

Technische Zeichnungen
Form- und Lagetolerierung
 Maximum-Material-Prinzip
 Identisch mit ISO 2692 : 1988

DIN
ISO 2692

Technical drawings; Geometrical tolerancing, Maximum material principle; Identical with ISO 2692 : 1988
 Dessins techniques; Tolérancement géométrique, Principe du maximum de matière; Identique à ISO 2692 : 1988

Die Internationale Norm ISO 2692, 1. Ausgabe, 1988-12-15, „Technical drawings; Geometrical tolerancing, Maximum material principle“, ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen worden.

Maße in mm

Nationales Vorwort

Diese Norm wurde im ISO/TC 10/SC 5 - Bemaßung und Tolerierung in Zeichnungen - unter wesentlicher Beteiligung deutscher Fachleute ausgearbeitet.

Der Arbeitsausschuß Toleranzen und Passungen (NLG 1) im NLG hat beschlossen, die ISO-Norm als DIN-ISO-Norm herauszugeben, um damit zu verdeutlichen, daß diese internationale Verständigungsnorm unverändert ins Deutsche Normenwerk übernommen wurde.

Zusammenhang der im Abschnitt 2 genannten ISO-Normen mit DIN-Normen:

ISO-Normen	DIN-Normen
ISO 1101	DIN ISO 1101
ISO 5458	DIN ISO 5458
ISO 5459	DIN ISO 5459
ISO/TR 5460	Beuth-Kommentar „Prüfverfahren für Form- und Lageabweichungen“
ISO 7083	DIN ISO 7083
ISO 8015	DIN ISO 8015

Fortsetzung Seite 2 bis 23

Normenausschuß Länge und Gestalt (NLG) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
 Normenausschuß Zeichnungswesen (NZ) im DIN



Documents

Document Sharing Hub

Deutsche Übersetzung

Technische Zeichnungen Form- und Lagetolerierung Maximum-Material-Prinzip

Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist die weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitglieds Körperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitglieds Körperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein Technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale (staatliche und nichtstaatliche) Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt. Die ISO arbeitet eng mit der Elektrotechnischen Kommission (IEC) auf allen Gebieten elektrotechnischer Normung zusammen.

Die von den Technischen Komitees verabschiedeten Entwürfe zu Internationalen Normen werden den Mitglieds Körperschaften zunächst zur Annahme vorgelegt, bevor sie vom Rat der ISO als Internationale Norm bestätigt werden. Sie werden nach den Verfahrensregeln der ISO angenommen, wenn mindestens 75 % der abstimmenden Mitglieds Körperschaften zugestimmt haben.

Die Internationale Norm ISO 2692 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 10 „Technische Zeichnungen“ erarbeitet.

Diese erste Ausgabe von ISO 2692 ist eine technische Überarbeitung von ISO 1101-2:1974, die dadurch ersetzt und ungültig wird.

Die Anwender werden darauf hingewiesen, daß alle Internationale Normen von Zeit zu Zeit überarbeitet werden. Ein in dieser Norm enthaltener Hinweis auf eine andere Internationale Norm bezieht sich, sofern nichts anderes angegeben ist, auf die neueste Ausgabe der zitierten Normen.

Inhalt

	Seite
0 Einführung	2
1 Anwendungsbereich und Zweck	3
2 Verweisungen auf andere Normen	3
3 Begriffe	3
4 Maximum-Material-Prinzip	3
5 Anwendungsbeispiele für das Maximum-Material-Prinzip	4
6 Anwendungsbeispiele, bei denen (M) für (ein) tolerierte(s) Formelement(e) gilt ...	10
7 Form- und Lagetoleranz mit dem Toleranzwert Null	16
8 Anwendungsbeispiele, bei denen (M) für (ein) tolerierte(s) Formelement(e) und für das Bezugselement gilt	19

0 Einführung

0.1 Das Fügen von Werkstücken hängt von der Beziehung zwischen Istgestalt und der tatsächlichen Form- und Lageabweichung der zu fügenden Formelemente ab, so wie Bolzenlöcher in zwei Flanschen und Bolzen zum Befestigen.

