

DIN EN ISO 1101



ICS 17.040.40

Ersatz für
DIN EN ISO 1101:2014-04

**Geometrische Produktspezifikation (GPS) –
Geometrische Tolerierung –
Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf (ISO 1101:2017);
Deutsche Fassung EN ISO 1101:2017**

Geometrical product specifications (GPS) –
Geometrical tolerancing –
Tolerances of form, orientation, location and run-out (ISO 1101:2017);
German version EN ISO 1101:2017

Spécification géométrique des produits (GPS) –
Tolérancement géométrique –
Tolérancement de forme, orientation, position et battement (ISO 1101:2017);
Version allemande EN ISO 1101:2017

Gesamtumfang 159 Seiten

DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 1101:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 213 „Dimensional and geometrical product specifications and verification“ in Zusammenarbeit mit dem technischen Komitee CEN/TC 290 „Geometrische Produktspezifikation und -prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 152-03-02 AA „CEN/ISO Geometrische Produktspezifikation und -prüfung“ im DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG) zuständig.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 128-24:1999	siehe	DIN ISO 128-24:1999-12
ISO 1660	siehe	DIN ISO 1660
ISO 2692:2014	siehe	DIN EN ISO 2692:2015-12
ISO 3040:1990	siehe	DIN EN ISO 3040:2016-12
ISO 3098-1	siehe	DIN EN ISO 3098-1
ISO 3098-2:2000	siehe	DIN EN ISO 3098-2:2000-11
ISO 3098-5	siehe	DIN EN ISO 3098-5
ISO 5458	siehe	DIN EN ISO 5458
ISO 5459	siehe	DIN EN ISO 5459
ISO 7083:1983	siehe	DIN ISO 7083:1984-06
ISO 8015:2011	siehe	DIN EN ISO 8015:2011-09
ISO 10579:2010	siehe	DIN EN ISO 10579:2013-11
ISO 13715	siehe	DIN ISO 13715
ISO 14253-1	siehe	DIN EN ISO 14253-1
ISO 14638	siehe	DIN EN ISO 14638
ISO 16610 (all Parts)	siehe	DIN EN ISO 16610 (alle Teile)
ISO 17450-1:2011	siehe	DIN EN ISO 17450-1:2012-04
ISO 17450-2	siehe	DIN EN ISO 17450-2
ISO 17450-3	siehe	DIN EN ISO 17450-3
ISO 22432	siehe	DIN EN ISO 22432
ISO 25378:2011	siehe	DIN EN ISO 25378:2011-12
ISO 81714-1	siehe	DIN EN ISO 81714-1

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 1101:2014-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) es wurden Werkzeuge zur Festlegung der Filterung des tolerierten Geometrieelements ergänzt;
- b) es wurden Werkzeuge zur Tolerierung assoziierter Geometrieelemente ergänzt;
- c) es wurden Werkzeuge zur Tolerierung von Formeigenschaften ergänzt, indem die Assoziation von Bezugselementen und der tolerierte Parameter festgelegt werden;
- d) es wurden Werkzeuge zur Festlegung der Nebenbedingungen für die Toleranzzone ergänzt;
- e) die Regeln für Toleranzen, bei denen die Modifikatoren „rundum“ oder „rundherum“ angewendet werden, wurden erläutert;
- f) im Falle von Rundheitstoleranzen für Kegel ist die Richtung der Toleranzzone nun stets anzugeben, um eine Ausnahme von der allgemeinen Regel, dass Toleranzen für integrale Geometrieelemente senkrecht zur Oberfläche gelten, zu vermeiden;
- g) das „von-bis“-Symbol wurde ausgemustert und durch das „zwischen“-Symbol ersetzt.

Frühere Ausgaben

DIN 7182-4: 1959-03

DIN 7184-1: 1972-05

DIN 7184-1 Beiblatt 1: 1973-02

DIN ISO 1101: 1985-03, 2006-02

DIN EN ISO 1101: 2008-08, 2014-04

DIN EN ISO 1101 Berichtigung 1: 2011-10

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 128-24:1999-12, *Technische Zeichnungen - Allgemeine Grundlagen der Darstellung - Teil 24: Linien in Zeichnungen der mechanischen Technik (ISO 128-24:1999)*

DIN ISO 1660, *Technische Zeichnungen — Eintragung von Maßen und Toleranzen von Profilen; Identisch mit ISO 1660:1987*

DIN EN ISO 2692:2015-12, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung — Maximum-Material-Bedingung (MMR), Minimum-Material-Bedingung (LMR) und Reziprozitätsbedingung (RPR) (ISO 2692:2014); Deutsche Fassung EN ISO 2692:2014*

DIN EN ISO 3040:2016-12, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Bemaßung und Tolerierung — Kegel (ISO 3040:2016); Deutsche Fassung EN ISO 3040:2016*

DIN EN ISO 3098-1, *Technische Produktdokumentation — Schriften — Teil 1: Grundregeln*

DIN EN ISO 3098-2:2000-11, *Technische Produktdokumentation — Schriften — Teil 2: Lateinisches Alphabet, Ziffern und Zeichen (ISO 3098-2:2000); Deutsche Fassung EN ISO 3098-2:2000*

DIN EN ISO 3098-5, *Technische Produktdokumentation — Schriften Teil 5: CAD-Schrift des lateinischen Alphabetes sowie der Ziffern und Zeichen*

DIN EN ISO 5458, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Form- und Lagetolerierung — Positionstolerierung*

DIN EN ISO 5459, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung — Bezüge und Bezugssysteme*

DIN ISO 7083:1984-06, *Technische Zeichnungen — Symbole für Form- und Lagetolerierung — Verhältnisse und Maße*

DIN EN ISO 8015:2011-09, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Grundlagen - Konzepte, Prinzipien und Regeln (ISO 8015:2011); Deutsche Fassung EN ISO 8015:2011*

DIN EN ISO 10579:2013-11, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Bemaßung und Tolerierung — Nicht-formstabile Teile (ISO 10579:2010, einschließlich Cor 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 10579:2013*

DIN EN ISO 13715, *Technische Zeichnungen — Werkstückkanten mit unbestimmter Form — Begriffe und Zeichnungsangaben*

DIN EN ISO 14253-1, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Prüfung von Werkstücken und Messgeräten durch Messen — Teil 1: Entscheidungsregeln für den Nachweis von Konformität oder Nichtkonformität mit Spezifikationen*

DIN EN ISO 14638, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Matrix-Modell*

DIN EN ISO 16610 (alle Teile), *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Filterung*

DIN EN ISO 17450-1:2012-04, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Grundlagen — Teil 1: Modell für die geometrische Spezifikation und Prüfung (ISO 17450-1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 17450-1:2011*

DIN EN ISO 17450-2, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Grundlagen — Teil 2: Grundsätze, Spezifikationen, Operatoren, Unsicherheiten und Mehrdeutigkeiten*

DIN EN ISO 17450-3, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Grundlagen — Teil 3: Tolerierte Geometrieelemente*

DIN EN ISO 22432, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Zur Spezifikation und Prüfung benutzte Geometrieelemente*

DIN EN ISO 25378:2011-12, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Merkmale und Bedingungen — Begriffe (ISO 25378:2011); Deutsche Fassung EN ISO 25378:2011*

DIN EN ISO 81714-1, *Gestaltung von graphischen Symbolen für die Anwendung in der technischen Produktdokumentation — Teil 1: Grundregeln*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Geometrische Produktspezifikation (GPS) —
Geometrische Tolerierung —
Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf
(ISO 1101:2017)

Geometrical product specifications (GPS) —
Geometrical tolerancing —
Tolerances of form, orientation, location and run-out
(ISO 1101:2017)

Spécification géométrique des produits (GPS) —
Tolérancement géométrique —
Tolérancement de forme, orientation, position et
battement (ISO 1101:2017)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. Dezember 2016 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	10
4 Grundlagen	13
5 Symbole	14
6 Tolerierte Geometrieelemente	18
7 Toleranzzonen	21
7.1 Toleranzzonendefaults	21
7.2 Toleranzzonen mit variabler Weite	22
7.3 Richtung von Toleranzzonen bei abgeleiteten Geometrieelementen	22
7.4 Zylindrische und kugelförmige Toleranzzonen	22
8 Angabe der geometrischen Spezifikation	23
8.1 Allgemeines	23
8.2 Toleranzindikator	23
8.3 Indikatoren für Ebenen und Geometrieelemente	45
8.4 Unmittelbar neben dem Toleranzindikator stehende Angaben	46
8.5 Gestapelte Toleranzangaben	48
8.6 Angabe von Zeichnungs-Defaults	49
9 Ergänzende Angaben	50
9.1 Angaben eines zusammengesetzten oder eines begrenzten tolerierten Geometrieelementes	50
9.2 Bewegliche Baugruppen	56
10 Theoretisch exakte Maße (TED)	56
11 Einschränkende Spezifikationen	57
12 Projiziertes toleriertes Geometrieelement	59
13 Schnittebenen	63
13.1 Die Rolle von Schnittebenen	63
13.2 Zum Aufbau einer Familie von Schnittebenen verwendete Geometrieelemente	63
13.3 Graphische Symbole	63
13.4 Regeln	63
14 Orientierungsebenen	66
14.1 Rolle von Orientierungsebenen	66
14.2 Zum Aufbau von Orientierungsebenen verwendete Geometrieelemente	66
14.3 Graphische Symbole	66
14.4 Regeln	67
15 Richtungselement	68
15.1 Rolle von Richtungselementen	68

15.2	Zum Aufbau von Richtungselementen verwendete Geometrieelemente	70
15.3	Graphische Symbole	70
15.4	Regeln	70
16	Kollektionsebene.....	72
16.1	Rolle von Kollektionsebenen	72
16.2	Zum Aufbau von Kollektionsebenen verwendete Geometrieelemente	72
16.3	Graphische Symbole	72
16.4	Regeln	72
17	Definitionen geometrischer Spezifikationen	72
17.1	Allgemeines	72
17.2	Geradheitsspezifikation.....	72
17.3	Ebenheitsspezifikation.....	74
17.4	Rundheitsspezifikation	75
17.5	Zylindrizitätsspezifikation.....	77
17.6	Linienprofilspezifikation ohne Bezug.....	78
17.7	Linienprofilspezifikation in Verbindung mit einem Bezugssystem	79
17.8	Flächenprofilspezifikation ohne Bezug.....	81
17.9	Flächenprofilspezifikation mit einem Bezug	81
17.10	Parallelitätsspezifikation	82
17.11	Rechtwinkligkeitsspezifikation	90
17.12	Neigungsspezifikation	95
17.13	Positionsspezifikation	99
17.14	Konzentritäts- und Koaxialitätsspezifikation	106
17.15	Symmetriespezifikation.....	109
17.16	Rundlaufspezifikation	110
17.17	Gesamtrundlaufspezifikation	116
Anhang A (informativ) Überholte und frühere Praktiken		118
Anhang B (informativ) Explizite und implizite Regeln für geometrische Toleranzzonen		126
Anhang C (informativ) Filter		132
Anhang D (normativ) ISO spezielle Modifikatoren für Form		135
Anhang E (informativ) Filter-Details.....		136
Anhang F (normativ) Verhältnisse und Maße von graphischen Symbolen.....		150
Anhang G (informativ) Zusammenhang mit dem GPS-Matrix-Modell		152
Literaturhinweise.....		153

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 1101:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 213 „Dimensional and geometrical product specifications and verification“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 290 „Geometrische Produktspezifikationen und -prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2017 und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2017 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Geometrieelemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 1101:2013.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 1101:2017 wurde vom CEN als EN ISO 1101:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Geometrieelemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 213, *Dimensional and geometrical product specifications and verifications*.

Diese vierte Ausgabe ersetzt die dritte Ausgabe (ISO 1101:2012), welche technisch überarbeitet wurde.

Die Berichtigung ISO 1101:2012/Cor.1:2013 ist ebenfalls eingearbeitet.

Die wichtigsten Änderungen sind wie folgt:

- Es wurden Werkzeuge zur Festlegung der Filterung des tolerierten Geometrieelements ergänzt und eine Linienart wurde für seine visuelle Darstellung bezeichnet.
- Es wurden Werkzeuge zur Tolerierung assoziierter Geometrieelemente ergänzt.
- Es wurden Werkzeuge zur Festlegung von Formmerkmalen ergänzt, indem die Assoziation von Referenzelementen und zugehörige Parameter festgelegt wurden.
- Es wurden Werkzeuge zur Festlegung der Nebenbedingungen für die Toleranzzone ergänzt.
- Die Regeln für Spezifikationen, die die Modifikatoren „rundum“ oder „rundherum“ verwenden, wurden erläutert.

- Im Falle von Rundheitstoleranzen für rotationssymmetrische Flächen, die weder zylindrisch noch kugelförmig sind, z. B. Kegel, ist die Richtung der Toleranzzone nun stets anzugeben, um eine Ausnahme von der allgemeinen Regel, dass Spezifikationen für integrale Geometrieelemente rechtwinklig zur Fläche gelten, zu vermeiden.
- Das „von-bis“-Symbol wurde zurückgezogen und durch das „zwischen“-Symbol ersetzt.

Einleitung

Dieses Dokument ist eine Norm der Geometrischen Produktspezifikation (GPS) und als allgemeine GPS-Norm zu betrachten (siehe ISO 14638). Es beeinflusst Kettenglieder A, B und C der Normenkette zu Form, Richtung, Ort und Lauf.

Der ISO/GPS-Masterplan in ISO 14638 gibt einen Überblick über das ISO-GPS-System, von dem dieses Dokument ein Teil ist. Die grundsätzlichen ISO-GPS-Regeln nach ISO 8015 gelten für dieses Dokument. Die Default-Entscheidungsregeln nach ISO 14253-1 gelten für Spezifikationen, die nach diesem Dokument getroffen werden, solange nichts anderes angegeben ist.

Für weitere Informationen im Zusammenhang mit diesem Dokument und dem GPS-Matrix-Modell, siehe Anhang G.

Dieses Dokument stellt die Ausgangsbasis für die geometrische Tolerierung dar und beschreibt deren erforderliche Grundlagen. Dennoch ist es ratsam, auch die gesonderten Normen, auf die im Abschnitt 2 und in den Tabellen 3 und 4 hingewiesen wird, für weitere detaillierte Informationen heranzuziehen.

Für die Darstellung der Beschriftung (Größenverhältnisse und Maße), siehe ISO 3098-2.

Alle Bilder in diesem Dokument für 2D-Zeichnungseintragungen sind in der Projektionsmethode 1 mit Maßen und Toleranzen in Millimetern gezeichnet. Es hätten jedoch ebenso gut die Projektionsmethode 3 und andere Maßeinheiten angewendet werden können, ohne dadurch die Bedeutung der festgelegten Grundlagen zu verändern. Für alle Bilder mit Spezifikationsbeispielen in 3D sind die Maße und Toleranzen dieselben wie für die gleichen in 2D dargestellten Bilder.

Die Bilder in diesem Dokument stellen entweder 2D-Zeichnungsansichten oder axonometrische 3D-Ansichten von 2D-Zeichnungen dar und sollen veranschaulichen, wie eine Spezifikation vollständig mit sichtbaren Anmerkungen angezeigt werden kann. Für Möglichkeiten der Darstellung einer Spezifikation, wo Geometrieelemente der Spezifikation durch eine Abfrage-Funktion oder eine andere Abfrage von Informationen zu dem 3D-CAD-Modell verfügbar gemacht werden können und für die Regeln zur Angabe von Spezifikationen zu 3D-CAD-Modellen siehe ISO 16792.

