

Gesenkschmiedeteile – Maßtoleranzen
Teil 2: Warm hergestellt in Waagrecht-Stauchmaschinen
Deutsche Fassung EN 10243-2 : 1999

DIN
EN 10243-2

ICS 17.040.10; 77.140.85

Steel die forgings – Tolerances on dimensions – Part 2: Upset forgings made on horizontal forging machines;
German version EN 10243-2 : 1999

Pièces forgées par estampage en acier – Tolérances dimensionnelles – Partie 2:
Exécutées à chaud sur machines horizontales à forger;
Version allemande EN 10243-2 : 1999

Mit
DIN EN 10243-1 : 2000-06
Ersatz für DIN 7526 : 1969-01 und
DIN 7526 Bbl. : 1971-05

Die Europäische Norm EN 10243-2 : 1999 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee ECISS/TC 28 „Steel Forgings“ (Sekretariat: Vereinigtes Königreich) erarbeitet.

Änderungen

Gegenüber DIN 7526 : 1969-01 und DIN 7526 Bbl. : 1971-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- EN 10243-2 : 1999 vollständig übernommen.

Frühere Ausgaben

DIN 7526: 1969-01

DIN 7526 Bbl.: 1971-05

Fortsetzung 19 Seiten EN

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Gesenkschmiedeteile – Maßtoleranzen
Teil 2: Warm hergestellt in Waagrecht-Stauchmaschinen

Steel die forgings – Tolerances on dimensions – Part 2:
Upset forging made on horizontal forging machines

Pièces forgées par estampage en acier – Tolérances dimensionnelles – Partie 2: Pièces exécutées à chaud sur machines horizontales à forger

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 22. August 1999 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	7 Anwendung der Tabellen zur Bestimmung der Toleranzen	9
1 Anwendungsbereich	2	7.1 Tabelle 1: Toleranzen für Durchmesser, Länge, Gratansatz und Anschnittiefe, Versatz und Außermittigkeit	9
2 Normative Verweisungen	3	7.2 Tabelle 2: Dickentoleranzen	10
3 Symbole	3	7.3 Tabelle 3: Toleranzen für Durchbiegung und Ebenheit; Toleranzen für Mittenabstände	10
4 Definitionen	3	7.4 Tabelle 4: Toleranzen für Hohlkehlen und Kantenrundungen; Toleranzen für Klemmrate und Abgratnasen	10
5 Angaben zur Bestimmung der Toleranzen	4	8 Konstruktion von Gesenkschmiedeteilen	10
5.1 Masse des umgeformten Bereiches	4	8.1 Vom Hersteller benötigte Angaben	10
5.2 Stahlsorte, Stoffschwierigkeit	4	8.2 Anfertigung der Schmiedeteilzeichnung	10
5.3 Feingliedrigkeitsfaktor	4	8.3 Angabe von Maßen in der Schmiedeteilzeichnung	10
6 Toleranzarten	5	8.4 Angabe von Toleranzen in der Schmiedeteilzeichnung	10
6.1 Vorkommende Toleranzarten	5	8.5 Bedeutung der Schmiedeteilzeichnung	10
6.2 Definition der einzelnen Toleranzarten	5	Anhang A (informativ) Anwendungsbeispiele	15
6.3 Formabweichungen	9		

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee ECISS/TC 28 „Geschmiedete Stahlstücke“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2000, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2000 zurückgezogen werden.

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet. Diese Europäische Norm wird als eine unterstützende Norm zu anderen Anwendungs- und Produktnormen betrachtet, die selbst eine grundlegende Sicherheitsanforderung einer Richtlinie der Neuen Konzeption unterstützen und auf die vorliegende Europäische Norm normativ verweisen.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Europäische Norm legt die Maßtoleranzen für Gesenkschmiedeteile aus Stahl, hergestellt auf Waagrecht-Stauchmaschinen, fest.

Der zweite Teil dieser Europäischen Norm gilt für warmgestauchte Schmiedeteile im Lieferzustand, hergestellt aus Kohlenstoff- und legiertem Stahl. Die angegebenen Toleranzen gelten für Schmiedeteile, die 250 kg Masse oder 2 500 mm max. Abmessungen nicht überschreiten. Toleranzen für schwerere oder größere Schmiedeteile sind Verhandlungssache.

Diese Europäische Norm gilt nicht für Gesenkschmiedeteile, hergestellt in Hämmern und Pressen (siehe EN 10243-1).

1.2 Für Gesenkschmiedeteile, hergestellt in Waagrecht-Stauchmaschinen, sind nur Toleranzen der Klasse F festgelegt. Diese Toleranz-Klasse stellt ein ausreichendes Maß an Genauigkeit für die Mehrheit der Anwendungsbereiche sicher und kann durch die üblicherweise verwendeten Schmiedeeinrichtungen und Herstellungsmethoden erfüllt werden.

Die Tabellen für Maßtoleranzen sind auf der Vorzugsreihe R 20 aufgebaut (siehe ISO 3).

Anhang A vermittelt zur Information einige Anwendungsbeispiele dieser Toleranzen für die verschiedenen Arten von Gesenkschmiedeteilen.

1.3 Mitunter gibt es Fälle, die die Anwendung größerer als der angegebenen Toleranzen erfordern – z.B. wenn es sich um besonders komplizierte Gesenkschmiedeteile oder um besonders schwer zu verschmiedende Stähle handelt. In solchen Fällen kann diese Toleranznorm nur als Grundlage dienen; die den jeweiligen Umständen am besten gerecht werdenden Abweichungen müssen besonders vereinbart werden.

1.4 Diese Europäische Norm enthält keine Sondertoleranzen, die enger als Klasse F sind. Erwägungen von Sondertoleranzen, obwohl sie häufig vorkommen, sind höchst individuell und sehr unterschiedlich. Sie sind am besten im frühen Stadium des Entwurfes zu bestimmen und zwischen Besteller und Hersteller abzustimmen. Ein solches Vorgehen gewährleistet, daß das zweckmäßigste Schmiedeverfahren Anwendung finden kann, damit die speziellen Anforderungen des Bestellers zu geringsten zusätzlichen Kosten erfüllt werden können.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderungen oder Überarbeitungen eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

ISO 3

Bevorzugte Nummern – Vorrangreihe

ISO 8015

Technische Zeichnungen – Grundsätzliches Toleranzprinzip

3 Symbole

Die folgenden Symbole werden in dieser Europäischen Norm angewendet:

l	= Längenmaß
b	= Breitenmaß
h	= Höhenmaß
a	= Dickenmaß
d	= Durchmessermaß
r	= Radienmaß
p	= Absatzmaß
u	= Abgratnasenhöhe
v	= Abgratnasenbreite
t	= theoretische Länge (von Stauchteilen)
e	= spezielles Dickenmaß
m	= Masse (Gewicht)
π	= Kreisfaktor

ρ	= Dichte
S	= Feingliedrigkeitsfaktor (siehe 5.3)
M	= Stahlsorten (siehe 5.2)
x und y	= Verformung beim Scheren

4 Definitionen

Für den Zweck dieser Europäischen Norm und speziell für die Zuordnung gelten die folgenden Definitionen:

4.1 Umgeformter Bereich eines Gesenkschmiedeteils

Ein umgeformter Bereich oder eine Gruppe umgeformter Bereiche, die ohne Änderung der Umformrichtung gestaucht wurden (siehe Bild 1).

