

DIN EN ISO 2692

ICS 17.040.30

Einsprüche bis 2012-10-27
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 2692:2007-04

Entwurf

**Geometrische Produktspezifikation und -prüfung (GPS) –
Geometrische Tolerierung –
Maximum-Material Bedingung (MMR), Minimum-Material Bedingung
(LMR) und Wechselwirkungsbedingung (RPR) (ISO/DIS 2692:2012);
Deutsche Fassung prEN ISO 2692:2012**

Geometrical product specifications (GPS) –
Geometrical tolerancing –
Maximum material requirement (MMR), least material requirement (LMR) and reciprocity
requirement (RPR) (ISO/DIS 2692:2012);
German version prEN ISO 2692:2012

Spécification géométrique des produits (GPS) –
Tolérancement géométrique –
Exigence du maximum de matière (MMR), exigence du minimum de matière (LMR) et
exigence de réciprocité (RPR) (ISO/DIS 2692:2012);
Version allemande prEN ISO 2692:2012

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2012-08-27 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 oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter
www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- 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 relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 47 Seiten

Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 2692:2012) wurde von 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 (Frankreich) gehalten wird. Auf nationaler Ebene ist der Arbeitsausschuss NA 152-03-02 AA „CEN/ISO Geometrische Produktspezifikation und -prüfung“ im Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG) zuständig.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Dokumente hingewiesen.

ISO 286-1	siehe DIN EN ISO 2861-1
ISO 1101	siehe DIN EN ISO 1101
ISO 5459	siehe DIN EN ISO 5459
ISO 14405-1	siehe DIN EN ISO 14405-1
ISO 14660-1	siehe DIN EN ISO 14660-1
ISO 14660-2	siehe DIN EN ISO 14660-2
ISO 17450-1	siehe DIN EN ISO 17450-1

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 2692:2007-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Inhalt wurde vollständig überarbeitet.

Literaturhinweise

- [1] DIN EN ISO 286-1, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — ISO-System für Grenzmaße und Passungen — Teil 1: Grundlagen für Toleranzen, Abmaße und Passungen*
- [2] DIN EN ISO 1101, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung — Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf*
- [3] DIN EN ISO 5459, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung — Bezüge und Bezugssysteme*
- [4] DIN EN ISO 14405-1, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Dimensionelle Tolerierung — Teil°1: Längenmaße*
- [5] DIN EN ISO 14660-1, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrieelemente — Teil°1: Grundbegriffe und Definitionen*
- [6] DIN EN ISO 14660-2, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrieelemente — Teil 2: Erfaßte mittlere Linie eines Zylinders und eines Kegels, erfaßte mittlere Fläche, örtliches Maß eines erfaßten Geometrieelementes*
- [7] DIN EN ISO 17450-1, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Grundlagen — Teil 1: Modell für die geometrische Spezifikation und Prüfung*

— Leerseite —

Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Form- und Lagetolerierung — Maximum-Material-Bedingung (MMR), Minimum-Material-Bedingung (LMR) und Reziprozitätsbedingung (ISO/DIS 2692:2012)

Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement géométrique — Exigence du maximum de matière (MMR), exigence du minimum de matière (LMR) et exigence de réciprocité (ISO/DIS 2692:2012)

Geometrical product specifications (GPS) — Geometrical tolerancing — Maximum material requirement (MMR), least material requirement (LMR) and reciprocity requirement (RPR) (ISO/DIS 2692:2012)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.4e - RC2