Die Bilder in diesem Dokument illustrieren den Text und sind nicht dazu geeignet, die tatsächliche Anwendung wiederzugeben. Folglich sind die Bilder nicht vollständig angegeben und spezifiziert sondern nur allgemeine Grundsätze. Bei den Bildern ist nicht beabsichtigt, wenn versteckte Details, Tangentenlinien oder andere Annotationen gezeigt oder nicht gezeigt werden, einer bestimmten Anzeigeanforderung inhaltlich zu entsprechen. Bei vielen Bildern wurden Linien oder Details entfernt, hinzugefügt oder erweitert, um bei der Erläuterung des Textes zu helfen. Siehe Tabelle 1 für die Darstellung der Linienarten in den Bildern.

Damit eine GPS-Spezifikation eindeutig ist, müssen die Partitionsbestimmung, die Begrenzung des tolerierten Geometrieelements sowie die Filterung genau definiert sein. Aktuell sind die detaillierten Regeln für die Partitionierung und den Default für die Filterung nicht in den GPS-Normen definiert.

Für die eindeutige Darstellung (Größenverhältnisse und Maße) der Symbole der geometrischen Tolerierung, siehe ISO 7083 und Anhang F.

Der Anhang A dieses Dokuments dient nur der Information. Er stellt frühere, in dieser Norm nicht mehr enthaltene und nicht mehr anzuwendende Zeichnungseintragungen dar.

Für die Anwendung dieses Dokuments werden die Benennungen „Achse“ und „Mittlebene“ für abgeleitete Geometrieelemente mit perfekter Form und die Benennungen „Mittellinie“ und „Mittelfläche“ für abgeleitete Geometrieelemente mit nicht perfekter Form verwendet. Weiterhin wurden in den erklärenden Bildern die nachstehenden Linienarten verwendet, d. h. die für nicht technische Zeichnungen, für welche die Regeln nach ISO 128 (alle Teile) gültig sind.

Tabelle 1

Ebene des Geometrie- elementes	Art des Geometrie- elementes	Details	Linienart	
			Sichtbar	Verdeckt durch Ebene/Fläche
nominales Geometrieelement	integrales Geometrieelement	Punkt Linie/Achse Fläche/Ebene	breite Volllinie	schmale Strichlinie
	abgeleitetes Geometrieelement	Punkt Linie/Achse Fläche/Ebene	schmale Strich-Punktlinie (langer Strich)	schmale Strich-Punktlinie
reales Geometrieelement	integrales Geometrieelement	Fläche	breite Freihandlinie	schmale Freihand- Strichlinie
extrahiertes Geometrieelement	integrales Geometrieelement	Punkt Linie Fläche	breite Strichlinie (kurzer Strich)	schmale Strichlinie (kurzer Strich)
	abgeleitetes Geometrieelement	Punkt Linie Fläche	breite Punktlinie	schmale Punktlinie
gefiltertes Geometrieelement	integrales Geometrieelement	Linie Fläche	schmale Volllinie	schmale Volllinie
assoziiertes Geometrieelement	integrales Geometrieelement	Punkt gerade Linie Ebene	breite Zweistrich- Zweipunktlinie	schmale Zweistrich- Zweipunktlinie
	abgeleitetes Geometrieelement	Punkt gerade Linie (Achse) Ebene	schmale Strich- Zweipunktlinie (langer Strich)	breite Strich- Zweipunktlinie
	Bezug	Punkt Linie/Achse Fläche/Ebene	breite Strich- Doppelkurz- strichlinie (langer Strich)	schmale Strich- Doppelkurz- strichlinie (langer Strich)
Grenzen der Toleranzzone, Toleranzebenen		Linie Fläche	schmale Volllinie	schmale Strichlinie
Schnitt-, Abbildungs- , Zeichnungs- und Hilfsebene		Linie Fläche	schmale Strich- Kurzstrichlinie (langer Strich)	schmale Strich- Kurzstrichlinie
Maßhilfs-, Maß-, Hinweis- und Referenzlinien		Linie	schmale Volllinie	schmale Strichlinie

WICHTIG — Die Bilder in diesem Dokument sollen den Text veranschaulichen und/oder Beispiele liefern in Bezug auf die Spezifikation der technischen Zeichnung; diese Bilder sind nicht vollständig bemaßt und toleriert und zeigen nur die jeweils zutreffenden allgemeinen Grundlagen. Insbesondere enthalten viele Bilder keine Filterspezifikationen. Folglich stellen die Bilder nicht ein gesamtes Werkstück dar und entsprechen nicht der in der Industrie geforderten Qualität (im Hinblick auf die vollständige Übereinstimmung mit den von ISO/TC 10 und ISO/TC 213 erarbeiteten Normen) und sind somit nicht für Unterrichtszwecke geeignet.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument definiert die Symbolsprache für geometrische Spezifikationen von Werkstücken und die Regeln zu deren Interpretation.

Es bietet die Grundlage für die geometrische Spezifikation.

Die Bilder in diesem Dokument sollen veranschaulichen, wie eine Spezifikation vollständig mit sichtbaren Anmerkungen (einschließlich z. B. TEDs) angegeben werden kann.

ANMERKUNG 1 Weitere Internationale Normen, auf die im Abschnitt 2 und in den Tabellen 3 und 4 hingewiesen werden, enthalten ausführlichere Informationen zur geometrischen Tolerierung.

ANMERKUNG 2 Das vorliegende Dokument enthält Regeln für die explizite und direkte Angabe von geometrischen Spezifikationen. Alternativ können die gleichen Spezifikationen indirekt angegeben werden in Übereinstimmung mit ISO 16792 in dem diese einem 3D CAD-Modell zugewiesen werden. In diesem Fall ist es möglich, dass Geometrieelemente der Spezifikation über eine Abfragefunktion oder sonstige Informationsabfrage zum Modell verfügbar sein können, anstatt mittels sichtbarer Anmerkungen angezeigt zu werden

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden in diesem Dokument solcher Art zitiert, dass einige Teile oder der gesamte Inhalt Anforderungen dieses Dokuments enthalten. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 128-24:1999, *Technical drawings — General principles of presentation — Part 24: Lines on mechanical engineering drawing*

ISO 1660, *Technical drawings — Dimensioning and tolerancing of profiles*

ISO 2692:2014, *Geometrical product specifications (GPS) — Geometrical tolerancing — Maximum material requirement (MMR), least material requirement (LMR) and reciprocity requirement (RPR)*

ISO 5458, *Geometrical product specifications (GPS) — Geometrical tolerancing — Positional tolerancing*

ISO 5459, *Geometrical product specifications (GPS) — Geometrical tolerancing — Datums and datum systems*

ISO 8015:2011, *Geometrical product specifications (GPS) — Fundamentals — Concepts, principles and rules*

ISO 10579:2010, *Geometrical product specifications (GPS) — Dimensioning and tolerancing — Non-rigid parts*

ISO 13715, *Technical drawings — Edges of undefined shape — Vocabulary and indications*

ISO 16610 (alle Teile), *Geometrical product specifications (GPS) — Filtration*

ISO 17450-1:2011, *Geometrical product specifications (GPS) — General concepts — Part 1: Model for geometrical specification and verification*

ISO 17450-2, *Geometrical product specifications (GPS) — General concepts — Part 2: Basic tenets, specifications, operators, uncertainties and ambiguities*

ISO 17450-3, *Geometrical product specifications (GPS) — General concepts — Part 3: Toleranced features*

ISO 22432, *Geometrical product specifications (GPS) — Features utilized in specification and verification*

ISO 25378:2011, *Geometrical product specifications (GPS) — Characteristics and conditions — Definitions*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 8015, nach der Reihe ISO 16610, ISO 17450-1, ISO 17450-2, ISO 17450-3, ISO 22432, ISO 25378 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC unterhalten terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Toleranzzone

Raum, der durch eine oder mehrere ideale Linien oder Flächen, diese mit einschließend, begrenzt und durch ein oder mehrere Längenmaße, Toleranz genannt, gekennzeichnet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch 4.4.

3.2

Schnittebene

Ebene, errichtet aus einem extrahierten Geometrieelement eines Werkstücks, die eine Linie auf einer extrahierten Fläche (integrale oder mittlere) oder einen Punkt auf einer extrahierten Linie festlegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Verwendung von Schnittebenen macht es möglich, tolerierte Geometrieelemente unabhängig von der Ansicht festzulegen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für die Oberflächengüte kann die Schnittebene verwendet werden, um die Richtung des Auswertebereichs zu definieren, siehe ISO 25178-1.

3.3

Orientierungsebene

Ebene, errichtet aus einem extrahierten Geometrieelement eines Werkstücks, das die Orientierung der Toleranzzone festlegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Verwendung einer Orientierungsebene macht es möglich, unabhängig des theoretisch exakten Maßes (TEDs) (für den Fall des Ortes) oder des Bezugs (für den Fall der Orientierung) die Richtung der Ebenen oder Zylinder festzulegen, welche die Toleranzzone begrenzen. Die Orientierungsebene wird zu diesem Zweck nur verwendet, wenn das tolerierte Geometrieelement ein mittleres Geometrieelement (Mittelpunkt, mittlere Gerade) ist und die Toleranzzone durch zwei parallele Geraden oder zwei parallele Ebenen oder für einen Mittelpunkt einen Zylinder festgelegt ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Verwendung einer Orientierungsebene ermöglicht es außerdem, die Richtung eines rechteckigen eingeschränkten Bereiches festzulegen.

3.4

Richtungsgeometrieelement

ideales Geometrieelement, errichtet aus einem extrahierten Geometrieelement des Werkstücks, das die Richtung der lokalen Abweichungen kennzeichnet

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Richtungsgeometrieelement kann eine Ebene, ein Zylinder oder ein Kegel sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für eine Linie auf einer Fläche macht es die Verwendung eines Richtungsgeometrieelements möglich, die Richtung der Weite der Toleranzzone zu ändern.

Anmerkung 3 zum Begriff: Das Richtungsgeometrieelement wird verwendet, wenn der Toleranzwert anstatt senkrecht zur spezifizierten Geometrie in einer anderen spezifizierten Richtung gilt.

Anmerkung 4 zum Begriff: Das Richtungsgeometrieelement wird aus dem Bezug aufgebaut, der im zweiten Feld des Richtungsgeometrieelement-Indikators vorgegeben ist. Die Geometrie des Richtungsgeometrieelements hängt von der Geometrie des tolerierten Geometrieelements ab.

3.5

zusammengesetztes kontinuierliches Geometrieelement

einzelnes Geometrieelement, aus mehr als einem einzelnen Geometrieelement ohne Zwischenräume zusammengesetzt

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein zusammengesetztes kontinuierliches Geometrieelement kann geschlossen sein oder nicht.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein nicht geschlossenes zusammengesetztes kontinuierliches Geometrieelement kann dadurch festgelegt werden, dass das „zwischen“-Symbol (siehe 9.1.4) und der UF-Modifikator verwendet werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Ein geschlossenes zusammengesetztes kontinuierliches Geometrieelement kann dadurch festgelegt werden, dass das „Rundum“-Symbol (siehe 9.1.2) sowie der UF-Modifikator verwendet werden. In diesem Fall ist es ein Satz von einzelnen Geometrieelementen, deren Schnitt mit jeder Ebene parallel zu einer Kollektionsebene eine Linie oder einen Punkt ergibt.

Anmerkung 4 zum Begriff: Ein geschlossenes zusammengesetztes kontinuierliches Geometrieelement kann dadurch festgelegt werden, dass das „Rundherum“-Symbol (siehe 9.1.2) und der UF-Modifikator verwendet werden.

3.6

Kollektionsebene

Ebene, errichtet aus einem Geometrieelement eines Werkstücks, die ein geschlossenes zusammengesetztes kontinuierliches Geometrieelement festlegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Kollektionsebene wird stets verwendet, wenn das „Rundum“-Symbol angewendet wird.

3.7

theoretisch exaktes Maß

TED

in GPS-Anwendungen angegebenes lineares oder Winkelmaß, welches theoretisch exakte Geometrie, Ausdehnung, Orte und Richtungen von Geometrieelementen festlegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Für den Zweck dieses Dokuments wurde der Begriff „theoretisch exaktes Maß“ durch TED (en: theoretically exact dimension) abgekürzt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein TED kann verwendet werden zur Definition von Folgendem:

- die Nenngestalt und -maße von Geometrieelementen;
- die Definition von theoretisch exakten Geometrieelementen (TEF);

- der Ort und das Maß von Teilbereichen von Geometrieelementen, einschließlich eingeschränkter Toleranz-(Geometrie-)Elemente;
- die Länge von projizierten Geometrieelementen;
- der relative Ort und die relative Richtung von zwei oder mehreren Toleranzzonen;
- die relative Lage und Richtung von Bezugsstellen, einschließlich beweglicher Bezugsstellen;
- der Ort und die Richtung von Toleranzzonen bezüglich der Bezüge und Bezugssysteme;
- die Richtung der Weite von Toleranzzonen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Ein TED kann explizit oder implizit sein. Bei dessen Angabe wird ein expliziter TED durch eine Zahl in einem rechteckigen Rahmen gekennzeichnet und teilweise mit einem assoziierten Symbol, z. B. $\varnothing$ oder R. An 3D-Modellen können, bei Bedarf, explizite TEDs zur Verfügung gestellt werden.

Anmerkung 4 zum Begriff: Ein implizierter TED ist nicht angegeben. Ein implizierter TED ist einer der folgenden: 0 mm, 0°, 90°, 180°, 270° und der Winkelabstand zwischen Bezügen mit gleichem Abstand auf einem kompletten Kreis.

Anmerkung 5 zum Begriff: TEDs sind von individuellen oder allgemeinen Spezifikationen nicht betroffen.

3.8

theoretisch exaktes Geometrieelement

TEF

nominales Geometrieelement mit idealer Gestalt, idealem Größenmaß, idealer Richtung und Lage, je nach Anwendung

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein theoretisch exaktes Geometrieelement (TEF) kann jede Gestalt haben und kann durch explizit angegebene theoretisch exakte Maße (TEDs) oder implizit in den CAD-Daten bestimmt definiert werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die theoretisch exakte Lage und Orientierung ist, sofern zutreffend, die Lage und Orientierung relativ zum angezeigten Bezugssystem für die Spezifikation des entsprechenden tatsächlichen Geometrieelementes.

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe auch ISO 25378.

BEISPIEL 1 Die in Bild 110 dargestellte kugelförmige Fläche ist ein theoretisch exaktes Geometrieelement mit einem festgelegten Kugelradius und einer festgelegten Lage und Orientierung zum Bezug A.

BEISPIEL 2 Eine virtuelle Bedingung, z. B. eine virtuelle Maximum-Material-Bedingung (MMVC) nach ISO 2692 ist ein theoretisch exaktes Geometrieelement.

3.9

vereinigtes Geometrieelement

zusammengesetztes integrales Geometrieelement, das kontinuierlich sein kann, aber nicht muss und als einzelnes Geometrieelement angesehen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein vereinigtes Geometrieelement kann ein abgeleitetes Geometrieelement haben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Festlegung eines vereinigten Geometrieelementes ist absichtlich sehr weit gefasst, um zu vermeiden, dass hilfreiche Anwendungen ausgeschlossen werden. Es ist jedoch nicht beabsichtigt, dass ein vereinigtes Geometrieelement zur Festlegung von etwas verwendet werden kann, das von Natur aus mehrere gesonderte Geometrieelemente umfasst. Beispielsweise ist der Aufbau eines vereinigten Geometrieelementes aus zwei parallelen nicht koaxialen zylindrischen Geometrieelementen oder zwei parallelen nicht koaxialen Rechteckrohren (jedes jeweils errichtet aus zwei senkrechten Paaren paralleler Ebenen) kein vorgesehener Verwendungszweck.