4.2 Gesenkschmiedeteile mit beidseitig umgeformten Enden

Bei beidseitig umgeformten Gesenkschmiedeteilen, die zwei einzelne, aus entgegengesetzten Richtungen umgeformte Bereiche umfassen, ist der umgeformte Bereich an jedem Ende als ein Gesenkschmiedeteil für sich zu betrachten (siehe Bild 2).

AUSNAHME: Bei Schmiedeteilen, die zwei in entgegengesetzter Richtung umgeformte Teile haben (siehe 4.3), welche unmittelbar aneinanderstoßen oder durch einen nicht umgeformten Teil miteinander verbunden sind, dessen Länge kleiner ist als der Durchmesser, werden die Toleranzen so bestimmt, als wenn das Schmiedeteil nur aus einem umgeformten Teil besteht.

4.3 Nicht umgeformter Bereich

Dies ist jeder Bereich eines in Waagrecht-Stauchmaschinen hergestellten Gesenkschmiedeteils, der bereits vorher fertig geschmiedet oder umgeformt wurde (siehe Bild 3).

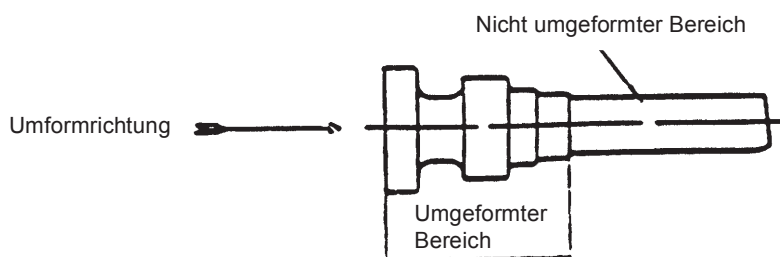


Bild 1: Umgeformter Bereich eines Gesenkschmiedeteils

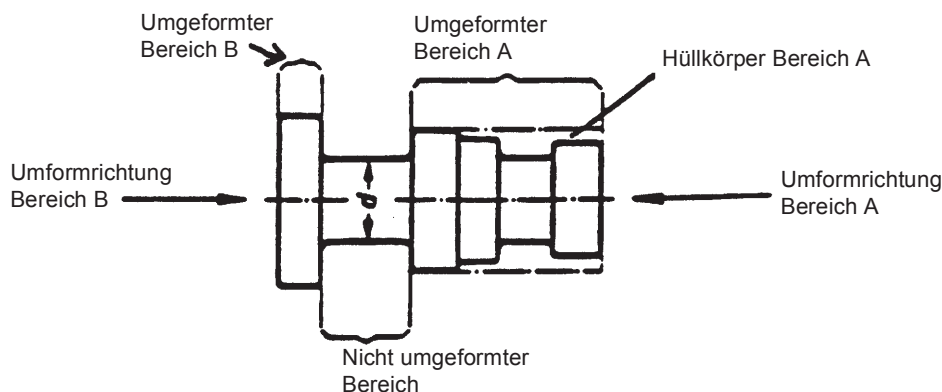


Bild 2: An beiden Enden umgeformtes Gesenkschmiedeteil

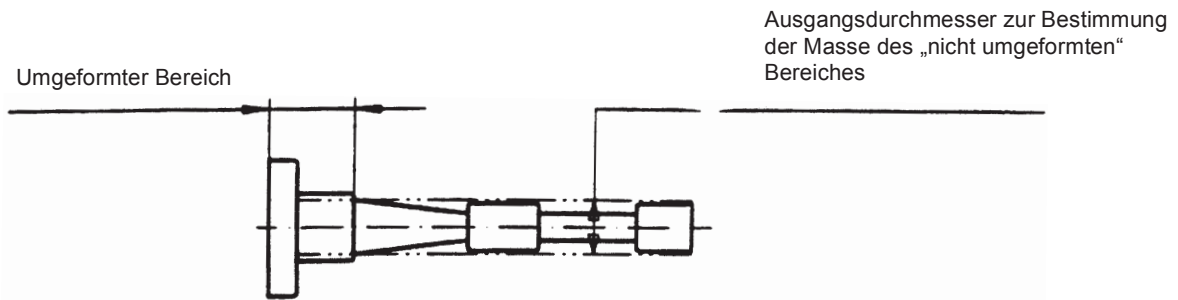


Bild 3: „Nicht umgeformter“ Bereich

5 Angaben zur Bestimmung der Toleranzen

Um die auf ein Gesenkschmiedeteil anwendbaren Maßtoleranzen aus den Tabellen 1 bis 4 bestimmen zu können, sind zusätzlich zu den Maßen folgende Angaben erforderlich:

- Masse des (der) umgeformten Bereiches (Bereiche) und Masse des „nicht umgeformten“ Bereiches (falls vorhanden) (siehe 4.3 und 5.1);
- Stahlsorte;
- Feingliedrigkeitsfaktor für einen bestimmten umgeformten Bereich des Gesenkschmiedeteils.

5.1 Masse des umgeformten Bereiches

Die Masse des umgeformten Bereiches wird berechnet.

5.2 Stahlsorte, Stoffschwierigkeit

Die Stoffschwierigkeit berücksichtigt, daß hochkohlenstoffhaltige und hochlegierte Stähle schwieriger umzuformen sind und größeren Werkzeugverschleiß als Stähle mit geringerem Kohlenstoffgehalt und geringeren Legierungsanteilen verursachen.

Es werden zwei Gruppen der Stoffschwierigkeit unterschieden:

- Gruppe M1:
Stahl mit einem Kohlenstoffgehalt von nicht mehr als 0,65% der Masse **und** einer Summe der Legierungsanteile Mn, Ni, Cr, Mo, V, W von nicht mehr als 5% der Masse.
- Gruppe M 2:
Stahl mit einem Kohlenstoffgehalt über 0,65% der Masse **oder** einer Summe der Legierungsanteile Mn, Cr, Ni, Mo, V, W über 5% der Masse.

Für die Entscheidung, in welche der beiden Gruppen ein Stahl fällt, ist der größtzulässige Gehalt an Kohlenstoff und den genannten Legierungsanteilen maßgebend.

5.3 Feingliedrigkeitsfaktor des Schmiedeteils

Die Feingliedrigkeit berücksichtigt die Tatsache, daß beim Schmieden von dünnwandigen und verzweigten Teilen, gegenüber Teilen mit einfachen, gedrungenen Formen, größere Maßschwankungen auftreten, die auf unterschiedliches Schwinden, höhere Umformkräfte und größeren Werkzeugverschleiß zurückzuführen sind.

Der Feingliedrigkeitsfaktor (S) für einen gegebenen umgeformten Bereich eines Gesenkschmiedeteils wird durch das Verhältnis Masse¹⁾ dieses Bereiches zur Masse¹⁾ des zur Umschließung der größten Abmessungen dieses Bereiches erforderlichen Hüllkörpers ausgedrückt:

$$S = \frac{m_{\text{Schmiedeteil}}}{m_{\text{Hüllkörper}}} \quad (1)$$

¹⁾ Wenn gewünscht, kann der Feingliedrigkeitsfaktor als das Verhältnis des Volumens des Schmiedeteils zum Volumen des Hüllkörpers kalkuliert werden.