Das kleinste Fügspiel ergibt sich dann, wenn jedes der zu paarenden Formelemente Maximum-Material-Maß hat (z.B. größter Bolzen und kleinste Bohrung) und wenn die Form- und Lageabweichungen (z.B. die Positionsabweichung) ebenfalls ihren größten Wert haben.

Das größte Fügspiel ergibt sich dann, wenn die Istgestalten der zu fügenden Formelemente von ihren Maximum-Material-Maßen am weitesten entfernt sind (z.B. kleinste Welle und größte Bohrung) und wenn die Form- und Lageabweichungen (z.B. Positionsabweichungen) Null sind.

Daraus folgt, daß – wenn die Istgestalt eines zu paarenden Teiles ihr Maximum-Material-Maß nicht erreicht – die eingetragene Form- oder Lagetoleranz entsprechend vergrößert werden darf, ohne das Fügen des Teiles mit dem Gegenstück zu gefährden.

Diese Regel wird „Maximum-Material-Prinzip“ genannt und in Zeichnungen mit (M) eingetragen.

Die Bilder in dieser Norm sollen nur dazu beitragen, dem Anwender das Maximum-Material-Prinzip zu veranschaulichen. In einigen Beispielen werden in den Bildern zusätzliche Details hervorgehoben, andere Bilder sind absichtlich unvollständig. Zahlenwerte für Maße und Toleranzen dienen nur zur Veranschaulichung.

Der Einfachheit halber sind nur Beispiele mit zylindrischen und ebenen Formelementen gewählt worden.

0.2 Aus Gründen der Einheitlichkeit sind alle Bilder in dieser Norm in der Projektionsmethode 1 dargestellt worden.

Die Projektionsmethode 3 hätte ebenfalls verwendet werden können, ohne die festgelegten Grundsätze zu beeinträchtigen.

Die Darstellung (Verhältnisse und Maße) der Symbole für die Form- und Lagetolerierung ist in ISO 7083 festgelegt.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Internationale Norm beschreibt das Maximum-Material-Prinzip und seine Anwendung.

Die Anwendung des Maximum-Material-Prinzips erleichtert die Fertigung, ohne daß dadurch die Austauschbarkeit der Teile bezüglich einer wechselseitigen Abhängigkeit von Maß, Form und Lage eingeschränkt wird.

Anmerkung: Die Hüllbedingung für ein einzelnes Formelement (siehe Abschnitt 5.2.2) kann durch das Symbol $\textcircled{E}$ (siehe ISO 8015) eingetragen werden; es kann auch auf eine geeignete nationale Norm, die diese Bedingung enthält, Bezug genommen werden.

Nationale Anmerkung: Diese nationale Norm ist DIN 7167.

2 Verweisungen auf andere Normen

ISO 1101	Technische Zeichnungen; Form- und Lage-tolerierung, Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf; Allgemeines, Begriffe, Symbole, Zeichnungseintragungen
ISO 5458	Technische Zeichnungen; Form- und Lage-tolerierung, Positionstolerierung
ISO 5459	Technische Zeichnungen; Form- und Lage-tolerierung, Bezüge und Bezugssysteme für Form- und Lagetoleranzen
ISO/TR 5460	Technische Zeichnungen; Form- und Lage-toleranzen; Meßmethoden, Regeln
ISO 7083	Technische Zeichnungen; Symbole für geometrische Toleranzen, Verhältnisse und Maße
ISO 8015	Technische Zeichnungen; Tolerierungs-grundsatz

Nationale Anmerkung:

DIN 7167 Zusammenhang zwischen Maß-, Form- und Parallelitätstoleranzen; Hüllbedingung ohne Zeichnungseintragung

3 Begriffe

3.1 Örtliches Istmaß

Jeder beliebige einzelne Abstand in einem beliebigen Querschnitt eines Formelementes, d.h. jedes beliebige Maß zwischen zwei beliebigen gegenüberliegenden Punkten (Beispiele siehe Bilder 1, 12b) und 13b)).

