

DIN EN ISO 286-1**DIN**

ICS 17.040.30

Entwurf

Einsprüche bis 2007-09-30
Vorgesehen als Ersatz für
DIN ISO 286-1:1990-11;
Ersatz für
E DIN EN ISO 286-1:2003-04

**Geometrische Produktspezifikation (GPS) –
ISO-Toleranzsystem für Längenmaße –
Teil 1: Grundlagen für Toleranzen, Abweichungen und Passungen
(ISO/DIS 286-1:2007);
Deutsche Fassung prEN ISO 286-1:2007**

Geometrical product specification (GPS) –
ISO code system for tolerances of linear sizes –
Part 1: Basis of tolerances, deviations and fits (ISO/DIS 286-1:2007);
German version prEN ISO 286-1:2007

Spécification géométrique des produits (GPS) –
Système de codification ISO pour les tolérances sur les tailles linéaires –
Partie 1: Base des tolérances et ajustements (ISO/DIS 286-1:2007);
Version allemande prEN 286-1:2007

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an natg@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 44 Seiten

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 213 „Dimensional and geometrical product specification and verification“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 290 „Geometrische Produktspezifikation und -prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 286-1:1990-11 und E DIN ISO 286-1:2003-04, wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Inhalt vollständig überarbeitet und Begriffe aktualisiert
- b) Inhalt auf ISO 14405 und damit das Default-Zuordnungskriterium „Zwei-Punkt-Maß“ statt „Hüllbedingung für das Maß eines Maßelementes“ eingeführt.

**Geometrische Produktspezifikation (GPS) — ISO-Toleranzsystem für
Längenmaße — Teil 1: Grundlagen für Toleranzen, Abmaße und Passungen
(ISO/DIS 286-1:2007)**

Spécification géométrique des produits (GPS) — Système de codification ISO pour les tolérances sur les tailles linéaires — Partie 1 : Base des tolérances et ajustements (ISO/DIS 286-1:2007)

Geometrical Product Specification (GPS) — ISO code system for tolerances of linear sizes — Part 1: Basis of tolerances, deviations and fits (ISO/DIS 286-1:2007)

ICS:

Deskriptoren:

Inhalt

| | Seite |
|--|-----------|
| Vorwort | 3 |
| Einleitung..... | 4 |
| 1 Anwendungsbereich | 5 |
| 2 Normative Verweisungen..... | 5 |
| 3 Begriffe | 5 |
| 3.1 Grundlegende Begriffe | 5 |
| 3.2 Begriffe zum ISO-System für Toleranzabmaßen | 6 |
| 3.3 Begriffe zu Passungen | 10 |
| 3.4 Begriffe zum ISO-Passungssystem | 14 |
| 4 ISO-Toleranzsystem für Längenmaße | 15 |
| 4.1 Grundlagen und Kennzeichnungen | 15 |
| 4.1.1 Zusammenhang mit ISO 14405..... | 15 |
| 4.1.2 Toleranzklassen | 16 |
| 4.2 Kennzeichnung der Toleranzklasse (Schreibregeln) | 17 |
| 4.2.1 Allgemeines..... | 17 |
| 4.2.2 Das Maß und seine Toleranz | 18 |
| 4.2.3 Bestimmung einer Toleranzklasse..... | 18 |
| 4.3 Bestimmung der Grenzabmaße (Leseregeln) | 18 |
| 4.3.1 Bestimmung von Grenzabmaße unter Verwendung der Tabellen von ISO 286-1..... | 18 |
| 4.3.2 Bestimmung von Grenzabmaße unter Verwendung der Tabellen von ISO 286-2..... | 21 |
| 4.4 Auswahl von Toleranzklassen..... | 30 |
| 5 Passungssystem..... | 30 |
| 5.1 Allgemeine Grundlagen für Passungen | 31 |
| 5.1.1 Kennzeichnung von Passungen (Schreibregeln)..... | 31 |
| 5.1.2 Bestimmung der Grenzabmaße (Leseregeln)..... | 31 |
| 5.2 Bestimmung einer Passung | 31 |
| 5.2.1 Praktische Empfehlungen für die Wahl einer Passung | 31 |
| 5.2.2 Wahl des Passungssystems..... | 31 |
| 5.2.3 Festlegung einer bestimmten Passung..... | 32 |
| 5.2.4 Bestimmung einer bestimmten Passung durch Berechnung..... | 33 |
| Anhang A (informativ) Weitere Informationen über das ISO-System der Toleranzen und Passungen und die frühere Praxis..... | 34 |
| A.1 Frühere Praxis der Default-Definition für Längenmaße..... | 34 |
| A.1.1 Ausführliche Interpretation eines tolerierten Maßes | 34 |
| A.2 Änderung der Default-Definition für Längenmaße | 35 |
| Anhang B (informativ) Beispiele für den Gebrauch von ISO 286-1 für die Bestimmung von Passungen und Toleranzklassen | 36 |
| B.1 Bestimmung von Passungen aus Grenzabmaßen | 36 |
| B.2 Berechnung der Spanne einer Passung | 37 |
| B.3 Bestimmung einer bestimmten Toleranzklasse nach berechneten Passungen..... | 38 |
| B.3.1 Größe der Toleranz..... | 38 |
| B.3.2 Bestimmung der Abmaße und Toleranzklassen | 39 |
| Anhang C (informativ) Beziehungen zum GPS-Matrix-Modell..... | 41 |
| C.1 Information über diese Norm und ihre Anwendung..... | 41 |
| C.2 Position im GPS-Matrixmodell | 41 |
| C.3 Verwandte Normen | 41 |
| Literaturhinweise | 42 |

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 286-1:2007) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 213 „Dimensional and geometrical product specification and verification“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 290 „Geometrische Produktspezifikation und -prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 286-1:2007 wurde vom CEN als prEN ISO 286-1:2007 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Diese Internationale Norm gehört zum Bereich der Geometrischen Produktspezifikation (GPS) und ist eine allgemeine GPS-Norm (siehe ISO/TR 14638). Sie beeinflusst die Kettenglieder 1 und 2 der Normenkette für das Maß in der allgemeinen GPS-Matrix.

Für weitere Informationen im Zusammenhang mit dieser Norm zu anderen Normen und dem GPS-Matrixmodell siehe Anhang C.

Die Notwendigkeit, Grenzmaße und Passungen für maschinell gefertigte Werkstücke festzulegen, wurde hauptsächlich durch die Anforderung an die Austauschbarkeit zwischen Massenprodukten und die arbeitsablaufbedingte Unsicherheit der Fertigungsverfahren zusammen mit der Tatsache verursacht, dass „vollständige Exaktheit“ des Maßes für die meisten Geometrieelemente der Werkstücke als unnötig angesehen wurde. Damit die Passfunktion sichergestellt ist, wurde es als ausreichend betrachtet, ein Werkstück so zu fertigen, dass sein Istmaß innerhalb zweier Grenzmaße, d. h. innerhalb einer Toleranz, liegt, das die der Fertigung zugestandenen Abmaße darstellt. Dabei sichert es die Anforderungen an die Passungsfunktion des Produktes.

Wenn zwischen zu paarenden Geometrieelementen von zwei unterschiedlichen Werkstücken ein spezieller Passcharakter gefordert wird, dann ist es nötig, dem Nennmaß eine Abweichung zuzuordnen, die entweder positiv oder negativ ist, um das geforderte Spiel oder Übermaß zu erreichen. Diese Internationale Norm beschreibt ein international anerkanntes System für Grenzmaße und Passungen. Sie stellt ein Kennungssystem für Toleranzen und Abmaße zur Verfügung, das für die Maßelemente der Arten Zylinder und zwei parallele Ebenen anwendbar ist. Die Absicht dieses Systems ist die Erfüllung der Passungsfunktion.

Die Benennung „Bohrung“ und „Welle“ sind zur Bezeichnung dieser Geometrieelemente der Art Zylinder (z. B. für die Kennung des Durchmessers einer Bohrung oder Welle) und der Art zwei parallele Ebenen (z. B. für die Kennung der Breite einer Passfeder oder Nut).

Die Voraussetzung für die Anwendung des ISO-Toleranzsystems für Längenmaße auf die Geometrieelemente die eine Passung bilden, ist, dass das Nennmaß der Bohrung und der Welle gleich sind.

Es muss erwähnt werden, dass die frühere Ausgabe von ISO 286-1 (veröffentlicht 1988) als Default-Zuordnungskriterium die Hüllbedingung für das Maß eines Maßelementes hatte. ISO 14405 ändert dieses Default-Zuordnungskriterium zum Zwei-Punkt-Maß. Das bedeutet, dass die Form nicht länger durch die Maßangabe bestimmt wird.

In vielen Fällen sind die Durchmessertoleranzen nach dieser Norm für eine effektive Kontrolle der vorgesehenen Funktion der Passung. Die Hüllbedingung nach ISO 14405 könnte anzuwenden sein. Zusätzlich kann die Anwendung von Form- und Lagetoleranzen und die Anforderung an die Gestalt der Oberfläche die Kontrolle der vorgesehenen Funktion verbessern.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 286 legt das ISO Toleranzsystem für Längenmaße von Maßelementen der Arten Zylinder und zwei parallelen, sich gegenüberliegenden Flächen fest.

Er definiert auch die Grundlagen und zugehörige Terminologie für das System und stellt eine genormte Auswahl von Toleranzklassen für den allgemeinen Gebrauch aus den umfangreichen Möglichkeiten des Systems zur Verfügung.

Es definiert die grundlegende Terminologie für Passungen zwischen zwei Maßelementen ohne Bezug auf Richtung und Lage und erklärt die Prinzipien der „Einheitsbohrung“ und „Einheitswelle“.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 286-2:1988, *ISO system of limits and fits — Part 2: Tables of standard tolerance grades and limit deviations for holes and shafts*

ISO 3534-2:1993, *Statistics — Vocabulary and symbols — Part 2 : Statistical quality control*

ISO 14253-1:1998, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment — Part 1: Decision rules for proving conformance or non-conformance with specifications*

ISO 14405:—¹⁾, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Geometrical tolerancing — Linear size*

ISO 14660-1:1999, *Geometrical Product Specification (GPS) — Geometrical features — Part 1: General terms and definitions*

International vocabulary of basic and general terms in metrology (VIM). BIPM, IEC, IFCC, ISO, UIPAC, UIPAP, OIML, 2nd edition, 1993

3 Begriffe

3.1 Grundlegende Begriffe

3.1.1

Maßelement

Geometrische Form, die durch ein Längen- oder Winkelmaß definiert ist

[ISO 14660-1, 2.2]

ANMERKUNG 1 Maßelemente können ein Zylinder, eine Kugel, zwei parallele gegenüberliegende Flächen, ein Kegel oder ein Prisma sein.

ANMERKUNG 2 In Internationalen Normen, wie ISO 286-1 und ISO 1938, werden die Begriffe „glattes Werkstück“ und „Einzel-Geometrieelement“ in etwa gleicher Bedeutung wie „Maßelement“ benutzt.

ANMERKUNG 3 Diese Norm gilt nur für Maßelemente der Arten Zylinder und zwei parallelen, sich gegenüberliegenden Flächen, definiert durch ein lineares Maß.

1) In Vorbereitung.

3.1.2

vollständiges Nenn-Geometrieelement

theoretisch genaues, vollständiges Geometrieelement, das durch eine technische Zeichnung oder andere Mittel definiert ist

[ISO 14660-1, 2.3]

3.1.3

Bohrung

inneres Geometrieelement eines Werkstückes, einschließlich nicht-zylindrischer Geometrieelemente

ANMERKUNG Siehe auch Einleitung.

3.1.4

Einheitsbohrung

Bohrung, die als Grundlage für das Passungssystem Einheitsbohrung gewählt wurde

ANMERKUNG 1 Siehe auch 3.3.4.1.

ANMERKUNG 2 Für den Zweck dieses ISO-Systems, eine Einheitsbohrung ist eine Bohrung, welche das untere Abmaß Null hat.

3.1.5

Welle

äußeres Geometrieelement eines Werkstückes einschließlich nicht-zylindrischer Geometrieelemente

ANMERKUNG Siehe auch Einleitung.

3.1.6

Einheitswelle

Welle, die als Grundlage für das Passungssystem Einheitsbohrung gewählt wurde

ANMERKUNG 1 Siehe auch 3.3.4.2.

ANMERKUNG 2 Für den Zweck dieses ISO-Systems, eine Einheitswelle ist eine Welle, welche das obere Abmaß Null hat.

3.2 Begriffe zum ISO-System für Toleranzabmaßen

3.2.1

Maß

Wert eines örtlichen Maßes, eines globalen Längenmaßes, eines berechneten Maßes oder eines statistischen Maßes

[ISO 14405, 3.2]

ANMERKUNG Das Maß kann nur für ein Maßelement definiert werden.

3.2.2

Nennmaß

Maß eines Geometrieelementes perfekter Form wie durch die Spezifikation der Zeichnung festgelegt

Siehe Bild 1.

ANMERKUNG 1 Das Nennmaß wird verwendet um die Lage der Grenzmaße mittels Anwendung der oberen und unteren Grenzabmaße zu bestimmen.

ANMERKUNG 2 ((Gilt nur für die Englische Fassung))

3.2.3

Istmaß

Maß des zugeordneten vollständiges Maßelement

Siehe ISO 14660-1, 2.6.

ANMERKUNG Das Istmaß wird durch eine Messung ermittelt.

3.2.4

Grenzmaße

extreme zugelassene Maße eines Maßelementes

ANMERKUNG Das Istmaß sollte zwischen den unteren und oberen Grenzmaßen liegen; die Grenzmaße selbst sind eingeschlossen.

3.2.4.1

Höchstmaß

ULS

größtes zugelassenes Maß eines Maßelementes

Siehe Bild 1.

3.2.4.2

Mindestmaß

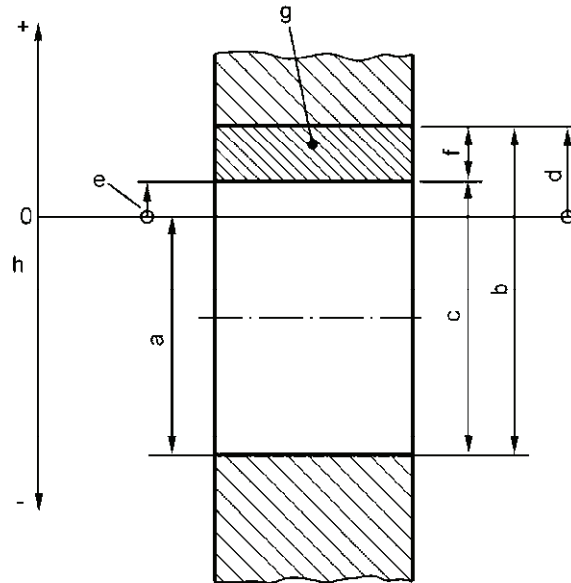
LLS

kleinstes zugelassenes Maß eines Maßelementes

Siehe Bild 1.

ANMERKUNG 1 Das Nennmaß wird verwendet um die Lage der Grenzmaße mittels Anwendung der oberen und unteren Grenzabmaße zu bestimmen.

ANMERKUNG 2 ((Gilt nur für die Englische Fassung))



Legende

- a Nennmaß
- b Höchstmaß
- c Mindestmaß
- d oberes Grenzabmaß
- e unteres Grenzabmaß (hier auch Grundabmaß)
- f Toleranz
- g Toleranzintervall
- h Vorzeichen für Abmaße

Bild 1 — Veranschaulichung der Definitionen (Beispiel Bohrung)

3.2.5

Abmaß

Wert minus Bezugswert

[VIM, Abschnitt 3.11]

ANMERKUNG Der Bezugswert für das Abmaß ist das Nennmaß.