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Einleitung.....	5
0.1 Allgemeines	5
0.2 Information über die Maximum-Material-Bedingung MMR.....	5
0.3 Information über die Minimum-Material-Bedingung LMR	5
0.4 Information über die Reziprozitätsbedingung RPR	6
0.5 Allgemeine Informationen über Begriffe und Bilder	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Maximum-Material-Bedingung (MMR) und Minimum-Material-Bedingung (LMR)	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Maximum-Material-Bedingung (MMR)	11
4.2.1 Maximum-Material-Bedingung für tolerierte Geometrieelemente	11
4.2.2 Maximum-Material-Bedingung für zugeordnete Bezugselemente	12
4.3 Minimum-Material-Bedingung (LMR)	13
4.3.1 Minimum-Material-Bedingung für tolerierte Geometrieelemente	13
4.3.2 Minimum-Material-Bedingung für zugeordnete Bezugselemente	14
5 Reziprozitätsbedingung RPR	15
5.1 Allgemeines	15
5.2 Reziprozitätsbedingung und Maximum-Material-Bedingung.....	15
5.3 Reziprozitätsbedingung und Minimum-Material-Bedingung	16
Anhang A (informativ) Beispiele der Tolerierung mit $\textcircled{M}$, $\textcircled{L}$ und $\textcircled{R}$	17
Anhang B (informativ) Begriffsdiagramm	41
Anhang C (informativ) Beziehung zum GPS-Matrix-Modell	42
C.1 Allgemeines	42
C.2 Position in dem GPS-Matrix-Modell	42
C.3 Verwandte Internationale Normen	42
Literaturhinweise	43

Bilder

Bild A.1 — Beispiele für die Maximum-Material-Bedingung für zwei äußere zylindrische Geometrieelemente auf Maß- und Positionsanforderungen (Ort) beruhend	19
Bild A.2 — Beispiele für die Maximum-Material-Bedingung für ein zylindrisches Geometrieelement auf Maß- und Formanforderungen (Geradheit) beruhend.....	21
Bild A.3 — Beispiele für die Maximum-Material-Bedingung für ein zylindrisches Geometrieelement auf Maß- und Orientierungsanforderungen (Rechtwinkligkeit) beruhend.....	22
Bild A.4 — Beispiele für die Maximum-Material-Bedingung für ein zylindrisches Geometrieelement auf Maß- und Ortsanforderungen (Position) beruhend	23

Bild A.5 — Beispiele für die Minimum-Material-Bedingung für ein Maßelement mit einem anderen konzentrischen äußeren Maßelement als Bezug	27
Bild A.6 — Beispiele für die Maximum-Material-Bedingung MMR für ein zylindrisches Geometrieelement beruhend auf Maß- und Ortsanforderungen (Koaxialität) mit der Achse eines zylindrischen Maßelements — mit einer Maßanforderung — als Bezug, ebenfalls mit Maximum-Material-Bedingung MMR	29
Bild A.7 — Beispiele für die Maximum-Material-Bedingung MMR für ein zylindrisches Geometrieelement beruhend auf Maß- und Ortsanforderungen (Koaxialität) mit der Achse eines zylindrischen Maßelements — mit einer Maß- und einer Formanforderung — als Bezug, ebenfalls mit Maximum-Material-Bedingung MMR	31
Bild A.8 — Beispiel für die Minimum-Material-Bedingung MMR für zwei konzentrische zylindrische Geometrieelemente (innen und außen) beide mit Maß- und Ortsanforderung (Position) zum selben Bezugssystem A und B	33
Bild A.9 — Beispiel für die Minimum-Material-Bedingung LMR für ein äußeres zylindrisches Geometrieelement mit Maß- und Ortsanforderung (Koaxialität) zum inneren zylindrischen Geometrieelement als Bezug mit Maßanforderung und Minimum-Material-Bedingung LMR.....	35
Bild A.10 — Beispiel für die Maximum-Material-Bedingung MMR für ein Muster von Bohrungen und Stiften, deren Lage zueinander durch theoretisch genaue Maße- und Positionstoleranzen, aber ohne einen Bezug festgelegt sind	37
Bild A.11 — Beispiel für die Maximum-Material-Bedingung MMR für ein Muster von Bohrungen und Stiften, deren Lage zueinander durch theoretisch genaue Maße- und Positionstoleranzen mit einem Bezug festgelegt sind	39
Bild A.12 — Beispiel für die Maximum-Material-Bedingung, angewendet auf einen gemeinsamen Bezug	40
Bild B.1 — Begriffsdiagramm für die Maximum-Material-Bedingung und die Minimum-Material-Bedingung	41
Bild C.1 — Position im GPS-Matrix-Modell	42