3.2 Paarungsmaß

3.2.1 Paarungsmaß für ein äußeres Formelement

Maß des kleinsten geometrisch idealen Formelementes, das um das Formelement so umschrieben werden kann, daß es die Oberfläche an den höchsten Punkten gerade noch berührt.

Anmerkung: Z.B. das Maß des kleinsten Zylinders geometrisch idealer Form oder der kleinste Abstand zweier paralleler Ebenen geometrisch idealer Form, die den (die) höchsten Punkt(e) der Istfläche(n) gerade noch berühren (siehe Bild 1).

3.2.2 Paarungsmaß für ein inneres Formelement

Maß des größten geometrisch idealen Formelementes, das in das Formelement so einbeschrieben werden kann, daß es die Oberfläche an den höchsten Punkten gerade noch berührt.

Anmerkung: Z.B. das Maß des größten Zylinders geometrisch idealer Form oder der größte Abstand

zweier paralleler Ebenen geometrisch idealer Form, die den (die) höchsten Punkt(e) der Istfläche(n) gerade noch berühren.

3.3 Maximum-Material-Zustand (MMC)

Zustand des Formelementes, in dem es überall an dem Grenzmaß liegt, bei dem das Material des Formelementes sein Maximum hat, z.B. Durchmesser der kleinsten Bohrung oder der größten Welle (siehe Bild 1).

Anmerkung: Die Achse des Formelementes muß nicht gerade sein.

3.4 Maximum-Material-Maß (MMS)

Maß, das den Maximum-Material-Zustand eines Formelementes beschreibt (siehe Bild 1).

3.5 Minimum-Material-Zustand (LMC)

Zustand des Formelementes, in dem es überall an dem Grenzmaß liegt, bei dem das Material des Formelementes sein Minimum hat, z.B. Durchmesser der größten Bohrung oder der kleinsten Welle.

3.6 Minimum-Material-Maß (LMS)

Maß, das den Minimum-Material-Zustand eines Formelementes beschreibt (siehe Bild 1).

3.7 Wirksamer Zustand

Der wirksame Zustand ist die begrenzende Umhüllung geometrisch idealer Form, die sich aus den Zeichnungsangaben für das Formelement ergibt. Dies wird durch die gemeinsame Wirkung von Maximum-Material-Maß und Form- und Lagetoleranzen bewirkt.

Wird das Maximum-Material-Prinzip angewendet, dann werden bei der Festlegung des wirksamen Zustandes nur die mit dem Symbol $\textcircled{M}$ gekennzeichneten Form- und Lagetoleranzen berücksichtigt (siehe Bild 1).

Anmerkung: Der wirksame Zustand wird durch das Konstruktionsmaß der Funktionslehre verkörpert.

3.8 Wirksames Maß

Maß, das den wirksamen Zustand eines Formelementes beschreibt.

4 Maximum-Material-Prinzip

4.1 Allgemeines

Ein Tolerierungsgrundsatz, der fordert, daß der wirksame Zustand für das (die) tolerierte(n) Formelement(e) und, falls eingetragen, der Maximum-Material-Zustand der geometrisch idealen Form für das (die) Bezugselement(e) nicht durchbrochen werden darf.

Dieses Prinzip gilt für Achsen oder Mittelebenen und berücksichtigt die wechselseitige Beziehung zwischen Maßtoleranz und betreffender Form- und Lagetoleranz. Die Anwendung dieses Prinzips wird durch das Symbol $\textcircled{M}$ angezeigt.

4.2 Maximum-Material-Prinzip für (das) tolerierte Formelement(e)

Wird das Maximum-Material-Prinzip für (ein) tolerierte(s) Formelement(e) angewendet, dann erlaubt es eine Vergrößerung der festgelegten Form- und Lagetoleranz, wenn das tolerierte Formelement von seinem Maximum-Material-Zustand abweicht und das Teil den wirksamen Zustand nicht durchbricht.