Der Hüllkörper eines umgeformten Bereiches (siehe Bild 4) ist der umschriebene Kreiszyylinder, dessen Masse nach der folgenden Formel berechnet wird:

$$m_{\text{Hüllkörper}} = \frac{\pi \times d^2}{4} \times h \times \rho \quad (2)$$

Dabei ist:

- d = Durchmesser;
- h = Höhe oder Länge des Zylinders;
- ρ = Dichte (7,85 g/cm³).

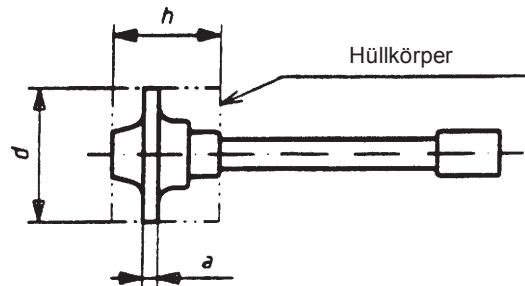


Bild 4: Bestimmung der Feingliedrigkeit

Es werden vier Gruppen der Feingliedrigkeit unterschieden:

- S4: bis 0,16
- S3: über 0,16 bis 0,32
- S2: über 0,32 bis 0,63
- S1: über 0,63 bis 1.

AUSNAHMEN: Bei der Bestimmung des Feingliedrigkeitsfaktors über einen umgeformten Bereich gibt es dann Ausnahmen von der Regel, wenn eine der folgenden Bedingungen zutrifft:

$$(1) \frac{a}{d} \leq 0,2 \quad (3)$$

$$(2) \frac{a}{d} \geq 0,2 \quad (4)$$

wobei d der größte Durchmesser des umgeformten Bereiches und a das entsprechende Dicken- oder Längenmaß ist, das die Teilfuge zwischen Stößel- und Klemmbackengesenk kreuzt.

In den Fällen 1 und 2 findet der Faktor S4 Anwendung: die Masse ist die des Kreiszyinders mit dem Durchmesser d und der Höhe a , selbst wenn dieser nicht dem ganzen umgeformten Bereich entspricht (siehe Bild 5).

Wenn $ald \leq 0,2$ ist, so wird als Masse des angestauchten Teiles nur die Masse des Flansches ($a \times d$) eingesetzt.

Wenn $ald \leq 0,2$ ist, wird Feingliedrigkeit S 4 angewandt.

Dieses besondere Verfahren wird nicht angewandt, wenn durch das in 5.3 beschriebene normale Verfahren – unter Berücksichtigung des gesamten umgeformten Bereiches – größere Toleranzen ermittelt werden (siehe Bild 4).

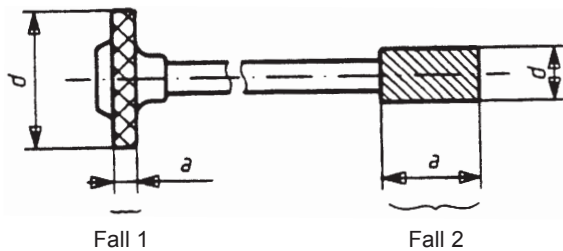


Bild 5: Ausnahme bei der Bestimmung der Feingliederigkeit

6 Toleranzarten

6.1 Vorkommende Toleranzarten

Die Toleranzen für die verschiedenen Maßarten sind entsprechend ihrer Zugehörigkeit zu den Tabellen in vier Gruppen aufgeteilt.

6.1.1 Erste Gruppe der Toleranzarten (Tabelle 1)

Toleranzen für:

- Durchmessermaße;
- Absatzmaße;
- Längenmaße;
- Versatz und Außermittigkeit;
- örtliche Abweichungen vom Querschnitt des Ausgangswerkstücker;
- Gratansatz/Anschnittiefe;
- Innenmaß einschließlich Lochdurchmesser.

6.1.2 Zweite Gruppe der Toleranzarten (Tabelle 2)

Toleranzen für:

- Dickenmaße

6.1.3 Dritte Gruppe der Toleranzarten (Tabelle 3)

Toleranzen für:

- Durchbiegung und Ebenheit;
- Mittenabstände.

6.1.4 Andere Toleranzarten

Toleranzen für:

- Hohlkehlen und Kantenrundungen (Tabelle 4);
- Klemmgrate und Abgratnasen (Tabelle 4);
- Oberflächenbeschaffenheit;
- Gesenkschrägen;
- Fluchtabweichung bei tiefen Sacklöchern;
- Verformung gescherter Enden (Tabelle 4).

6.2 Definition der einzelnen Toleranzarten

6.2.1 Erste Gruppe von Toleranzarten (Tabelle 1)

6.2.1.1 Toleranzen für Durchmessermaße

Toleranzen für Außendurchmessermaße bei allen umgeformten Bereichen eines Gesenkschmiedeteils (d.h. ausschließlich des nicht umgeformten Bereiches) sind aus Tabelle 1 zu entnehmen. Für Außenmaße gelten die Toleranzaufteilungen so, wie sie in der Tabelle 1 angegeben sind.

Für Innenmaße werden die Plus- und Minuszeichen umgekehrt. Diese Toleranzen werden wegen des Einflusses der Backengesenkfuge auch auf alle übrigen Durchmessermaße (Längen- und Breitenmaß) des im Backengesenk umgeformten Teiles angewendet (siehe Bild 6).

In der Regel werden sie auch auf alle Durchmessermaße des im Stößelgesenk umgeformten Bereiches angewandt. Dadurch werden unnötige kleine Toleranzunterschiede vermieden und die Anfertigung der Gesenkschmiedeteilzeichnung sowie das Abnahmeverfahren vereinfacht.

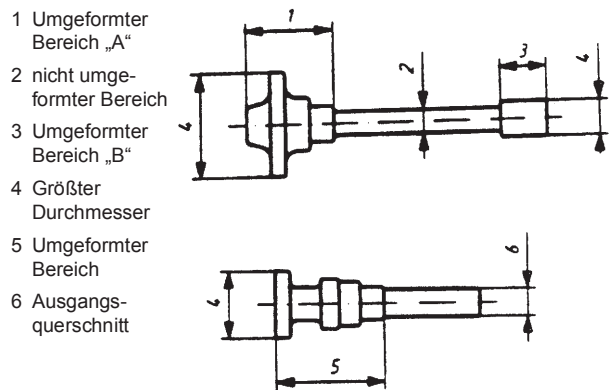


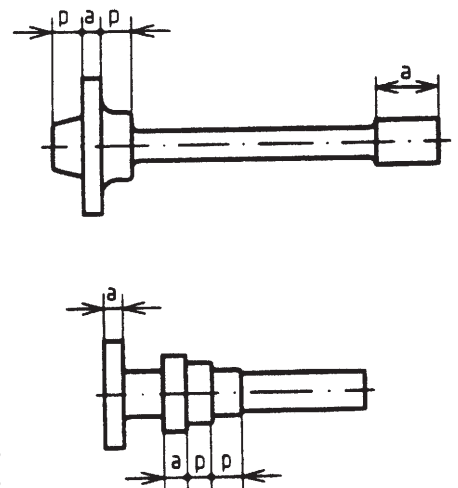
Bild 6: Anwendung der Toleranzen in Abhängigkeit vom größten Durchmesser des umgeformten Bereiches

Sind die Unterschiede wesentlich (z.B. im Falle großer Unterschiede der Durchmessermaße), so werden die Toleranzen den entsprechenden Nennmaßbereichen in Tabelle 1 entnommen und neben den zugehörigen Maßen in die Gesenkschmiedeteilzeichnung eingetragen.