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 2692:2012) 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 vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 2692:2006 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 2692:2012 wurde vom CEN als prEN ISO 2692:2012 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

0.1 Allgemeines

Diese Internationale Norm gehört zum Bereich der Geometrischen Produktspezifikation (GPS) und ist als allgemeine GPS-Norm anzusehen (siehe ISO/TR 14638). Sie beeinflusst Kettenglieder 1, 2 und 3 der Normenkette für Maß von linearen Maßelementen und Form, Richtung und Lage von abgeleiteten Geometrieelementen, die auf Maßelementen beruhen.

Weitere Informationen im Zusammenhang dieser Internationalen Norm mit dem GPS-Matrix-Modell siehe Anhang C.

Diese Internationale Norm beinhaltet einige häufig vorkommende Funktionsfälle für Werkstücke in Entwurf und Tolerierung. Die „Fügarkeit“ ist durch die Maximum-Material-Bedingung MMR abgedeckt, die z. B. „Mindest-Wandstärke“ eines Teiles durch die Minimum-Material-Bedingung LMR. Maximum- und Minimum-Material-Bedingung kombinieren zwei unabhängige Toleranzanforderungen in einer gemeinsamen Anforderung, die die beabsichtigte Funktion des Werkstückes genauer simuliert. In einigen Fällen kann zusätzlich zu MMR und LMR auch die Reziprozitätsbedingung RPR angewendet werden.

0.2 Information über die Maximum-Material-Bedingung MMR

Die Fügarkeit von Teilen hängt ab von

- a) dem erfassten Maß (eines oder mehrerer erfasster Maßelemente) und
- b) der Form- und der Lageabweichung der (erfassten) Geometrieelemente und ihrer abgeleiteten Geometrieelemente wie z. B. ein Muster von Bohrungen in zwei Flanschen und die Bolzen, die sie sichern.

Das kleinste Fügspiel ergibt sich dann, wenn jedes der zu paarenden Maßelemente Maximum-Material-Maß hat (z. B. größter Bolzen und kleinste Bohrung), und wenn die Form- und Lageabweichungen (z. B. die Form-, Richtungs- und Ortsabweichungen) der Maßelemente und ihrer abgeleiteten Geometrieelemente (mittlere Linie oder mittlere Fläche) ebenfalls ihren größten Wert haben. Das Fügspiel vergrößert sich zu einem Maximum, wenn die erfassten Maße der gefügten Maßelemente am weitesten von ihren Maximum-Material-Maßen entfernt sind (z. B. kleinster Bolzen und größte Bohrung), und wenn die Form- und Lageabweichungen (z. B. die Form-, Richtungs- und Ortsabweichungen) des Maßelementes und ihrer abgeleiteten Geometrieelemente Null sind.

Daraus folgt, dass, wenn die erfassten Maße eines zu paarenden Teiles ihr Maximum-Material-Maß nicht erreichen, die eingetragene Form- oder Lagetoleranz des Maßelementes und ihrer abgeleiteten Geometrieelemente entsprechend vergrößert werden darf, ohne das Fügen des Teiles mit dem Gegenstück zu gefährden.

Diese Regel wird „Maximum-Material-Bedingung“ genannt. Sie wird in Zeichnungen durch das Symbol  eingetragen.

0.3 Information über die Minimum-Material-Bedingung LMR

Die Minimum-Material-Bedingung ist von Bedeutung zum Überwachen der z. B. geringsten Wanddicke zum Vermeiden von Werkstoffausbrüchen (wegen des Drucks in einem Rohr), der größten Breite einer Reihe von Nuten usw. Das wird in Zeichnungen durch das Symbol  eingetragen. Die Minimum-Material-Bedingung kann auch charakterisiert werden als gemeinsame Anforderung (Sammelanforderung) an das Maß eines Maßelementes, an die Form- und Lageabweichungen des Maßelementes (Formabweichungen) und an den Ort seines abgeleiteten Geometrieelementes.

