeiten von Symmetrietoleranzen 112
10.3.2 Symmetrieabweichung einer extrahierten integralen (ebenen) Oberfläche 112
10.3.3 Symmetrieabweichung einer extrahierten (abgeleiteten) Mittelfläche 114

11 Laufabweichung 117

12 Profilabweichung 117
12.1 Linienprofilabweichungen (e_{LP}) 117
12.1.1 Spezifikationsmöglichkeiten von Linienprofiltoleranzen 117
12.1.2 Linienprofilabweichung einer extrahierten integralen Linie ohne Bezug 119
12.1.3 Linienprofilabweichung einer extrahierten (abgeleiteten) Mittellinie (3D) 124
12.2 Flächenprofilabweichung (e_{SP}) 125
12.2.1 Spezifikationsmöglichkeiten von Flächenprofiltoleranzen 125
12.2.2 Extraktion 126
12.2.3 Filterung 126
12.2.4 Assoziation 126
12.2.5 Berechnung der Flächenprofilabweichung 126
12.2.6 Konformitätsbewertung 127

13 Bezüge und Bezugssysteme 127
13.1 Allgemeines 127
13.2 Erfassung und Bildung von Bezügen/Bezugssystemen 128

13.2.1 Allgemeine Vorgehensweise 128
13.2.2 Extraktion und Filterung 130
13.2.3 Assoziation 130
13.2.4 Bezugssystem aus Situationselementen 131
13.2.5 Bezugskoordinatensystem 132
13.2.6 Physische Verkörperung und vereinfachte Verifikationsoperationen 133
13.3 Arten von Bezügen/Bezugssystemen 134
13.3.1 Übersicht und Allgemeines 134
13.3.2 Einzelbezüge 134
13.3.3 Gemeinsame Bezüge 135
13.3.4 Bezugsstellen 135
13.3.5 Berührende Geometrieelemente [CF] 135
13.3.6 Bezugssystem 136

Anhang A (informativ) Beispiele resultierender Situationselemente von Bezügen und Bezugssystemen 137
A.1 Aus Einzelbezügen 137
A.2 Aus gemeinsamen Bezügen 145

Literaturhinweise 150

Bilder

Bild 1 — Spezifikation der Geradheitsabweichung von Linien auf einer Fläche und Freiheitsgrade der Toleranzzone 19

Bild 2 — Beispiel für die Geradheitstoleranzzone einer Linie *L* auf einer Fläche 19

Bild 3 — Geradheitsabweichung von Linien 20

Bild 4 — Spezifikation der Parallelitätsabweichung von Linien auf einer Fläche zu einer Bezugsfläche und Freiheitsgrade der Toleranzzone 20

Bild 5 — Beispiel für die Parallelitätstoleranzzone einer Linie *L* auf einer Fläche 21

Bild 6 — Parallelitätsabweichung von Linien 21

Bild 7 — Spezifikation der Positionsabweichung von Linien auf einer Fläche zu einer Bezugsfläche und Freiheitsgrade der Toleranzzone 22

Bild 8 — Positionstoleranzzone von Linien auf einer Fläche 22

Bild 9 — Positionsabweichung von Linien 23

Bild 10 — Spezifikation einer Formtoleranz (hier: Geradheit) und Freiheitsgrade der Toleranzzone 24

Bild 11 — Beispiel für mögliche Lagen der Geradheitstoleranzzone einer extrahierten Mittellinie 24

Bild 12 — Geradheitsabweichung einer extrahierten Mittellinie 25

Bild 13 — Spezifikation einer Richtungstoleranz (hier: Rechtwinkligkeit) und Freiheitsgrade der Toleranzzone 26

Bild 14 — Beispiel für mögliche Lagen der Rechtwinkligkeitstoleranzzone einer extrahierten Mittellinie 26

Bild 15 — Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten Mittellinie ... 26

Bild 16 — Spezifikation einer Ortstoleranz (hier: Position) und Freiheitsgrade der Toleranzzone ... 27

Bild 17 — Positionstoleranzzone einer extrahierten Mittellinie ... 28

Bild 18 — Positionsabweichung einer extrahierten Mittellinie ... 28

Bild 19 — Zusammenhang zwischen der funktionalen Spezifikation und der Gesamtunsicherheit nach DIN EN ISO 17450-2 ... 29