BEISPIEL 1 Ein zylindrisches Geometrieelement, das durch eine Reihe von Bogenelementen definiert wird, wie z. B. der Außendurchmesser eines Splines, ist eine geplante Anwendung für ein vereinigtes Geometrieelement, siehe Bild 48.

BEISPIEL 2 Zwei vollständige koaxiale Zylinder, die nicht dasselbe Nennmaß haben, können nicht als vereinigtes Geometrieelement angesehen werden.

4 Grundlagen

4.1 Geometrische Toleranzen müssen in Übereinstimmung mit den Funktionsanforderungen spezifiziert werden. Anforderungen aus der Herstellung und der Prüfung können die geometrische Tolerierung ebenfalls beeinflussen.

ANMERKUNG Die Angabe geometrischer Toleranzen legt nicht unbedingt die Anwendung irgendeines speziellen Verfahrens zur Herstellung, Messung oder Eichung fest.

4.2 Eine auf ein Geometrieelement angewendete geometrische Toleranz definiert die Toleranzzone um das Referenzgeometrieelement, in der dieses tolerierte Geometrieelement liegen muss.

ANMERKUNG 1 In manchen Fällen, d.h. wenn die in diesem Dokument eingeführten Modifikatoren für Merkmalparameter, siehe Bild 13, verwendet wurden, können geometrische Spezifikationen Merkmale statt Zonen beschreiben.

ANMERKUNG 2 Alle in den Bildern dieses Dokuments angegebenen Maße sind in Millimeter.

4.3 Ein Geometrieelement ist ein bestimmter Teil eines Werkstückes, wie ein Punkt, eine Linie oder eine Fläche. Diese Geometrieelemente können integrale Geometrieelemente (z. B. eine Zylindermantelfläche) oder abgeleitete Geometrieelemente (z. B. eine Mittellinie oder eine Mittelfläche) sein. Siehe ISO 17450-1.

4.4 Je nach zu spezifizierendem Merkmal und je nach Art seiner Spezifizierung ist die Toleranzzone eine der folgenden:

- der Raum innerhalb eines Kreises;
- der Raum zwischen zwei konzentrischen Kreisen;
- der Raum zwischen zwei parallelen Kreisen auf einer Kegelfläche;
- der Raum zwischen zwei parallelen Kreisen mit demselben Durchmesser;
- der Raum zwischen zwei abstandsgleichen komplexen Linien oder zwei parallelen geraden Linien;
- der Raum zwischen zwei nicht-abstandsgleichen komplexen Linien oder zwei nicht-parallelen geraden Linien;
- der Raum innerhalb eines Zylinders;
- der Raum zwischen zwei coaxialen Zylindern;
- der Raum innerhalb eines Kegels;
- der Raum innerhalb einer einzelnen komplexen Fläche;
- der Raum zwischen zwei abstandsgleichen komplexen Flächen oder zwei parallelen Ebenen;
- der Raum innerhalb einer Kugel;
- der Raum zwischen zwei nicht-abstandsgleichen komplexen Flächen oder zwei nicht-parallelen Ebenen.

ANMERKUNG Die Toleranzzone kann im CAD-Modell bestimmt werden.

4.5 Solange keine weitere Einschränkung gefordert ist, zum Beispiel durch eine erklärende Anmerkung, darf das tolerierte Geometrieelement jede beliebige Form oder Orientierung und/oder Lage innerhalb dieser Toleranzzone haben.

4.6 Die Spezifikation gilt für die ganze Länge des betrachteten Geometrieelementes, solange nicht etwas anderes spezifiziert ist. Siehe Abschnitte 11 und 12.

Aktuell sind die detaillierten Regeln für die Partitionierung (Definieren der Begrenzung des tolerierten Geometrieelements) nicht in den GPS-Normen definiert. Dies führt zu einer Spezifikationsmehrdeutigkeit.

4.7 Geometrische Spezifikationen an Geometrieelementen mit einem Bezug begrenzen nicht die Formabweichungen des(r) Bezugselements(e) selbst.

4.8 Wenn es aus funktionellen Gründen erforderlich ist, können ein oder mehrere Merkmale spezifiziert werden, um die geometrischen Abweichungen eines Geometrieelementes festzulegen. Bestimmte Spezifikationsarten, welche die geometrischen Abweichungen eines tolerierten Geometrieelements begrenzen, können auch andere Arten von Abweichungen des gleichen Geometrieelementes begrenzen.

- Eine Ortsspezifikation begrenzt die Ortsabweichung, die Richtungsabweichung und die Formabweichung des tolerierten Geometrieelements.
- Eine Richtungsspezifikation begrenzt die Richtungs- und Formabweichungen des tolerierten Geometrieelements, kann aber keine Ortsabweichung kontrollieren.
- Eine Formspezifikation begrenzt nur Formabweichungen des tolerierten Geometrieelements.

5 Symbole

Die im Symbolfeld des Toleranzindikators verwendeten Symbole sind in Tabelle 2 festgelegt.

Die im Feld für Zone, Geometrieelement und Merkmal des Toleranzindikators verwendeten Symbole sind in Tabelle 3 festgelegt. Anhang C legt die Bedeutung der Filtersymbole und Anhang D die Bedeutung von Assoziationssymbolen und Parametersymbolen (eines Merkmals) fest.

Einige in anderen Normen festgelegte Symbole, die in ISO 1101 verwendet werden, sind in Tabelle 4 zur Information dargestellt.

Für Filtersymbole, siehe Tabelle C.1, für Nesting-Indizes, siehe Tabelle C.2, für Assoziationssymbole, siehe Tabelle D.1, und für Parametersymbole, siehe Tabelle D.2.

ANMERKUNG Zu den Symbolverhältnissen siehe ISO 7083 und Anhang F.

Tabelle 2 — Symbole für geometrische Merkmale

Spezifikation	Merkmale	Symbol	Bezug erforderlich	Unterabschnitt
Form	Geradheit	—	nein	17.2
	Ebenheit	▭	nein	17.3
	Rundheit	○	nein	17.4
	Zylindrizität	⌀	nein	17.5
	Linienprofil	⌒ ^a	nein	17.6
	Flächenprofil	⌒ ^a	nein	17.8
Richtung	Parallelität	//	ja	17.10
	Rechtwinkligkeit	⊥	ja	17.11
	Neigung	∠	ja	17.12
	Linienprofil	⌒ ^a	ja	
	Flächenprofil	⌒ ^a	ja	
Ort	Position	⊕	nein	^b
			ja	17.13
	Konzentrität (für Mittelpunkte)	⊙	ja	17.14
	Koaxialität (für Mittellinien)	⊙	ja	17.14
	Symmetrie	≡	ja	17.15
	Linienprofil	⌒ ^a	ja	17.7
	Flächenprofil	⌒ ^a	ja	17.9
Lauf	Einfacher Lauf	↗	ja	17.16
	Gesamtlauf	↗↗	ja	17.17
ANMERKUNG 1 Das Symbol für die Spezifikation des Linienprofils wurde in früheren Versionen dieses Dokuments „Profil einer beliebigen Linie“ genannt. ANMERKUNG 2 Das Symbol für die Spezifikation des Flächenprofils wurde in früheren Versionen dieses Dokuments „Profil einer beliebigen Fläche“ genannt. ^a Siehe auch ISO 1660 ^b Siehe auch ISO 5458				

Tabelle 3 — Zusätzliche in diesem Dokument festgelegte Symbole

Beschreibung	Symbol	Abschnitt
Modifikatoren zur Kombination von Toleranzzonen		
kombinierte Zone	CZ^a	8.2.2.1.2
getrennte Zonen	SZ^a	8.2.2.1.2, ISO 2692 und ISO 5458
Modifikatoren für ungleichmäßige Toleranzzonen		
spezifiziert versetzte Toleranzzone	UZ^a	8.2.2.1.3
Modifikatoren für Nebenbedingungen		
unspezifiziert linear versetzte Toleranzzone (Versatzzone)	OZ	8.2.2.1.4.1
unspezifizierte Neigung der Toleranzzone (variabler Winkel)	VA	8.2.2.1.4.2
Modifikatoren für assoziierte tolerierte Geometrieelemente		
Minimax (Tschebyschew)-Geometrieelement	C	8.2.2.2.2
(Gaußsches) Kleinste-Quadrate-Geometrieelement	G	8.2.2.2.2
kleinstes umschriebenes Geometrieelement	N	8.2.2.2.2
Tangentiales Geometrieelement	T	8.2.2.2.2
größtes einbeschriebenes Geometrieelement	X	8.2.2.2.2
Modifikatoren für abgeleitete tolerierte Geometrieelemente		
abgeleitetes Geometrieelement	A	Abschnitt 6 und 8.2.2.2.3
projizierte Toleranzzone	P	Abschnitt 12 und 8.2.2.2.3
Modifikatoren für die Assoziation von Referenzelementen zur Formauswertung		
Minimax (Tschebyschew)-Geometrieelement ohne Nebenbedingung	C	8.2.2.3.1
Von der materialfreien Seite anliegendes Minimax (Tschebyschew)- Geometrieelement	CE	8.2.2.3.1
Von der Materialseite anliegendes Minimax (Tschebyschew)- Geometrieelement	CI	8.2.2.3.1
Kleinste-Quadrate(Gauß) - Geometrieelement ohne Nebenbedingung	G	8.2.2.3.1
Von der materialfreien Seite anliegendes Kleinste-Quadrate (Gauß)- Geometrieelement	GE	8.2.2.3.1
Von der Materialseite anliegendes Kleinste-Quadrate (Gauß)- Geometrieelement	GI	8.2.2.3.1
kleinstes umschriebenes Geometrieelement	N	8.2.2.3.1
größtes einbeschriebenes Geometrieelement	X	8.2.2.3.1

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Beschreibung	Symbol	Abschnitt
Modifikatoren für Parameter		
Abweichungsspanne	T	8.2.2.3.2
Spitzenwert	P	8.2.2.3.2
Tiefstwert	V	8.2.2.3.2
Standardabweichung	Q	8.2.2.3.2
Modifikatoren für tolerierte Geometrieelemente		
Zwischen		3.5, 7.2, 8.2.2.1.1, 8.2.2.1.3, 8.4.2, 9.1.3 und 9.1.4
vereinigtes Geometrieelement	UF	3.9 und 8.4.2
kleinster Durchmesser	LD	8.4.2
größter Durchmesser	MD	8.4.2
Flankendurchmesser	PD	8.4.2
rundum (Profil)		9.1.2
rundherum (Profil)		9.1.2
Toleranzindikator		
Angabe einer geometrischen Spezifikation ohne Bezugsfeld		8.2
Angabe einer geometrischen Spezifikation mit Bezugsfeld		8.2 und ISO 5459
Zusatzangaben von Geometrieelementen		
jeder beliebige Querschnitt	ACS	8.4.2
Schnittebenen-Indikator		Abschnitt 13
Orientierungsebenen-Indikator		Abschnitt 14
Richtungselement-Indikator		Abschnitt 15
Kollektionsebenen-Indikator		Abschnitt 16
Symbol für das theoretisch exakte Maß (TED)		
theoretisch exaktes Maß (TED)		10
Symbole für Defaults auf Zeichnungen: siehe Tabelle 6.		
^a Siehe auch ISO 1660, ISO 2692 und ISO 5458. ^b Die Buchstaben, Werte und charakteristischen Symbole in diesen Symbolen sind Beispiele. ^c Das CZ-Symbol wurde in der früheren Version dieses Dokuments als „gemeinsame Toleranzzone“ bezeichnet.		

Tabelle 4 — Zusätzliche in anderen Normen festgelegte Symbole

Beschreibung	Symbol	Referenz
Modifikator für die Materialbedingung		
Maximum-Material-Bedingung		ISO 2692
Minimum-Material-Bedingung		ISO 2692
Reziprozitätsbedingung		ISO 2692
Modifikator für den freien Zustand		
freier Zustand (nicht formstabile Teile)		ISO 10579
Angaben und Modifikatoren für Bezüge		
Bezugselement-Indikator		ISO 5459
Bezugsstellen-Indikator		ISO 5459
berührendes Geometrieelement	CF	ISO 5459
Nur-Richtung-Modifikator	><	ISO 5459
Modifikator für die Größenmaßtoleranz		
Hüllbedingung		ISO 14405-1
^a Die Buchstaben, Werte und charakteristischen Symbole in diesen Modifikatoren sind Beispiele.		

6 Tolerierte Geometrieelemente

Eine geometrische Spezifikation gilt für ein einzelnes vollständiges Geometrieelement, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist. Wenn das tolerierte Geometrieelement kein einzelnes vollständiges Geometrieelement ist, siehe 8.4.2, Abschnitt 9 und Abschnitt 11.

Wenn sich die geometrische Spezifikation auf das integrale Geometrieelement bezieht, muss die Angabe der geometrischen Spezifikation mit dem tolerierten Geometrieelement durch eine Referenzlinie verbunden werden, siehe 8.4.1, und durch eine Hinweislinie, die in einer der folgenden Weisen endet:

- in der 2D-Darstellung auf der Konturlinie des Geometrieelements oder auf einer Verlängerung der Konturlinie (aber deutlich versetzt von der Maßlinie) [siehe die Bilder 1 a) und 2 a)]. Das Ende der Hinweislinie ist
 - ein Pfeil, wenn sie auf einer Konturlinie oder verlängerten Linie des Geometrieelementes endet; oder
 - ein Punkt, wenn die Hinweislinie innerhalb der Kontur des Geometrieelementes endet [siehe Bild 3 a)]. Wenn die Fläche sichtbar ist, wird der Punkt ausgefüllt; wenn die Fläche unsichtbar ist, wird der Punkt nicht ausgefüllt, und die Hinweislinie ist eine Strichlinie;
 - Die Pfeilspitze darf auf einer Referenzlinie angebracht werden, die mit einer Hinweislinie auf die Fläche zeigt [siehe Bild 3 a)].
- in der 3D-Darstellung auf dem integralen Geometrieelement oder auf einer Verlängerung der Konturlinie (aber deutlich versetzt von der Maßlinie) [siehe die Bilder 1 b) und 2 b)]. Das Ende der

Hinweislinie ist ein Pfeil auf einer verlängerten Linie und Punkt auf dem integralen Geometrieelement. Wenn die Fläche sichtbar ist, wird der Punkt ausgefüllt; wenn die Fläche unsichtbar ist, wird der Punkt nicht ausgefüllt, und die Hinweislinie ist eine Strichlinie.

- Das Ende der Hinweislinie darf ein Pfeil sein, der auf einer Referenzlinie angebracht ist, die mit einer Hinweislinie auf die Fläche zeigt [siehe Bild 3 b)]. Die obigen Regeln für den Punkt am Ende der Hinweislinie gelten auch in diesem Fall.