3.2.6

Grenzabmaß

oberes oder unteres Abmaß vom Nennmaß

3.2.6.1

oberes Grenzabmaß

ES

es

Höchstmaß minus Nennmaß

Siehe Bild 1.

ANMERKUNG Das obere Grenzabmaß ist ein vorzeichenbehafteter Wert und kann negativ, Null oder positiv sein.

3.2.6.2

unteres Grenzabmaß

E

e

Mindestmaß minus Nennmaß

Siehe Bild 1.

ANMERKUNG Das untere Grenzabmaß ist ein vorzeichenbehafteter Wert und kann negativ, Null oder positiv sein.

3.2.7

Grundabmaß

Grenzabmaß, das die Lage des Toleranzfeldes in Bezug zum Nennmaß festlegt

ANMERKUNG 1 Das Grundabmaß ist jenes Grenzabmaß, welches das dem Nennmaß am nächsten liegende Grenzmaß definiert (siehe Bild 1).

ANMERKUNG 2 Das Grundmaß wird mit einem Buchstaben gekennzeichnet (z. B. B, d).

3.2.8

c-Wert

empirisch algebraisch zu einem feststehenden Wert addiert, um das Grundabmaß zu erhalten

3.2.9

Toleranz

Differenz zwischen der oberen und der unteren Toleranzgrenze

ANMERKUNG 1 Die Toleranz ist ein Absolutwert ohne Vorzeichen.

[ISO 14253-1:1998, 3.1]

ANMERKUNG 2 Die Toleranz kann zweiseitig oder einseitig sein (maximal zulässiger Wert auf einer Seite; anderer Grenzwert Null), aber die Toleranzzone schließt nicht unbedingt den Nennwert ein (siehe Bild 1).

3.2.9.1

Toleranzgrenze

vorgegebene Merkmalswerte, die die untere und/oder obere Grenze für den zulässigen Wert darstellen

[ISO 3534-2:1993, 1.4.3]

ANMERKUNG 1 Für die Anwendung dieser Norm ist das Maß das Merkmal.

ANMERKUNG 2 Für die Anwendung dieser Norm sind das Höchstmaß und das Mindestmaß die Toleranzgrenzen.

3.2.9.2

Grundtoleranz

IT

jede Toleranz die zum ISO-System für Toleranzen von Längenmaßen gehört

ANMERKUNG Die Buchstaben des Symbols IT stehen für „International Tolerance“-Grad.

3.2.9.3

Grundtoleranzgrad

eine Gruppe von Toleranzen für Längenmaße, die durch einen gemeinsamen Identifizierer (??) gekennzeichnet sind

ANMERKUNG 1 Im ISO-Toleranzsystem für Längenmaße besteht der Grundtoleranzgrad-Identifizierer (??) aus dem IT plus der Gradnummer (z. B. IT7), siehe 4.1.2.3.

ANMERKUNG 2 Ein bestimmter Toleranzgrad entspricht dabei dem gleichen Genauigkeitsniveau für alle Nennmaße.

3.2.9.4

Toleranzintervall

Werte der Variablen des Merkmals zwischen Toleranzgrenzen, diese eingeschlossen

Siehe ISO 3534-2, 1.4.5.

ANMERKUNG 1 Der früher in Verbindung mit Längenbemaßung (nach ISO 286-1:1988) verwendete Begriff Toleranzfeld wurde in Toleranzintervall geändert. Da sich ein Intervall auf einen Bereich auf einer Skala bezieht, wohingegen sich ein Toleranzfeld in GPS auf den Bereich eines Raumes oder einer Fläche bezieht, d. h., Tolerierung nach ISO 1101.

ANMERKUNG 2 Für die Anwendung des ISO-Toleranzsystems für Grenzmaße und Passungen, das Intervall liegt in Grenzen zwischen dem Höchst- und Mindestmaß, festgelegt durch die Größe der Toleranz und seine Lage relative zum Nennmaß (siehe Bild 1).

3.2.9.5

Toleranzklasse

Kombination eines Grundabmaßes und eines Grundtoleranzgrades

ANMERKUNG Im ISO-Toleranzsystem für Längenmaße besteht der Toleranzklassen-Identifizierer aus dem Grundabmaß-Identifizierer plus der Gradnummer (z. B. D13, h9, usw.), siehe 4.2.1.

3.3 Begriffe zu Passungen

Die Begriffe in diesem Abschnitt beziehen sich nur auf Nenn-Maßelemente (perfekte Form). Für die Definition des Nennmodells eines Maßelementes, siehe ISO 17450-1, 3.18

Für das Bestimmen einer Passung, siehe 5.2.1.

3.3.1

Spiel

Differenz zwischen den Maßen der Bohrung und der Welle, wenn der Durchmesser der Welle kleiner ist als der Durchmesser der Bohrung

ANMERKUNG In der Berechnung eines Spieles sind die erhaltenen Werte positiv (siehe Anhang B).

3.3.1.1

Mindestspiel

bei einer Spielpassung die Differenz zwischen dem Mindestmaß der Bohrung und dem Höchstmaß der Welle

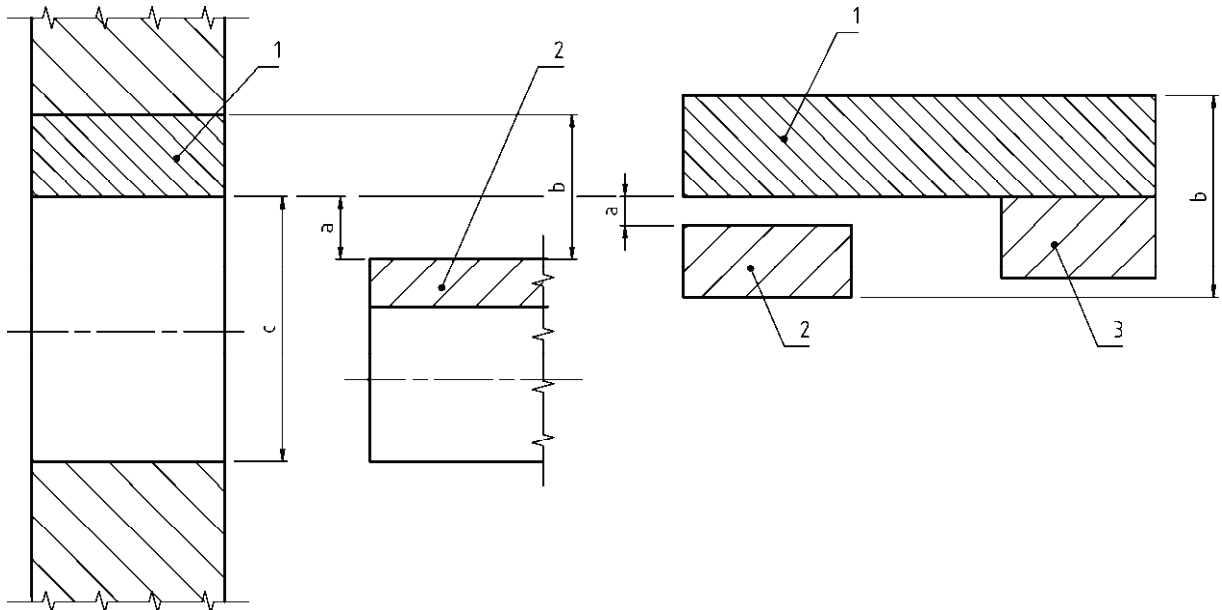
Siehe Bild 2.

3.3.1.2

Höchstspiel

bei einer Spiel- oder Übergangspassung die Differenz zwischen dem Höchstmaß der Bohrung und dem Mindestmaß der Welle

Siehe Bild 2 und 4.



Legende

- a Mindestspiel
- b Höchstspiel
- c Nennmaß
- 1 Toleranzintervall der Bohrung
- 2 Toleranzintervall der Welle, Fall 1: Wenn das Höchstmaß der Welle kleiner ist als das Mindestmaß der Bohrung. Das Mindestspiel ist in diesem Fall größer als Null
- 3 Toleranzintervall der Welle, Fall 2: Wenn das Höchstmaß der Welle mit dem Mindestmaß der Bohrung identisch ist. Das Mindestspiel ist in diesem Fall Null

Bild 2 — Veranschaulichung der Definition einer Spielpassung (Nennmodell)

3.3.2 Übermaß

Differenz zwischen den Maßen der Bohrung und der Welle, wenn der Durchmesser der Welle größer ist als der Durchmesser der Bohrung

Siehe Bild 3.

ANMERKUNG In der Berechnung eines Übermaßes sind die erhaltenen Werte negativ (siehe Anhang B).

3.3.2.1 Mindestübermaß

bei einer Übermaßpassung die Differenz zwischen dem Höchstmaß der Bohrung und dem Mindestmaß der Welle

Siehe Bild 3.

3.3.2.2 Höchstübermaß

bei einer Übermaß- oder Übergangspassung die Differenz zwischen dem Mindestmaß der Bohrung und dem Höchstmaß der Welle

Siehe Bild 3 und 4.

3.3.3**Passung**

Zusammenhang zwischen einem äußeren und einem inneren Maßelement (Bohrung und Welle der gleichen Art), die zusammengefügt werden

3.3.3.1**Spielpassung**

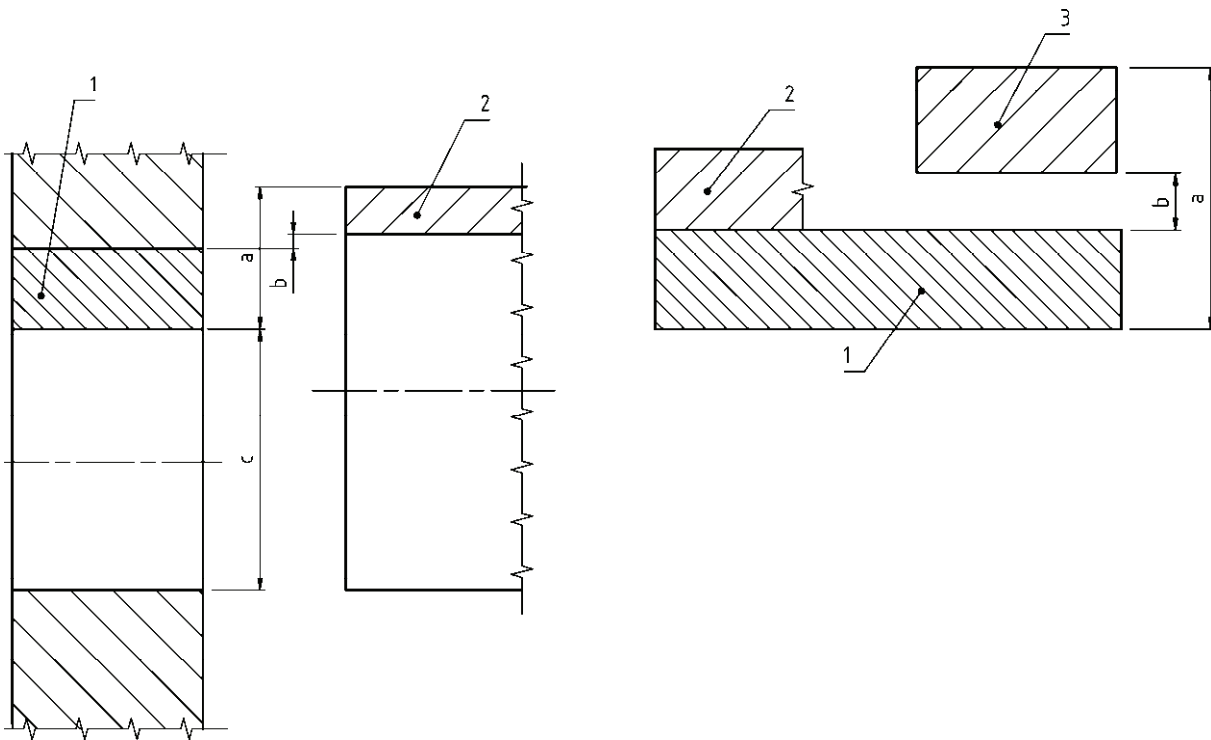
eine Passung, bei der beim Zusammenbau von Bohrung und Welle immer ein Spiel entsteht, d. h., das Mindestmaß der Bohrung ist größer oder im Grenzfall gleich dem Höchstmaß der Welle

Siehe Bild 2.

3.3.3.2**Übermaßpassung**

eine Passung, bei der beim Zusammenbau von Bohrung und Welle immer ein Übermaß entsteht, d. h., das Höchstmaß der Bohrung ist kleiner oder im Grenzfall gleich dem Mindestmaß der Welle

Siehe Bild 3.

**Legende**

- a Höchstübermaß
- b Mindestübermaß
- c Nennmaß
- 1 Toleranzintervall der Bohrung
- 2 Toleranzintervall der Welle, Fall 1: Wenn das Mindestmaß der Welle mit dem Höchstmaß der Bohrung identisch ist. Das Mindestübermaß ist in diesem Fall Null
- 3 Toleranzintervall der Welle, Fall 2: Wenn das Mindestmaß der Welle größer als das Höchstmaß der Bohrung ist. Das Mindestübermaß ist in diesem Fall größer als Null

Bild 3 — Veranschaulichung der Definition einer Übermaßpassung (Nennmodell)

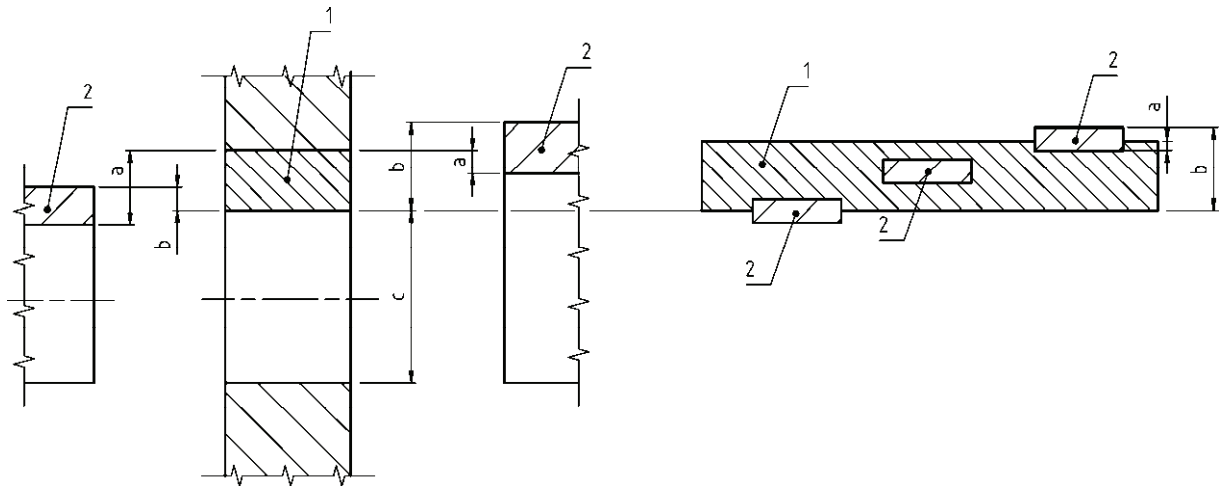
3.3.3.3

Übergangspassung

eine Passung, bei der beim Zusammenbau von Bohrung und Welle entweder ein Spiel oder ein Übermaß entsteht

Siehe Bild 4.

ANMERKUNG In einer Übergangspassung überdecken sich die Toleranzintervalle der Bohrung und der Welle vollständig oder teilweise. Deshalb hängt es von den Istmaßen der Bohrung und der Welle ab, ob sich ein Spiel oder ein Übermaß ergibt.