4.3 Maximum-Material-Prinzip für (das) Bezugselement(e)

In diesem Fall erlaubt die Abweichung vom Maximum-Material-Maß des Bezugselementes ein Verschieben der Bezugsachse oder Mittelebene. Der Betrag der Verschiebung ist gleich der Abweichung des Paarungsmaßes des Bezugselementes von seinem Maximum-Material-Maß (siehe Bilder 27 b) und 27 c)).

Anmerkung: Die Abweichung des Bezugselementes von seinem Maximum-Material-Maß vergrößert nicht die Toleranz der tolerierten Formelemente zueinander.

Nationale Anmerkung: Die folgenden Abschnitte enthalten Beispiele, die das Maximum-Material-Prinzip erläutern.

5 Anwendungsbeispiele für das Maximum-Material-Prinzip

In allen Fällen hat der Konstrukteur zu entscheiden, ob die Anwendung des Maximum-Material-Prinzips für die betreffenden Toleranzen zulässig ist.

Anmerkung: Das Maximum-Material-Prinzip sollte nicht für kinematische Ketten, Getriebezentren, Gewinde-

löcher, Löcher bei Übermaßpassungen usw. angewendet werden, bei denen die Funktion durch eine Vergrößerung der Toleranz gefährdet werden kann.

5.1 Positionstoleranz für eine Gruppe von Löchern

Das Maximum-Material-Prinzip wird meistens für Positionstoleranzen angewendet, und daher wurde für die Darstellungen in diesem Abschnitt die Positionstolerierung verwendet.

Anmerkung: Bei den Berechnungen des wirksamen Maßes wird davon ausgegangen, daß die Stifte und Löcher Maximum-Material-Maß und geometrisch ideale Form haben.

5.1.1 Die Zeichnungseintragung der Positionstoleranz für eine Gruppe von 4 Löchern ist in Bild 2 dargestellt.

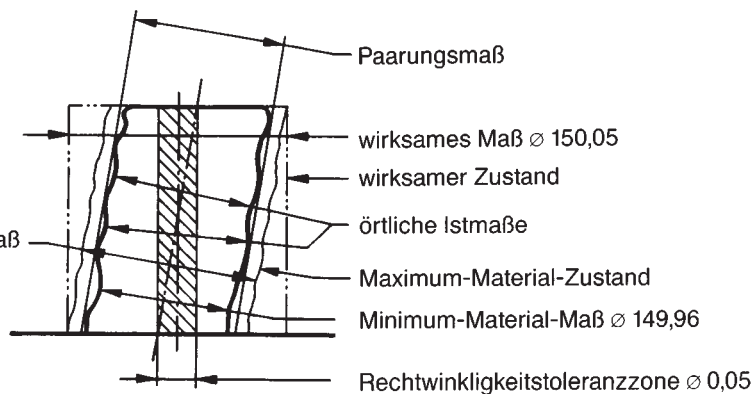
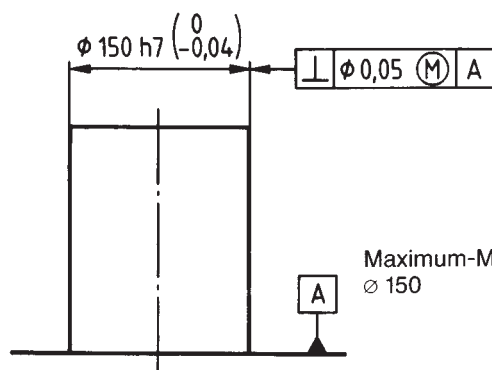
Bild 4 zeigt die Zeichnungseintragung für eine Gruppe von 4 feststehenden Stiften, die in die Gruppe der Löcher passen.

Das Mindestmaß für die Löcher ist $\varnothing 8,1$; dies ist das Maximum-Material-Maß.