Bild 20 — Konformitätsbewertung unter Berücksichtigung der Messunsicherheit nach DIN EN ISO 14253-1 ... 30

Bild 21 — Mögliche Einflussgrößen auf den Messprozess ... 30

Bild 22 — Bildung der extrahierten Mittellinie am Beispiel eines Zylinders ... 34

Bild 23 — Bildung der extrahierten Mittelfläche am Beispiel zweier paralleler Ebenen ... 36

Bild 24 — Maximal möglicher Amplitudenfehler in Abhängigkeit der Punktanzahl bei der Rekonstruktion einer Sinuswelle unter Beachtung der ungünstigsten Phasenlage äquidistanter Punkte ... 37

Bild 25 — Kenngrößen zur Bestimmung der Geradheitsabweichung ... 42

Bild 26 — Kenngrößen zur Bestimmung der Geradheitsabweichung einer extrahierten Mittellinie ... 45

Bild 27 — Kenngrößen zur Bestimmung der Rundheitsabweichung einer extrahierten integralen Umfangslinie ... 49

Bild 28 — Kenngrößen zur Bestimmung der Ebenheitsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche ... 55

Bild 29 — Kenngrößen zur Bestimmung der Ebenheitsabweichung einer extrahierten Mittelfläche ... 57

Bild 30 — Kenngrößen zur Bestimmung der Zylinderformabweichung ... 59

Bild 31 — Kenngrößen zur Bestimmung der Rechtwinkligkeitsabweichung ... 62

Bild 32 — Kenngrößen zur Bestimmung der Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten Mittellinie ... 65

Bild 33 — Kenngrößen zur Bestimmung der Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche ... 68

Bild 34 — Kenngrößen zur Bestimmung der Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten Mittelfläche ... 70

Bild 35 — Kenngrößen zur Bestimmung der Parallelitätsabweichung ... 73

Bild 36 — Kenngrößen zur Bestimmung der Parallelitätsabweichung einer extrahierten Mittellinie ... 76

Bild 37 — Kenngrößen zur Bestimmung der Parallelitätsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche ... 79

Bild 38 — Kenngrößen zur Bestimmung der Parallelitätsabweichung einer extrahierten Mittelfläche ... 81

Bild 39 — Kenngrößen zur Bestimmung der Neigungsabweichung einer extrahierten integralen Linie ... 84

Bild 40 — Kenngrößen zur Bestimmung der Neigungsabweichung einer extrahierten Mittellinie ... 87

Bild 41 — Kenngrößen zur Bestimmung der Neigungsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche ... 90

Bild 42 — Kenngrößen zur Bestimmung der Neigungsabweichung einer extrahierten Mittelfläche ... 92

Bild 43 — Kenngrößen zur Bestimmung der Positionsabweichung eines extrahierten Mittelpunkts ... 96

Bild 44 — Kenngrößen zur Bestimmung der Positionsabweichung einer extrahierten Mittellinie ... 99

Bild 45 — Kenngrößen zur Bestimmung der Positionsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche ... 102

Bild 46 — Kenngrößen zur Bestimmung der Positionsabweichung einer extrahierten Mittelfläche ... 104

Bild 47 — Kenngrößen zur Bestimmung der Konzentrizitätsabweichung eines extrahierten Mittelpunkts (2D) ... 108

Bild 48 — Kenngrößen zur Bestimmung der Koaxialitätsabweichung einer extrahierten Mittellinie ... 111

Bild 49 — Kenngrößen zur Bestimmung der Symmetrieabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche ... 114

Bild 50 — Kenngrößen zur Bestimmung der Symmetrieabweichung einer extrahierten Mittelfläche ... 116

Bild 51 — Kenngrößen zur Bestimmung der Linienprofilabweichung einer extrahierten integralen Linie ... 121

Bild 52 — Verlaufskurve der lokalen geometrischen Abweichungen ... 121

Bild 53 — Beispielhafte Verlaufskurve der lokalen geometrischen Abweichungen für d_{max} = +0,14 ... 123

Bild 54 — Beispielhafte Verlaufskurve der lokalen geometrischen Abweichungen für d_{max} = +0,18 ... 123