Legende

- a Höchstspiel
- b Höchstübermaß
- c Nennmaß
- 1 Toleranzintervall der Bohrung
- 2 Toleranzintervall der Welle (drei mögliche Lagen sind dargestellt)

Bild 4 — Veranschaulichung der Definitionen einer Übergangspassung (Nennmodell)

3.3.4

Passtoleranz

arithmetische Summe der Maßtoleranzen zweier Maßelemente, die zu einer Passung gehören

Siehe Bild B.1.

ANMERKUNG 1 Die Passtoleranz ist ein absoluter Wert ohne Vorzeichen, ausgedrückt als die mögliche Nennvariation der Passung.

ANMERKUNG 2 Die Passtoleranz einer Spiel- oder Übergangspassung ist die Differenz zwischen den Höchst- und Mindestspiel oder Höchst- und Mindestübermaß. Die Passtoleranz einer Übermaßpassung ist die Differenz zwischen Höchstübermaß und Mindestübermaß. Die Passtoleranz einer Übergangspassung ist die Differenz zwischen dem Höchstspiel und Höchstübermaß.

3.4 Begriffe zum ISO-Passungssystem

3.4.1

ISO-Passungssystem

ein System von Passungen, das Bohrungen und Wellen umfasst, die mit dem ISO-Toleranzsystem für Längenmaße toleriert wurden

ANMERKUNG Die Vorbedingung für die Anwendung des ISO-Toleranzsystems für Längenmaße für Elemente einer Passung ist, dass die Nennmaße von Bohrung und Welle gleich sind.

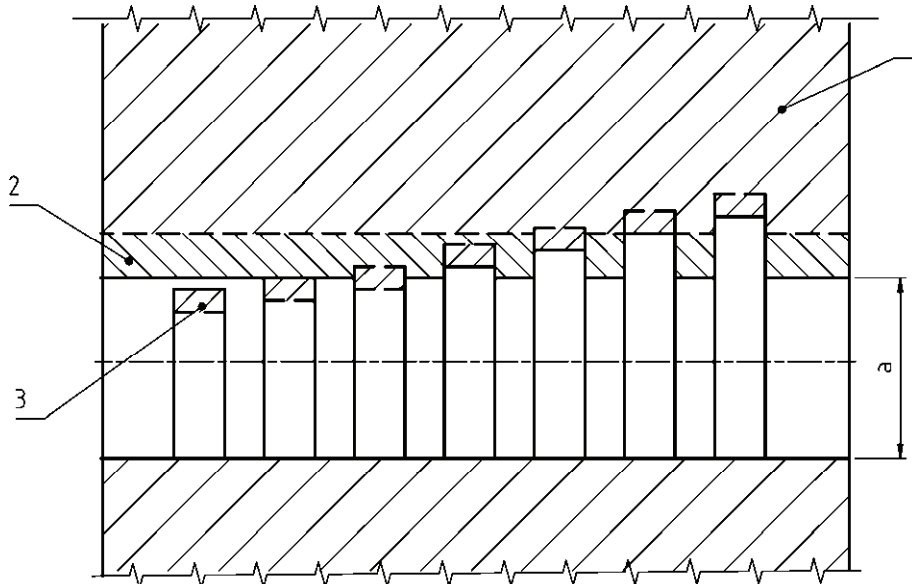
3.4.1.1

Passungssystem Einheitsbohrung

Passungen bei denen das Grundabmaß der Bohrung Null ist, d. h. das untere Abmaß ist Null

Siehe Bild 5.

ANMERKUNG Ein Passungssystem in dem das Mindestmaß der Bohrung gleich dem Nennmaß ist. Die geforderten Spiele oder Übermaße werden erhalten durch Kombination mit Wellen verschiedener Toleranzklassen.



Legende

a Nennmaß

1 Einheitsbohrung „H“

ANMERKUNG 1 Die horizontale durchgezogene Linie, die die Toleranzintervalle begrenzen, stellt das Grundabmaß für Bohrungen oder Wellen dar.

ANMERKUNG 2 Die Strichlinien, die die Toleranzintervalle begrenzen, stellen die jeweils anderen Grenzmaße dar und zeigen die Möglichkeit verschiedener Kombination zwischen Bohrungen und Wellen in Abhängigkeit von ihren Grundtoleranzgraden (z. B. H6/h6, H6/js5, H6/p4).

Bild 5 — Passungssystem Einheitsbohrung

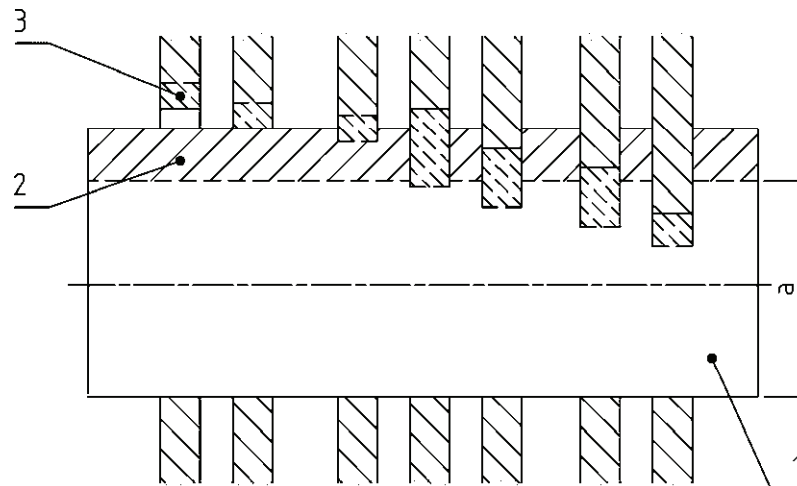
3.4.1.2

Passungssystem Einheitswelle

Passungen, bei denen das Grundabmaß der Welle Null ist, d. h. das obere Abmaß ist Null

Siehe Bild 6.

ANMERKUNG Ein Passungssystem in dem das Höchstmaß der Welle gleich dem Nennmaß ist. Die geforderten Spiele oder Übermaße werden erhalten durch Kombination mit Bohrungen verschiedener Toleranzklassen.



Legende

- a Nennmaß
- 1 Einheitswelle „h“
- 2 Toleranzintervall der Welle
- 3 Toleranzintervall verschiedener Bohrungen

ANMERKUNG 1 Die horizontale durchgezogene Linie, die die Toleranzintervalle begrenzen, stellt das Grundabmaß für Bohrungen oder Wellen dar.

ANMERKUNG 2 Die Strichlinien, die die Toleranzintervalle begrenzen, stellen die jeweils anderen Grenzmaße dar und zeigen die Möglichkeit verschiedener Kombination zwischen Bohrungen und Wellen in Abhängigkeit von ihren Grundtoleranzgraden (z. B. G7/h4, H6/h4, M5/h4).

Bild 6 — Passungssystem Einheitswelle

4 ISO-Toleranzsystem für Längenmaße

4.1 Grundlagen und Kennzeichnungen

4.1.1 Zusammenhang mit ISO 14405

Ein Maßelement kann unter Verwendung des ISO-Toleranzsystems, welches in diesem Teil von ISO 286 festgelegt ist, toleriert werden oder unter Verwendung der Plus-Minus-Tolerierung auch entsprechend der Norm ISO 14405. Beide Zeichnungseintragungen sind gleichwertig.

BEISPIEL 32^x_y ist gleichwertig zu 32 "Kennung"

Legende:

- 32 mm Nennmaß
- x obere Toleranzgrenze (x kann positiv, Null oder negativ sein)
- y untere Toleranzgrenze (y kann positiv, Null oder negativ sein)
- Kennung Toleranzklasse nach Abschnitt 4.2.1

Wenn eine Passung toleriert wird, dann darf die Hüllbedingung nach der Norm ISO 14405 angegeben werden (siehe Anhang A.2).

BEISPIEL $32^x_y \text{ } \textcircled{\text{E}}$ ist gleichwertig zu 32 "Kennung" $\textcircled{\text{E}}$

4.1.2 Toleranzklassen

4.1.2.1 Allgemeines

Die Toleranzklassen enthalten Informationen über die Größe der Toleranz und die Lage des Toleranzintervalls bezüglich des Nennmaßes des Maßelements.

4.1.2.2 Größe der Toleranz

Die Toleranzklasse ist Ausdruck der Größe der Toleranz. Die Größe der Toleranz ist eine Funktion der Kennziffer des Grundtoleranzgrades und des Nennmaßes des tolerierten Geometrieelements. Die Information über die Größe ist durch den Grundtoleranzgrad gegeben.

4.1.2.3 Grundtoleranzgrade

Die Grundtoleranzgrade werden durch die Buchstaben IT und einer sich daran anschließenden Kennziffer des Toleranzgrades bezeichnet, z. B. IT7.

ANMERKUNG Wenn dem Grundtoleranzgrad (ein Buchstabe) Buchstaben zugeordnet (ist) sind, welche(r) die Grundabweichung zur Bildung einer Toleranzklasse (darstellt) darstellen, dann werden die Buchstaben IT weggelassen, z. B. H7.

Werte für genormte Toleranzen sind in der Tabelle 1 angegeben. Jede der Spalten gibt die Werte der Toleranzen für einen Grundtoleranzgrad zwischen den Grundtoleranzgraden IT01 und IT18, sie selbst eingeschlossen, an. Jede Zeile in der Tabelle 1 stellt einen Bereich von Maßen dar. Die Grenzen für die Bereiche der Maße sind in der ersten Spalte der Tabelle angegeben.

ANMERKUNG Von IT6 bis IT18 sind die Grundtoleranzen bei jedem fünften Schritt mit dem Faktor 10 multipliziert. Diese Regel ist auf alle Grundtoleranzen anwendbar und kann zur Extrapolation von Werten für IT-Grade verwendet werden, welche nicht in der Tabelle 1 angegeben sind.

BEISPIEL Der Wert von IT20 für den Bereich des Nennmaßes über 120 bis 180 mm ist der Wert von IT15 multipliziert mit 10, d. h. $1,6 \text{ mm} \times 10 = 16 \text{ mm}$.

4.1.2.4 Lage des Toleranzintervalls

Das Toleranzintervall (früher Toleranzzone) ist ein veränderlicher Wert, welcher zwischen der oberen und der unteren Grenze des Maßes eingeschlossen ist. Die Toleranzklasse drückt die Lage des Toleranzintervalls bezüglich des Nennmaßes durch die Grundabweichung aus. Die Information über die Lage des Toleranzintervalls, d. h. über die Grundabweichung, ist durch Buchstaben gegeben, welche Grundabweichungskennung genannt werden:

Ein graphischer Überblick über die Lage des Toleranzintervalls bezüglich des Nennmaßes und die Vorzeichen (+ oder -) der Grundabmaße für Bohrungen und Wellen ist in den Bildern 7, 8 und 9 gegeben.

4.1.2.5 Grundabmaße

Die Grundabweichung ist die Grenzabweichung, welche das Grenzmaß festlegt, welches dem Nennmaß am nächsten kommt (siehe Bild 7).

Die Grundabmaße sind gekennzeichnet durch:

- Großbuchstaben für Bohrungen (A ... ZC), siehe Tabelle 2, oder
- Kleinbuchstaben für Wellen (a ... zc), siehe Tabelle 3.

ANMERKUNG 1 Um eine Verwirrung zu vermeiden, werden die folgenden Buchstaben nicht verwendet: l, i; L, I; O, o; Q, q; W, w.

ANMERKUNG 2 Die Grundabmaße sind nicht für jedes bestimmte Nennmaß eigens festgelegt, sondern für Bereiche von Nennmaßen, wie sie in den Tabellen 2 und 3 angegeben sind.

Die Grundabweichung in μm ist eine Funktion der Kennung (Buchstabe) und des Nennmaßes des tolerierten Geometrielements.

Die Tabelle 2 enthält die vorzeichenbehafteten Werte Grundabmaße für die Toleranzen von Bohrungen. Die Tabelle 3 enthält die vorzeichenbehafteten Werte Grundabmaße für die Toleranzen von Wellen.

Das Symbol + wird verwendet, wenn die durch die Grundtoleranz bestimmte Toleranzgrenze über dem Nennwert liegt, und das Symbol – wird verwendet, wenn die durch die Grundtoleranz bestimmte Toleranzgrenze unter dem Nennwert liegt.

Jede der Spalten in den Tabellen 2 und 3 gibt die Werte der Grundabweichung für eine Grundabweichungskennung an. Jede der Zeilen steht für einen Bereich der Maße. Die Grenzen für die Bereiche der Maße sind in der ersten Spalte der Tabellen angegeben.

Die andere Grenzabweichung (obere oder untere) wird durch die Grundabweichung und die Grundtoleranz (IT) festgelegt, wie dies in den Bildern 8 und 9 dargestellt ist.

ANMERKUNG 1 Diese Information ist nicht auf die Grundabmaße JS und js anwendbar, welche symmetrischen Verteilungen der Grundtoleranzgrade über der Linie des Nennmaßes entsprechen (siehe Bilder 8 und 9).

ANMERKUNG 2 Die Bereiche des Maßes in den Tabellen 2 und 3 sind in vielen Fällen (für die Abmaße a bis c und r bis zc oder A bis C und R bis ZC) Unterteilungen der Hauptbereiche der Tabelle 1.

Die sechs letzten Spalten auf der rechten Seite der Tabelle 2 enthalten eine besondere Tabelle mit Δ -Werten. Δ ist eine Funktion des Toleranzgrades und des Nennmaßes des tolerierten Geometrielements. Dies ist nur für IT3 bis IT8 von Bedeutung.

Die Werte von Δ sind immer dann, wenn dies durch $+\Delta$ gekennzeichnet ist, zum in der Haupttabelle angegebenen Abweichungskoeffizienten zu addieren, um den richtigen Wert für die Grundabweichung zu erhalten.

4.2 Kennzeichnung der Toleranzklasse (Schreibregeln)

4.2.1 Allgemeines

Die Toleranzklasse wird durch eine Kombination aus einem oder mehreren Großbuchstaben für Bohrungen bzw. Kleinbuchstaben für Wellen, welche die Grundabweichung festlegen, und einer Kennziffer, welche den Grundtoleranzgrad festlegt, gekennzeichnet.

BEISPIEL H7 (Bohrungen), h7 (Wellen).

4.2.2 Das Maß und seine Toleranz

Ein Maß und seine Toleranz werden durch das Nennmaß mit einer daran anschließenden Kennzeichnung der geforderten Toleranzklasse oder durch das Nennmaß mit daran anschließenden positiven oder negativen Grenzabmaße (siehe ISO 14405) angegeben.

In den folgenden Beispielen sind die angegebenen Grenzabmaße gleichwertig zu den angegebenen Toleranzklassen.

BEIPIELE

| ISO 286 | | ISO 14405 |
|--------------------|---|----------------------------------|
| 32H7 | ≡ | +0,025 32 0 |
| 80js15 | ≡ | +0,6 80-0,6 |
| 100g6 [Ⓔ] | ≡ | -0,012 100-0,034 [Ⓔ] |

ANMERKUNG Wenn die aus einer Toleranzklasse bestimmte Plus-Minus-Tolerieinformation hinzugefügt werden, und umgekehrt.

BEISPIELE $32H7 \left(\begin{smallmatrix} (+0,025) \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ $32 \begin{smallmatrix} +0,025 \\ 0 \end{smallmatrix} (H7)$

4.2.3 Bestimmung einer Toleranzklasse

Zur Bestimmung einer Toleranzklasse, abgeleitet aus den Anforderungen an die Passung (Spiele, Übermaße), siehe Abschnitt 5.2.4.