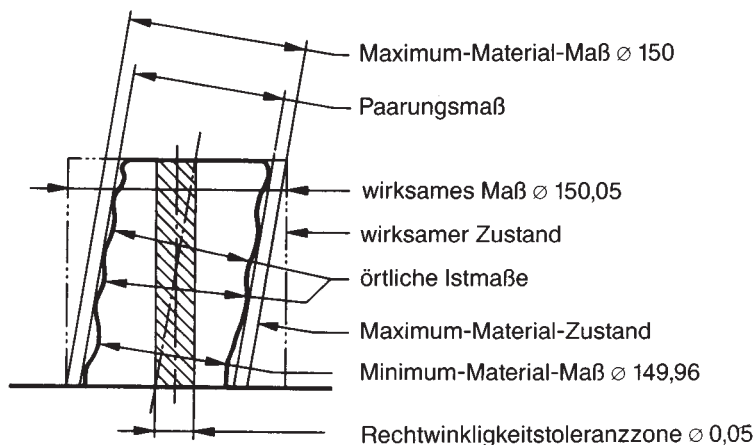
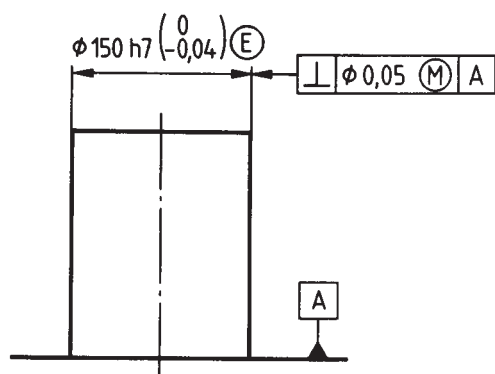
Das Höchstmaß für die Stifte ist $\varnothing 7,9$; dies ist das Maximum-Material-Maß.

Zeichnungseintragung

Erklärung



a) Bemaßung, wobei die Hüllbedingung (E) für den einzelnen Zylinder nicht vorgeschrieben ist



b) Bemaßung, wobei die Hüllbedingung (E) für den einzelnen Zylinder vorgeschrieben ist

Bild 1.

5.1.2 Die Differenz zwischen dem Maximum-Material-Maß der Löcher und der Stifte beträgt $8,1$ minus $7,9 = 0,2$. Die Summe der Positionstoleranzen für die Löcher und Stifte darf diese Differenz ($0,2$) nicht überschreiten. In diesem Beispiel ist die Toleranz gleichmäßig zwischen Löchern und Stiften verteilt, d. h., die Positionstoleranz für die Löcher beträgt $\varnothing 0,1$ (siehe Bild 2), und die Positionstoleranz für die Stifte beträgt ebenfalls $\varnothing 0,1$ (siehe Bild 4).

Die Toleranzzonen von $\varnothing 0,1$ liegen an ihrem theoretisch genauen Ort (siehe Bilder 3 und 5).
Abhängig vom Istmaß jedes Formelementes kann die Vergrößerung der Positionstoleranz für jedes Formelement verschieden sein.

Zeichnungseintragung

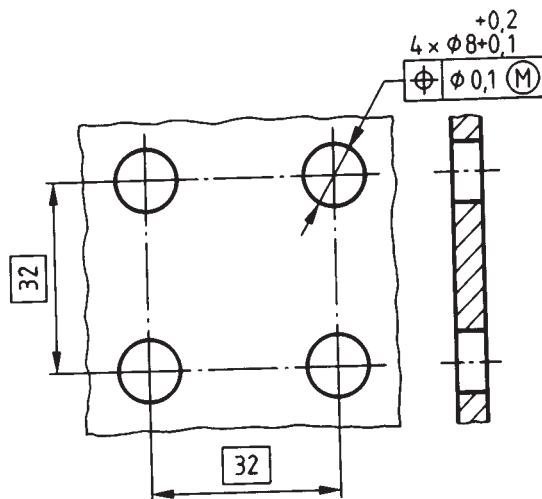


Bild 2.