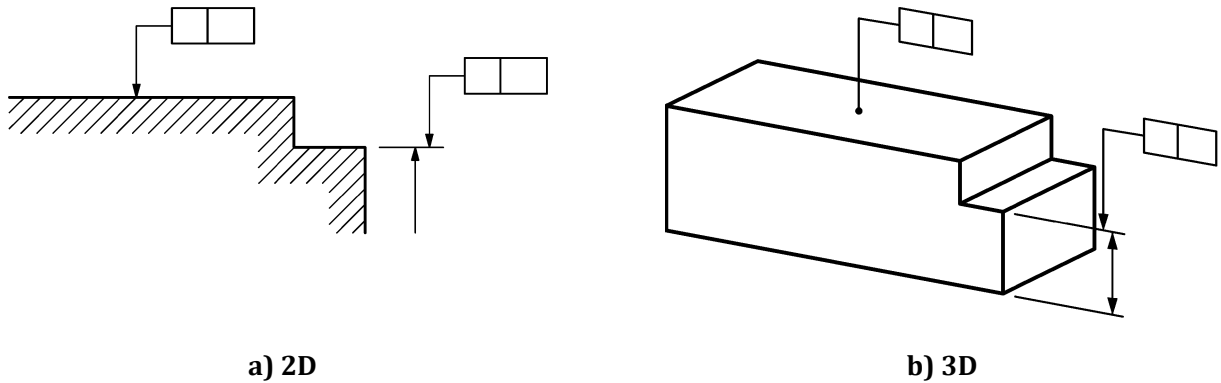


Bild 1 — Angabe der Spezifikation des integralen Geometrieelements

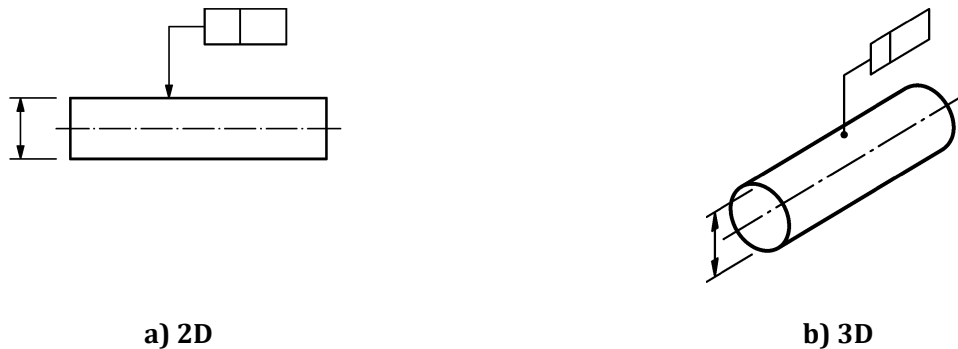


Bild 2 — Angabe der Spezifikation des integralen Geometrieelements

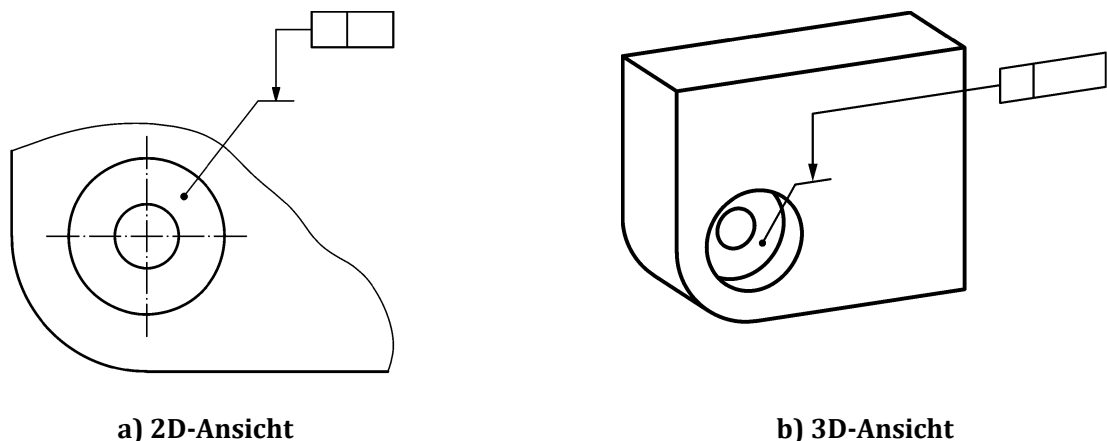
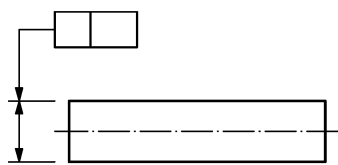


Bild 3 — Verbindung der Spezifikation des tolerierten Geometrieelements mithilfe einer Referenzlinie und einer Hinweislinie

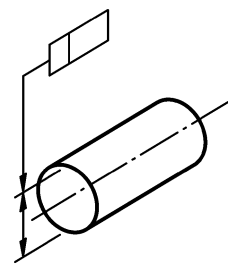
Wenn sich die geometrische Spezifikation auf ein abgeleitetes Geometrieelement (einen Mittelpunkt, eine Mittellinie oder eine Mittelfläche) bezieht, muss dies entweder

- durch eine Referenzlinie, siehe 8.4.1, und eine Hinweislinie, die mit einem Pfeil an der Verlängerung der Maßlinie eines Größenmaßelementes endet (siehe die Beispiele in den Bildern 4, 5 und 6); oder
- im Falle einer Rotationsfläche durch den Modifikator $\textcircled{A}$ (mittleres Geometrieelement), der im Feld für Zone, Geometrieelement und Merkmal des Toleranzindikators platziert ist. In diesem Fall braucht die Hinweislinie nicht an der Maßlinie zu enden, sondern kann mit einem Punkt auf dem integralen Geometrieelement oder einem Pfeil an der Konturlinie oder einer Verlängerungslinie enden (siehe Bild 7).

ANMERKUNG Der Modifikator $\textcircled{A}$ kann nur für Rotationsflächen verwendet werden und nicht für andere Arten von Größenmaßelementen, da es in anderen Fällen nicht eindeutig sein kann, welches das andere Geometrieelement des Größenmaßelementes ist.

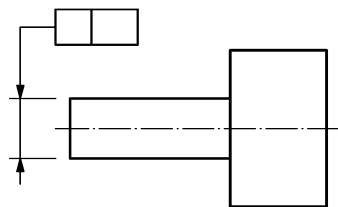


a) 2D

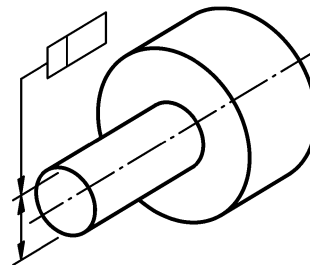


b) 3D

Bild 4 — Angabe der Spezifikation des abgeleiteten Geometrieelements

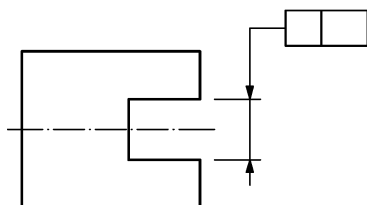


a) 2D

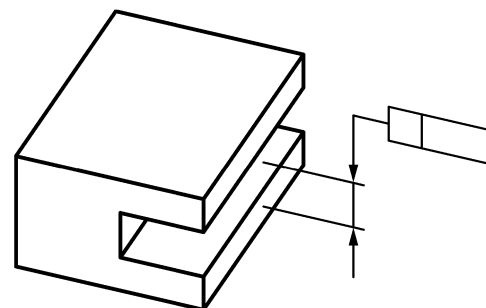


b) 3D

Bild 5 — Angabe der Spezifikation des abgeleiteten Geometrieelements



a) 2D



b) 3D

Bild 6 — Angabe der Spezifikation des abgeleiteten Geometrieelements

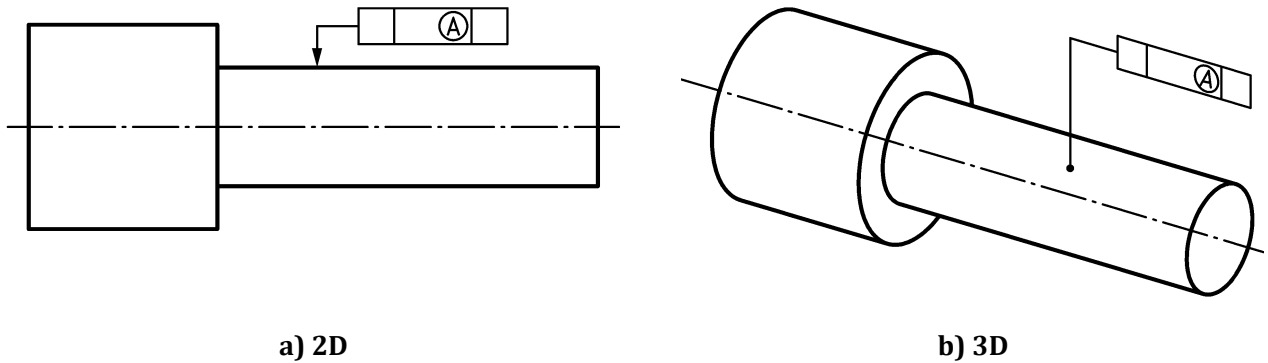


Bild 7 — Angabe der Spezifikation des abgeleiteten Geometrieelements

Wenn erforderlich, muss ein Schnittebenen-Indikator verwendet werden, um zu spezifizieren, dass das tolerierte Geometrieelement eine Ansammlung von Linien ist (siehe Bild 122, anstatt einer Fläche, wie in Bild 126).

ANMERKUNG Wenn das tolerierte Geometrieelement eine abgeleitete Linie ist, kann eine weitere Angabe zur Kontrolle der Orientierung der Toleranzzone nötig sein, siehe Bild 114.

7 Toleranzzonen

7.1 Toleranzzonendefaults

Die Toleranzzone muss symmetrisch um das Referenzgeometrieelement herum angeordnet werden, soweit nichts anderes angegeben ist (siehe 8.2.2.1.3). Der Toleranzwert definiert die Weite der Toleranzzone. Die lokale Weite der Toleranzzone muss senkrecht zur spezifizierten Geometrie gelten (siehe die Bilder 8 und 9), sofern nichts anderes angegeben ist. Siehe Abschnitt 15.

Für die Rundheit von Rotationsflächen, die weder zylindrisch noch kugelförmig sind, z. B. Kegel, muss die Richtung der Weite der Toleranzzonen stets angegeben werden. Siehe Abschnitt 15.

ANMERKUNG Die Orientierung der Hinweislinie allein beeinflusst nicht die Definition der Toleranzzone, ausgenommen den Fall, dass die Orientierung der Hinweislinie und damit die Richtung der Weite der Toleranzzone durch ein theoretisch exaktes Maß (TED) angegeben sind. Siehe Abschnitt 15.

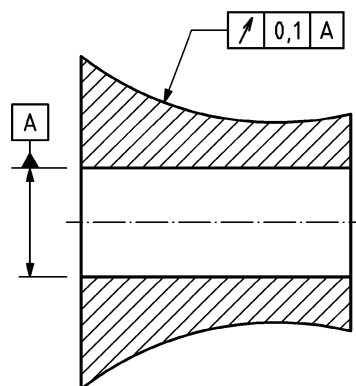
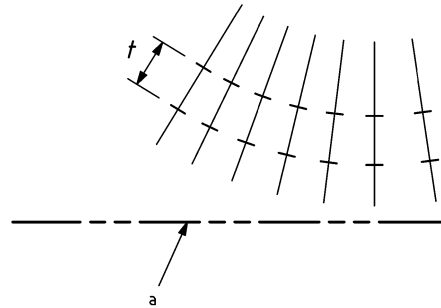


Bild 8 — Zeichnungseintragung



a Bezug A.

Bild 9 — Interpretation

7.2 Toleranzzonen mit variabler Weite

Der Toleranzwert ist über die Länge des betrachteten Geometrieelements konstant, sofern nicht anders durch eine graphische Darstellung angezeigt, die eine proportionale Schwankung von einem Wert zu einem anderen zwischen zwei festgelegten Orten auf dem betrachteten Geometrieelement, wie nach 8.2.2.1.1 und 9.1.4 bezeichnet (siehe Bild 10), festlegt. Defaultmäßig folgt die proportionale Schwankung dem krummlinigen Abstand, d. h. dem Abstand auf der die beiden festgelegten Orte verbindenden Kurve. Für weitere Informationen siehe auch ISO 1660.

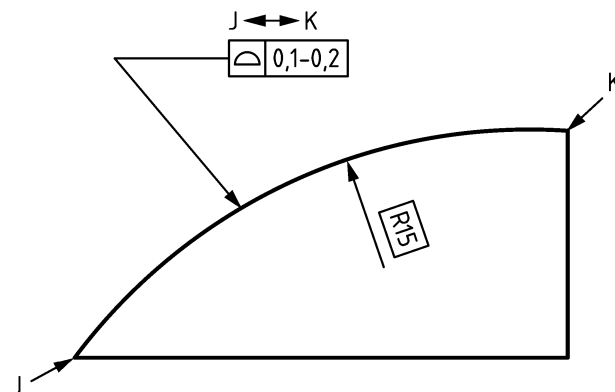


Bild 10 — Zeichnungseintragung für variable Weiten-Spezifikation mithilfe des "Zwischen"-Symbols

7.3 Richtung von Toleranzzonen bei abgeleiteten Geometrieelementen

Bei abgeleiteten Geometrieelementen, bei denen eine Toleranzzone, die aus zwei parallelen Ebenen besteht, eine Mittellinie begrenzt, oder bei denen eine Toleranzzone, die aus einem Zylinder besteht, einen Mittelpunkt eines Kreises oder einer Kugel begrenzt, muss die Richtung der Ebenen oder des Zylinders durch einen Orientierungsebenen-Indikator kontrolliert werden. Siehe Abschnitt 14 und Bilder 114 bis 117.

ANMERKUNG Anstatt der Verwendung eines Orientierungsebenen-Indikators können ähnliche Anforderungen häufig mit dem Nur-Richtung-Modifikator, siehe ISO 5459, angegeben werden.

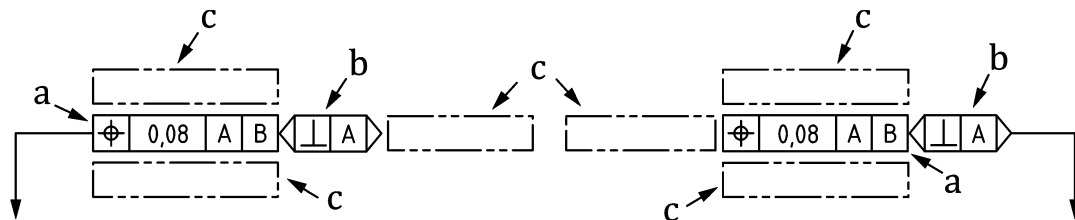
7.4 Zylindrische und kugelförmige Toleranzzonen

Die Toleranzzone muss zylindrisch sein oder kreisförmig, wenn vor dem Toleranzwert im zweiten Feld des Toleranzindikators das Symbol „ $\varnothing$ “ steht, siehe Beispiel in Bild 94, oder sie muss kugelförmig sein, wenn davor das Symbol „S $\varnothing$ “ steht, siehe Bild 150.

8 Angabe der geometrischen Spezifikation

8.1 Allgemeines

Die Angabe einer geometrischen Spezifikation besteht aus einem Toleranzindikator, optionalen Ebenen- und Geometrieelementangaben sowie optionalen angrenzenden Angaben. Siehe Bild 11.



Legende

- a Toleranzindikator
- b Ebenen- und Geometrieelement-Indikator
- c Angrenzende Angaben

Bild 11 — Die Bestandteile einer geometrischen Spezifikationsangabe

Die Angabe der geometrischen Spezifikation muss durch eine Referenzlinie mit der Hinweislinie verbunden sein. Die Referenzlinie ist am Mittelpunkt des linken oder rechten Endes des Toleranzindikators anzubringen, wenn es keine optionale Ebenen- und Geometrieelementangabe(n) gibt. Wenn es eine optionale Ebenen- und Geometrieelementangabe(n) gibt, muss die Referenzlinie am Mittelpunkt des linken Endes des Toleranzindikators oder am Mittelpunkt des rechten Endes des letzten Ebenen- und Geometrieelementindikators angebracht werden. Das gilt sowohl für 2D- als auch für 3D-Darstellungen.

8.2 Toleranzindikator

Die Anforderungen sind in einem rechteckigen Rahmen anzugeben, der in zwei oder drei Felder unterteilt ist. Das dritte und optionale Bezugsfeld darf aus einem bis drei Teilfeldern bestehen. Die Felder werden stets von links nach rechts wie in Bild 12 angegeben angeordnet.