4.3 Bestimmung der Grenzabmaße (Leseregeln)

Die Bestimmung der Grenzabmaße für ein gegebenes toleriertes Maß, z. B. die Umwandlung einer Toleranzklasse in eine Plus-Minus-Toleranz kann durchgeführt werden unter Verwendung:

- der Tabellen 1 und 2 oder 3 dieses Teils von ISO 286 (siehe Abschnitt 4.3.1) oder
- der Tabellen von ISO 286-2 (siehe Abschnitt 4.3.2). Nur ausgewählte Fälle sind berücksichtigt.

4.3.1 Bestimmung von Grenzabmaße unter Verwendung der Tabellen von ISO 286-1

4.3.1.1 Allgemeines

Die Toleranzklasse ist zerlegbar in die Grundabweichungskennung und die Kennziffer des Grundtoleranzgrades.

BEISPIEL Toleriertes Maß für eine Bohrung 90 F7[Ⓔ] und für eine Welle 90 f7[Ⓔ]

Legende:

- "90" = Nennmaß
- "F" = Grundabweichungskennung für eine Bohrung

- "f" = Grundabweichungskennung für eine Welle
"7" = Kennziffer des Grundtoleranzgrades
"Ⓜ" = Hüllbedingung gemäß ISO 14405 (falls erforderlich)

4.3.1.2 Grundtoleranzgrade

Der Grundtoleranzgrad wird aus der Kennziffer des Grundtoleranzgrades erhalten.

Die Größe der Toleranz, z. B. der Wert der Grundtoleranz, wird aus dem Nennmaß und dem Grundtoleranzgrad unter Verwendung der Tabelle 1 erhalten.

BEISPIEL 1 Toleriertes Maß für eine Bohrung 90 F7 Ⓜ und eine Welle 90 f7 Ⓜ

Die Kennziffer des Grundtoleranzgrades ist "7", demzufolge ist der Grundtoleranzgrad IT7.

Der Wert der Grundtoleranz ist aus der Tabelle 1 in der Zeile für den Bereich des Nennmaßes über 80 bis 120 mm und der Spalte für den Grundtoleranzgrad IT7 zu entnehmen.

Folglich ist der Wert der Grundtoleranz 35 µm.

BEISPIEL 2 Toleriertes Maß 28 P9 Ⓜ

Die Kennziffer des Grundtoleranzgrades ist "9", demzufolge ist der Grundtoleranzgrad IT9.

Der Wert der Grundtoleranz ist aus der Tabelle 1 in der Zeile für den Bereich des Nennmaßes über 18 bis 30 mm und der Spalte für den Grundtoleranzgrad IT9 zu entnehmen.

Folglich ist der Wert der Grundtoleranz 52 µm.

4.3.1.3 Lage des Toleranzintervalls

Die Grundabweichung wird aus dem Nennmaß und der Grundabweichungskennung unter Verwendung der Tabelle 2 für Bohrungen (Großbuchstaben) und der Tabelle 3 für Wellen (Kleinbuchstaben) erhalten.

BEISPIEL 1 Toleriertes Maß für eine Bohrung 90 F7 Ⓜ

Die Grundabweichungskennung ist "F", demzufolge ist der Fall für eine Bohrung in der Tabelle 2 anzuwenden.

Aus der Tabelle 2, Zeile "80 bis 100" und Spalte "F" ergibt sich die Grundabweichung *EI* zu +36 µm.

BEISPIEL 2 Toleriertes Maß für eine Welle 90 f7 Ⓜ

Die Grundabweichungskennung ist "f", demzufolge ist der Fall für eine Welle in der Tabelle 3 anzuwenden.

Aus der Tabelle 3, Zeile "80 bis 100" und Spalte "f" ergibt sich die Grundabweichung *es* zu -36 µm.

BEISPIEL 3 Toleriertes Maß für eine Bohrung 28 P9 Ⓜ

Die Grundabweichungskennung ist "P", demzufolge ist der Fall für eine Bohrung in der Tabelle 2 anzuwenden.

Aus der Tabelle 2, Zeile "24 bis 30" und Spalte "P" ergibt sich die Grundabweichung *EI* zu -22 µm.

4.3.1.4 Festsetzung von Grenzabmaße

Eine der Grenzabmaße (obere oder untere) ist bereits im Abschnitt 4.3.1.3 bestimmt worden. Die anderen Grenzabmaße (obere oder untere) werden durch Berechnung den in den Bildern 8 und 9 angegebenen Formeln entsprechend und unter Verwendung der Werte für die Grundtoleranz in der Tabelle 1 erhalten.

BEISPIEL 1 Toleriertes Maß = 90 F7 \oplus

Nach Abschnitt 4.3.1.2 ist IT7 = 35 μm

Nach Abschnitt 4.3.1.3 ist die untere Abweichung $EI = +36 \mu\text{m}$

Nach der Formel im Bild 8 a) ist die obere Abweichung $ES = EI + IT = +36 \mu\text{m} + 35 \mu\text{m} = 71 \mu\text{m}$

+0,071

daraus folgt: 90 F7 \oplus \equiv 90 +0,036 \oplus

BEISPIEL 2 Toleriertes Maß = 90 f7 \ominus

Nach Abschnitt 4.3.1.2 ist IT7 = 35 μm

Nach Abschnitt 4.3.1.3 ist die obere Abweichung $es = -36 \mu\text{m}$

Nach der Formel im Bild 8 b) ist die untere Abweichung $ei = es - IT = -36 \mu\text{m} - [+35 \mu\text{m}] = -71 \mu\text{m}$

-0,036

daraus folgt: 90 f7 \ominus \equiv 90 -0,071 \ominus

BEISPIEL 3 Toleriertes Maß = 29 P9 \oplus

Nach Abschnitt 4.3.1.2 ist IT7 = 52 μm

Nach Abschnitt 4.3.1.3 ist die untere Abweichung $ES = -22 \mu\text{m}$

Nach der Formel im Bild 8 a) ist die obere Abweichung $EI = ES - IT = -22 \mu\text{m} - 52 \mu\text{m} = -74 \mu\text{m}$

-0,022

daraus folgt: 29 P9 \oplus \equiv 28 -0,074 \oplus

4.3.1.5 Festsetzung von Grenzabmaße unter Verwendung von Δ -Werten

Um die Grundabmaße K, M und N für die Grundtoleranzgrade bis hinauf zu IT8 (einschließlich) und P bis ZC bis hinauf zu IT7 (einschließlich) zu bestimmen, sind die Δ -Werte aus den Spalten auf der rechten Seite der Tabelle 2 zu berücksichtigen.

BEISPIEL 1 Toleriertes Maß = 20 K7 \oplus

Aus der Tabelle 1: IT7 im Bereich über 18 bis 30 mm IT7 = 21 μm

Aus der Tabelle 2: Δ im Bereich über 18 bis 24 mm für IT7 $\Delta = 8 \mu\text{m}$

Für K im Bereich über 18 bis 24 mm:

$$\text{obere Abweichung} \quad ES = -2 + \Delta = -2 + 8 = +6 \mu\text{m}$$

$$\text{untere Abweichung} \quad EI = ES - IT = +6 - 21 = -15 \mu\text{m}$$

$$+0,006$$

daraus folgt: 20 K7 $\text{\textcircled{E}}$ \equiv 20 -0,015 $\text{\textcircled{E}}$

BEISPIEL 2 Toleriertes Maß = 40 U6

Aus der Tabelle 1: IT6 im Bereich über 30 bis 50 mm IT6 = 16 μm

Aus der Tabelle 2: Δ im Bereich über 30 bis 40 mm für IT6 $\Delta = 5 \mu\text{m}$

Für U im Bereich über 30 bis 40 mm:

$$\text{obere Abweichung} \quad ES = -60 + \Delta = -60 + 5 = -55 \mu\text{m}$$

$$\text{untere Abweichung} \quad EI = ES - IT = -55 - 16 = -71 \mu\text{m}$$

$$-0,055$$

daraus folgt: 40 U6 \equiv 20 -0,071

ANMERKUNG Es ist nicht unbedingt notwendig die Hüllbedingung für Übermaßpassungen anzugeben.

4.3.2 Bestimmung von Grenzabmaße unter Verwendung der Tabellen von ISO 286-2

Die Grenzabmaße für ein gegebenes toleriertes Maß können aus den Tabellen des Teils 2 der Norm ISO 286 gewählt werden.

BEISPIEL Gegebenes toleriertes Maß: 60 M6 $\text{\textcircled{E}}$

In der Norm ISO 286-2, Tabelle 9 sind die Grenzabmaße aus der Zeile für den Bereich des Nennmaßes über 50 bis 80 mm und der Spalte für den Grundtoleranzgrad mit der Kennziffer 6 zu nehmen.

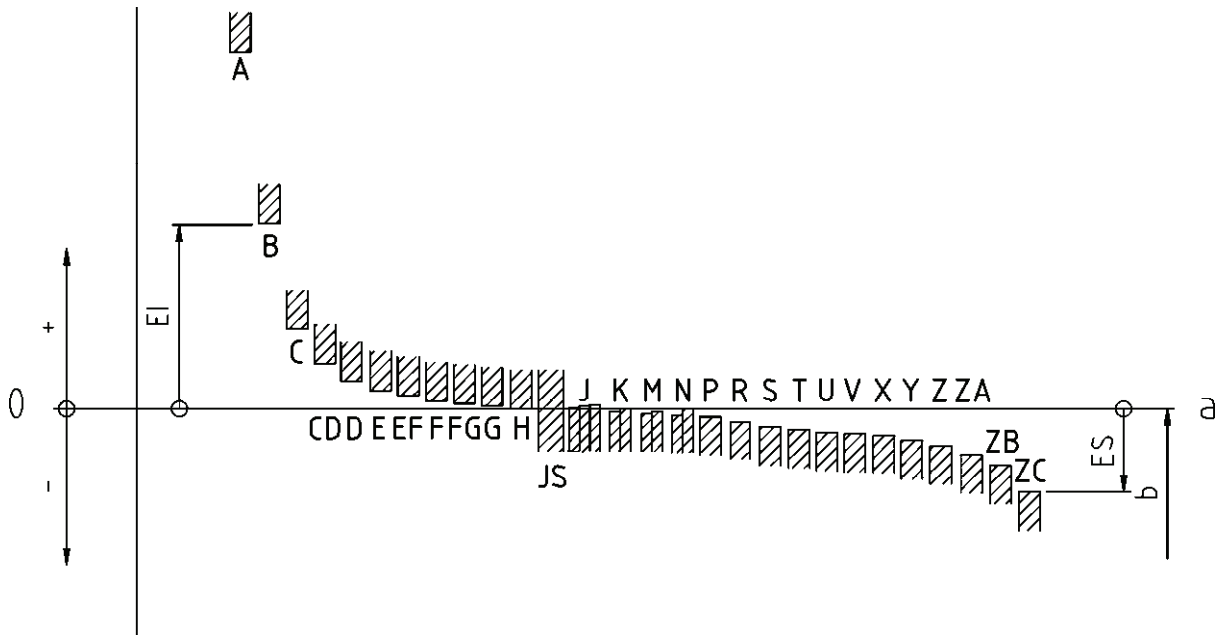
Folglich sind die Grenzabmaße:

$$\text{obere Grenzabweichung} \quad ES = -5 \mu\text{m und}$$

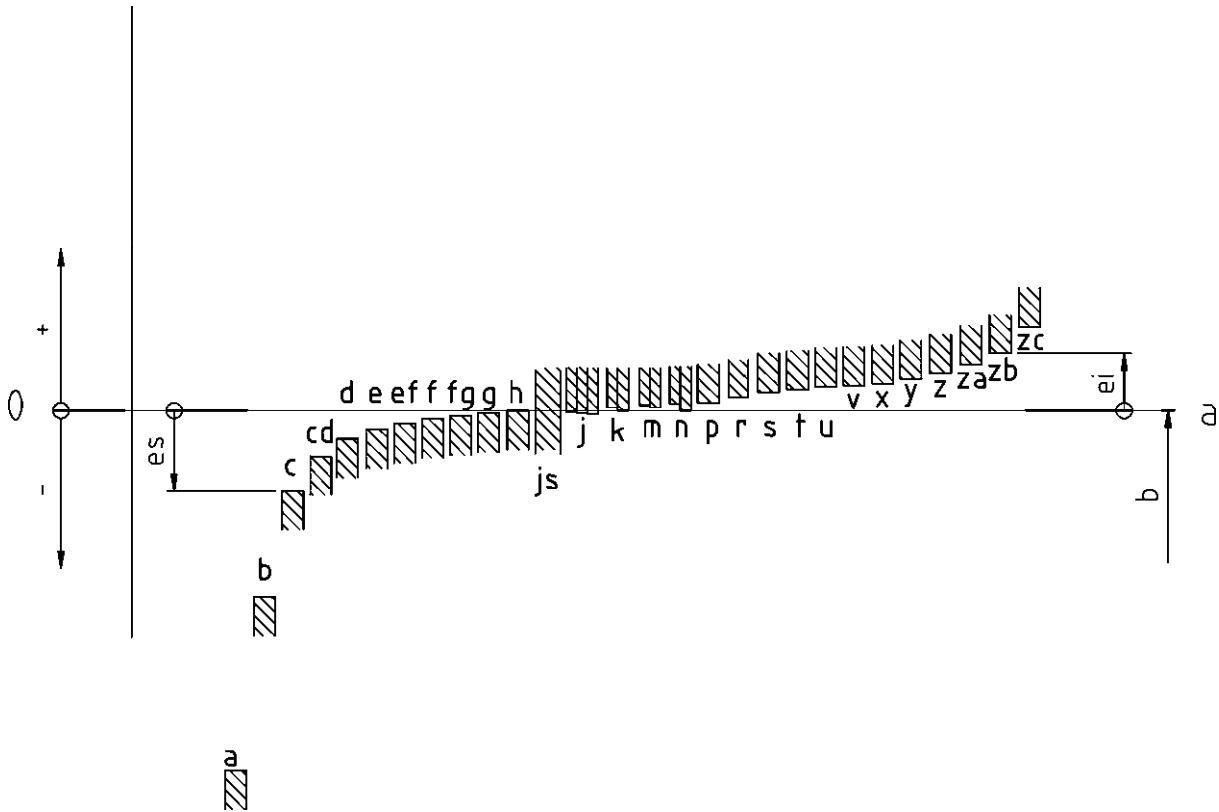
$$\text{untere Grenzabweichung} \quad EI = -24 \mu\text{m}$$

$$-0,005$$

daraus folgt: 60 M6 $\text{\textcircled{E}}$ \equiv 60 -0,024 $\text{\textcircled{E}}$



a) Bohrungen (innere Maßelemente)



b) Wellen (äußere Maßelemente)

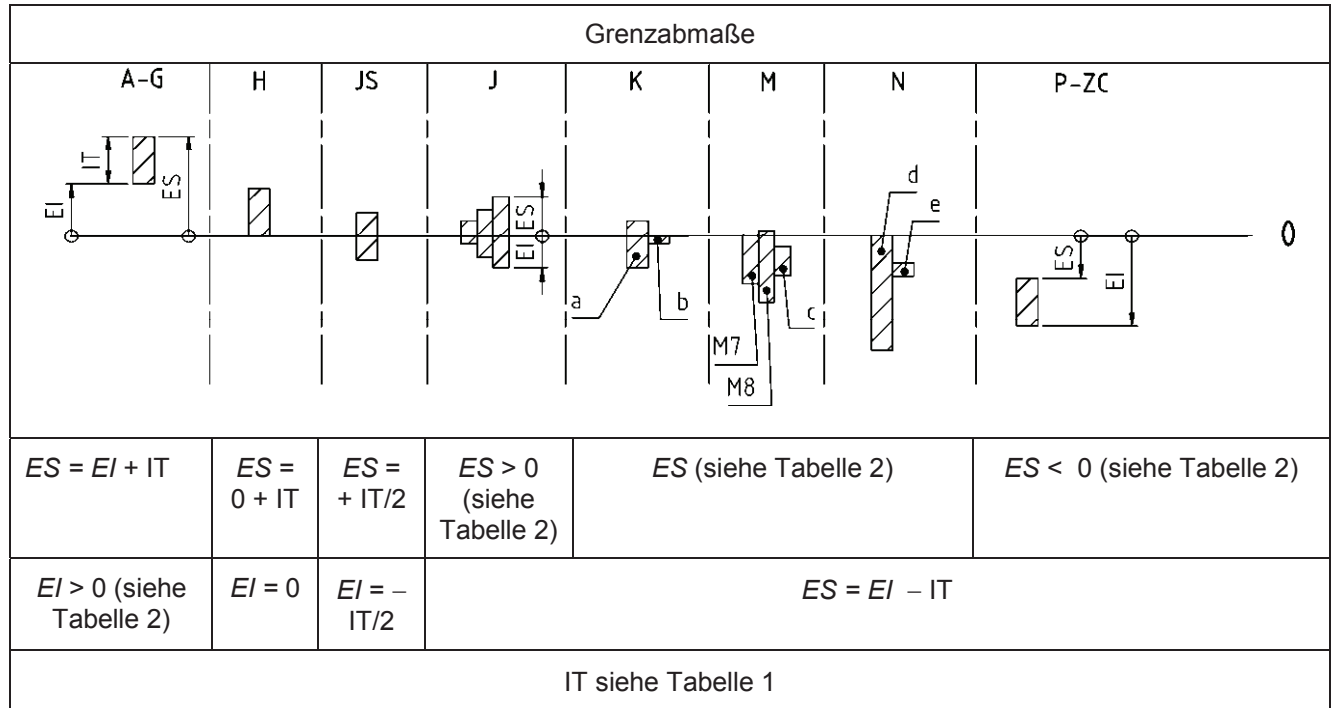
Legende

- a Grundabmaße
- b Nennmaß

ANMERKUNG 1 Nach Vereinbarung ist die Grundabweichung diejenige Abweichung, welche die dem Nennmaß am nächsten gelegene Grenze festlegt.