Erklärung

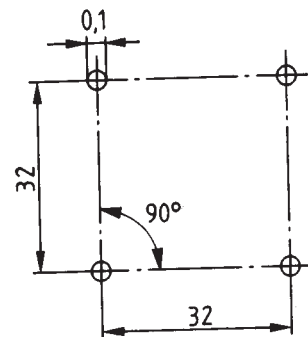


Bild 3.

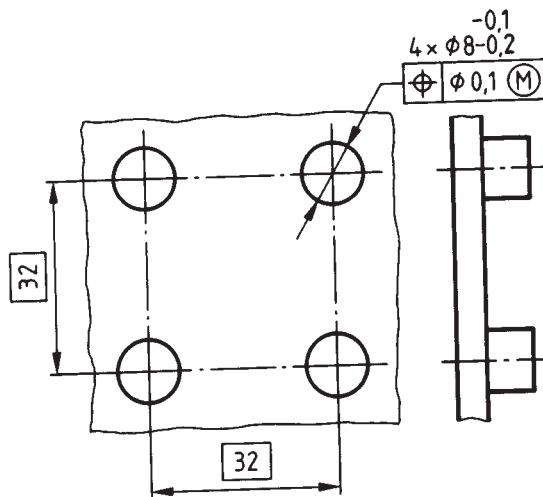


Bild 4.

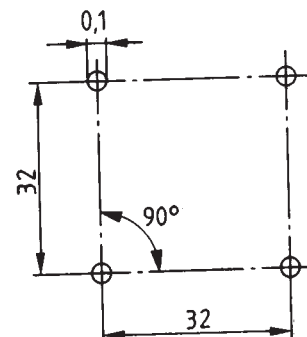


Bild 5.

5.1.3 Bild 6 zeigt 4 Zylindermantelflächen für jedes der 4 Löcher, alle mit Maximum-Material-Maßen und geometrisch idealer Form. Ihre Achsen haben innerhalb der Toleranzzone extreme Lagen.

Bild 8 stellt die entsprechenden Stifte mit Maximum-Material-Maß dar. Aus den Bildern 6 bis 9 ist ersichtlich, daß ein Fügen der Teile auch noch unter ungünstigen Bedingungen möglich ist.

5.1.3.1 In Bild 7 ist eines der Löcher aus Bild 6 in vergrößertem Maßstab dargestellt. Die Toleranzzone für die Achse beträgt $\varnothing 0,1$. Das Maximum-Material-Maß des Loches ist 8,1. Alle Kreise vom $\varnothing 8,1$, deren Achsen innerhalb der Toleranzzone von $\varnothing 0,1$ extreme Lage haben, bilden einen einbeschriebenen Hüllkreis von $\varnothing 8$. Dieser einbeschriebene Hüllkreis von $\varnothing 8$ ist in seiner theoretisch genauen Lage und bildet die funktionelle Hülle für die Oberfläche des Loches.

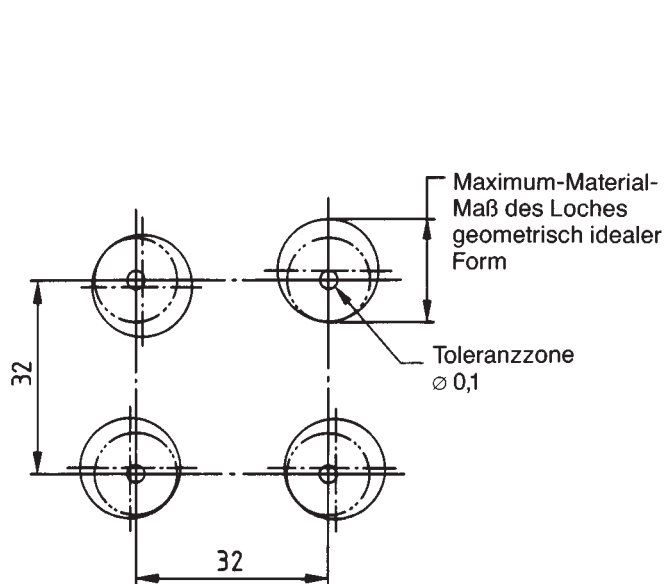


Bild 6.