6.2.1.2 Toleranzen für Absatzmaße

Absatzmaße sind Maße zwischen gleichgerichteten Flächen innerhalb des Stößel- oder Backengesenkes (siehe Bild 7). In der Regel werden auf Absatzmaße die Toleranzen des größten Höhenmaßes nach Tabelle 1 mit einer Aufteilung $+ 2/3, - 1/3$ angewandt.

Wo geringere Toleranzen verlangt werden, müssen sie bei dem entsprechenden Maß in der Zeichnung eingetragen werden und müssen $+ 2/3, - 1/3$ der Toleranz nach Tabelle 1 betragen (siehe Bild 7).



a: Dickenmaß
p: Absatzmaß

Bild 7: Absatz- und Dickenmaße

ANMERKUNG: Toleranzen für Absatzmaße sind nicht anwendbar auf Lückenmaße zwischen einander zugewandten Flächen innerhalb eines umgeformten Bereiches. Soweit möglich, sollte die Art der Maßeintragung die Verwendung von Lückenmaßen vermeiden; sind jedoch solche Maße notwendig, so sind die Toleranzen unter Berücksichtigung der Toleranzen für die anderen Maße zu berechnen.

6.2.1.3 Toleranzen für Längenmaße

Toleranzen für Längenmaße werden nur auf Maße an Gesenkschmiedeteilen angewandt, die aus umgeformten und nicht umgeformten Bereichen bestehen, und zwar auf Maße für den Abstand zwischen dem Ende des Gesenk-

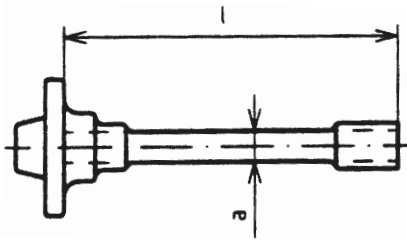


Bild 8: Längenmaß-Toleranzen

schmiedeteils und der diesem zugewandten am weitesten entfernten Fläche quer zur Achse (siehe Bild 8).

Wenn der „nicht umgeformte“ Bereich unterschiedliche Durchmesser hat, beispielsweise als Ergebnis irgendeines anderen Umformvorganges, so ist der Berechnung der Masse des „nicht umgeformten“ Bereiches der größte Durchmesser zugrunde zu legen, vorausgesetzt, er ist nicht größer als der Ausgangsdurchmesser, dieser sollte auf der Zeichnung angegeben werden (siehe Bild 3).

Toleranzen für Längenmaße werden aus der Tabelle 1 entnommen. Bei einem Gesenkschmiedeteil, das an beiden Enden einen umgeformten Bereich aufweist, können die Maße von jeweils einem umgeformten Bereich zum entgegengesetzten Ende, nicht aber von beiden umgeformten Bereichen genommen werden (siehe Bilder 9 und 10).

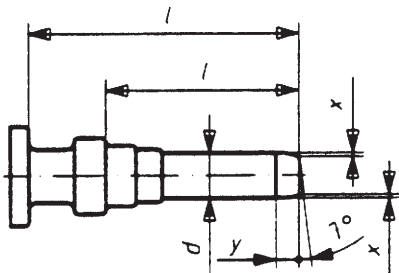


Bild 9: Typische Längenmaße und Toleranzen bei gescherten Enden

Sofern die Oberfläche am Ende eines Schmiedeteils durch Scheren verformt wurde, werden die Toleranzen jeweils von der kurzen Seite der sich ergebenden Schräge angewandt (siehe Bild 9).

6.2.1.4 Toleranzen für Versatz und Außermitteigkeit
(siehe Bild 11)

Toleranzen für Versatz geben den zulässigen Betrag der Verschiebung eines Punktes in dem Bereich eines Gesenkschmiedeteils, der durch die eine Hälfte des Backengesekes geformt wurde, zu dem entsprechenden Punkt des in der anderen Hälfte geformten Bereiches an. Der Versatz wird parallel zur Teilung des Backengesekes gemessen.

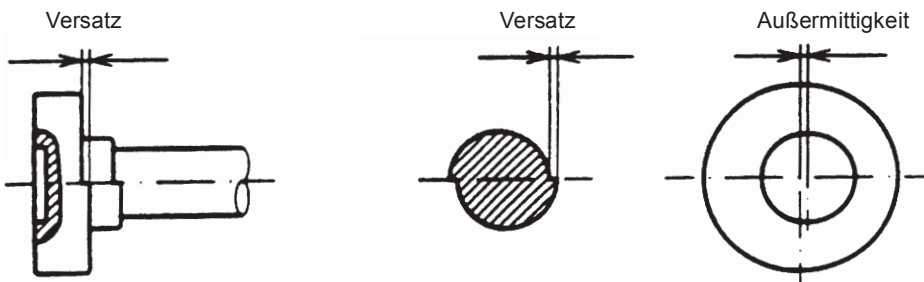


Bild 11: Versatz und Außermitteigkeit

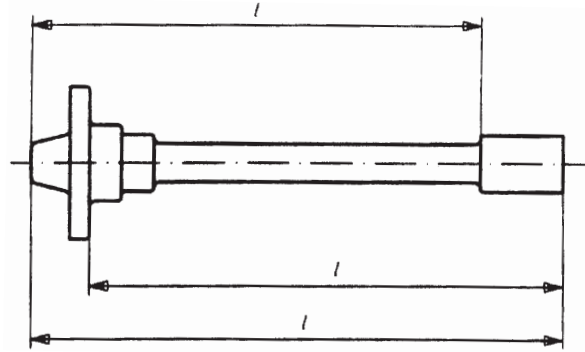


Bild 10: Toleranzen für Längenmaße bei an beiden Enden umgeformten Schmiedeteilen

Toleranzen für die zulässige Außermitteigkeit werden aus Tabelle 1 entnommen. Sie geben das Maß an, um welches die Achse des im Stößelgesenk umgeformten Bereiches zu der Achse des im Backengesenk umgeformten Bereiches verschoben sein darf.

Toleranzen für Außermitteigkeit betragen den gleichen Wert wie solche für Versatz. Die Werte sind zu verdoppeln, wenn sie als Gesamtablesung mit der Meßuhr ermittelt werden. Sie werden unabhängig von und zusätzlich zu anderen Toleranzen angewandt.

6.2.1.5 Toleranzen für örtliche Abweichungen vom Querschnitt des Ausgangswerkstüekes

Es werden örtliche Abweichungen vom Querschnitt des nicht umgeformten Bereiches, der an den umgeformten Bereich angrenzt, zugelassen. Diese entsprechen denen des größten Außendurchmessers des umgeformten Bereiches.