ANMERKUNG 2 Für Einzelheiten bezüglich der Grundabmaße für J / j, K / k, M / m und N / n, siehe Bild 8.

Bild 7 — Schematische Darstellung der Lage des Toleranzintervalls bezüglich des Nennmaßes



Legende

- a K4 bis K8, für Maße $3 \text{ mm} < \text{Nennmaß} \leq 500 \text{ mm}$
- b K3 und alle übrigen Toleranzgrade
- c alle anderen Toleranzklassen M
- d N9 bis N18
- e N3 bis N8

Bild 8 — Grenzabmaße für Bohrungen

| Grenzabmaße | | | | | |
|--------------------|---------------|------------------|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| a-g | h | js | j | k | m-zc |
| | | | | | |
| $es < 0$ | $es = 0$ | $es = ei + IT/2$ | $es = ei + IT$ | $es = ei + IT$ | $es = ei + IT$ |
| $ei = es - IT$ | $ei = 0 - IT$ | $ei = -IT/2$ | $ei < 0$ (siehe Tabelle 3) | $ei = 0$ oder > 0 (siehe Tabelle 3) | $ei \geq 0$ (siehe Tabelle 3) |
| IT siehe Tabelle 1 | | | | | |

Legende

- a k4 bis k7, für Maße 3 mm < Nennmaß ≤ 500 mm
- b k und alle übrigen Grundtoleranzgrade

Bild 9 — Grenzabmaße für Wellen

Tabelle 1 — Werte der Grundtoleranzgrade für Nennmaße bis 3150 mm

| Nennmaß mm | | Grundtoleranzgrade | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---------------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | IT01 | IT0 | IT1 | IT2 | IT3 | IT4 | IT5 | IT6 | IT7 | IT8 | IT9 | IT10 | IT11 | IT12 | IT13 | IT14 | IT15 | IT16 | IT17 | IT18 |
| über | bis ein- schließ- lich | Grundtoleranzen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | µm | | | | | | | | | | mm | | | | | | | | | |
| – | 3 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 1,2 | 2 | 3 | 4 | 6 | 10 | 14 | 25 | 40 | 60 | 0,1 | 0,14 | 0,25 | 0,4 | 0,6 | 1 | 1,4 |
| 3 | 6 | 0,4 | 0,6 | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 5 | 8 | 12 | 18 | 30 | 48 | 75 | 0,12 | 0,18 | 0,3 | 0,48 | 0,75 | 1,2 | 1,8 |
| 6 | 10 | 0,4 | 0,6 | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | 9 | 15 | 22 | 36 | 58 | 90 | 0,15 | 0,22 | 0,36 | 0,58 | 0,9 | 1,5 | 2,2 |
| 10 | 18 | 0,5 | 0,8 | 1,2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 11 | 18 | 27 | 43 | 70 | 110 | 0,18 | 0,27 | 0,43 | 0,7 | 1,1 | 1,8 | 2,7 |
| 18 | 30 | 0,6 | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | 9 | 13 | 21 | 33 | 52 | 84 | 130 | 0,21 | 0,33 | 0,52 | 0,84 | 1,3 | 2,1 | 3,3 |
| 30 | 50 | 0,6 | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 7 | 11 | 16 | 25 | 39 | 62 | 100 | 160 | 0,25 | 0,39 | 0,62 | 1 | 1,6 | 2,5 | 3,9 |
| 50 | 80 | 0,8 | 1,2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 13 | 19 | 30 | 46 | 74 | 120 | 190 | 0,3 | 0,46 | 0,74 | 1,2 | 1,9 | 3 | 4,6 |
| 80 | 120 | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 15 | 22 | 35 | 54 | 87 | 140 | 220 | 0,35 | 0,54 | 0,87 | 1,4 | 2,2 | 3,5 | 5,4 |
| 120 | 180 | 1,2 | 2 | 3,5 | 5 | 8 | 12 | 18 | 25 | 40 | 63 | 100 | 160 | 250 | 0,4 | 0,63 | 1 | 1,6 | 2,5 | 4 | 6,3 |
| 180 | 250 | 2 | 3 | 4,5 | 7 | 10 | 14 | 20 | 29 | 46 | 72 | 115 | 185 | 290 | 0,46 | 0,72 | 1,15 | 1,85 | 2,9 | 4,6 | 7,2 |
| 250 | 315 | 2,5 | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | 23 | 32 | 52 | 81 | 130 | 210 | 320 | 0,52 | 0,81 | 1,3 | 2,1 | 3,2 | 5,2 | 8,1 |
| 315 | 400 | 3 | 5 | 7 | 9 | 13 | 18 | 25 | 36 | 57 | 89 | 140 | 230 | 360 | 0,57 | 0,89 | 1,4 | 2,3 | 3,6 | 5,7 | 8,9 |
| 400 | 500 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 | 27 | 40 | 63 | 97 | 155 | 250 | 400 | 0,63 | 0,97 | 1,55 | 2,5 | 4 | 6,3 | 9,7 |
| 500 | 630 | | | 9 | 11 | 16 | 22 | 32 | 44 | 70 | 110 | 175 | 280 | 440 | 0,7 | 1,1 | 1,75 | 2,8 | 4,4 | 7 | 11 |
| 630 | 800 | | | 10 | 13 | 18 | 25 | 36 | 50 | 80 | 125 | 200 | 320 | 500 | 0,8 | 1,25 | 2 | 3,2 | 5 | 8 | 12,5 |
| 800 | 1000 | | | 11 | 15 | 21 | 28 | 40 | 56 | 90 | 140 | 230 | 360 | 560 | 0,9 | 1,4 | 2,3 | 3,6 | 5,6 | 9 | 14 |
| 1000 | 1250 | | | 13 | 18 | 24 | 33 | 47 | 66 | 105 | 165 | 260 | 420 | 660 | 1,05 | 1,65 | 2,6 | 4,2 | 6,6 | 10,5 | 16,5 |
| 1250 | 1600 | | | 15 | 21 | 29 | 39 | 55 | 78 | 125 | 195 | 310 | 500 | 780 | 1,25 | 1,95 | 3,1 | 5 | 7,8 | 12,5 | 19,5 |
| 1600 | 2000 | | | 18 | 25 | 35 | 46 | 65 | 92 | 150 | 230 | 370 | 600 | 920 | 1,5 | 2,3 | 3,7 | 6 | 9,2 | 15 | 23 |
| 2000 | 2500 | | | 22 | 30 | 41 | 55 | 78 | 110 | 175 | 280 | 440 | 700 | 1100 | 1,75 | 2,8 | 4,4 | 7 | 11 | 17,5 | 28 |
| 2500 | 3150 | | | 26 | 36 | 50 | 68 | 96 | 135 | 210 | 330 | 540 | 860 | 1350 | 2,1 | 3,3 | 5,4 | 8,6 | 13,5 | 21 | 33 |

Tabelle 2 — Werte der

| Nennmaß mm | | unteres Abmaß EI | | | | | | | | | | | | | Grundabmaß | | | | | | |
|------------|--------------------|-------------------------|----------------|------|-----|------|------|-----|------|----|-----|---|---|------|------------|-----|------|------------------|----------|------------------|----------|
| über | bis einschließlich | alle Grundtoleranzgrade | | | | | | | | | | | | | IT6 | IT7 | IT8 | bis einschl. IT8 | über IT8 | bis einschl. IT8 | über IT8 |
| | | A ^a | B ^a | C | CD | D | E | EF | F | FG | G | H | JS | J | | | | | | | |
| — | — | +270 | +140 | +60 | +34 | +20 | +14 | +10 | +6 | +4 | +2 | 0 | Abmaße = ± $\frac{IT_n}{n}$, wobei n der IT-Zahlenwert 2 ist | +2 | +4 | +6 | 0 | 0 | -2 | -2 | |
| 3 | 6 | +270 | +140 | +70 | +46 | +30 | +20 | +14 | +10 | +6 | +4 | 0 | | +5 | +6 | +10 | -1+Δ | | -4+Δ | -4 | |
| 6 | 10 | +280 | +150 | +80 | +56 | +40 | +25 | +18 | +13 | +8 | +5 | 0 | | +5 | +8 | +12 | -1+Δ | | -6+Δ | -6 | |
| 10 | 14 | +290 | +150 | +95 | | +50 | +32 | | +16 | | +6 | 0 | | +6 | +10 | +15 | -1+Δ | | -7+Δ | -7 | |
| 14 | 18 | | | | | | | | | | | | | +8 | +12 | +20 | -2+Δ | | -8+Δ | -8 | |
| 18 | 24 | +300 | +160 | +110 | | +65 | +40 | | +20 | | +7 | 0 | | +10 | +14 | +24 | -2+Δ | | -9+Δ | -9 | |
| 24 | 30 | | | | | | | | | | | | | +12 | +18 | +28 | -2+Δ | | -11+Δ | -11 | |
| 30 | 40 | +310 | +170 | +120 | | +80 | +50 | | +25 | | +9 | 0 | | +13 | +18 | +28 | -2+Δ | | -11+Δ | -11 | |
| 40 | 50 | +320 | +180 | +130 | | | | | | | | | | +100 | +60 | | +30 | +10 | 0 | +16 | +22 |
| 50 | 65 | +340 | +190 | +140 | | +120 | +72 | | +36 | | +12 | 0 | | +18 | +26 | +41 | -3+Δ | | -15+Δ | -15 | |
| 65 | 80 | +360 | +200 | +150 | | | | | | | | | | +145 | +85 | | +43 | +14 | 0 | +22 | +30 |
| 80 | 100 | +380 | +220 | +170 | | +170 | +100 | | +50 | | +15 | 0 | | +25 | +36 | +55 | -4+Δ | | -20+Δ | -20 | |
| 100 | 120 | +410 | +240 | +180 | | | | | | | | | | +170 | +110 | | +56 | +17 | 0 | +29 | +39 |
| 120 | 140 | +460 | +260 | +200 | | +210 | +125 | | +62 | | +18 | 0 | | +33 | +43 | +66 | -5+Δ | | -23+Δ | -23 | |
| 140 | 160 | +520 | +280 | +210 | | | | | | | | | | +230 | +135 | | +68 | +20 | 0 | | |
| 160 | 180 | +580 | +310 | +230 | | +260 | +145 | | +76 | | +22 | 0 | | | | | 0 | | -26 | | |
| 180 | 200 | +660 | +340 | +240 | | | | | | | | | | +290 | +160 | | +80 | +24 | 0 | | |
| 200 | 225 | +740 | +380 | +260 | | +320 | +170 | | +86 | | +26 | 0 | | | | | 0 | | -34 | | |
| 225 | 250 | +820 | +420 | +280 | | | | | | | | | | +350 | +195 | | +98 | +28 | 0 | | |
| 250 | 280 | +920 | +480 | +300 | | +390 | +220 | | +110 | | +30 | 0 | | | | | 0 | | -48 | | |
| 280 | 315 | +1050 | +540 | +330 | | | | | | | | | | +430 | +240 | | +120 | +32 | 0 | | |
| 315 | 355 | +1200 | +600 | +360 | | +480 | +260 | | +130 | | +34 | 0 | | | | | 0 | | -68 | | |
| 355 | 400 | +1350 | +680 | +400 | | | | | | | | | | +520 | +290 | | +145 | +38 | 0 | | |
| 400 | 450 | +1500 | +760 | +440 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 450 | 500 | +1650 | +840 | +480 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500 | 560 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 560 | 630 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 630 | 710 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 710 | 800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 800 | 900 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 900 | 1000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1000 | 1120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1120 | 1250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1250 | 1400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1400 | 1600 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1600 | 1800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1800 | 2000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2000 | 2240 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2240 | 2500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2500 | 2800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2800 | 3150 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

^a Die Grundabmaße A und B dürfen nicht für Nennmaße ≤ 1 mm angewendet werden.

^b Sonderfall: Für Toleranzklasse M6 im Bereich über 250 bis 315 mm ist ES = -9 μm (statt -11 μm).