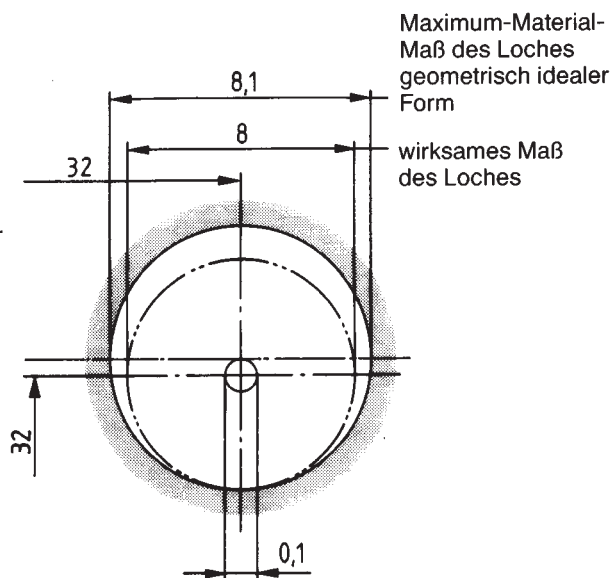


Bild 7.

5.1.3.2 Einer der Stifte aus Bild 8 ist in einem größeren Maßstab in Bild 9 dargestellt. Die Toleranzzone für die Achse beträgt $\varnothing 0,1$. Das Maximum-Material-Maß des Stiftes ist 7,9. Alle Kreise vom $\varnothing 7,9$, deren Achsen innerhalb der Toleranzzone von $\varnothing 0,1$ extreme Lagen haben, bilden einen umschriebenen Hüllkreis vom $\varnothing 8$; dieses ist der wirksame Zustand des Stiftes.

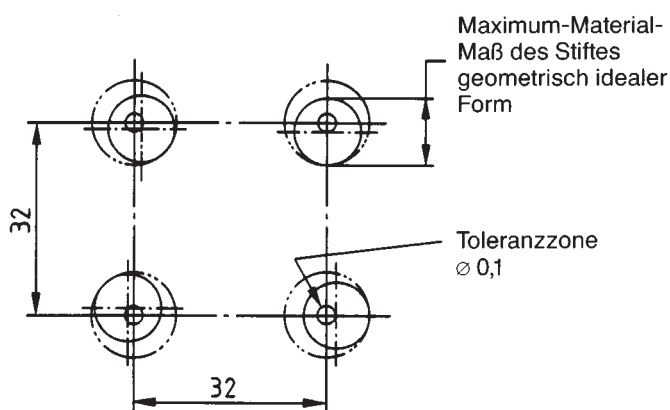


Bild 8.

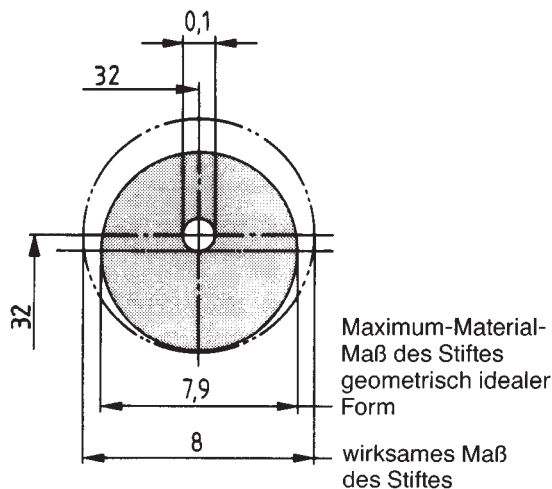


Bild 9.