0.4 Information über die Reziprozitätsbedingung RPR

Die Reziprozitätsbedingung RPR ist eine zusätzliche Anforderung, die mit der Maximum-Material-Bedingung MMR oder der Minimum-Material-Bedingung LMR genutzt werden kann in Fällen, in denen es zulässig ist — unter Berücksichtigung der Funktion der tolerierten Geometrieelemente —, die Maßtoleranz zu vergrößern, wenn die Form- oder Lageabweichung des Werkstückes nicht den wirksamen Maximum-Material-Zustand oder den wirksamen Minimum-Material-Zustand vollständig ausnutzt.

Die Reziprozitätsbedingung wird in Zeichnungen durch das Symbol ® eingetragen.

0.5 Allgemeine Informationen über Begriffe und Bilder

Die Begriffe und Konzepte der Tolerierung in dieser Internationalen Norm wurden überarbeitet, um mit den Begriffen der GPS-Normen wie ISO 286-1, ISO 14405, ISO 14660-1:1999, ISO 14660-2:1999 und ISO/TS 17450-1:2011 übereinzustimmen.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm definiert die Maximum-Material-Bedingung, die Minimum-Material-Bedingung und die Reziprozitätsbedingung und legt ihre Anwendungen fest.

Diese Anforderungen dienen zur Steuerung bestimmter Funktionen von Werkstücken, bei denen eine Abhängigkeit von Maß und Geometrie vorhanden ist, z. B. zur Erfüllung der Funktionen zusammengebaute Teile (für die Maximum-Material-Bedingung) und zur Erfüllung der Funktion Mindest-Wandstärke (für Minimum-Material-Bedingung). Die Maximum-Material-Bedingung und die Minimum-Material-Bedingung werden jedoch auch zur Erfüllung anderer funktionaler Anforderungen genutzt.

Wegen dieser gegenseitigen Abhängigkeit wird darauf hingewiesen, dass die Maximum-Material-Bedingung, die Minimum-Material-Bedingung und die Reziprozitätsbedingung das in ISO 8015 definierte Unabhängigkeitsprinzip aufheben.

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 286-1:2010, *ISO system of limits and fits — Part 1: Bases of tolerances, deviations and fits*

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

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

ISO 14405-1, *Geometrical product specifications (GPS) — Dimensional tolerancing — Linear sizes*

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

ISO 14660-2:1999, *Geometrical product specifications (GPS) — Geometrical features — Part 2: Extracted median line of a cylinder and a cone, extracted median surface, local size of an extracted feature*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 286-1, ISO 14405-1, ISO 14660-1:1999, ISO 14660-2:1999, ISO 17450-1:2011 und die folgenden Begriffe.

3.1

Maßelement

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

[QUELLE: ISO 14660-1:1999, 2.2]

3.2

abgeleitetes Geometrieelement

Mittelpunkt, mittlere Linie oder mittlere Fläche, der/die von einem oder mehreren vollständigen Geometrieelementen abgeleitet ist

[QUELLE: ISO 14660-1:1999, 2.3.1]

3.3

vollständiges Geometrieelement

Fläche oder Linie auf einer Oberfläche

ANMERKUNG Ein vollständiges Geometrieelement ist intrinsisch definiert.

[QUELLE: ISO 14660-1:1999, 2.1.1]

3.4

Maximum-Material-Zustand

MMC

Zustand des erfassten Geometrieelementes, in dem das Maßelement überall an dem Grenzmaß liegt, bei dem das Material des Geometrieelementes sein Maximum hat, z. B. Minstdurchmesser einer Bohrung und Höchstdurchmesser eines Bolzens

ANMERKUNG 1 Die Benennung Maximum-Material-Zustand MMC wird in dieser Internationalen Norm benutzt, um auf der Ebene der idealen oder Nenn-Geometrieelemente (siehe ISO/TS 17450-1 bzw. ISO 14660-1) die Grenze der Anforderung in Bezug auf das Material anzugeben.