Grundabmaße von Bohrungen

Grundabmaße- und Δ -Werte in Mikrometer

| -Werte | | oberes Abmaß <i>ES</i> | | | | | | | | | | | | | | Werte für Δ | | | | | | |
|------------------------|-------------|---|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|--------------------|--------------------|-----|-----|-----|----|--|
| bis einschl. IT8 | über IT8 | bis einschl. IT7 | Grundtoleranzgrade über IT7 | | | | | | | | | | | | | | Grundtoleranzgrade | | | | | |
| N ^{c,d} | | P bis ZC ^c | P | R | S | T | U | v | x | y | Z | ZA | ZB | ZC | IT3 | IT4 | IT5 | IT6 | IT7 | IT8 | | |
| -4 | -4 | Werte für Grundtoleranzgrade über IT7, um Δ erhöht | -6 | -10 | -14 | | -18 | | -20 | | -26 | -32 | -40 | -60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| -8+ Δ | 0 | | -12 | -15 | -19 | | -23 | | -28 | | -35 | -42 | -50 | -80 | 1 | 1,5 | 1 | 3 | 4 | 6 | | |
| -10+ Δ | 0 | | -15 | -19 | -23 | | -28 | | -34 | | -42 | -52 | -67 | -97 | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 6 | 7 | | |
| -12+ Δ | 0 | | -18 | -23 | -28 | | -33 | | -40 | | -50 | -64 | -90 | -130 | 1 | 2 | 3 | 3 | 7 | 9 | | |
| -15+ Δ | 0 | | -22 | -28 | -35 | | -41 | -48 | -55 | -64 | -75 | -88 | -118 | -160 | -218 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 8 | 12 | |
| -17+ Δ | 0 | | -26 | -34 | -43 | | -48 | -60 | -68 | -80 | -94 | -112 | -148 | -200 | -274 | 1,5 | 3 | 4 | 5 | 9 | 14 | |
| 20+ Δ | 0 | | -32 | -41 | -53 | -66 | -87 | -102 | -122 | -144 | -172 | -226 | -300 | -405 | 2 | 3 | 5 | 6 | 11 | 16 | | |
| -23+ Δ | 0 | | -37 | -51 | -71 | -91 | -124 | -146 | -178 | -214 | -258 | -335 | -445 | -585 | 2 | 4 | 5 | 7 | 13 | 19 | | |
| -27+ Δ | 0 | | -43 | -63 | -92 | -122 | -170 | -202 | -248 | -300 | -365 | -470 | -620 | -800 | 3 | 4 | 6 | 7 | 15 | 23 | | |
| -31+ Δ | 0 | | -50 | -65 | -100 | -134 | -190 | -228 | -280 | -340 | -415 | -535 | -700 | -900 | 3 | 4 | 6 | 9 | 17 | 26 | | |
| 34+ Δ | 0 | | -56 | -77 | -122 | -166 | -260 | -284 | -350 | -425 | -520 | -670 | -880 | -1150 | 4 | 4 | 7 | 9 | 20 | 29 | | |
| -37+ Δ | 0 | | -62 | -80 | -130 | -180 | -258 | -310 | -385 | -470 | -575 | -740 | -960 | -1250 | 4 | 5 | 7 | 11 | 21 | 32 | | |
| -40+ Δ | 0 | | -68 | -84 | -140 | -196 | -284 | -340 | -425 | -520 | -640 | -820 | -1050 | -1350 | 5 | 5 | 7 | 13 | 23 | 34 | | |
| -44 | | | -78 | -150 | -280 | -400 | -600 | | | | | | | | | | | | | | | |
| -50 | | | -88 | -155 | -310 | -450 | -660 | | | | | | | | | | | | | | | |
| -56 | | | -100 | -175 | -340 | -500 | -740 | | | | | | | | | | | | | | | |
| -66 | | | -120 | -185 | -380 | -560 | -840 | | | | | | | | | | | | | | | |
| -78 | | | -140 | -210 | -430 | -620 | -940 | | | | | | | | | | | | | | | |
| -92 | | | -170 | -220 | -470 | -680 | -1050 | | | | | | | | | | | | | | | |
| -110 | | | -195 | -250 | -520 | -780 | -1150 | | | | | | | | | | | | | | | |
| -135 | | -240 | -260 | -580 | -840 | -1300 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | -300 | -640 | -960 | -1450 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | -330 | -720 | -1050 | -1600 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | -370 | -820 | -1200 | -1850 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | -400 | -920 | -1350 | -2000 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | -440 | -1000 | -1500 | -2300 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | -460 | -1100 | -1650 | -2500 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | -550 | -1250 | -1900 | -2900 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | -580 | -1400 | -2100 | -3200 | | | | | | | | | | | | | | | | |

^c Zur Ermittlung der Werte K, M, N und P bis ZC; siehe Abschnitt 4.3.

^d Das Grundmaß N für Grundtoleranzgrade über IT8 darf nicht für Nennmaße ≤ 1 mm angewendet werden.

Tabelle 3 — Werte der

| Nennmaß mm | | oberes Abmaß <i>es</i> | | | | | | | | | | | | Grund | | |
|---------------|------------------------------|-------------------------|----------------|------|-----|------|------|-----|------|----|-----|---|----|----------------|-----|-----|
| über | bis ein- schließ- lich | alle Grundtoleranzgrade | | | | | | | | | | | | IT5 und IT6 | IT7 | IT8 |
| | | a ^a | b ^a | c | cd | d | e | ef | f | fg | 9 | h | js | | | |
| – | – | –270 | –140 | –60 | –34 | –20 | –14 | –10 | –6 | –4 | –2 | 0 | | –2 | –4 | –6 |
| 3 | 6 | –270 | –140 | –70 | –46 | –30 | –20 | –14 | –10 | –6 | –4 | 0 | | –2 | –4 | |
| 6 | 10 | –280 | –150 | –80 | –56 | –40 | –25 | –18 | –13 | –8 | –5 | 0 | | –2 | –5 | |
| 10 | 14 | –290 | –150 | –95 | | –50 | –32 | | –16 | | –6 | 0 | | –3 | –6 | |
| 14 | 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 24 | –300 | –160 | –110 | | –65 | –40 | | –20 | | –7 | 0 | | –4 | –8 | |
| 24 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 40 | –310 | –170 | –120 | | –80 | –50 | | –25 | | –9 | 0 | | –5 | –10 | |
| 40 | 50 | –320 | –180 | –130 | | –100 | –60 | | –30 | | –10 | 0 | | –7 | –12 | |
| 50 | 65 | –340 | –190 | –140 | | | | | | | | | | | | |
| 65 | 80 | –360 | –200 | –150 | | –120 | –72 | | –36 | | –12 | 0 | | –9 | –15 | |
| 80 | 100 | –380 | –220 | –170 | | | | | | | | | | | | |
| 100 | 120 | –410 | –240 | –180 | | –145 | –85 | | –43 | | –14 | 0 | | –11 | –18 | |
| 120 | 140 | –460 | –260 | –200 | | | | | | | | | | | | |
| 140 | 160 | –520 | –280 | –210 | | –170 | –100 | | –50 | | –15 | 0 | | –13 | –21 | |
| 160 | 180 | –580 | –310 | –230 | | | | | | | | | | | | |
| 180 | 200 | –660 | –340 | –240 | | –190 | –110 | | –56 | | –17 | 0 | | –16 | –26 | |
| 200 | 225 | –740 | –380 | –260 | | | | | | | | | | | | |
| 225 | 250 | –820 | –420 | –280 | | –210 | –125 | | –62 | | –18 | 0 | | –18 | –28 | |
| 250 | 280 | –920 | –480 | –300 | | | | | | | | | | | | |
| 280 | 315 | –1050 | –540 | –330 | | –230 | –135 | | –68 | | –20 | 0 | | –20 | –32 | |
| 315 | 355 | –1200 | –600 | –360 | | | | | | | | | | | | |
| 355 | 400 | –1350 | –680 | –400 | | –260 | –145 | | –76 | | –22 | 0 | | | | |
| 400 | 450 | –1500 | –760 | –440 | | | | | | | | | | | | |
| 450 | 500 | –1650 | –840 | –480 | | –290 | –160 | | –80 | | –24 | 0 | | | | |
| 500 | 560 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 560 | 630 | | | | | –320 | –170 | | –86 | | –26 | 0 | | | | |
| 630 | 710 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 710 | 800 | | | | | –350 | –195 | | –98 | | –28 | 0 | | | | |
| 800 | 900 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 900 | 1000 | | | | | –390 | –220 | | –110 | | –30 | 0 | | | | |
| 1000 | 1120 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1120 | 1250 | | | | | –430 | –240 | | –120 | | –32 | 0 | | | | |
| 1250 | 1400 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1400 | 1600 | | | | | –480 | –260 | | –130 | | –34 | 0 | | | | |
| 1600 | 1800 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1800 | 2000 | | | | | –520 | –290 | | –145 | | –38 | 0 | | | | |
| 2000 | 2240 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2240 | 2500 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2500 | 2800 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2800 | 3150 | | | | | | | | | | | | | | | |

Abmaße = ± IT_n, wobei n der IT-Zahlenwert 2 ist

^a Die Grundmaße a und b dürfen nicht für Nennmaße ≤ 1 mm angewendet werden.

Grundabmaße von Wellen

Werte der Grundabmaße in Mikrometer

| -Werte | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|------|------|-----|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| unteres Abmaß <i>e_i</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IT4 bis IT7 | bis einschl. IT3 und über | alle Grundtoleranzgrade | | | | | | | | | | | | | | |
| | | k | m | n | p | r | s | t | u | v | x | y | z | za | zb | zc |
| 0 | 0 | +2 | +4 | +6 | +10 | +14 | | +18 | | +20 | | +26 | +32 | +40 | +60 | |
| +1 | 0 | +4 | +8 | +12 | +15 | +19 | | +23 | | +28 | | +35 | +42 | +50 | +80 | |
| +1 | 0 | +6 | +10 | +15 | +19 | +23 | | +28 | | +34 | | +42 | +52 | +67 | +97 | |
| +1 | 0 | +7 | +12 | +18 | +23 | +28 | | +33 | | +40 | | +50 | +64 | +90 | +130 | |
| | | | | | | | | | +39 | +45 | +60 | +77 | +108 | +150 | | |
| +2 | 0 | +8 | +15 | +22 | +28 | +35 | | +41 | +47 | +54 | +63 | +73 | +98 | +136 | +188 | |
| | | | | | | | | | +48 | +55 | +64 | +75 | +88 | +118 | +160 | +218 |
| +2 | 0 | +9 | +17 | +26 | +34 | +43 | | +48 | +60 | +68 | +80 | +94 | +112 | +148 | +200 | |
| | | | | | | | | | +60 | +68 | +80 | +94 | +112 | +148 | +200 | +274 |
| | 0 | +11 | +20 | +32 | | +41 | +53 | +66 | +87 | +102 | +122 | +144 | +172 | +226 | +300 | |
| | | | | | | | +53 | +66 | +87 | +102 | +122 | +144 | +172 | +226 | +300 | +405 |
| +3 | 0 | +13 | +23 | +37 | | +51 | +71 | +91 | +124 | +146 | +178 | +214 | +258 | +335 | +445 | |
| | | | | | | | +71 | +91 | +124 | +146 | +178 | +214 | +258 | +335 | +445 | +585 |
| +3 | 0 | +15 | +27 | +43 | | +63 | +92 | +122 | +170 | +202 | +248 | +300 | +365 | +470 | +620 | |
| | | | | | | | +92 | +122 | +170 | +202 | +248 | +300 | +365 | +470 | +620 | +800 |
| | | | | | | | +100 | +134 | +190 | +228 | +280 | +340 | +415 | +535 | +700 | +900 |
| +4 | 0 | +17 | +31 | +50 | | +68 | +108 | +146 | +210 | +252 | +310 | +380 | +465 | +600 | +780 | |
| | | | | | | | +108 | +146 | +210 | +252 | +310 | +380 | +465 | +600 | +780 | +1000 |
| | | | | | | | +122 | +166 | +236 | +284 | +350 | +425 | +520 | +670 | +880 | +1150 |
| +4 | 0 | +20 | +34 | +56 | | +77 | +122 | +166 | +236 | +284 | +350 | +425 | +520 | +670 | +880 | |
| | | | | | | | +122 | +166 | +236 | +284 | +350 | +425 | +520 | +670 | +880 | +1150 |
| | | | | | | | +130 | +180 | +258 | +310 | +385 | +470 | +575 | +740 | +960 | +1250 |
| +4 | 0 | +21 | +37 | +62 | | +80 | +140 | +196 | +284 | +340 | +425 | +520 | +640 | +820 | +1050 | |
| | | | | | | | +140 | +196 | +284 | +340 | +425 | +520 | +640 | +820 | +1050 | +1350 |
| | | | | | | | +158 | +218 | +315 | +385 | +475 | +580 | +710 | +920 | +1200 | +1550 |
| +4 | 0 | +23 | +40 | +68 | | +94 | +158 | +218 | +315 | +385 | +475 | +580 | +710 | +920 | +1200 | |
| | | | | | | | +158 | +218 | +315 | +385 | +475 | +580 | +710 | +920 | +1200 | +1550 |
| | | | | | | | +170 | +240 | +350 | +425 | +525 | +650 | +790 | +1000 | +1300 | +1700 |
| +4 | 0 | +21 | +37 | +62 | | +108 | +190 | +268 | +390 | +475 | +590 | +730 | +900 | +1150 | +1500 | |
| | | | | | | | +190 | +268 | +390 | +475 | +590 | +730 | +900 | +1150 | +1500 | +1900 |
| | | | | | | | +208 | +294 | +435 | +530 | +660 | +820 | +1000 | +1300 | +1650 | +2100 |
| +5 | 0 | +23 | +40 | +68 | | +114 | +232 | +330 | +490 | +595 | +740 | +920 | +1100 | +1450 | +1850 | |
| | | | | | | | +232 | +330 | +490 | +595 | +740 | +920 | +1100 | +1450 | +1850 | +2400 |
| | | | | | | | +252 | +360 | +540 | +660 | +820 | +1000 | +1250 | +1600 | +2100 | +2600 |
| 0 | 0 | +26 | +44 | +78 | | +150 | +280 | +400 | +600 | | | | | | | |
| | | | | | | | +280 | +400 | +600 | | | | | | | |
| 0 | 0 | +30 | +50 | +88 | | +155 | +310 | +450 | +660 | | | | | | | |
| | | | | | | | +310 | +450 | +660 | | | | | | | |
| 0 | 0 | +34 | +56 | +100 | | +175 | +340 | +500 | +740 | | | | | | | |
| | | | | | | | +340 | +500 | +740 | | | | | | | |
| 0 | 0 | +40 | +66 | +120 | | +185 | +380 | +560 | +840 | | | | | | | |
| | | | | | | | +380 | +560 | +840 | | | | | | | |
| 0 | 0 | +48 | +78 | +140 | | +210 | +430 | +620 | +940 | | | | | | | |
| | | | | | | | +430 | +620 | +940 | | | | | | | |
| 0 | 0 | +58 | +92 | +170 | | +220 | +470 | +680 | +1050 | | | | | | | |
| | | | | | | | +470 | +680 | +1050 | | | | | | | |
| 0 | 0 | +68 | +110 | +195 | | +250 | +520 | +780 | +1150 | | | | | | | |
| | | | | | | | +520 | +780 | +1150 | | | | | | | |
| 0 | 0 | +76 | +135 | +240 | | +260 | +580 | +840 | +1300 | | | | | | | |
| | | | | | | | +580 | +840 | +1300 | | | | | | | |
| 0 | 0 | +48 | +78 | +140 | | +300 | +640 | +960 | +1450 | | | | | | | |
| | | | | | | | +640 | +960 | +1450 | | | | | | | |
| 0 | 0 | +58 | +92 | +170 | | +330 | +720 | +1050 | +1600 | | | | | | | |
| | | | | | | | +720 | +1050 | +1600 | | | | | | | |
| 0 | 0 | +68 | +110 | +195 | | +370 | +820 | +1200 | +1850 | | | | | | | |
| | | | | | | | +820 | +1200 | +1850 | | | | | | | |
| 0 | 0 | +76 | +135 | +240 | | +400 | +920 | +1350 | +2000 | | | | | | | |
| | | | | | | | +920 | +1350 | +2000 | | | | | | | |
| 0 | 0 | +68 | +110 | +195 | | +440 | +1000 | +1150 | +2300 | | | | | | | |
| | | | | | | | +1000 | +1150 | +2300 | | | | | | | |
| 0 | 0 | +76 | +135 | +240 | | +460 | +1100 | +1650 | +2500 | | | | | | | |
| | | | | | | | +1100 | +1650 | +2500 | | | | | | | |
| 0 | 0 | +76 | +135 | +240 | | +550 | +1250 | +1900 | +2900 | | | | | | | |
| | | | | | | | +1250 | +1900 | +2900 | | | | | | | |
| 0 | 0 | +76 | +135 | +240 | | +580 | +1400 | +2100 | +3200 | | | | | | | |
| | | | | | | | +1400 | +2100 | +3200 | | | | | | | |

4.4 Auswahl von Toleranzklassen

Wenn immer möglich, sollten die Toleranzklassen aus denjenigen ausgewählt werden, welche den Kennungen für Bohrungen und Wellen entsprechen, die in den Bildern 10 bzw. 11 angegeben sind. Die erste Wahl sollte bevorzugt aus denjenigen Toleranzklassen erfolgen, deren Kennung innerhalb der Umrahmung gezeigt ist.