Bild 55 — Beispielhafte Verlaufskurve der lokalen geometrischen Abweichungen für d_{min} = 0,15 ... 124

Bild 56 — Geometrische Toleranzen der Bezüge ... 128

Bild 57 — Vereinfachte Beispiele zur Konvention für die Bildung des Bezugskoordinatensystems an TEFs ... 133

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole für Toleranz und Abweichung von Form, Profil, Richtung, Ort und Lauf 17

Tabelle 2 — Abkürzungen zu assoziierten Referenzelementen 18

Tabelle 3 — Typische und praxisrelevante Werte bzgl. der Messpunktanzahl je Sinuswelle 38

Tabelle 4 — Spezifikationsmöglichkeiten von Geradheitstoleranzen 40

Tabelle 5 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Geradheitsabweichung einer extrahierten integralen Linie (axial, 2D) 41

Tabelle 6 — Ermittlung der Geradheitsabweichung einer extrahierten integralen Linie — Default für die Schnittanzahl für das Geometrieelement Ebene/Mantelfläche 41

Tabelle 7 — Berechnung der Geradheitsabweichung einer extrahierten integralen Linie 42

Tabelle 8 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Geradheitsabweichung einer extrahierten Mittellinie 43

Tabelle 9 — Ermittlung der Geradheitsabweichung einer extrahierten Mittellinie — Default für die Schnittanzahl für das Geometrieelement Zylinder/Kegel 44

Tabelle 10 — Berechnung der Geradheitsabweichung einer extrahierten Mittellinie 45

Tabelle 11 — Spezifikationsmöglichkeiten von Rundheitstoleranzen 47

Tabelle 12 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Rundheitsabweichung einer extrahierten integralen Umfangslinie senkrecht zur Achse des Geometrieelements 47

Tabelle 13 — Ermittlung der Rundheitsabweichung einer extrahierten integralen Umfangslinie senkrecht zur Achse des Geometrieelements — Default für die Schnittanzahl für das Geometrieelement Zylinder/Kegel 48

Tabelle 14 — Berechnung der Rundheitsabweichung einer extrahierten integralen Umfangslinie senkrecht zur Achse des Geometrieelements 49

Tabelle 15 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Rundheitsabweichung einer extrahierten integralen Umfangslinie senkrecht zur Oberfläche des Geometrieelements 50

Tabelle 16 — Ermittlung der Rundheitsabweichung einer extrahierten integralen Umfangslinie senkrecht zur Oberfläche des Geometrieelements — Default für die Schnittanzahl für das Geometrieelement Kugel/Kegel 51

Tabelle 17 — Berechnung der Rundheitsabweichung einer extrahierten integralen Umfangslinie senkrecht zur Oberfläche des Geometrieelements 52

Tabelle 18 — Spezifikationsmöglichkeiten von Ebenheitstoleranzen 53

Tabelle 19 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Ebenheitsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche 54

Tabelle 20 — Ermittlung der Ebenheitsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche — Default für die Linienanzahl für das Geometrieelement Ebenen 54

Tabelle 21 — Berechnung der Ebenheitsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche 55

Tabelle 22 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Ebenheitsabweichung einer extrahierten Mittelfläche 56

Tabelle 23 — Ermittlung der Ebenheitsabweichung einer extrahierten Mittelfläche — Default für die Linienanzahl für das Geometrieelement parallele Ebenen 56

Tabelle 24 — Berechnung der Ebenheitsabweichung einer extrahierten Mittelfläche 57

Tabelle 25 — Spezifikationsmöglichkeiten von Zylinderformtoleranzen 58

Tabelle 26 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Zylinderformabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche 58

Tabelle 27 — Ermittlung der Zylinderformabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche — Default für Axial- und Radialschnitte 59

Tabelle 28 — Berechnung der Zylinderformabweichung 60

Tabelle 29 — Spezifikationsmöglichkeiten von Rechtwinkligkeitstoleranzen 60

Tabelle 30 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten integralen Linie 61

Tabelle 31 — Ermittlung der Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten integralen Linie — Default für die Schnittanzahl für das Geometrieelement Ebene/Mantelfläche 62

Tabelle 32 — Berechnung der Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten integralen Linie 63

Tabelle 33 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten Mittellinie 64