ANMERKUNG 2 Das Maß des erfassten Geometrieelementes am Maximum-Material-Zustand MMC kann festgelegt sein durch den Regelfall bei nicht vorhandener Angabe oder verschiedene spezielle Definitionen des Maßes des erfassten Geometrieelementes (siehe ISO 14405-1 und ISO 14660-2).

ANMERKUNG 3 Der in dieser Internationalen Norm definierte Maximum-Material-Zustand MMC, kann ohne Mehrdeutigkeit für jede Definition des Maßes eines erfassten Geometrieelementes benutzt werden.

3.5

Maximum-Material-Maß

MMS

l_{MMS}

Maß, das den Maximum-Material-Zustand eines Geometrieelementes definiert

Siehe Anhang A.

ANMERKUNG 1 Das Maximum-Material-Maß MMS kann festgelegt sein durch den Regelfall bei nicht vorhandener Angabe oder durch eine von verschiedenen speziellen Definitionen des Maßes des erfassten Geometrieelementes (siehe ISO 14405-1 und ISO 14660-2).

ANMERKUNG 2 In dieser Internationalen Norm wird Maximum-Material-Maß MMS als Wert benutzt, daher ist keine spezielle Definition des erfassten Maßes für den eindeutigen Gebrauch des Maximum-Material-Maßes nötig.

3.6

Minimum-Material-Zustand

LMC

Zustand des erfassten Geometrieelementes, wobei das Maßelement überall an dem Grenzmaß liegt, bei dem das Material des Formelementes sein Minimum hat, z. B. Höchstdurchmesser einer Bohrung und Minstdurchmesser einer Welle

ANMERKUNG 1 Die Benennung Minimum-Material-Zustand LMC wird in dieser Internationalen Norm benutzt, um auf der Ebene der idealen oder Nenn-Geometrieelemente (siehe ISO/TS 17450-1 bzw. ISO 14660-1) die Grenze der Anforderung in Bezug auf das Material anzugeben.

ANMERKUNG 2 Das Maß des erfassten Geometrieelementes am Minimum-Material-Zustand LMC kann festgelegt sein durch den Regelfall bei nicht vorhandener Angabe oder verschiedene spezielle Definitionen des Maßes des erfassten Geometrieelementes (siehe ISO 14405-1 und ISO 14660-2).

ANMERKUNG 3 Der in dieser Internationalen Norm definierte Minimum-Material-Zustand LMC, kann ohne Mehrdeutigkeit für jede Definition des Maßes eines erfassten Geometrieelementes benutzt werden.

3.7

Minimum-Material-Maß

LMS

I_{LMS}

Maß, das den Minimum-Material-Zustand eines Formelementes definiert

Siehe Anhang A.

ANMERKUNG 1 Das Minimum-Material-Maß LMS kann festgelegt sein durch den Regelfall bei nicht vorhandener Angabe oder eine von verschiedenen speziellen Definitionen des Maßes des erfassten Geometrieelementes (siehe ISO 14405-1 und ISO 14660-2).

ANMERKUNG 2 In dieser Internationalen Norm wird Minimum-Material-Maß LMS als Wert benutzt, daher ist keine spezielle Definition des erfassten Maßes für den eindeutigen Gebrauch des Minimum-Material-Maßes nötig.

3.8

wirksames Maximum-Material-Maß

MMVS

I_{MMVS}

Maß, das sich aus der gemeinsamen Wirkung von Maximum-Material-Maß MMS und Form- oder Lagetoleranz (Form, Richtung oder Ort) des abgeleiteten Geometrieelementes desselben Maßelementes ergibt

ANMERKUNG 1 Das wirksame Maximum-Material-Maß MMVS ist eine maßliche Kenngröße, die als Wert für den wirksamen Maximum-Material-Zustand benutzt wird.