ANMERKUNG 1 Das Toleranzsystem für Grenzmaße und Passungen bietet die Möglichkeit für eine breite Auswahl von verschiedenen Toleranzklassen (siehe Tabellen 2 und 3), selbst dann, wenn die Auswahl nur auf die im Teil 2 der Norm ISO 286-2 gezeigten beschränkt ist. Bei einer Beschränkung der Auswahl von Toleranzklassen kann eine unnötige Vielzahl an Werkzeugen und Lehren vermieden werden.

ANMERKUNG 2 Die Toleranzklassen in den Bildern 9 und 10 sind nur für allgemeine Zwecke anwendbar, welche eine besondere Auswahl der Toleranzklassen erfordern. Keilnuten erfordern z. B. eine besondere Auswahl.

ANMERKUNG 3 Die Grundabmaße js und JS können, wenn dies für eine besondere Anwendung notwendig ist, durch die entsprechenden Grundabmaße j und J ersetzt werden.

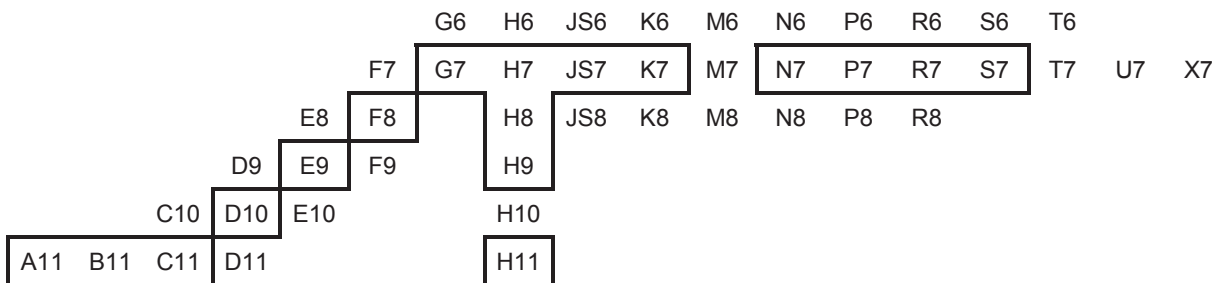


Bild 10 — Bohrungen

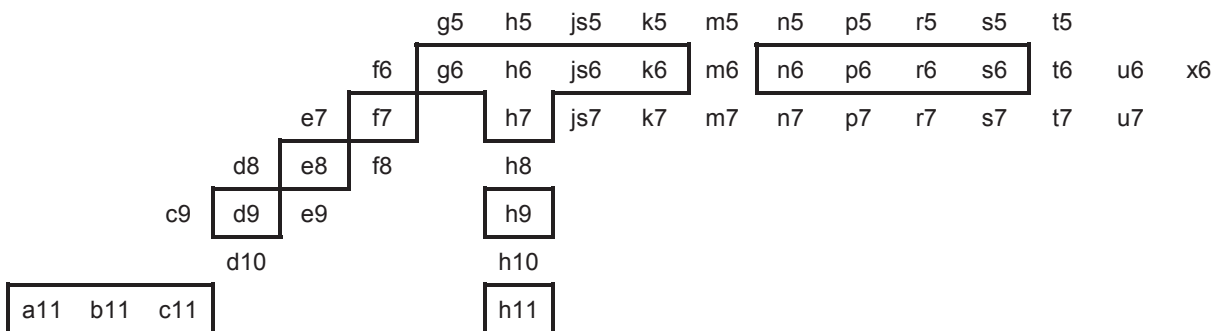


Bild 11 — Wellen

5 Passungssystem

Das ISO-Passungssystem beruht auf dem "ISO-Kennungs-system für Toleranzen von Längenmaßen" für Maße eines Maßelements. Die Toleranzklassen für die zwei zu paarenden Teile der Passung sollten vorzugsweise in Übereinstimmung mit den in den Abschnitten 4.4 und 5.2 gegebenen Empfehlungen ausgewählt werden.

5.1 Allgemeine Grundlagen für Passungen

5.1.1 Kennzeichnung von Passungen (Schreibregeln)

Eine Passung zwischen zu paarenden Geometrieelementen müssen gekennzeichnet werden durch

- das gemeinsame Nennmaß;
- die Kurzzeichen der Toleranzklasse für die Bohrung;
- das Kurzzeichen der Toleranzklasse für die Welle.

BEISPIEL 52H7/g6 oder $52 \frac{H7}{g6}$

5.1.2 Bestimmung der Grenzabmaße (Leseregeln)

Zum Lesen der Passungsbezeichnung (z. B. 52H7/g6) gelten die Regeln des Abschnittes 4.3. Zur Bestimmung der Spiele und Übermaße siehe Anhang B.

5.2 Bestimmung einer Passung

Es gibt zwei Möglichkeiten zur Bestimmung einer Passung: Die Bestimmung einer Passung entweder durch Erfahrung (siehe den Abschnitt 5.2.3) oder aber durch die Berechnung des zulässigen Spiels und / oder des Übermaßes, abgeleitet aus den funktionellen Anforderungen und den Fertigungsmöglichkeiten der zu paarenden Teile (siehe den Abschnitt 5.2.4).

5.2.1 Praktische Empfehlungen für die Wahl einer Passung

Es gibt mehr Merkmale, als die Maße der zu paarenden Teile und ihre Toleranzen, welche die Funktion einer Passung beeinflussen. Um eine vollständige technische Festlegung einer Passung zu geben, müssen weitere Einflüsse mit in Betracht gezogen werden.

Weiter Einflüsse können zum Beispiel die Form-, Richtungs- und Lageabweichung, die Oberflächenbeschaffenheit, die Dichte des Materials, die Arbeitstemperatur, sowie die Wärmebehandlung des Materials der zu paarenden Teile sein.

Form-, Richtungs- und Lagetoleranzen können als Ergänzung zu den Toleranzen der Durchmesser der zu paarenden Maßelemente notwendig sein, um die beabsichtigte Funktion der Passung zu erreichen.

Für weitere Informationen über die Auswahl einer Passung siehe den Anhang B.

5.2.2 Wahl des Passungssystems

Zuerst muss entschieden werden, ob das Passungssystem Einheitsbohrung (Bohrung H) oder das Passungssystem Einheitswelle (Welle h) zu wählen ist. Allerdings muss angemerkt werden, dass es hierbei keine technischen Unterschiede bezüglich der Funktion der Teile gibt. Aus diesem Grunde sollte die Auswahl des Systems auf wirtschaftlichen Gesichtspunkten beruhen.

Das **Passungssystem Einheitsbohrung** sollte für die allgemeine Anwendung verwendet werden. Diese Auswahl vermeidet eine unnötige Vielzahl von Werkzeugen (z. B. Reibahlen) und Lehren.

Das **Passungssystem Einheitswelle** sollte nur dort angewendet werden, wo es unzweifelhaft wirtschaftliche Vorteile bietet (z. B. wo es notwendig ist dazu in der Lage zu sein, mehrere Teile mit Bohrungen, die verschiedene Abmaße haben, auf einer einzigen Welle aus gezogenem Stahl zu montieren, ohne diese vorher spanend bearbeitet zu haben).

5.2.3 Festlegung einer bestimmten Passung

Die Toleranzgrade und Grundabmaße (Lage des Toleranzintervalls) sollten dann nach dieser internationalen Norm für Bohrungen und Wellen so gewählt werden, dass sich die entsprechenden kleinsten oder größten Spiele oder Übermaße ergeben, welche die geforderten Bedingungen für ihre Verwendung erfüllen.

Für die üblichen ingenieurstechnischen Zwecke ist jedoch nur eine kleine Anzahl aus den vielen möglichen Passungen erforderlich. Die Bilder 11 und 12 zeigen solche Passungen, für welche sich herausgestellt hat, dass sie viele der Anforderung einer durchschnittlichen ingenieurstechnischen Organisation erfüllen. Aus wirtschaftlichen Gründen sollte die erste Wahl für eine Passung allerdings, wenn immer dies möglich ist, aus denjenigen Toleranzklassen erfolgen, deren Kennungen in den Umrahmungen dargestellt sind (siehe Bilder 12 und 13).

Zufriedenstellende Passungen werden durch die folgenden Kombinationen des Passungssystems Einheitsbohrung (siehe Bild 12) oder für spezielle Anwendungen die Kombinationen des Passungssystems Einheitswelle (siehe Bild 13) erhalten.

| Einheitsbohrung | Toleranzklasse für Wellen | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------------|-----|-----|----|--------------------|-----------|----|----|------------------|----|----|----|----|----|----|
| | Spielpassungen | | | | Übergangspassungen | | | | Übermaßpassungen | | | | | | |
| H 6 | g5 h5 | | | | js5 | k5 | m5 | | n5 | p5 | | | | | |
| H 7 | f6 | | | g6 | h6 | js6 | k6 | m6 | n6 | p6 | r6 | s6 | t6 | u6 | x6 |
| H 8 | e7 | | f7 | | h7 | js7 k7 m7 | | | s7 | | | u7 | | | |
| | d8 | e8 | f8 | | h8 | | | | | | | | | | |
| H 9 | d8 | | e8 | f8 | | h8 | | | | | | | | | |
| | c9 | d9 | e9 | | h9 | | | | | | | | | | |
| H 11 | b11 | c11 | d10 | | | h10 | | | | | | | | | |

Bild 12 — Bevorzugte Passungen des Passungssystems Einheitsbohrung

| Einheitswelle | Toleranzklassen für Bohrungen | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------------------------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|----|----|------------------|----|----|----|----|----|----|
| | Spielpassungen | | | | Übergangspassungen | | | | Übermaßpassungen | | | | | | |
| h 5 | G6 H6 | | | | JS6 | K6 | M6 | | N6 | P6 | | | | | |
| h 6 | F7 | | | G7 | H7 | JS7 | K7 | M7 | N7 | P7 | R7 | S7 | T7 | U7 | X7 |
| h 7 | E8 | | F8 | | H8 | | | | | | | | | | |
| h 8 | D9 | E9 | F9 | | H9 | | | | | | | | | | |
| h 9 | E8 | | F8 | | H8 | | | | | | | | | | |
| | D9 | E9 | F9 | | H9 | | | | | | | | | | |
| | B11 | C10 | D10 | H10 | | | | | | | | | | | |

Bild 13 — Bevorzugte Passungen des Passungssystems Einheitswelle

5.2.4 Bestimmung einer bestimmten Passung durch Berechnung

In gewissen besonderen Funktionsfällen ist es notwendig die aus den Funktionsanforderungen der zu paarenden Teile abgeleiteten zulässigen Spiele und / oder Übermaße zu berechnen (siehe dazu die Literaturangaben). Die Spiele und / oder die Übermaße und die Spanne der Passung, welche aus diesen Rechnungen erhalten werden, müssen in Grenzabmaße und, soweit dies möglich ist, in Toleranzklassen umgewandelt werden.

Für weitere Informationen über die Bestimmung der Toleranzklassen siehe den Anhang B.3.

Anhang A (informativ)

Weitere Informationen über das ISO-System der Toleranzen und Passungen und die frühere Praxis

A.1 Frühere Praxis der Default-Definition für Längenmaße

In der Norm ISO 286-1:1988 war die Default-Definition von Durchmessern, welche mit ISO-Toleranzklassen toleriert wurden (z. B. $\varnothing 30 H6$), das Taylor-Prinzip (wirksames Passmaß an der Maximummaterialgrenze und lokaler Durchmesser an der Minimummaterialgrenze) wie in ISO/R 1938:1971 angegeben.

Dies bedeutete, dass für jedes Geometrieelement, welches mit den ISO-Toleranzklassen toleriert wurde, die Hüllbedingung gültig war, ohne dass dies gekennzeichnet war, selbst dann, wenn das tolerierte Geometrieelement nicht ein Teil der Passung war.

BEISPIEL Bei der Eintragung $\varnothing 24 h13$ für den Kopfdurchmesser von Rundkopfschrauben nach ISO 4759-1 war die Hüllbedingung automatisch wirksam.

A.1.1 Ausführliche Interpretation eines tolerierten Maßes

Die Interpretation eines tolerierten Maßes gemäß ISO 286-1:1988 und ISO/R 1938:1971 war auf folgendem Wege innerhalb der vereinbarten Länge.

a) für Bohrungen

Der Durchmesser des größten vollkommenen vorstellbaren Zylinders, welcher der Bohrung derart einbeschrieben werden kann, dass er gerade die höchsten Punkte der Oberfläche berührt, sollte nicht kleiner sein, als die Minimummaterialgrenze des Maßes.

Der größte Durchmesser an irgendeiner Stelle der Bohrung sollte die Minimummaterialgrenze des Maßes nicht überschreiten.

b) für Wellen

Der Durchmesser des kleinsten vollkommenen vorstellbaren Zylinders, welcher der Welle derart umschrieben werden kann, dass er gerade die höchsten Punkte der Oberfläche berührt, sollte nicht größer sein, als die Maximummaterialgrenze des Maßes.

Der kleinste Durchmesser an irgendeiner Stelle der Welle sollte nicht kleiner als die Minimummaterialgrenze des Maßes sein.

Diese Interpretation bedeutet, dass wenn ein Maßelement überall an seiner Maximummaterialgrenze liegt, das Maßelement vollkommen rund und gerade sein sollte, d. h. ein vollkommener Zylinder.

Diese Interpretation ist in Zukunft nur gültig, wenn die Hüllbedingung gemäß ISO 14405 (Symbol Ⓜ) zusätzlich zum Maß und der Toleranz auf der Zeichnung eingetragen ist.

A.2 Änderung der Default-Definition für Längenmaße

Die Default-Definition für ein Längenmaß ist gemäß ISO 14405 sowohl an der Maximummaterialgrenze als auch der Minimummaterialgrenze auf das lokale Maß geändert.

Um genau die gleichen Anforderungen (Taylor-Prinzip gemäß ISO/R 1938:1971) , z. B. die Hüllbedingung, auf der Zeichnung anzugeben, muss die Toleranzangabe gemäß ISO 14405:200x durch ein entsprechendes Modifikationssymbol für das Passmaß ergänzt werden.

BEISPIEL $\varnothing 30 \text{ H6 } \textcircled{\text{M}}$.

Anhang B (informativ)

Beispiele für den Gebrauch von ISO 286-1 für die Bestimmung von Passungen und Toleranzklassen

Dieser Anhang enthält Beispiele für den Gebrauch des ISO-Toleranzsystems für Längenmaße zur Bestimmung der Spiele und/oder Übermaße von Passungen. Weiterhin enthält er Beispiele zur Bestimmung von Toleranzklassen außerhalb von Passungen.

B.1 Bestimmung von Passungen aus Grenzabmaßen

Aus den Definitionen der Spiele und Übermaße folgt für die Berechnung der Mindestspiele und Höchstübermaße die gleiche Formel:

Mindestmaß der Bohrung — Höchstmaß der Welle.

und für die Berechnung der Höchstspiele und der Mindestübermaße:

Höchstmaß der Bohrung — Mindestmaß der Welle.

Das Ergebnis der Berechnung ist ein positiver oder ein negativer Wert. Aus den Definitionen folgt, dass die Spiele positiv und die Übermaße negativ sind. Das bedeutet ein „+“-Zeichen für Spiele und ein „-“-Zeichen für Übermaße.

Nach der Interpretation der Berechnungsergebnisse werden die absoluten Werte zur Beschreibung der Spiele und Übermaße verwendet.