Können negative Abweichungen an Stellen des nicht umgeformten Bereiches, die in der weiteren Folge unbearbeitet bleiben, nicht zugelassen werden, kann zwischen Besteller und Hersteller vereinbart werden, daß die gesamte Toleranz nur als positive Abweichung zulässig ist.

Die Länge, auf der örtliche Abweichungen des an den umgeformten Bereich anschließend nicht umgeformten Bereiches zulässig sind, soll gleich dem 1,5fachen des größten Durchmessers des umgeformten Bereiches sein, jedoch einen Höchstwert von 100 mm nicht überschreiten (siehe Bild 12).

6.2.1.6 Toleranzen für Gratansatz/Anschnittiefe

Unterschiedliches Abgraten kann entweder einen Gratansatz oder eine Anschnittiefe bewirken. Die zulässigen positiven (Gratansatz) und negativen (Anschnittiefe) Werte sind in Tabelle 1 oder 4 angegeben. Der Gratansatz wird vom Schmiedeteilkörper zur Gratkante gemessen – wie in Bild 13 angegeben.

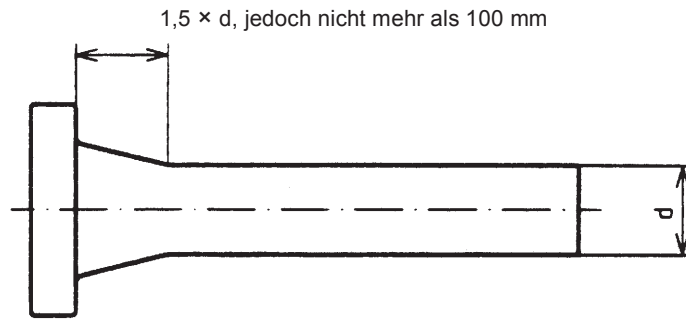


Bild 12: Örtliche Abweichungen vom Ausgangsdurchmesser

Die Anschnitttiefe wird von der Schnittfläche aus bis zu dem theoretischen Punkt gemessen, an dem die Gesenkschrägen zusammentreffen (siehe Bild 14).

Toleranzen für Gratansatz und Anschnitttiefe werden unabhängig von und zusätzlich zu anderen Toleranzen angewandt.

6.2.1.7 Toleranzen für Innenmaße einschließlich Lochdurchmesser

Toleranzen für Innenmaße, einschließlich Lochdurchmesser, sind aus Tabelle 1 zu entnehmen, jedoch sind die Vorzeichen umzukehren.

Normalerweise werden die Toleranzen für das größte Durchmessermaß des umgeformten Bereiches eines Gesenkschmiedeteils angewandt. Engere Toleranzen werden gegebenenfalls entsprechend den jeweiligen Nennmaßen der Tabelle entnommen, müssen dann aber bei den jeweiligen Maßen in die Schmiedeteilzeichnung eingetragen werden.

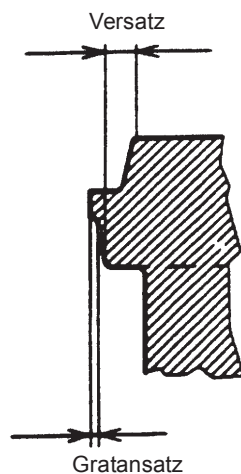


Bild 13: Gratansatz

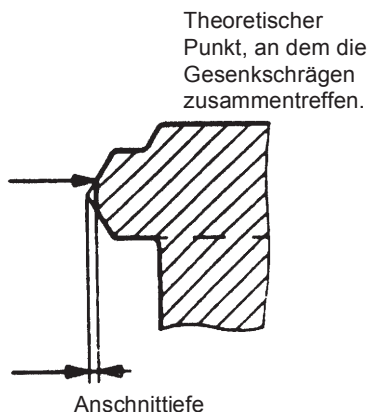


Bild 14: Anschnitttiefe

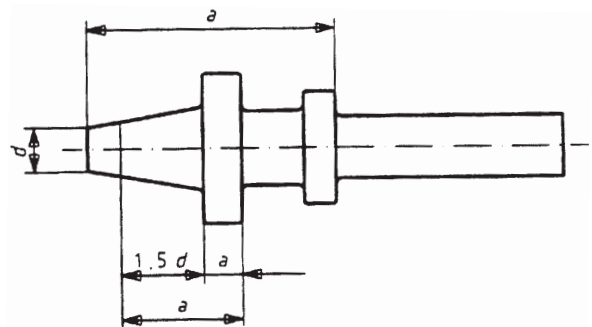


Bild 15: Ausnahmen bei der Bestimmung der Toleranzen

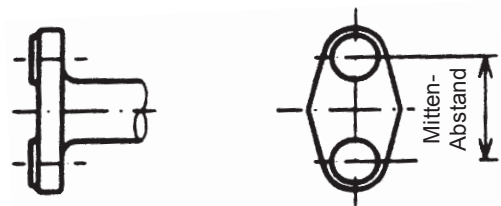


Bild 16: Toleranzen für Mittenabstand

6.2.2 Zweite Gruppe von Toleranzarten (Tabelle 2)

6.2.2.1 Toleranzen für Dickenmaße

Toleranzen für Dickenmaße werden parallel zur Achse des Ausgangswerkstücker auf solche Maße angewandt, die vollständig in einem umgeformten Bereich liegen und die die Gratnaht zwischen Stoßel- und Backgesenk kreuzen.

Dickentoleranzen werden aus Tabelle 2 entnommen.

AUSNAHME: Bei Gesenkschmiedeteilen, die einen Zapfen auf einer Seite des Flansches haben, dessen Länge mehr als das 1,5fache seines Durchmessers beträgt, werden alle Toleranzen für Dickenmaße außer der für die Gesamtdicke des umgeformten Bereiches so errechnet, als wenn die Länge des Zapfens nur gleich dem 1,5fachen seines Durchmessers wäre (siehe Bild 15).

In beiden Fällen müssen die zulässigen Abweichungen neben den zugehörigen Maßen auf der Schmiedeteilzeichnung eingetragen werden.

Wenn solche Zapfen auf beiden Seiten des Flansches angeordnet sind, geht man bei der Berechnung von dem Zapfen aus, der den größten Durchmesser hat.

6.2.3 Dritte Gruppe von Toleranzarten (Tabelle 3)

6.2.3.1 Toleranzen für Durchbiegung und Ebenheit

Toleranzen für Durchbiegung beziehen sich auf die Abweichung der Mittellinie von ihrem vorgeschriebenen Verlauf.

Toleranzen für Ebenheit beziehen sich auf Abweichungen der Oberfläche von ihrem vorgeschriebenen Verlauf.

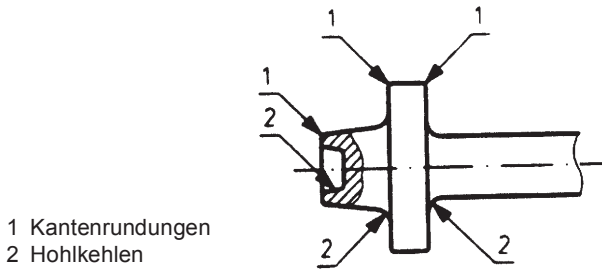


Bild 17: Kantenrundungen und Hohlkehlen

Wenn Toleranzen für Durchbiegung oder Ebenheit verlangt werden, so muß dies auf der genehmigten Gesenkschmiedeteilzeichnung angegeben sein; ebenso muß die Art der Messung angegeben sein.