ANMERKUNG 2 Für äußere Geometrieelemente ist das wirksame Maximum-Material-Maß die Summe aus dem Maximum-Material-Maß plus Form- oder Lagetoleranz, für innere Geometrieelemente dagegen die Differenz aus dem Maximum-Material-Maß minus Form- oder Lagetoleranz.

ANMERKUNG 3 Die MMVS für äußere Maßelemente $I_{MMVS,e}$ ist gegeben durch die Gleichung (1):

$$I_{MMVS,e} = I_{MMS} + \delta \quad (1)$$

und die MMVS für innere Maßelemente $I_{MMVS,i}$ ist gegeben durch die Gleichung (2):

$$I_{MMVS,i} = I_{MMS} - \delta \quad (2)$$

wobei

I_{MMS} das Maximum-Material-Maß ist,

δ die geometrische Toleranz ist.

3.9

wirksamer Maximum-Material-Zustand

MMVC

Zustand des dem wirksamen Maximum-Material-Maß MMVS zugeordneten Geometrieelementes

Siehe Anhang A.

ANMERKUNG 1 Der wirksame Maximum-Material-Zustand MMVC ist ein Zustand idealer Form des Geometrieelementes.

ANMERKUNG 2 Der wirksame Maximum-Material-Zustand enthält eine Richtungsbedingung (nach ISO 1101 und ISO 5459) für das zugeordnete Geometrieelement, wenn die Lagetoleranz eine Richtungstoleranz ist (siehe Bild A.3). Der wirksame Maximum-Material-Zustand enthält eine Ortsbedingung (nach ISO 1101 und ISO 5459) für das zugeordnete Geometrieelement, wenn die Lagetoleranz eine Ortstoleranz ist (siehe Bild A.4).

3.10

wirksames Minimum-Material-Maß

LMVS

I_{LMVS}

Maß, das sich aus der gemeinsamen Wirkung von Minimum-Material-Maß LMS und Form- oder Lagetoleranz (Form, Richtung oder Ort) des abgeleiteten Geometrieelementes desselben Maßelementes ergibt

ANMERKUNG 1 Das wirksame Maximum-Material-Maß MMVS ist eine maßliche Kenngröße, die als Wert für den wirksamen Maximum-Material-Zustand benutzt wird.

ANMERKUNG 2 Für äußere Geometrieelemente ist das wirksame Minimum-Material-Maß die Differenz aus dem Minimum-Material-Maß minus Form- oder Lagetoleranz, für innere Geometrieelemente dagegen die Summe aus dem Minimum-Material-Maß plus Form- oder Lagetoleranz.

ANMERKUNG 3 Die LMVS für äußere Maßelemente $I_{MMVS,e}$ ist gegeben durch die Gleichung (3):

$$I_{MMVS,i} = I_{MMS}^{-\delta} \quad (3)$$

und die MMVS für innere Maßelemente $I_{MMVS,i}$ ist gegeben durch die Gleichung (4):

$$I_{MMVS,i} = I_{MMS}^{+\delta} \quad (4)$$

wobei

I_{LMS} das Minimum-Material-Maß ist,

δ die geometrische Toleranz ist.

3.11

wirksamer Minimum-Material-Zustand

LMVC

Zustand des dem wirksamen Minimum-Material-Maß LMVS zugeordneten Geometrieelementes

Siehe Bilder A.5, A.8 und A.9.

ANMERKUNG 1 Der wirksame Minimum-Material-Zustand LMVC ist ein Zustand idealer Form des Geometrieelementes.

ANMERKUNG 2 Der wirksame Minimum-Material-Zustand enthält eine Ortsbedingung (nach ISO 1101 und ISO 5459) für das zugeordnete Geometrieelement, wenn die Lagetoleranz eine Ortstoleranz ist (siehe Bild A.5).