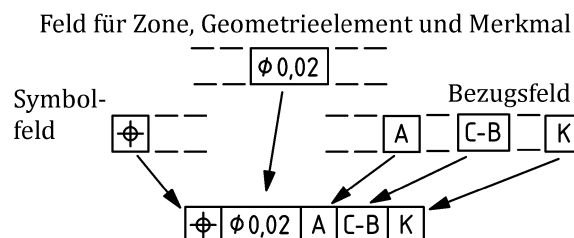


Bild 12 — Die drei Felder des Toleranzindikators

ANMERKUNG Der Toleranzindikator wurde früher als Toleranzrahmen bezeichnet.

8.2.1 Symbolfeld

Das Symbolfeld muss das Symbol für das geometrische Merkmal enthalten. Siehe Tabelle 2.

8.2.2 Feld für Zone, Geometrieelement und Merkmal

Bild 13 zeigt eine Übersicht über die Modifikatoren, die in dem zum Toleranzindikator gehörenden Feld für die Zone, das Geometrieelement und Merkmal verwendet werden können. Außerdem zeigt Bild 13 die Gruppierung und Reihenfolge, in der diese Modifikatoren anzugeben sind.

Die Modifikatoren werden in den folgenden Unterabschnitten in der in Bild 13 angegebenen Reihenfolge erläutert. Alle Modifikatoren sind optional, ausgenommen Weite und Ausdehnung.

Toleranzzone					Toleriertes Geometrieelement				Merkmal		Material-	Zustand
Gestalt	Weite und Ausdehnung	Komb.	Spezifizierter Versatz	Nebenbedingung	Filter ^a		Ass. tol. Geometrieelement	Abgeleitetes Geometrieelement	Assoziation ^b	Parameter ^c	Materialzustand	
					Typ	Indizes						
ϕ	0,02	CZ	UZ+0,2	OZ	G	0,8	Ⓒ	Ⓐ	C CE CI	P	Ⓜ	Ⓕ
$S\phi$	0,02-0,01	SZ	UZ-0,3	VA	S	-250	Ⓓ	Ⓟ	G GE GI	V	Ⓛ	
	0,1/75		UZ+0,1+0,2	><	etc.	0,8-250	Ⓝ	Ⓟ25	X	T	Ⓡ	
	0,1/75×75		UZ+0,2;-0,3			500	Ⓣ	Ⓟ32-7	N	Q		
	0,2/ϕ4		UZ-0,2;-0,3			-15	ⓧ					
	0,2/75×30°					500-15						
	0,3/10°×30°					etc.						
1a	1b	2 ^d	3	4 ^d	5a	5b	6	7 ^d	8	9	10 ^d	11
8.2.2.1					8.2.2.2				8.2.2.3		8.2.2.4	8.2.2.5

^a Filter, siehe Tabellen C.1 und C.2.

^b Assoziationen, siehe Tabelle D.1.

^c Parameter, siehe Tabelle D.2.

^d Bei dieser Spalte ist es möglich, mehrere der aufgeführten Modifikatoren zu verwenden.

ANMERKUNG 1 Die Liste der Modifikatoren darf erweitert werden.

ANMERKUNG 2 Einige der Informationen über das tolerierte Geometrieelement dürfen in unmittelbar daneben stehenden Angaben enthalten sein, siehe 8.4.4.

ANMERKUNG 3 In der letzten Zeile im Bild ist der Unterabschnitt angegeben, in dem die Auswertung der betreffenden Modifikatoren festgelegt ist.

ANMERKUNG 4 Der Modifikator für das assoziierte tolerierte Geometrieelement ändert das tolerierte Geometrieelement, siehe 8.2.2.2.2. Der Modifikator für die Merkmalassoziation ändert das Referenzgeometrieelement aus dem charakteristische Parameter berechnet wurden, siehe 8.2.2.3.1.

Bild 13 — Die Modifikatoren in der Toleranzzone, Geometrieelement und Merkmal des Toleranzindikators

Zwischen Modifikatoren aus unterschiedlich nummerierten Spalten muss ein Leerzeichen sein, außer bei Modifikatoren in den Spalten 6, 7, 10 und 11 (Buchstaben in Kreisen), bei denen kein Leerzeichen voranstellen darf.

Zwischen den Modifikatoren in einer nummerierten Spalte oder zwischen den Modifikatoren in Spalten 1a und 1b bzw. 5a und 5b dürfen grundsätzlich keine Leerzeichen eingefügt werden.

Falls gefordert muss die Filterung des tolerierten Geometrieelements durch ein oder mehrere Buchstaben unmittelbar, d. h. ohne Leerraum, gefolgt von Zahlen definiert werden, siehe die Bilder E.9 bis E.18.

Das assoziierte Geometrieelement von dem ausgehend die Abweichung berechnet wird und/oder der Parameter müssen durch einen oder mehrere Buchstaben aus Spalte 8 und 9, denen keine Zahlen folgen, definiert werden. Dadurch können diese Modifikatoren von den Modifikatoren für die Filterung unterschieden werden. Diese Angabe ändert das tolerierte Geometrieelement nicht, siehe Bilder 38 bis 41 sowie 44 bis 45.

8.2.2.1 Modifikatoren für die Toleranzzone

8.2.2.1.1 Gestalt, Weite und Ausdehnung der Modifikatoren

Der Modifikator für die Gestalt der Toleranzzone ist ein optionaler Modifikator.

Defaultmäßig gilt:

- falls das tolerierte Geometrieelement eine Fläche ist, ist die Gestalt der Toleranzzone der Raum zwischen zwei abstandsgleichen Flächen entsprechend der Nenngeometrie des tolerierten Geometrieelements, als Beispiel siehe 17.8.,
- falls das tolerierte Geometrieelement eine integrale Linie ist, ist die Toleranzzone die Fläche zwischen zwei abstandsgleichen Linien in der Schnittebene entsprechend der Nenngeometrie des tolerierten Geometrieelements, als Beispiel siehe 17.6.,
- falls das tolerierte Geometrieelement eine abgeleitete gerade Linie ist (nominell eine Gerade), ist die Toleranzzone der Raum zwischen zwei abstandsgleichen Ebenen, als Beispiel siehe 17.10.2..

Falls das tolerierte Geometrieelement eine Linie oder ein Punkt ist und die Toleranzzone kreis-, zylinderförmig oder ein Rohr, muss dem Toleranzwert das Symbol „ ϕ “ vorangestellt werden, siehe Bilder 94 und 95. Ist das tolerierte Geometrieelement ein Punkt und ist die Toleranzzone kugelförmig, so muss dem Toleranzwert das Symbol „ $S\phi$ “ vorangestellt werden, siehe Bild 150.

Der Toleranzwert ist ein verbindliches Spezifikationselement. Der Toleranzwert muss in derselben Einheit angegeben werden wie die Längenmaße. Der Toleranzwert gibt die Weite der Toleranzzone an, die defaultmäßig als rechtwinklig zum tolerierten Geometrieelement definiert ist.

Defaultmäßig hat die Toleranzzone eine konstante Weite. Falls die Weite der Toleranzzone zwischen zwei Werten linear variiert, müssen diese beiden Werte durch das Symbol „-“ getrennt angegeben werden, siehe Bild 14 und 7.2.

Eine Angabe mit dem „Zwischen“-Symbol angrenzend an den Toleranzindikator, siehe 9.1.4, ist zu verwenden, um die beiden Stellen zu bezeichnen, an denen jeder Wert gültig ist, siehe Bild 14.

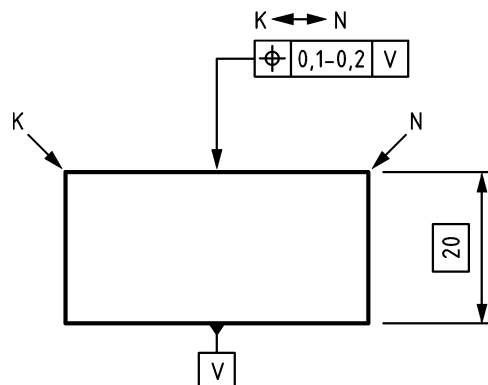


Bild 14 — Spezifikation einer linear variablen Toleranzzone

Ist die Variation nicht linear, so muss sie auf andere Weise angegeben werden.

Defaultmäßig gilt die Spezifikation für das gesamte tolerierte Geometrieelement. Falls die Spezifikation für einen beliebigen eingeschränkten Anteil innerhalb der gesamten Länge des Geometrieelements gilt, muss nach dem Toleranzwert, und von diesem durch einen Schrägstrich getrennt, die Länge des eingeschränkten Anteils in linearen Einheiten oder in Winkleinheiten oder beiden (je nachdem, was zutrifft) angegeben werden. Wenn eine Toleranz für einen bestimmten eingeschränkten Teil innerhalb Ausdehnung des Geometrieelements gilt, werden die Methoden in 9.1.3 verwendet. Bild 15 zeigt eine auf Linienelemente begrenzte Anforderung. Bild 16 zeigt eine auf kreisförmige Bereiche begrenzte Anforderung. Siehe auch Abschnitt 11.

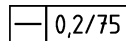


Bild 15 — Linear eingeschränkte Toleranzzonenspezifikation

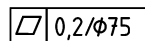


Bild 16 — Kreisförmig eingeschränkte Toleranzzonenspezifikation

8.2.2.1.2 Modifikatoren zur Kombination

Falls die Spezifikation für mehrere Geometrieelemente gilt, muss angegeben werden, in welcher Weise die Spezifikation für diese Geometrieelemente gilt, siehe die Bilder 17 bis 20.

Defaultmäßig ist die Anforderung an die Spezifikation für jedes tolerierte Geometrieelement aufgrund des in ISO 8015 festgelegten Unabhängigkeitsgrundsatzes unabhängig.

Optional kann die Angabe SZ verwendet werden, um die Unabhängigkeit der Anforderungen des Geometrieelements hervorzuheben. Dies ändert jedoch in diesem Fall nicht die Bedeutung der Angabe, siehe Bild 53. SZ steht für „Separate Zone“ d. h. getrennte Zonen.

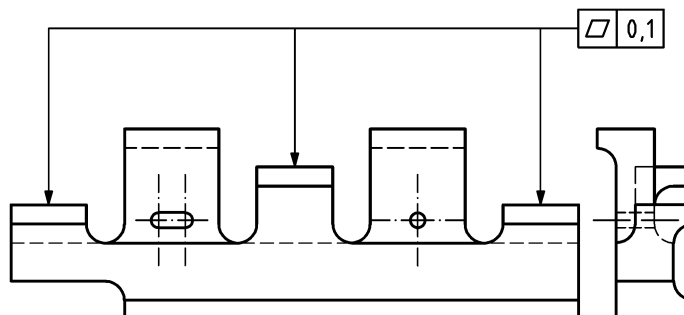


Bild 17 — Spezifikation, die separat für verschiedene Geometrieelemente gilt

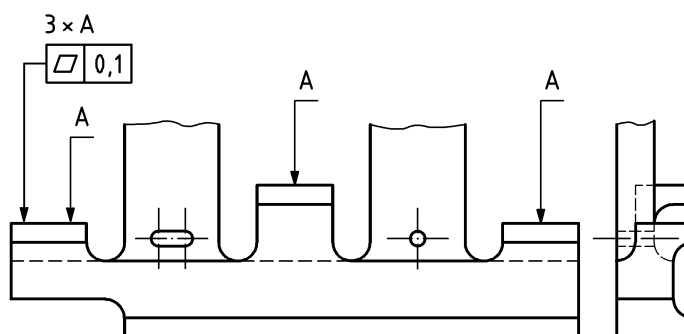


Bild 18 — Spezifikation, die separat für verschiedene Geometrieelemente gilt

Wird eine kombinierte Toleranzzone auf mehrere getrennte Geometrieelemente angewendet oder werden mehrere kombinierte Toleranzzonen (die durch denselben Toleranzindikator definiert werden) gleichzeitig auf mehrere getrennte Geometrieelemente (nicht unabhängig) angewendet, so muss die Anforderung durch das Symbol CZ für „Combined Zone“ d. h. kombinierte Zone, angezeigt werden, siehe die Bilder 19 und 20. Die Angabe muss durch die Angabe ergänzt werden, dass die Spezifikation für mehrere Geometrieelemente gilt [entweder unter Verwendung von z. B. „3×“ in einem angrenzenden Anzeigebereich (siehe 8.4 und Bild 18) oder unter Verwendung von z. B. drei mit dem Toleranzindikator verbundenen Hinweislinien (siehe Bild 19), nicht aber beidem].

Enthält der Toleranzindikator die Angabe CZ (siehe Bilder 19 und 20), so müssen alle einzelnen damit verbundenen Toleranzzonen in Ort und Richtung untereinander eingeschränkt werden, entweder unter Verwendung von expliziten theoretisch exakten Maßen (TED) oder von impliziten TEDs, siehe 3.7 Anmerkung 4 zum Begriff.

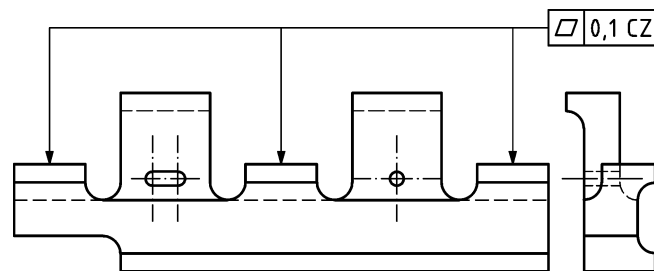
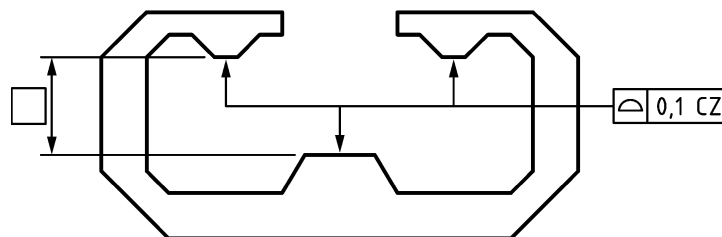


Bild 19 — Kombinierte Zonenspezifikation, die für verschiedene Geometrieelemente gilt



ANMERKUNG Wenn es sich bei den tolerierten Geometrieelementen um ebene Flächen handelt, kann das Lagesymbol mit derselben Bedeutung verwendet werden.

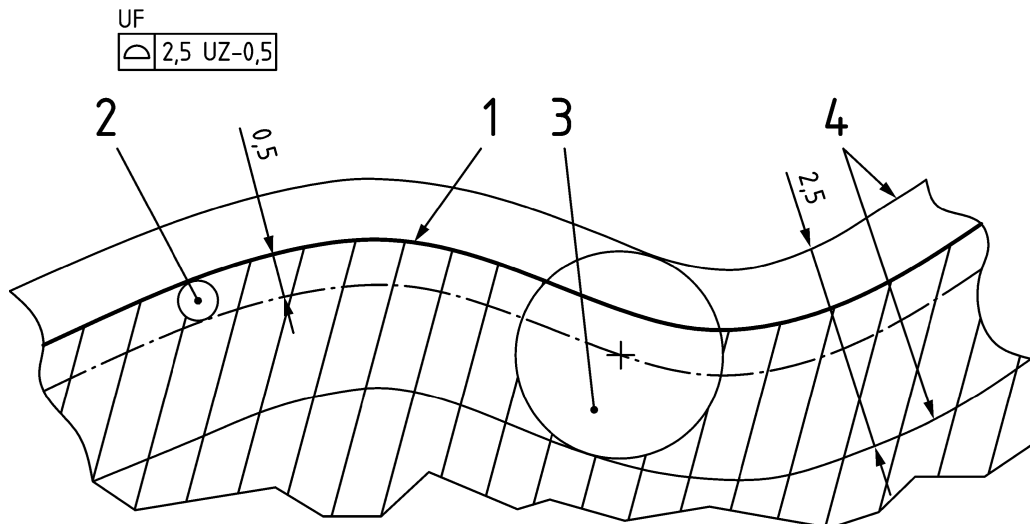
Bild 20 — Kombinierte Zonenspezifikation, die für verschiedene Geometrieelemente gilt

Der Modifikator CZ kann zur Erstellung einer Geometrieelement-Gruppe (Muster) verwendet werden: für weitere Einzelheiten zu Mustern siehe ISO 5458.