5.1.4 Wenn das Maß des Loches größer ist als sein Maximum-Material-Maß und/oder wenn das Maß des Stiftes kleiner ist als sein Maximum-Material-Maß, dann entsteht zwischen Stift und Loch ein größeres Spiel, das zur Vergrößerung der Positionstoleranzen für den Stift und/oder das Loch ausgenutzt werden kann. Abhängig vom Istmaß jedes Formelementes kann die Vergrößerung der Positionstoleranz für jedes Formelement verschieden sein.

Der Extremfall tritt auf, wenn das Loch Minimum-Material-Maß hat, d. h. $\varnothing 8,2$. Bild 10 zeigt, daß der Mittelpunkt des Loches irgendwo innerhalb einer Toleranzzone von $\varnothing 0,2$ liegen kann, ohne daß die Oberfläche des Loches den Zylinder mit wirksamem Maß durchbricht.

Bild 11 zeigt eine ähnliche Situation bezüglich der Stifte. Wenn der Stift Minimum-Material-Maß hat, d. h. $\varnothing 7,8$, so ist der Durchmesser der Toleranzzone für die Lage $0,2$.

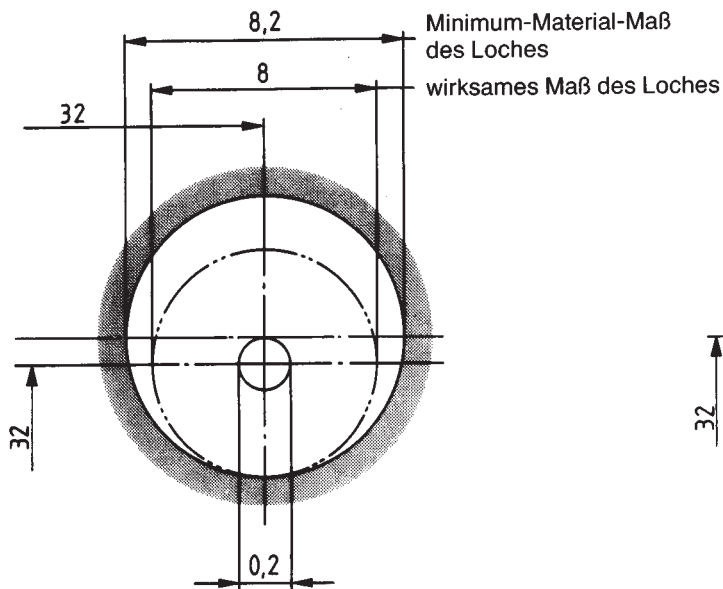


Bild 10.

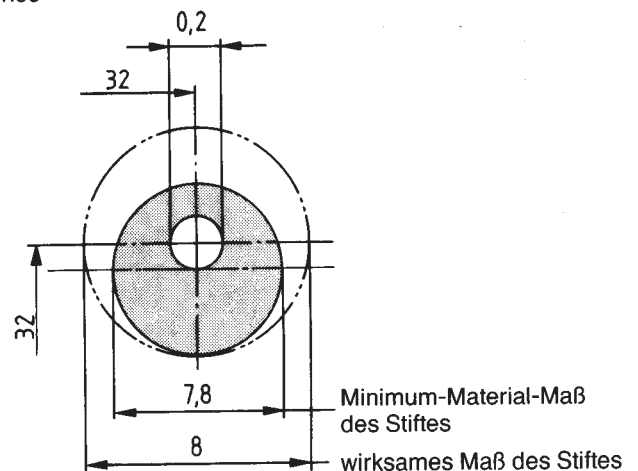


Bild 11.

5.1.5 Die Vergrößerung der Form- und Lagetoleranz bezieht sich auf ein zu paarendes Teil ohne Bezug auf das andere zu paarende Teil. Das Fügen wird selbst dann möglich sein, wenn das zu paarende Teil mit extremen Toleranzgrenzen in einer für das Fügen höchst ungünstigen Richtung gefertigt wird, weil die Gesamtabweichung von Maß, Form und Lage bei keinem Teil überschritten wird, d. h., der wirksame Zustand wird nicht durchbrochen.