3.12

Maximum-Material-Bedingung

MMR

Anforderung an ein Maßelement, die ein Geometrieelement desselben Typs und geometrisch idealer Form definiert, mit einem Wert des innewohnenden Merkmals (Maß) gleich dem wirksamen Maximum-Material-Maß, das das nicht ideale Geometrieelement von außerhalb des Materials her eingrenzt

ANMERKUNG 1 Die Maximum-Material-Bedingung MMR wird benutzt, um die Zusammenbaubarkeit eines Werkstückes sicherzustellen.

ANMERKUNG 2 Siehe auch 4.2.

3.13

Minimum-Material-Bedingung

LMR

Anforderung an ein Maßelement, die ein Geometrieelement desselben Typs und geometrisch idealer Form definiert, mit einem Wert des innewohnenden Merkmals (Maß) gleich dem wirksamen Minimum-Material-Maß, das das nicht ideale Geometrieelement auf der Innenseite des Materials eingrenzt

ANMERKUNG 1 Minimum-Material-Bedingungen werden paarweise benutzt, z. B. um die Mindest-Wandstärke zwischen zwei symmetrischen oder coaxial gelegenen, gleichartigen Maßelementen sicherzustellen.

ANMERKUNG 2 Siehe auch 4.3.

3.14

Reziprozitätsbedingung

RPR

Anforderung an ein Maßelement, die zusätzlich zur Maximum-Material-Bedingung oder Minimum-Material-Bedingung genutzt wird, um anzugeben, dass die Maßtoleranz um die Differenz zwischen der Form- oder Lagetoleranz und der wirklichen Form- oder Lageabweichung erweitert wird

4 Maximum-Material-Bedingung (MMR) und Minimum-Material-Bedingung (LMR)

4.1 Allgemeines

Die Maximum-Material-Bedingung und die Minimum-Material-Bedingung berücksichtigen die wechselseitige Beziehung zwischen dem Maß und der betreffenden Form- oder Lagetoleranz von in Beziehung stehenden Geometrieelementen. Diese Anforderungen können ausschließlich zur Verbindung von Anforderungen an das Maß eines Maßelementes und der Form- oder Lagetoleranz des abgeleiteten Geometrieelementes des Maßelementes angewendet werden.

ANMERKUNG 1 In dieser Ausgabe von ISO 2692 werden nur Maßelemente vom Typ Zylinder und zwei gegenüberliegende parallele Flächen betrachtet. Daher sind die einzig möglichen abgeleiteten Geometrieelemente mittlere Linien und mittlere Flächen.

Wenn die Maximum-Material-Bedingung oder Minimum-Material-Bedingung angegeben sind, werden die zwei unabhängigen Anforderungen (Maßtoleranz sowie Form- oder Lagetoleranz) in eine gemeinsame überführt. Die gemeinsame Anforderung betrifft nur vollständige Geometrieelemente, die in dieser Norm auf Oberflächen der Maßelemente bezogen sind.

ANMERKUNG 2 In der Vergangenheit wurde die Maximum-Material-Bedingung, MMR, Maximum-Material-Prinzip, MMP genannt.

Wenn am tolerierten Geometrieelement keine Symbole (Ⓜ, Ⓛ, Ⓡ) angegeben werden, gelten die Definitionen des erfassten Maßes in ISO 14405 und ISO 14660-2.

Wenn am Bezug keine Symbole (Ⓛ, Ⓜ) angegeben werden, gilt ISO 5459. Das Symbol Ⓡ gilt nicht für Bezüge.

4.2 Maximum-Material-Bedingung (MMR)

4.2.1 Maximum-Material-Bedingung für tolerierte Geometrieelemente

Die Maximum-Material-Bedingung für tolerierte Geometrieelemente ergibt vier unabhängige Anforderungen:

- a) eine für den Höchstwert des örtlichen Maßes [siehe die Regeln A 1) und A 2)],
- b) eine für den Mindestwert des örtlichen Maßes [siehe die Regeln B 1) und B 2)],
- c) eine für die Nicht-Verletzung des wirksamen Maximum-Material-Zustands MMVC (siehe Regel C),