Bei Nichteindeutigkeit ist entweder SZ oder CZ anzugeben. Bei der Verwendung von „rundum“ oder „rundherum“ gelten separate Regeln, siehe 9.1.2.

8.2.2.1.3 Modifikator für eine spezifiziert versetzte Toleranzzone

Defaultmäßig liegt die Toleranzzone symmetrisch um das theoretisch exakte Geometrieelement (TEF) herum und macht es so zum Referenzgeometrieelement. Beim Toleranzzonenversatz UZ handelt es sich um einen optionalen Modifikator. Siehe Bild 21.



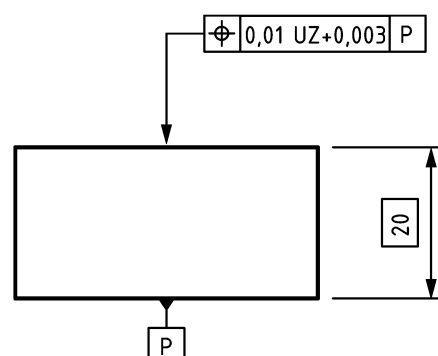
Legende

- 1 einzelnes komplexes theoretisch exaktes Geometrieelement (TEF, en: theoretical exact feature) in diesem Beispiel ist das Material unter dem Geometrieelement
- 2 eine der unendlich vielen Kugeln, welche das versetzte theoretische Geometrieelement, d. h. das Referenzgeometrieelement, definieren
- 3 eine der unendlich vielen Kugeln, welche die Toleranzzone entlang des Referenzgeometrieelements definieren
- 4 Grenzen der Toleranzzone

Für Profilspezifikationen von komplexen Linien oder Flächen darf das Spezifikationselement UZ mit oder ohne Bezüge verwendet werden.

Bild 21 — Spezifiziert versetzte Toleranzzone

Die extrahierte Fläche muss zwischen zwei abstandsgleichen Flächen liegen, die Kugeln mit einem definierten Durchmesser gleich dem Toleranzwert einschließen. Deren Mittelpunkte liegen wiederum auf einer Fläche, die der Hüllfläche einer Kugel entspricht, die an dem TEF anliegt, und deren Durchmesser gleich dem Betrag des absoluten Wertes sind, der nach UZ angegeben ist. Die Richtung des Versatzes wird durch das Vorzeichen angegeben, wobei das „+“ Zeichen dabei „außerhalb des Materials“ anzeigt und das „-“ Zeichen „innerhalb des Materials“, siehe Bild 22. Das Vorzeichen für den Versatz muss stets angegeben werden. Für die bisherige Praxis, siehe A.3.9.



ANMERKUNG Das Spezifikationselement UZ kann in Kombination mit dem Positionssymbol ausschließlich für ebene Geometrieelemente verwendet werden.

Bild 22 — Versetzte Toleranzzonenspezifikation

Falls der Versatz der Toleranzzone zwischen zwei Werten linear variiert, müssen diese beiden Werte durch einen Doppelpunkt „:“ getrennt angegeben werden, siehe Bild 13. In diesem Fall kann einer der Versatzwerte Null sein und wird dann ohne Zeichen angegeben. Eine Angabe, bei der unmittelbar neben dem Toleranzindikator das „Zwischen“-Symbol verwendet wird, siehe 9.1.4, ähnlich der in Bild 14 verwendeten, muss zur Kennzeichnung der Enden der Toleranzzone verwendet werden, innerhalb deren jeder Versatzwert gültig ist.

Erfolgt die Variation des Versatzes nicht linear, so muss sie spezifiziert werden, z. B. im CAD-Modell.

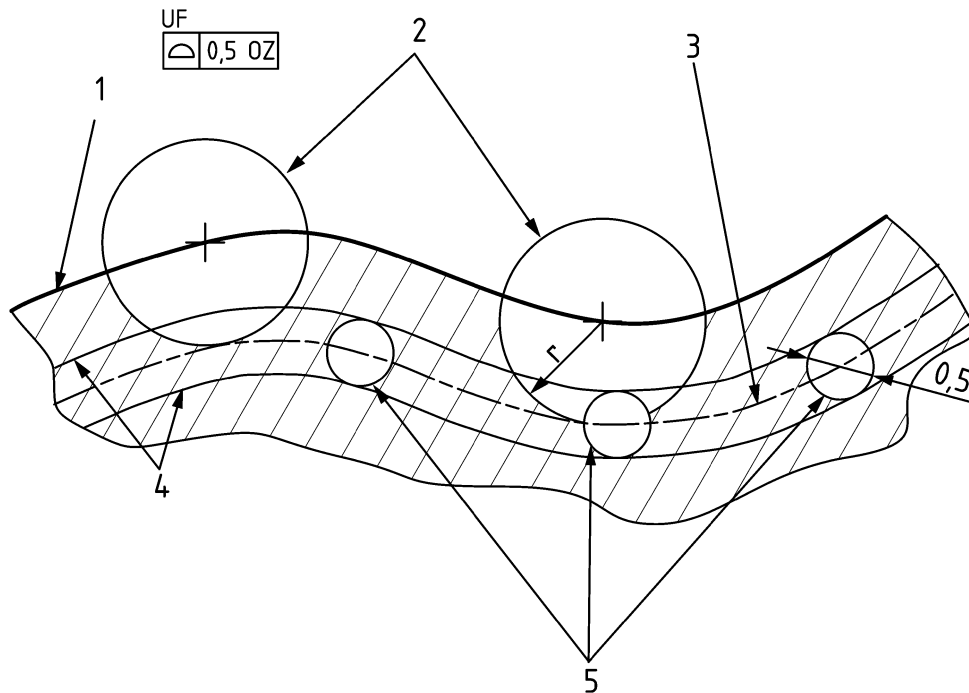
Das Spezifikationselement UZ kann nur für integrale Geometrieelemente verwendet werden.

8.2.2.1.4 Modifikatoren für Nebenbedingungen

8.2.2.1.4.1 Modifikator für eine unspezifiziert versetzte Toleranzzone

Falls ein Versatz der Toleranzzone aus der Symmetrie ihres TEF heraus um einen gleichbleibenden, jedoch nicht zuvor festgelegten Betrag zulässig ist, muss das Symbol OZ angegeben werden.

Die Nenngröße des TEF kann nicht durch ein TED für Kreise, Zylinder, Kugeln und Ringflächen definiert werden, z. B. wenn für das Größenmaß nur eine $\pm$ Toleranz angegeben ist. In diesem Fall muss der OZ-Modifikator immer für Linienprofilspezifikationen und Flächenprofilspezifikationen angegeben werden, um deutlich auszudrücken, dass das Größenmaß das TEF nicht fest ist.



Legende

- 1 einzelnes komplexes theoretisch exaktes Geometrieelement (TEF)
- 2 zwei der unendlich vielen Kugeln oder Kreise, welche das versetzte theoretische Geometrieelement, d. h. das Referenzgeometrieelement, definieren
- 3 Referenzgeometrieelement in gleichem Abstand vom TEF
- 4 Grenzen der Toleranzzone
- 5 drei der unendlich vielen Kugeln oder Kreise, welche die Toleranzzone entlang des Referenzgeometrieelements definieren
- r gleich bleibender, jedoch nicht spezifizierter, Versatz

Das Bild zeigt, wie die Gestalt der versetzten Toleranzzone aus dem TEF definiert wird. Für eine Formtoleranz, d. h. eine Toleranz ohne Referenz auf Bezüge, ist das TEF nicht eingeschränkt, d. h. die Toleranzzone in Kombination mit einem Versatzwert kann beim Versuch der Passung an das tolerierte Geometrieelement jede Lage oder Richtung annehmen (siehe 4.8). TEDs und Verweisungen auf einen oder mehrere Bezüge im Toleranzindikator können zur Einschränkung des TEF zusammen mit der Zone verwendet werden.

Bild 23 — Unspezifiziert versetzte Toleranzzone

ANMERKUNG 1 Da es für den Versatz keine Grenzen gibt, wird eine Spezifikation mit dem OZ-Modifikator üblicherweise mit einer größeren Toleranz ohne den OZ-Modifikator kombiniert. Wenn beiden Spezifikationen entsprochen wird, kontrolliert diese Kombination die Form des tolerierten Geometrieelements innerhalb der größeren, feststehenden Toleranzzone.

ANMERKUNG 2 Für ebene Flächen und gerade Linien ist es oftmals möglich, z. B. Parallelität anstatt der Lage zu verwenden, um dieselbe Wirkung wie OZ zu erreichen.

8.2.2.1.4.2 Modifikator für eine un spezifizierte Neigung der Toleranzzone

Der VA-Modifikator muss im Feld für Zone, Geometrieelement und Merkmal des Toleranzindikators angegeben werden, wenn die Toleranzzone aus einem TEF definiert wird, das ein Winkel-Größenmaßelement ist, und dessen Größenmaß als variabel (un spezifiziert) angesehen wird, siehe Bild 24. Siehe auch Beispiel in ISO 3040.

Das Nenn-Winkelgrößenmaß des TEF kann nicht durch ein TED für Kegel definiert werden, z. B. wenn für das Winkelgrößenmaß nur eine $\pm$ Toleranz angegeben ist. In diesem Fall muss das VA-Spezifikationselement immer für Linienprofilspezifikationen und Flächenprofilspezifikationen angegeben werden, um deutlich auszudrücken, dass das Winkelgrößenmaß das TEF nicht festgelegt ist.

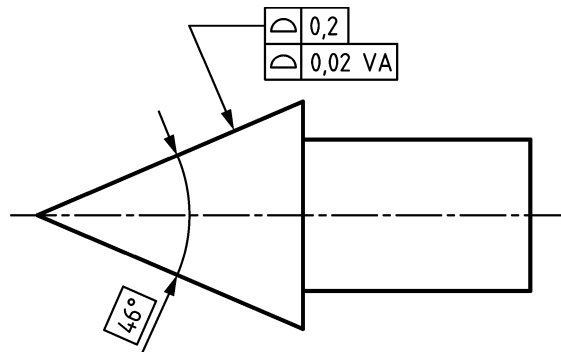


Bild 24 — Variabler Winkel, VA (en: variable angle), Modifikator

ANMERKUNG Da es für den Winkelversatz keine Grenzen gibt, wird eine Spezifikation mit dem VA-Modifikator üblicherweise mit einer anderen Spezifikation (Winkelmaßspezifikation oder geometrische Spezifikation ohne VA-Modifikator) kombiniert, siehe Beispiel in Bild 24.

8.2.2.1.4.3 Modifikator für „Nur-Richtung“

Das nur für Richtungen geltende Symbol $\succ\prec$ ist im Feld für Zone, Geometrieelement und Merkmal des Toleranzindikators anzugeben, wenn die Toleranzzonentranslation nicht eingeschränkt ist, d. h. wenn nur rotatorische Freiheitsgrade für die Toleranzzone in einer Spezifikation eingeschränkt sind. Es sei denn die translatorischen Freiheitsgrade sind bereits durch Bezüge eingeschränkt. Siehe auch ISO 5459.

ANMERKUNG 1 Für ebene Flächen und gerade Linien ist es oftmals möglich, z. B. Parallelität anstatt der Lage zu verwenden, um dieselbe Wirkung wie Nur-Richtung zu erreichen.

ANMERKUNG 2 Nur-Richtung ermöglicht, dass die Toleranzzone unverändert versetzt wird, während bei Verwendung von OZ die Toleranzzone verändert wird (Innenradien werden kleiner und Außenradien werden größer). Dieser Unterschied ist für nicht gerade und nicht ebene Flächen und für Größenmaßelemente von Bedeutung. Wenn in Bild 23 Nur-Richtung statt OZ verwendet würde, wäre Legende 3 nicht transformiert worden, hätte aber dieselbe Gestalt wie Legende 1. Für einzelne ebene Flächen und einzelne gerade Linien ist die Wirkung von OZ und Nur-Richtung gleich.

8.2.2.2 Modifikator für das tolerierte Geometrieelement

8.2.2.2.1 Modifikatoren für Filter

Alle Begriffe in Bezug auf die Filterung sind in ISO 16610-1:2015 festgelegt. Die speziellen Filter sind in den weiteren Teilen von ISO 16610 festgelegt.

Gegenwärtig ist in den GPS-Normen keine defaultmäßige Filterung festgelegt. Folglich ist die Filterung undefiniert, wenn sie nicht ausdrücklich mithilfe dieser Spezifikationen oder durch andere Mittel angegeben ist, siehe C.3. Dadurch kommt es zu einer Spezifikationsmehrdeutigkeit, siehe ISO 17450-2.

ANMERKUNG Bezüglich der früher üblichen Filterung, siehe A.3.7.

Der Filter-Modifikator ist ein optionaler Modifikator. Der spezifizierte Filter des tolerierten Geometrieelements muss durch eine Kombination von zwei Modifikatoren angegeben werden. Der erste gibt den Filtertyp an und der zweite den Nesting-Index.

Die Symbole für die genormten Filter sind in Tabelle C.1 angegeben. Zu Einzelheiten zur Wirkung von Filtern und Beispielen für Filterangaben, siehe Anhang E.

Die Nesting-Indizes und ihre Bedeutung für die einzelnen Filtertypen sind in Tabelle C.2 angegeben. Bei Langwellenfiltern muss nach dem Index das Symbol „–“ stehen. Bei Kurzwellenfiltern muss dem Index das Symbol „–“ vorangestellt werden. Bei Bandpassfiltern, bei denen für beide Seiten derselbe Filtertyp verwendet wird, ist zuerst der Langwellenfilterindex und als zweites der Kurzwellenfilterindex anzugeben. Die Indizes sind durch das Symbol „–“ voneinander zu trennen.

Nur bei Fourier-Filtern, die durch das Spezifikationselement F (Fourier) angegeben werden, ist ein Einzelwert anzugeben, wenn die Spezifikation für nur eine harmonische Welle gilt (Wellenlänge oder UPR-Wert). Wenn die Spezifikation für ein gefiltertes Geometrieelement gilt, das einen bestimmten Bereich von harmonischen Wellen enthält, müssen bei der Angabe die oben angegebenen Regeln befolgt werden.

Bei Bandpassfiltern, bei denen unterschiedliche Filtertypen verwendet werden, muss das Langwellenfilter vor dem Kurzwellenfilter angegeben werden.

Im Spezifikationsoperator für Bandpassfilter muss das Langwellenfilter vor dem Kurzwellenfilter angewendet werden.

Kurzwellenfilter und Bandpassfilter dürfen nur für Formspezifikationen verwendet werden, d. h. für Spezifikationen, die keine Bezüge referenzieren, weil sie Orts- und Richtungseigenschaften des tolerierten Geometrieelements beseitigen.

Für offene Geometrieelemente, z. B. gerade Linien, Ebenen und Zylinder in Axialrichtung, muss der Nesting-Index in mm angegeben werden. Für geschlossene Geometrieelemente, z. B. Zylinder in Umfangsrichtung, Ringflächen und Kugeln, muss der Nesting-Index in UPR (Wellenanzahl je Umdrehung) angegeben werden. Die Einheiten dürfen nicht angegeben werden.