Toleranzen für Durchbiegung und Ebenheit werden unabhängig von und zusätzlich zu anderen Toleranzen angewandt.

6.2.3.2 Toleranzen für Mittenabstände (Tabelle 3)

In allen Fällen dürfen die in Tabelle 3 dieser Norm angegebenen Toleranzen für Mittenabstände nur dann angewendet werden, wenn beide Achsen innerhalb desselben umgeformten Teiles liegen und die sie verbindende gerade Linie im rechten Winkel zu der Hauptachse des Gesenkschmiedeteiles steht (siehe Bild 16).

Die Toleranzen müssen neben den jeweiligen Maßen in der Gesenkschmiedeteilzeichnung eingetragen sein.

Toleranzen für Mittenabstände werden unabhängig von und nicht in Verbindung mit anderen Toleranzen angewandt.

6.2.4 Andere Toleranzarten

6.2.4.1 Toleranzen für Hohlkehlen und Kantenrundungen (Tabelle 4)

Scharfe Kanten an in Waagrecht-Stauchmaschinen hergestellten Gesenkschmiedeteilen sind unerwünscht. Aus diesem Grunde sollten alle Radien von Kantenrundungen und Hohlkehlen so groß gewählt werden, wie es die Konstruktion zuläßt. Toleranzen für Hohlkehlen und Kantenrundungen sind in Tabelle 4 enthalten (siehe Bild 17).

Die Minustoleranzen werden auf Kantenrundungen bis 3 mm Radius nicht angewandt, wenn solche Rundungen durch späteres Entfernen der Gesenkschräge beim Abgraten und Lochen beeinflusst werden. In solchen Fällen darf eine scharfe Kante entstehen.

6.2.4.2 Toleranzen für Klemmgrate und Abgratnasen (Tabelle 4)

Für die durch die Gesenkteilung gebildeten Klemmgrate und für Abgratnasen sind Toleranzen vorgesehen (siehe Bild 18).

Die Toleranzen für Abgratnasen, Lochnasen und Klemmgrate sind von der Masse des umgeformten Bereiches des Gesenkschmiedeteiles abhängig.

Die Lage der Werkzeugteilung(-en) wird dem Besteller auf der Gesenkschmiedeteilzeichnung vor Fertigungsbeginn zur Genehmigung mitgeteilt.

Toleranzen für Klemmgrate und Abgratnasen werden unabhängig von und zusätzlich zu anderen Toleranzen angewandt.

Der Grat, der sich beim Schmieden im geschlossenen Gesenk bildet (siehe Bild 19), kann die Werte der Tabelle 4 übersteigen. Seine Lage und Größe müssen deshalb zwischen Hersteller und Besteller besonders vereinbart werden.

6.2.4.3 Toleranzen für Fluchtabweichung bei tiefen Sacklöchern

Für ein mit dem Stößel geformtes Sackloch, dessen Tiefe größer ist als sein Durchmesser, ist eine Toleranz für Fluchtabweichung von 0,5% der Tiefe anzuwenden (1% bei Gesamtablesung mit der Meßuhr) (siehe Bild 20).

Toleranzen für Fluchtabweichung bei tiefen Sacklöchern werden zusätzlich zu den Toleranzen für Außermittigkeit angewandt (siehe 6.2.1.4).

6.2.4.4 Toleranzen für die Verformung gescherter Enden

Für die durch das Scheren am Ende des nicht umgeformten Schaftes hervorgerufene Verformung werden Abweichungen eingeräumt. Die Toleranzen für das höchstzulässige Maß einer solchen Verformung basieren auf dem Nenndurchmesser des nicht umgeformten Teiles in Übereinstimmung mit Tabelle 4 und Bild 9.

Wenn Toleranzen für gescherzte Enden in Anspruch genommen werden, so ist dies dem Besteller vor Fertigungsbeginn auf der Schmiedeteilzeichnung zur Kenntnis zu bringen.

Toleranzen für gescherzte Enden werden unabhängig von und zusätzlich zu anderen Toleranzen angewandt.

6.2.4.5 Toleranzen für Oberflächenbeschaffenheit

Toleranzen für Oberflächenbeschaffenheit beziehen sich auf die Tiefe von Zundermarken. Sie werden innerhalb der unten angegebenen Grenzen angewandt, wenn der Besteller es nicht anders festlegt.

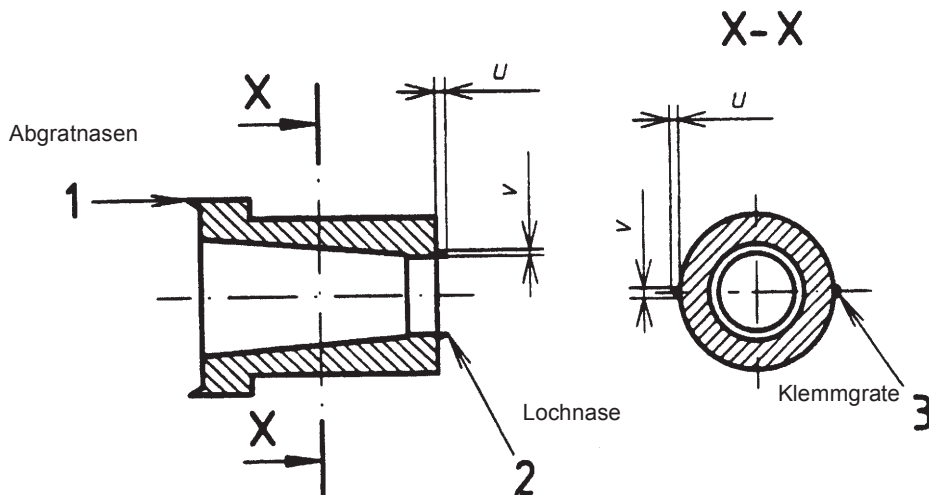


Bild 18: Abgratnasen, Lochnasen und Klemmgrate

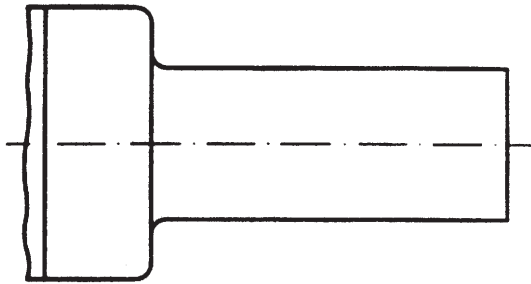


Bild 19: Grat

Bei geschmiedeten Oberflächen, die in der weiteren Folge noch bearbeitet werden, sind Zundermarken bis zu einer Tiefe, die nicht mehr als die Hälfte der Bearbeitungszugabe beträgt, zugelassen. Messungen der Tiefe von Zundermarken oder dergleichen müssen also in Beziehung zur örtlich festgelegten Bearbeitungszugabe bewertet werden.