Tabelle 34 — Ermittlung der Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten Mittellinie — Default für die Schnittanzahl für das Geometrieelement Zylinder/Kegel 64

Tabelle 35 — Berechnung der Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten Mittellinie 66

Tabelle 36 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche 67

Tabelle 37 — Ermittlung der Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche — Default für die Linienanzahl für das Geometrieelement Ebenen 67

Tabelle 38 — Berechnung der Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche 68

Tabelle 39 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten Mittelfläche 69

Tabelle 40 — Ermittlung der Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten Mittelfläche — Default für die Linienanzahl für das Geometrieelement Ebenen 69

Tabelle 41 — Berechnung der Rechtwinkligkeitsabweichung einer extrahierten Mittelfläche 70

Tabelle 42 — Spezifikationsmöglichkeiten von Parallelitätstoleranzen 71

Tabelle 43 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Parallelitätsabweichung einer extrahierten integralen Linie 72

Tabelle 44 — Ermittlung der Parallelitätsabweichung einer extrahierten integralen Linie — Default für die Schnittanzahl für das Geometrieelement Ebene/Mantelfläche 73

Tabelle 45 — Berechnung der Parallelitätsabweichung einer extrahierten integralen Linie 74

Tabelle 46 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Parallelitätsabweichung einer extrahierten Mittellinie 75

Tabelle 47 — Ermittlung der Parallelitätsabweichung einer extrahierten Mittellinie — Default für die Schnittanzahl für das Geometrieelement Zylinder/Kegel 75

Tabelle 48 — Berechnung der Parallelitätsabweichung einer extrahierten Mittellinie 76

Tabelle 49 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Parallelitätsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche 77

Tabelle 50 — Ermittlung der Parallelitätsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche — Default für die Linienanzahl für das Geometrieelement Ebenen 78

Tabelle 51 — Berechnung der Parallelitätsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche.... 79

Tabelle 52 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Parallelitätsabweichung einer extrahierten Mittelfläche 80

Tabelle 53 — Ermittlung der Parallelitätsabweichung einer extrahierten Mittelfläche — Default für die Linienanzahl für das Geometrieelement Ebenen 80

Tabelle 54 — Berechnung der Parallelitätsabweichung einer extrahierten Mittelfläche 81

Tabelle 55 — Spezifikationsmöglichkeiten von Neigungstoleranzen 82

Tabelle 56 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Neigungsabweichung einer extrahierten integralen Linie 83

Tabelle 57 — Ermittlung der Neigungsabweichung einer extrahierten integralen Linie — Default für die Schnittanzahl für das Geometrieelement Ebene/Mantelfläche 84

Tabelle 58 — Berechnung der Neigungsabweichung einer extrahierten integralen Linie 85

Tabelle 59 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Neigungsabweichung einer extrahierten Mittellinie 86

Tabelle 60 — Ermittlung der Neigungsabweichung einer extrahierten Mittellinie — Default für die Schnittanzahl für das Geometrieelement Zylinder/Kegel 86

Tabelle 61 — Berechnung der Neigungsabweichung einer extrahierten Mittellinie 87

Tabelle 62 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Neigungsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche 88

Tabelle 63 — Ermittlung der Neigungsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche — Default für die Linienanzahl für das Geometrieelement Ebenen 89

Tabelle 64 — Berechnung der Neigungsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche..... 90

Tabelle 65 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Neigungsabweichung einer extrahierten Mittelfläche 91

Tabelle 66 — Ermittlung der Neigungsabweichung einer extrahierten Mittelfläche — Default für die Linienanzahl für das Geometrieelement Ebenen 91

Tabelle 67 — Berechnung der Neigungsabweichung einer extrahierten Mittelfläche 92

Tabelle 68 — Spezifikationsmöglichkeiten von Positionstoleranzen 93

Tabelle 69 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Positionsabweichung eines extrahierten Mittelpunkts 95

Tabelle 70 — Berechnung der Positionsabweichung eines extrahierten Mittelpunkts 97

Tabelle 71 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Positionsabweichung einer extrahierten Mittellinie 98

Tabelle 72 — Ermittlung der Positionsabweichung einer extrahierten Mittellinie — Default für die Schnittanzahl für das Geometrieelement Zylinder/Kegel 98

Tabelle 73 — Berechnung der Positionsabweichung einer extrahierten Mittellinie 100