Wenn für ein in beiden Richtungen offenes Geometrieelement, z. B. eine Ebene, in den beiden Richtungen zwei unterschiedliche Filter zu verwenden sind, ist ein Schnittebenen-Indikator zu verwenden, um die Richtung anzugeben, in der das zuerst angegebene Filter anzuwenden ist. Das Symbol „×“ ist zur Trennung der beiden Filterangaben zu verwenden. Das zweite angegebene Filter ist in der Richtung senkrecht zur ersten Filterrichtung anzuwenden.

Für ein Geometrieelement, das in eine Richtung offen und in die andere Richtung geschlossen ist, z. B. ein Zylinder, muss das Filter für die offene Richtung vor dem Filter für die geschlossene Richtung angegeben werden. Das Symbol „×“ ist zur Trennung der beiden Filterangaben zu verwenden.

Wenn beide Filter vom gleichen Typ sind, braucht der Filtertyp unabhängig davon, ob die beiden Richtungen beide offen sind (z. B. bei einer Ebene), beide geschlossen (z. B. bei einer Kugel) sind oder eine offen und eine geschlossen (z. B. bei einem Zylinder) ist, nur einmal angegeben zu werden.

Wenn das tolerierte Geometrieelement ein abgeleitetes oder assoziiertes Geometrieelement ist, muss die Filterung des integralen Geometrieelements vor der Ableitung oder Assoziation erfolgen.

Siehe E.2 zu Beispielen für Spezifikationen unter Verwendung von Filtern.

8.2.2.2.2 Modifikator für ein assoziiertes toleriertes Geometrieelement

Defaultmäßig gilt die Spezifikation für das angegebene extrahierte integrale oder abgeleitete Geometrieelement selbst. Der Modifikator für ein assoziiertes toleriertes Geometrieelements ist optional. Es ist zu verwenden, um anzuzeigen, dass die Spezifikation nicht für das angegebene Geometrieelement selbst, sondern für ein damit assoziiertes Geometrieelement gilt. Ist ein Filter angegeben, bezieht sich die Assoziation auf das gefilterte Geometrieelement.

Der Modifikator für das assoziierte tolerierte Geometrieelement darf nur für Spezifikationen verwendet werden, die Bezüge beinhalten, d. h. Richtungs- und Ortsspezifikationen.

Wenn der Modifikator für das assoziierte tolerierte Geometrieelement zusammen mit einem Filter-Modifikator verwendet wird, muss sich die Assoziation auf das gefilterte Geometrieelement als das nicht ideale Geometrieelement beziehen.

Wenn das tolerierte Geometrieelement ein abgeleitetes Geometrieelement ist, muss das assoziierte Geometrieelement das indirekt assoziierte Geometrieelement sein, siehe ISO 22432.

Die Länge des assoziierten tolerierten Geometrieelements muss gleich der Länge des Geometrieelements sein, auf das es sich bezieht.

Der Modifikator für das assoziierte tolerierte Geometrieelement darf nicht zusammen mit einem Modifikator für die Assoziation von Referenzelementen, siehe 8.2.2.3.1, oder einem Parameter-Modifikator, siehe 8.2.2.3.2, oder einem Modifikator für eine Materialbedingung, siehe ISO 2692, verwendet werden.

Es stehen die folgenden Modifikatoren für assoziierte tolerierte Geometrieelemente zur Verfügung:

Ⓒ ist anzuwenden, um anzuzeigen, dass das tolerierte Geometrieelement das assoziierte Minimax (Tschebyschew)-Element ohne eine Material-Nebenbedingung ist. Dieser Modifikator kann für Geometrieelemente verwendet werden, die nominell gerade Linien, Ebenen, Kreise, Zylinder, Kegel und Ringflächen sind.

Bild 25 zeigt ein Beispiel für eine Positionsspezifikation, die für das assoziierte Minimax (Tschebyschew)-Element gilt. Siehe auch Bild 26.

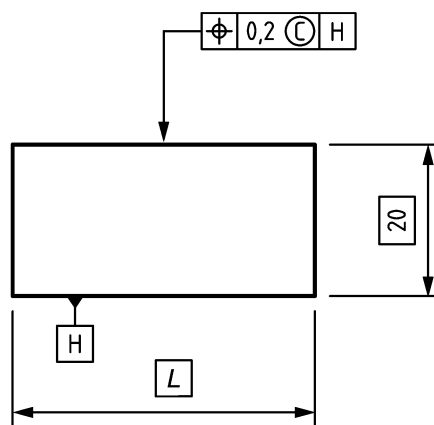
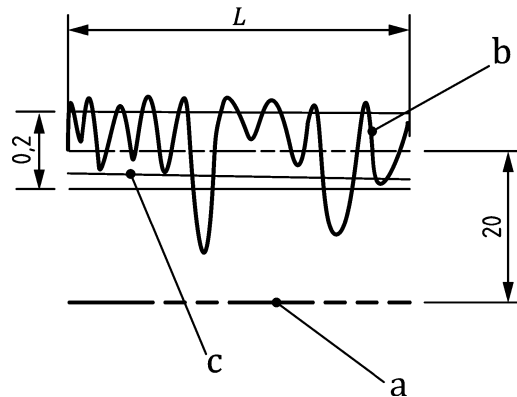


Bild 25 — Minimax (Tschebyschew) assoziiertes toleriertes Geometrieelement — Zeichnungseintragung



Legende

- a Bezug H
- b reales Geometrieelement oder gefiltertes Geometrieelement
- c Minimax (Tschebyschew)-Geometrieelement (toleriertes Geometrieelement)

ANMERKUNG Das tolerierte Geometrieelement ist eine Fläche, aber zur Vereinfachung der Darstellung wird diese als Linie gezeigt.

Bild 26 — Minimax (Tschebyschew) assoziiertes toleriertes Geometrieelement — Interpretation

Ⓜ ist anzuwenden, um anzugeben, dass das tolerierte Geometrieelement das assoziierte (Gaußsche) Kleinste-Quadrate-Element ohne Material-Nebenbedingung ist. Dieses Spezifikationselement kann für Geometrieelemente verwendet werden, die nominell gerade Linien, Ebenen, Kreise und Zylinder, Kegel und Ringflächen sind.

Bild 27 zeigt ein Beispiel für eine Positionsspezifikation, die für das assoziierte (Gaußsche) Kleinste-Quadrate-Element gilt. Siehe auch Bild 28.

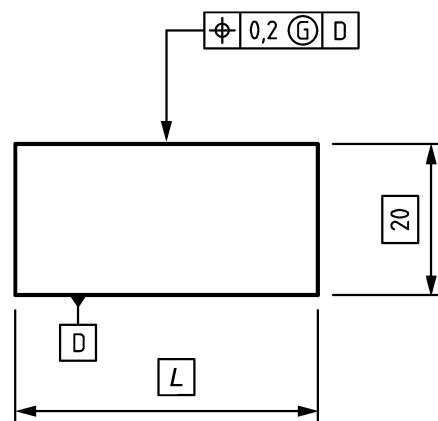
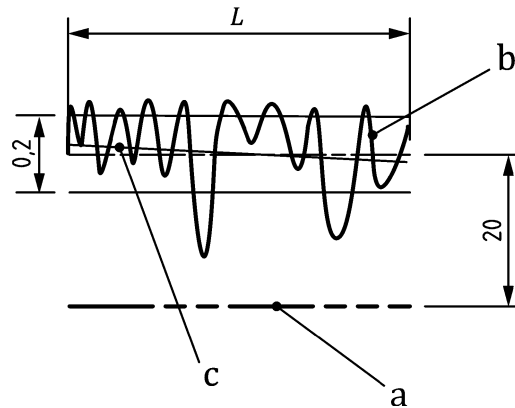


Bild 27 — Kleinste-Quadrate (Gaußsches) assoziiertes toleriertes Geometrieelement — Zeichnungseintragung



Legende

- a Bezug D
- b reales Geometrieelement oder gefiltertes Geometrieelement
- c Kleinste-Quadrate (Gaußsches) Geometrieelement (toleriertes Geometrieelement)

ANMERKUNG Das tolerierte Geometrieelement ist eine Fläche, aber zur Vereinfachung der Darstellung wird diese als Linie gezeigt.

Bild 28 — Kleinste-Quadrate (Gaußsches) assoziiertes toleriertes Geometrieelement — Interpretation

Ⓝ ist zu verwenden, um anzugeben, dass das tolerierte Geometrieelement das assoziierte kleinste umschriebene Geometrieelement oder sein abgeleitetes Geometrieelement ist. Die Assoziation des kleinsten umschriebenen Geometrieelements minimiert das Größenmaß des assoziierten Geometrieelements mit der Nebenbedingung, dass das assoziierte Geometrieelement das nicht-ideale Geometrieelement umschreibt. Dieser Modifikator kann nur für Geometrieelemente linearer Größenmaße verwendet werden.

Bild 29 zeigt ein Beispiel für eine Positionsspezifikation, die für das kleinste umschriebene assoziierte Geometrieelement gilt. Siehe auch Bild 30.

ANMERKUNG Auch wenn das Spezifikationselement Ⓝ normalerweise für außenliegende Geometrieelemente, z. B. Wellen wie in Bild 29, verwendet wird, kann es auch für innenliegende Geometrieelemente, z. B. Bohrungen verwendet werden.

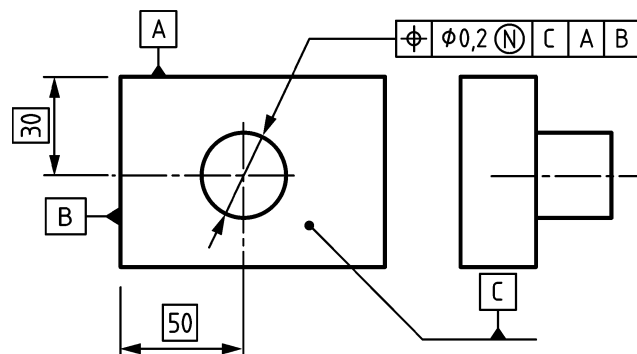
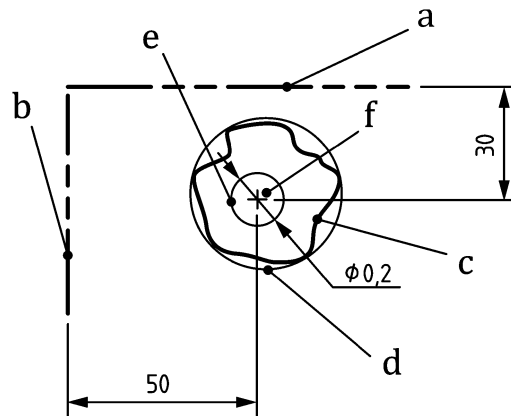


Bild 29 — Kleinstes umschriebenes assoziiertes toleriertes Geometrieelement — Zeichnungseintragung



Legende

- a Bezug A
- b Bezug B
- c reales Geometrieelement oder gefiltertes Geometrieelement
- d kleinstes umschriebenes Geometrieelement
- e Toleranzzone
- f toleriertes Geometrieelement (Mittellinie für d)

ANMERKUNG Das tolerierte Geometrieelement ist eine gerade Linie (die Mittellinie des assoziierten Geometrieelements), aber zur Vereinfachung der Darstellung wird diese als Punkt gezeigt.

Bild 30 — Kleinstes umschriebenes assoziiertes toleriertes Geometrieelement — Interpretation

Ⓢ ist zu verwenden, um anzugeben, dass das tolerierte Geometrieelement das assoziierte Tangentialelement auf der Grundlage der L_2 -Norm (kleinste Quadrate) mit der Nebenbedingung ist, dass das Tangentialelement außerhalb des Materials des nicht idealen Geometrieelements liegt. Dieser Modifikator kann nur für nominell gerade Linien- und Flächenelemente verwendet werden. Das tolerierte Geometrieelement ist die Tangentengerade oder -ebene des angegebenen Geometrieelementes, wie jeweils zutreffend.

ANMERKUNG Die L_2 -Norm mit der Nebenbedingung, dass das Tangentialelement außerhalb des Material liegt, ist das Assoziationskriterium für Bezüge, siehe ISO 5459.

Bild 31 zeigt ein Beispiel für eine Parallelitätsspezifikation, die für das assoziierte Tangentialelement gilt. Siehe auch Bild 32.

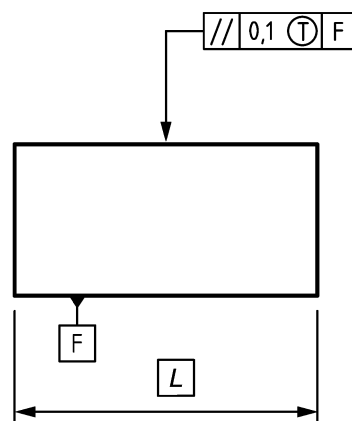
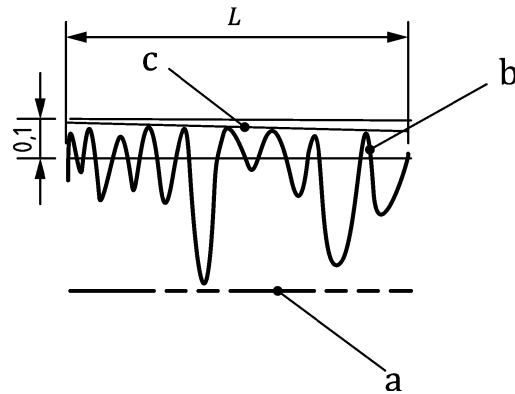


Bild 31 — Tangentiales assoziiertes toleriertes Geometrieelement — Zeichnungseintragung



Legende

- a Bezug F
- b reales Geometrieelement oder gefiltertes Geometrieelement
- c Tangentialelement (toleriertes Geometrieelement)

ANMERKUNG Das tolerierte Geometrieelement ist eine Fläche, aber zur Vereinfachung der Darstellung wird diese als Linie gezeigt.

Bild 32 — Tangentiales assoziiertes toleriertes Geometrieelement — Interpretation

⊗ ist zu verwenden, um anzugeben, dass das tolerierte Geometrieelement das assoziierte größte einbeschriebene Geometrieelement oder sein abgeleitetes Geometrieelement ist. Die Assoziation des größten einbeschriebenen Geometrieelements maximiert das Größenmaß des assoziierten Geometrieelements mit der Nebenbedingung, dass das assoziierte Geometrieelement dem nicht idealen Geometrieelement einbeschrieben ist. Dieses Spezifikationselement kann nur für Geometrieelemente linearer Größenmaße verwendet werden.

ANMERKUNG Auch wenn das Spezifikationselement ⊗ normalerweise für innenliegende Geometrieelemente, z. B. Bohrungen wie in Bild 33, verwendet wird, kann es auch für außenliegende Geometrieelemente, z. B. Wellen, verwendet werden.

Bild 33 zeigt ein Beispiel für eine Positionsspezifikation, die für das assoziierte größte einbeschriebene Geometrieelement gilt. Siehe auch Bild 34.