Bei geschmiedeten Oberflächen, die in der weiteren Folge nicht mehr bearbeitet werden, sind Zundermarken bis zu einer Tiefe, die 1/3 des Gesamtwertes der Dickentoleranz entspricht, zugelassen.

6.2.4.6 Toleranzen für geneigte Flächen

Es ist üblich, die Toleranzen für Nennmaße der Länge oder Durchmesser, wie in der abgestimmten Zeichnung angegeben, auf alle verlangten Maße zwischen einzelnen Punkten, also auch auf die angrenzenden Neigungen von Flächen, anzuwenden. Größerer Gesenkverschleiß führt jedoch in vielen Fällen dazu, daß die vorgegebenen Toleranzen nicht ausreichen. Der Hersteller wird den Besteller auf diese Umstände aufmerksam machen und es wird notwendig sein, dem größeren Verschleiß entsprechend größere Toleranzen für die Neigung von Flächen auszuhandeln. Diese Sondertoleranzen sollten vor Beginn der Fertigung zwischen Hersteller und Besteller vereinbart werden.

6.3 Formabweichungen

Die Längen-, Durchmesser-, Stufenmaß- und Dickentoleranzen umfassen nicht nur Maßunterschiede, sondern auch Formabweichungen – als da sind:

- Unrundheit,
- Abweichung von der Zylindrizität,
- Abweichung von der Parallelität,
- andere Abweichungen von einem vorgeschriebenen Umriß.

Diese Abweichungen dürfen die durch die Toleranzen gegebenen Grenzen nicht überschreiten. In extremen Fällen können sie den gesamten Toleranzbereich in Anspruch nehmen, es sei denn, daß zwischen Hersteller und Besteller etwas anderes vereinbart wurde.

Falls Einschränkungen in Formabweichungen vereinbart wurden, so muß dies auf der Zeichnung vermerkt werden.

Abweichungen für Durchbiegung oder Ebenheit, wie sie in Tabelle 3 angegeben sind, sind in den oben erwähnten Formabweichungen nicht enthalten. Auch schließen die Formabweichungen weder Zunderlöcher und Oberflächenmarken (siehe 6.2.4.5) noch irgendeine Oberflächenrauheit ein.

In den Fällen, in denen besondere Festlegungen für Formabweichungen auf der Zeichnung notwendig sind, sollte ein Vermerk „Tolerierung nach ISO 8015“ im oder nahe dem Zeichnungsschriftfeld gemacht werden.

7 Anwendung der Tabellen

7.1 Tabelle 1: Toleranzen für Durchmesser, Länge, Gratansatz und Anschnittiefe, Versatz und Außermittigkeit

Die Toleranzen sind in Tabelle 1 angegeben. Um die Durchmesser- und Längentoleranzen festzulegen, ist zunächst von dem entsprechenden Bereich in der Gewichtsspalte auszugehen. Der waagerechten Linie folgt man nach rechts. Ist der Stoffschwierigkeitsfaktor M1, so folgt man derselben waagerechten Linie weiter nach rechts. Ist der Stoffschwierigkeitsfaktor hingegen M2, so folgt man der diagonalen Linie nach unten bis zu ihrem Schnittpunkt mit der senkrechten Linie M2. Der so gefundenen waagerechten Linie folgt man weiter nach rechts (d. h. bei Stoffschwierigkeit M2 wird die waagerechte Linie um 2 Stufen nach unten verlegt).

Ähnlich verfährt man beim Feingliedrigkeitsfaktor, so daß für die Faktoren S1, S2, S3 und S4 die waagerechte Linie entsprechend um null, eine, zwei oder drei Stufen nach unten verschoben wird. Durch weitere Verfolgung der Linie nach rechts wird die anzuwendende Toleranz in der jeweils für das betreffende Maß gültigen senkrechten Spalte aufgefunden (siehe Bild 21).

ANWENDUNGSBEISPIEL:

Anwendungsbeispiel der Tabelle 1 zur Bestimmung der zulässigen Abweichungen für Durchmesser-, Höhen- und Längenmaße eines Schmiedeteils mit einem umgeformten und einem nicht umgeformten Teil.

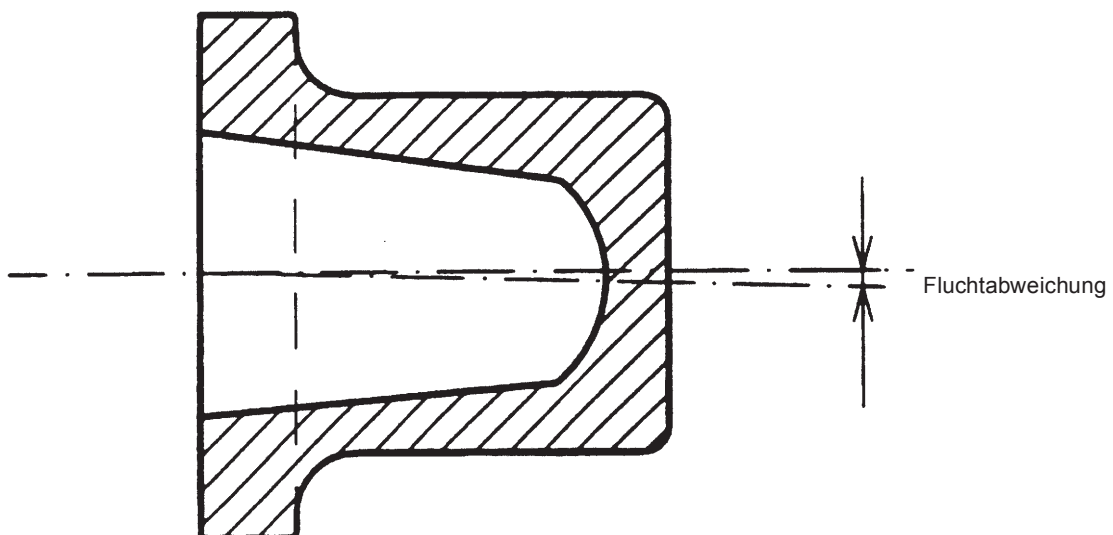


Bild 20: Fluchtabweichung

Erforderliche Angaben:

Größter Durchmesser:	61 mm
Größte Höhe (kein Höhenmaß in der Zeichnung eingetragen)	–
Größte Dicke:	78 mm
Größte Länge:	535 mm
Masse des umgeformten Teiles (errechnet)	1,08 kg
Masse des Hüllkörpers (Zylinder mit einem Durchmesser von 61 mm und einer Länge von 78 mm) (errechnet)	1,79 kg
Masse eines Schaftes (Zylinder mit einem Durchmesser von 29 mm und einer Länge von 535 mm)	2,78 kg
Feingliedrigkeitsfaktor bei $1,08 : 1,79 = 0,6$ (siehe 5.3)	Gruppe S2
Stahlsorte (25 CrMo 4 mit C = 0,19 % der Masse < 0,65 % der Masse und gesamt MoCr = 1,8 % der Masse, < 5 % der Masse (siehe 5.2))	Gruppe M1
Werkzeugteilung	eben

Aus der Tabelle 1 ergeben sich die zulässigen Abweichungen (siehe Bild 21) für:

Durchmesser: + 1,2 mm; – 0,6 mm
Länge: + 1,9 mm; – 0,9 mm

Im allgemeinen werden die zulässigen Abweichungen für die größten Maße aus den Tabellen entnommen und auf alle übrigen Längen-, Breiten- und Höhenmaße angewendet.