Tabelle 74 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Positionsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche 101

Tabelle 75 — Ermittlung der Positionsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche — Default für die Linienanzahl für das Geometrieelement Ebenen 101

Tabelle 76 — Berechnung der Positionsabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche 102

Tabelle 77 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Positionsabweichung einer extrahierten Mittelfläche 103

Tabelle 78 — Ermittlung der Positionsabweichung einer extrahierten Mittelfläche — Default für die Linienanzahl für das Geometrieelement Ebenen 103

Tabelle 79 — Berechnung der Positionsabweichung einer extrahierten Mittelfläche 104

Tabelle 80 — Spezifikationsmöglichkeiten von Konzentrizitätstoleranzen und Koaxialitätstoleranzen 105

Tabelle 81 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Konzentrizitätsabweichung eines extrahierten Mittelpunkts 106

Tabelle 82 — Ermittlung der Konzentrizitätsabweichung eines extrahierten Mittelpunkts — Default für die Schnittanzahl für das Geometrieelement Zylinder/Kegel 107

Tabelle 83 — Berechnung der Konzentrizitätsabweichung eines extrahierten Mittelpunkts 108

Tabelle 84 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Koaxialitätsabweichung einer extrahierten Mittellinie 109

Tabelle 85 — Ermittlung der Koaxialitätsabweichung einer extrahierten Mittellinie — Default für die Schnittanzahl für das Geometrieelement Zylinder/Kegel 110

Tabelle 86 — Berechnung der Koaxialitätsabweichung einer extrahierten Mittellinie 111

Tabelle 87 — Spezifikationsmöglichkeiten von Symmetrietoleranzen 112

Tabelle 88 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Symmetrieabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche 113

Tabelle 89 — Ermittlung der Symmetrieabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche — Default für die Linienanzahl für das Geometrieelement Ebenen 113

Tabelle 90 — Berechnung der Symmetrieabweichung einer extrahierten integralen Oberfläche 114

Tabelle 91 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Symmetrieabweichung einer extrahierten Mittelfläche 115

Tabelle 92 — Ermittlung der Symmetrieabweichung einer extrahierten Mittelfläche — Defaults für die Linienanzahl (Geometrieelement parallele Ebenen) 115

Tabelle 93 — Berechnung der Symmetrieabweichung einer extrahierten Mittelfläche 116

Tabelle 94 — Spezifikationsmöglichkeiten von Linienprofiltoleranzen 118

Tabelle 95 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Linienprofilabweichung einer extrahierten integralen Linie ohne Bezug 119

Tabelle 96 — Ermittlung der Linienprofilabweichung einer extrahierten integralen Linie ohne Bezug — Default für die Schnittanzahl für das Geometrieelement Fläche 120

Tabelle 97 — Berechnung der Linienprofilabweichung 121

Tabelle 98 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Linienprofilabweichung einer extrahierten Mittellinie ohne Bezug 124

Tabelle 99 — Ermittlung der Linienprofilabweichung einer extrahierten Mittellinie ohne Bezug — Default für die Schnittanzahl für das Geometrieelement Stange/Rohr/Schlauchmantel 125

Tabelle 100 — Spezifikationsmöglichkeiten von Flächenprofiltoleranzen 125

Tabelle 101 — Extraktionsstrategie zur Ermittlung der Flächenprofilabweichung einer extrahierten integralen Fläche ohne Bezug 126

Tabelle 102 — Ermittlung der Flächenprofilabweichung einer extrahierten integralen Fläche ohne Bezug — Default für die Schnittanzahl für das Geometrieelement Fläche 126

Tabelle 103 — Berechnung der Flächenprofilabweichung 127

Tabelle 104 — Beispiel eines Bezugssystems aus zwei Einzelbezügen 128

Tabelle 105 — Allgemeiner Ablauf zur Verifikation von Bezügen und Bezugssystemen 129

Tabelle 106 — Beispiele zur Assoziation 131

Tabelle 107 — Übersicht über die unterschiedlichen Bezugsarten 134

Tabelle A.1 — Situationselemente von Bezügen und Bezugssystemen aus Einzelbezügen 137

Tabelle A.2 — Situationselemente von Bezügen und Bezugssystemen aus gemeinsamen Bezügen .. 145