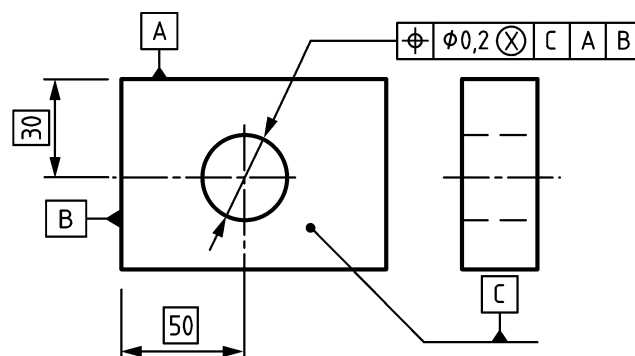
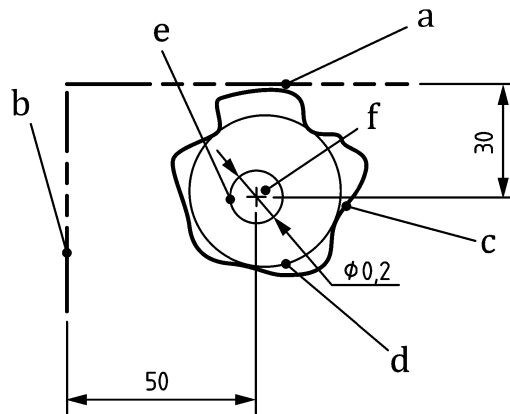


Bild 33 — Größtes einbeschriebenes assoziiertes toleriertes Geometrieelement — Zeichnungseintragung



Legende

- a Bezug A
- b Bezug B
- c reales Geometrieelement oder gefiltertes Geometrieelement
- d größtes einbeschriebenes Geometrieelement
- e Toleranzzone
- f toleriertes Geometrieelement (Mittellinie für d)

ANMERKUNG Das tolerierte Geometrieelement ist eine gerade Linie (die Mittellinie des assoziierten Geometrieelements), aber zur Vereinfachung der Darstellung wird diese als Punkt gezeigt.

Bild 34 — Größtes einbeschriebenes assoziiertes toleriertes Geometrieelement — Interpretation

Eine Zusammenfassung der assoziierten tolerierten Geometrieelemente kann auf die in Tabelle 5 dargestellten Geometrieelementarten angewendet werden.

Tabelle 5 — Zusammenfassung der anwendbaren assoziierten tolerierten Geometrieelemente nach Geometrieelementart

Art des Geometrieelements	Ⓒ	Ⓔ	Ⓐ	Ⓣ	ⓧ
gerade Linie	Ja	Ja		Ja	
Ebene	Ja	Ja		Ja	
Kreis	Ja	Ja	Ja		Ja
Zylinder	Ja	Ja	Ja		Ja
Kegel	Ja	Ja			
Ringfläche	Ja	Ja			
Größenmaßelement: 2 parallele Ebenen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Das Spezifikationselement des assoziierten tolerierten Geometrieelements kann mit Filter-Modifikatoren kombiniert werden. Bild 35 zeigt ein Beispiel, in dem der Modifikator $\textcircled{T}$ mit dem H0-Konvexhüllen-Modifikator kombiniert ist, wodurch angegeben wird, dass das L_2 -Norm Tangentialelement der konvexen Hülle, das tolerierte Geometrieelement ist. Dieses tolerierte Geometrieelement wird genau so definiert wie ein Bezug auf Basis eines Ebenen-Bezugselements, siehe ISO 5459, und ermöglicht so eine Spezifikation zur Regelung der Orientierung und des Ortes eines Bezugs. Siehe Bild 36.

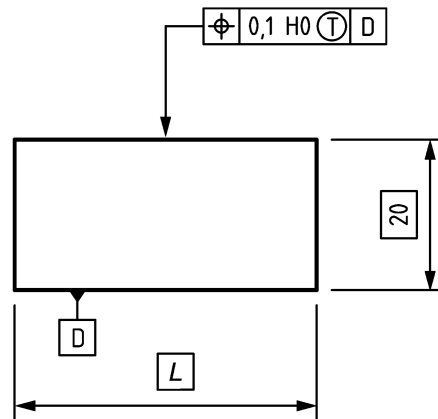
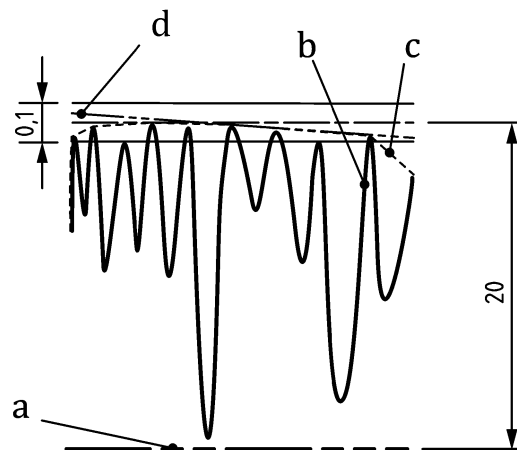


Bild 35 — Toleriertes Tangentialelement des mittels konvexer Hülle gefilterten Geometriealelementes — Zeichnungseintragung



Legende

- a Bezug D
- b reales Geometrieelement
- c gefiltertes Konvexhüllen-Element
- d Tangentialelement des gefilterten Konvexhüllen-Elements (toleriertes Geometrieelement)

ANMERKUNG Das tolerierte Geometrieelement ist eine Fläche, aber zur Vereinfachung der Darstellung wird diese als Linie gezeigt.

Bild 36 — Toleriertes Tangentialelement des mittels konvexer Hülle gefilterten Geometriealelementes — Interpretation

8.2.2.2.3 Modifikatoren für abgeleitete tolerierte Geometrieelemente

Defaultmäßig gilt die Spezifikation für das angegebene Geometrieelement selbst, mit Ausnahme der Festlegungen in Abschnitt 6. Der Modifikator für abgeleitete tolerierte Geometrieelemente ist optional. Er wird verwendet, um anzuzeigen, dass die Spezifikation nicht für das integrale Geometrieelement selbst, sondern für ein davon abgeleitetes Geometrieelement gilt.

Für abgeleitete tolerierte Geometrieelemente stehen die folgenden Modifikatoren zur Verfügung:

- $\textcircled{A}$ wird verwendet, um anzuzeigen, dass das tolerierte Geometrieelement das abgeleitete Geometrieelement ist. Entsprechend kann dieses Spezifikationselement nur für Größenmaßelemente verwendet werden. Da die Angabe nicht eindeutig wäre, wenn das Größenmaßelement von zwei

Geometrieelementen gebildet wird, z. B. von zwei parallelen Ebenen, kann diese Spezifikation nur für Rotationsflächen angewendet werden. Das abgeleitete Geometrieelement ist die Mittellinie, falls das angegebene Geometrieelement ein Zylinder ist, bzw. der Mittelpunkt, falls das angegebene Geometrieelement ein Kreis oder eine Kugel ist.

- $\textcircled{P}$ wird verwendet, um anzugeben, dass die Toleranzzone für ein verlängertes Geometrieelement gilt (projiziertes Geometrieelement), siehe Abschnitt 12.

Bild 37 zeigt ein Beispiel für eine Geradheitstoleranz, die für das abgeleitete Geometrieelement, d. h. in diesem Fall für die Mittellinie des Zylinders gilt.

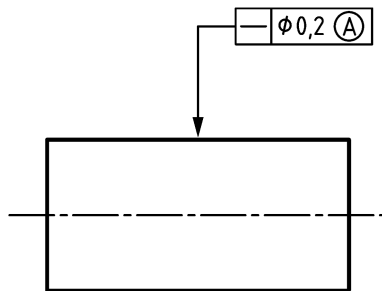


Bild 37 — Für das mittlere Geometrieelement geltende Spezifikation

8.2.2.3 Modifikatoren für Merkmale

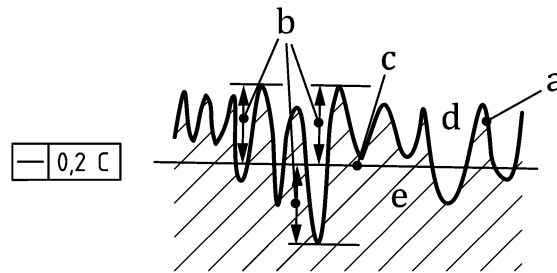
8.2.2.3.1 Modifikator für die Assoziation von Referenzelementen

Defaultmäßig ist die Assoziation von Referenzelementen die Minimax (Tschebyschew)-Assoziation ohne Nebenbedingungen. Der Modifikator für die Assoziation von Referenzelementen ist optional. Es kann für Formspezifikationen verwendet werden, d. h. Spezifikationen, die nicht auf Bezüge verweisen und andere Spezifikationen, die mindestens einen uneingeschränkten, nicht-redundanten Freiheitsgrad haben.

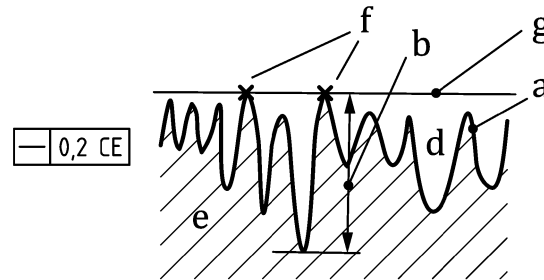
Die folgenden Modifikatoren stehen zur Verfügung:

- $\textcircled{C}$ ist zu verwenden, um die Minimax (Tschebyschew)-Assoziation anzugeben. Es minimiert den Abstand vom fernsten Punkt auf dem tolerierten Geometrieelement zum Referenzelement, siehe Bild 38 a).
- $\textcircled{CE}$ ist zu verwenden, um die Minimax (Tschebyschew)-Assoziation mit der Nebenbedingung „außerhalb des Materials“ anzugeben. Er minimiert den Abstand vom fernsten Punkt auf dem tolerierten Geometrieelement zum Referenzelement, welches außerhalb des Materials bleibt, siehe Bild 38 b).
- $\textcircled{CI}$ ist zu verwenden, um die Minimax (Tschebyschew)-Assoziation mit der Nebenbedingung „innerhalb des Materials“ anzugeben. Er minimiert den Abstand vom fernsten Punkt auf dem tolerierten Geometrieelement zum Referenzelement, welches innerhalb des Materials bleibt, siehe Bild 38 c).

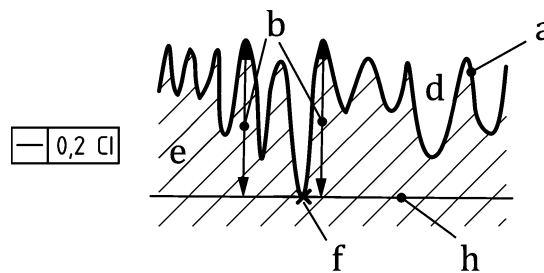
ANMERKUNG 1 Das Minimax (Tschebyschew)-Geometrieelement ohne Nebenbedingung, das von der materialfreien Seite anliegende Minimax (Tschebyschew)-Geometrieelement und das von der Materialseite anliegende Minimax (Tschebyschew)-Geometrieelement (siehe c, g und h in Bild 38) sind alle per Definition parallel.



a) Minimax (Tschebyschew)-Geometrieelement ohne Nebenbedingung



b) von der materialfreien Seite anliegendes Minimax (Tschebyschew)-Geometrieelement



c) von der Materialseite anliegendes Minimax (Tschebyschew)-Geometrieelement

- a toleriertes Geometrieelement
- b minimierte größte Abstände
- c assoziierte Minimax (Tschebyschew)-Gerade ohne zusätzliche Nebenbedingungen – Referenzelement mit Modifikator C
- d außerhalb des Materials
- e innerhalb des Materials
- f Berührungspunkt zwischen assoziiertem und toleriertem Geometrieelement
- g assoziierte Minimax (Tschebyschew)-Gerade mit der Nebenbedingung außerhalb des Materials – Referenzelement mit Modifikator CE
- h assoziierte Minimax (Tschebyschew)-Gerade mit der Nebenbedingung innerhalb des Materials – Referenzelement mit Modifikator CI

ANMERKUNG Die in diesem Bild gezeigten Toleranzindikator zeigen kein Parameter-Spezifikationselement, siehe 8.2.2.3.2, sodass das spezifizierte Merkmal der gesamte Abweichungsbereich ist, der der Defaultparameter ist.

Bild 38 — Minimax (Tschebyschew)-Assoziationen

- G ist anzuwenden, um die (Gaußsche) Kleinste-Quadrate-Assoziation anzugeben. Es minimiert das Quadrat der örtlichen Abweichungen des tolerierten Geometrieelements auf das Referenzelement.
- GE ist anzuwenden, um die (Gaußsche) Kleinste-Quadrate-Assoziation mit der Nebenbedingung „außerhalb des Materials“ anzugeben. Es minimiert das Quadrat der örtlichen Abweichungen des

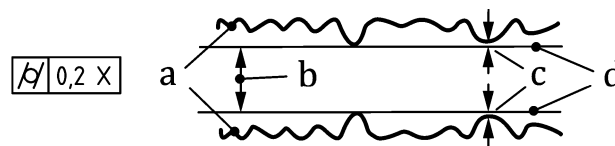
tolerierten Geometrieelements auf das Referenzelement, während das Referenzelement außerhalb des Materials bleibt.

- G ist anzuwenden, um die (Gaußsche) Kleinste-Quadrate-Assoziation mit der Nebenbedingung „innerhalb des Materials“ anzugeben. Es minimiert das Quadrat der örtlichen Abweichungen des tolerierten Geometrieelements auf das Referenzelement, während das Referenzelement innerhalb des Materials bleibt.

ANMERKUNG 2 Die (Gaußschen) Kleinste-Quadrate-Assoziationen sind den in Bild 38 dargestellten Minimax (Tschebyschew)-Assoziationen ähnlich mit Ausnahme dessen, dass in diesem Falle nicht der größte Abstand zum assoziierten Geometrieelement minimiert wird, sondern die Quadratwurzel der Summe der Quadrate der örtlichen Abweichungen zwischen dem tolerierten und dem assoziierten Referenzelement.

ANMERKUNG 3 Die (Gaußsche) Kleinste-Quadrate-Assoziation ohne Nebenbedingung, die (Gaußsche) Kleinste-Quadrate-Assoziation mit der Nebenbedingung „außerhalb des Materials“ und die (Gaußsche) Kleinste-Quadrate-Assoziation mit der Nebenbedingung „innerhalb des Materials“ (entsprechend den Legenden c, g und h in Bild 38) sind per Definition alle nicht parallel.

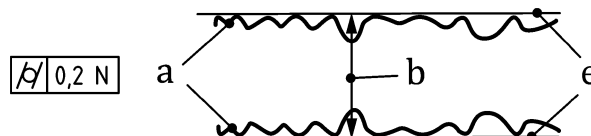
- X ist anzuwenden, um die größte einbeschriebene Assoziation anzuzeigen. Er steht nur für tolerierte Geometrieelemente linearer Größenmaße zur Verfügung. Er maximiert das Größenmaß des Referenzelements, während das Referenzelement vollständig innerhalb des tolerierten Geometrieelements bleibt. Siehe Bild 39.



- a toleriertes Größenmaßelement
- b Größenmaß des assoziierten Geometrieelements (maximiert)
- c ausgleichender Abstand, im Falle instabiler Assoziation
- d größtes einbeschriebenes assoziiertes Größenmaßelement

Bild 39 — Größte einbeschriebene Assoziation

N ist anzuwenden, um die kleinste umschriebene Assoziation anzuzeigen. Es steht nur für tolerierte Geometrieelemente linearer Größenmaße zur Verfügung. Es minimiert das Größenmaß des Referenzelements, während das Referenzelement vollständig außerhalb des tolerierten Geometrieelements bleibt. Siehe Bild 40.



- a toleriertes Größenmaßelement
- b Größenmaß des assoziierten Geometrieelements (minimiert)
- e kleinstes umschriebenes assoziiertes Größenmaßelement

Bild 40 — Kleinste umschriebene Assoziation

Bild 41 zeigt ein Beispiel für eine Geradheitsspezifikation, die in Relation zum (Gaußschen) Kleinste-Quadrate-Referenzelement gilt. Der Schnittebenen-Indikator zeigt an, dass die Richtung der tolerierten Linien parallel zum Bezug C verläuft.