BEISPIEL 1 Berechnung der Passung $\varnothing 36H8/f7$

Aus den Tabellen in ISO 286-2 ergibt sich für die Bohrung 36H8:

$ES = +0,039$ mm daraus folgt: Höchstmaß = 36,039 mm
 $EI = 0$ daraus folgt: Mindestmaß = 36,000 mm

und für die Welle 36f7 ergibt sich:

$es = -0,025$ mm daraus folgt: Höchstmaß = 35,975 mm
 $ei = -0,050$ mm daraus folgt: Mindestmaß = 35,950 mm

Daher: Mindestmaß der Bohrung — Höchstmaß der Welle = $36,000 - 35,975 = 0,025$ mm
 Höchstmaß der Bohrung — Mindestmaß der Welle = $36,039 - 35,950 = 0,089$ mm

Die Passung hat ein Höchstspiel von 0,089 mm und ein Mindestspiel von 0,025 mm. Es handelt sich um eine Spielpassung.

BEISPIEL 2 Berechnung der Passung $\varnothing 36H7/n6$

Aus den Tabellen in ISO 286-2 ergibt sich für die Bohrung 36H7:

$ES = +0,025$ mm daraus folgt: Höchstmaß = 36,025 mm
 $EI = 0$ daraus folgt: Mindestmaß = 36,000 mm

und für die Welle 36n6 ergibt sich:

$es = +0,033$ mm daraus folgt: Höchstmaß = 36,033 mm
 $ei = +0,017$ mm daraus folgt: Mindestmaß = 36,017 mm

Daher: Mindestmaß der Bohrung — Höchstmaß der Welle = 36,000 – 36,033 = –0,033 mm
 Höchstmaß der Bohrung — Mindestmaß der Welle = 36,025 – 36,017 = +0,008 mm

Die Passung hat ein Spiel von 0,008 mm und ein Übermaß von 0,033 mm und ist eine Übergangspassung.

BEISPIEL 3 Berechnung der Passung \varnothing 36H7/s6

Aus den Tabellen in ISO 286-2 ergibt sich für die Bohrung 36H7:

$ES = + 0,025$ mm daraus folgt: Höchstmaß = 36,025 mm
 $EI = 0$ daraus folgt: Mindestmaß = 36,000 mm

und für die Welle 36s6 ergibt sich:

$es = +0,059$ mm daraus folgt: Höchstmaß = 36,059 mm
 $ei = +0,043$ mm daraus folgt: Mindestmaß = 36,043 mm

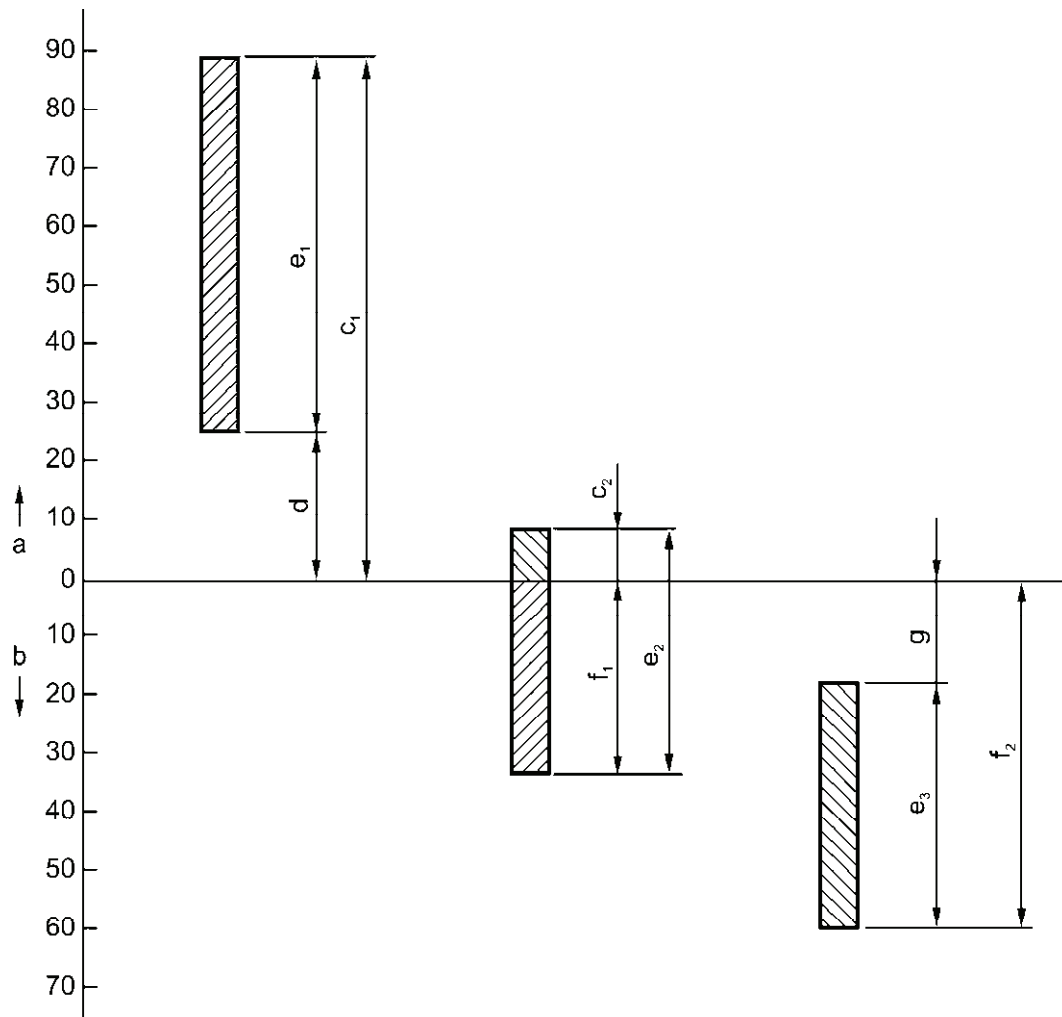
Daher: Mindestmaß der Bohrung — Höchstmaß der Welle = 36,000 – 36,059 = –0,059 mm
 Höchstmaß der Bohrung — Mindestmaß der Welle = 36,025 – 36,043 = –0,018 mm

Die Passung hat ein Höchstübermaß von 0,059 mm und ein Mindestübermaß von 0,018 mm und ist eine Übermaßpassung.

B.2 Berechnung der Spanne einer Passung

Für die Bestimmung der Spanne einer Passung, muss das interpretierte resultat der Berechnung benutzt werden.

| | |
|--|---|
| Die Spanne der Spielpassung ist per Definition | Höchstspiel — Mindestspiel $+0,089$ mm – $(+0,025$ mm) = 0,064 mm (siehe Bild B1). |
| Die Spanne der Übergangspassung ist per Definition | Höchstspiel + Höchstübermaß $+0,008$ mm – $(-0,033$ mm) = 0,041 mm (siehe Bild B1). |
| Die Spanne der Übermaßpassung ist per Definition | Höchstübermaß — Mindestübermaß $-0,018$ mm – $(-0,059$ mm) = 0,041 mm (siehe Bild B1). |



Legende

| | | | |
|---|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| a | Spiele | | |
| b | Übermaße | | |
| | Höchstspiel | $c_1 = 0,089 \text{ mm}$ | $c_2 = 0,008 \text{ mm}$ |
| | Mindestspiel | $d = 0,025 \text{ mm}$ | |
| | Spanne einer Spielpassung | $e_1 = 0,064 \text{ mm}$ | |
| | Spanne einer Übergangspassung | $e_2 = 0,041 \text{ mm}$ | |
| | Spanne einer Übermaßspassung | $e_3 = 0,041 \text{ mm}$ | |
| | Hchstübermaß | $f_1 = 0,033 \text{ mm}$ | $f_2 = 0,059 \text{ mm}$ |
| | Mindestübermaß | $g = 0,018 \text{ mm}$ | |

Bild B.1 — Spanne der Passungen

B.3 Bestimmung einer bestimmten Toleranzklasse nach berechneten Passungen

B.3.1 Größe der Toleranz

Für die Umwandlung der Werte einer berechneten Passung in Grenzabmaße und wenn möglich in Toleranzklassen, muss zuerst die Größe der Toleranz mittels Tabelle 1 dieser Norm nach folgen der Gleichung bestimmt werden:

Spanne der berechneten Passung \geq IT-Wert der Bohrung + IT-Wert der Welle.

| | | | |
|----------|-------------------------------------|----------------------------|-------|
| BEISPIEL | Berechnete Passung (siehe 5.2.4) | Nennmaß | 40 mm |
| | | Mindestspiel | 24 µm |
| | | Höchstspiel | 92 µm |
| | | Spanne der Spielpassung | 68 µm |

Die Summe von zwei ausgewählten grundtoleranzwerten muss kleiner sein als die Spanne der berechneten Passung.

Die Hälfte der Spanne beträgt 34 µm. In der Tabelle 1, in der Zeile mit dem Nennmaßbereich über 30 bis einschließlich 50 mm, liegt der Wert zwischen 25 µm und 39 µm. Die Summe der Werte der Tabelle beträgt 64 µm und ist damit kleiner als 68 µm.

Daraus folgt: Die erste Grundtoleranz hat einen Wert von 25 µm mit dem Grundtoleranzgrad IT7

Die zweite Grundtoleranz hat einen Wert von 39 µm mit dem Grundtoleranzgrad IT8

B.3.2 Bestimmung der Abmaße und Toleranzklassen

Nun ist die Entscheidung zu treffen, ob das Passungssystem Einheitsbohrung (Bohrung H) oder das Passungssystem Einheitswelle (Welle h) oder eine andere Kombination von Grundabmaßen zur Anwendung kommt, siehe 5.5.2.

Für das Beispiel wurde das Passungssystem Einheitsbohrung gewählt. Damit identifiziert H die Toleranzklasse und zur Bestimmung nach Tabelle 2.

| | | |
|----------|---------------------------------|--------------------|
| BEISPIEL | Nennmaß (aus Beispiel B. 3.3.1) | 40 mm |
| | Gewähltes Passungssystem | Einheitsbohrung, H |

a) Bestimmung der Toleranzklasse für die Bohrung

Gewählter Grundtoleranzgrad für die Bohrung IT8 (aus Beispiel B. 3.3.1)

In der Tabelle 2 kann das Grundabmaß aus Spalte H gewählt werden

Das untere Abmaß $EI = 0$

Das obere Abmaß nach $ES = EI + IT = 0 + 39 \text{ (IT8)} = +39 \text{ µm}$

| | | |
|---------------|------------------------|-----------|
| Daraus folgt: | Mindestmaß der Bohrung | 40 mm |
| | Höchstmaß der Bohrung | 40,039 mm |

Toleranzklasse der Bohrung H8 und
das Maß des Elementes 40 H8

b) Bestimmung der Toleranzklasse für die Welle

Berechnetes Mindestspiel (aus Beispiel B. 3.3.1) 24 µm = 0,024 mm

Nach Definition folgt:

Mindestspiel = Mindestmaß der Bohrung — Höchstmaß der Welle

Daraus folgt: $0,024 = 40 \text{ mm} - \text{Höchstmaß der Welle}$

Höchstmaß der Welle = $40 \text{ mm} - 0,024 \text{ mm} = 39,976 \text{ mm}$

Nach Definition folgt:

Oberes Abmaß $es = \text{Höchstmaß} - \text{Nennmaß}$
 $es = 39,976 \text{ mm} - 40 \text{ mm} = -0,024 \text{ mm} = -24 \text{ µm}$

In der Tabelle 3 kann in der Zeile Nennmaßbereich über 30 mm bis einschließlich 50 mm, der Wert $-25 \mu\text{m}$ für e_s entnommen werden.

Daraus folgt: für $e_s = -25 \mu\text{m}$ wird für die Toleranzklasse f angegeben.
 unteres Abmaß $e_i = e_s - IT7$
 $= (-25 \mu\text{m}) + (-25 \mu\text{m}) = -50 \mu\text{m}$

Toleranzklasse für die Welle f7 und
 das Maß des Elementes 40 f7.

c) Kontrolle der Passung

Die Bezeichnung der Passung ist mit 40 H8/f7 gefunden. Aus der Bezeichnung nach Beispiel 1 in B.1 folgt:

| | |
|--------------|------------------|
| Mindestspiel | 25 μm |
| Höchstspiel | 89 μm |

Nach den Anforderungen der Funktion waren Sollwerte berechnet

| | |
|--------------|------------------|
| Mindestspiel | 24 μm |
| Höchstspiel | 92 μm |

Die Person, die für die Funktion der zu paarenden Teile die Verantwortung hat, muss entscheiden, ob die Abmaße so in Ordnung sind, oder ob die genauen Mindest- und Höchstspiele beobachtet werden sollten.

In allen Fällen wird für Bohrung 40 H8 gewählt. Für die Welle wird für das Maß 40 entweder die Toleranzklasse f7 mit $(-0,025 \text{ mm} / -0,050 \text{ mm})$ gewählt, oder die individuellen Abmaße $(-0,024 / -0,053)$ direkt am Maß angegeben.

Anhang C (informativ)

Beziehungen zum GPS-Matrix-Modell

Einzelheiten zum GPS-Matrixmodell siehe ISO/TR 14638.

C.1 Information über diese Norm und ihre Anwendung

Dieser Teil von ISO 286 legt ein Code-System für Toleranzen für die Maße von vollständigen Maßelementen fest. Weiterhin werden die grundlegenden Begriffe definiert und die Prinzipien „Einheitsbohrung“ und „Einheitswelle“ erklärt.

C.2 Position im GPS-Matrixmodell

Diese Internationale Norm ist eine GPS-Norm, die die Kettenglieder 1 und 2 der Normenkette für Maße in der GPS-Matrix beeinflusst, wie in Bild C.1 graphisch dargestellt.

| Globale GPS-Normen | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|
| Matrix allgemeiner GPS-Normen | | | | | | |
| Kettengliednummer | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Maß | | | | | | |
| Abstand | | | | | | |
| Radius | | | | | | |
| Winkel | | | | | | |
| Form einer bezugsunabhängigen Linie | | | | | | |
| Form einer bezugsabhängigen Linie | | | | | | |
| Form einer bezugsunabhängigen Oberfläche | | | | | | |
| Form einer bezugsabhängigen Oberfläche | | | | | | |
| Richtung | | | | | | |
| Lage | | | | | | |
| Lauf | | | | | | |
| Gesamtlauf | | | | | | |
| Bezüge | | | | | | |
| Rauheitsprofil | | | | | | |
| Welligkeitsprofil | | | | | | |
| Primärprofil | | | | | | |
| Oberflächenunvollkommenheit | | | | | | |
| Kanten | | | | | | |

**GPS-
Grundnormen**

Bild C.1

C.3 Verwandte Normen

Verwandte Normen gehen aus den in Bild C.1 angegebenen Normenketten hervor.

Literaturhinweise

- [1] ISO 1:2003 *Geometrical Product Specifications (GPS) — Standard reference temperature for geometrical product specifications*
- [2] ISO 1101:2004, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Geometrical tolerancing — Tolerances of form, orientation, location and run-out*
- [3] ISO 1302:2002, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Indication of surface texture in technical product documentation*
- [4] ISO/R 1938:1971²⁾, *ISO system of limits and fits — Part 1: Inspection of plain workpieces*
- [5] ISO 2692:1988³⁾, *Technical drawings — Geometrical tolerancing — Maximum material principle*
- [6] ISO 2768-1:1989, *General tolerances — Part 1: Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications*
- [7] ISO/TR 14638:1995, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Masterplan*
- [8] ISO/TS 17450-1:2005, *Geometrical Product Specifications — General concepts — Part 1: Model for geometrical specification and verification*