Zur Festlegung der Toleranzen für Gratansatz, Anschnittiefe und Versatz oder Außermittigkeit gemäß Tabelle 1 ist wiederum von dem Bereich in der Gewichtsspalte auszugehen; dann folgt man jedoch der waagerechten Linie nach links. Je nachdem, ob die Teilfuge zwischen Stößel- und Backengesenk eben bzw. symmetrisch gekröpft oder asymmetrisch gekröpft ist, können die anzuwendenden Toleranzen für Gratansatz, Anschnittiefe und Versatz in den jeweiligen Spalten abgelesen werden (siehe auch Bild 21).

7.2 Tabelle 2: Dickentoleranzen

Die Toleranzen sind in Tabelle 2 angegeben. Dickentoleranzen sind aus der Tabelle in der gleichen Art und Weise zu entnehmen, wie das vorher für Durchmesser- und Längentoleranzen usw. in Tabelle 1 beschrieben wurde.

7.3 Tabelle 3: Toleranzen für Durchbiegung und Ebenheit; Toleranzen für Mittenabstände

Toleranzen für Durchbiegung und Ebenheit sind aus dem oberen Teil der Tabelle 3 zu entnehmen, indem man von der entsprechenden waagerechten Linie ausgeht und die Toleranz aus der für das jeweilige Maß gültigen senkrechten Spalte abliest.

Toleranzen für Mittenabstände sind aus dem unteren Teil der Tabelle 3 zu entnehmen, indem man von der entsprechenden waagerechten Linie für Schmiedegüte F ausgeht und die Toleranz aus der für das jeweilige Maß gültigen senkrechten Spalte abliest.

7.4 Tabelle 4: Toleranzen für Hohlkehlen und Kantenrundungen; Toleranzen für Klemmrate und Abgratnasen; Toleranzen für gescherte Enden

Toleranzen für Hohlkehlen und Kantenrundungen sind in Prozentsätzen des jeweiligen Maßes angegeben und im oberen Teil der Tabelle 4 enthalten. Man geht von dem jeweiligen Maß in der linken Spalte „r“ aus; die Plus- und Minusaufteilung der Toleranz sind auf der rechten Seite als Prozentsatz des Nennradius angegeben.

Toleranzen für Klemmrate und Abgratnasen sind im mittleren Teil der Tabelle 4 enthalten. Man geht zunächst von dem

betreffenden Bereich in der Gewichtsspalte aus, die Toleranzen werden aus den senkrechten Spalten „u“ und „v“ abgelesen.

Toleranzen für gescherte Enden sind im unteren Teil der Tabelle dargestellt.

8 Konstruktion von Gesenkschmiedeteilen

8.1 Vom Hersteller benötigte Angaben

Um es dem Hersteller von Schmiedeteilen zu ermöglichen, seine praktische Erfahrung sowohl bei der Auslegung seiner Gesenke und Werkzeuge als auch bei der Entwicklung von Fertigungs- und Prüfverfahren für die gefertigten Schmiedeteile wirksam einzusetzen, liegt es im Interesse des Bestellers, ihm folgende Angaben zu machen:

- Fertigtezeichnung;
- genaue Angaben und Maße für die Werkstückaufnahme bei der mechanischen Bearbeitung (von jeder nachträglichen Änderung der Aufnahme für die Erstbearbeitung sollte der Hersteller rechtzeitig in Kenntnis gesetzt werden);
- notwendige Angaben über nachfolgende Bearbeitungsstufen und Verwendungszweck des Schmiedeteils.

8.2 Anfertigung der Schmiedeteilzeichnung

Es wird empfohlen, daß der Hersteller die Schmiedeteilzeichnung anfertigt und sie dem Kunden zur Genehmigung und – falls notwendig – zur gemeinsamen Beratung vorlegt.

In Fällen, in denen der Besteller die vollständig bemaßte Schmiedeteilzeichnung selbst anfertigt, ist es ebenso erforderlich, daß dem Hersteller die oben genannten Angaben zur Verfügung stehen.

8.3 Angabe von Maßen in der Schmiedeteilzeichnung

Es ist unbedingt darauf zu achten, daß mit Ausnahme der in 6.2.4.6 behandelten Neigung von Flächen die in dieser Norm enthaltenen Toleranzen nur auf die in der genehmigten Schmiedeteilzeichnung angegebenen Maße zur Anwendung kommen.

Aus diesem Grunde ist die Art der Maßangabe in der Schmiedeteilzeichnung von größter Bedeutung für die Maßprüfung des Schmiedeteils.

Zur Prüfung der Abmessungen, für die keine Maße in der Schmiedeteilzeichnung eingetragen sind, dürfen nur solche Toleranzen angewendet werden, die unter Zugrundelegung der Toleranzen eingetragener Maße errechnet sind.

8.4 Angabe von Toleranzen in der Schmiedeteilzeichnung

Schmiedeteilzeichnungen sind mit dem Vermerk zu versehen:

„Wenn nicht anders angegeben, entsprechen die Toleranzen der EN 10243-2“.

Für die richtige Auslegung der Schmiedeteilzeichnung wird empfohlen, die Toleranzen in der Nähe des Zeichnungsschriftfeldes anzugeben, wie im Anhang A, Beispiel 1: Antriebswelle, dargestellt.

Toleranzen, die nur bei einzelnen Maßen anzuwenden sind, müssen neben diesen Maßen in der Schmiedeteilzeichnung eingetragen sein.

Lage und Toleranzen von Auswerfermarken und Abgratnasen sind in der Schmiedeteilzeichnung anzugeben.

Alle zwischen Hersteller und Besteller vereinbarten und der Norm nicht entsprechenden zulässigen Abweichungen müssen in der Zeichnung eingetragen und sollten besonders gekennzeichnet werden. Die Art der Kennzeichnung sollte in der Schmiedeteilzeichnung angegeben werden.

8.5 Bedeutung der Schmiedeteilzeichnung

Die vom Kunden anerkannte Schmiedeteilzeichnung ist das allein gültige Dokument für die Prüfung des Schmiedeteils.

Sie ist darüber hinaus das allein gültige Dokument für Toleranzen an unbearbeitet bleibenden Bereichen des Schmiedeteils.

Abmessungen in Millimetern

Versatz Außermittigkeit	Gratansatz (+) Anschnittiefe (-)	Masse (kg)	Stoff- schwierigkeit		Feinglied- rigkeit				Nennmaß-Bereiche								
					> 0,63 ≤ 1	> 0,32 ≤ 0,63	> 0,16 ≤ 0,32	≤ 0,16	0	> 32	> 100	> 160	> 250	> 400	> 630	> 1000	> 1600
									≤ 32	≤ 100	≤ 160	≤ 250	≤ 400	≤ 630	≤ 1000	≤ 1600	≤ 2500
über/bis (incl)	M1	M2	S1	S2	S3	S4	Toleranzen und sonstige Abweichungen ¹⁾										
0,4	0,5	0 – 0,4							1,1 ^{+0,7} _{-0,4}	1,2 ^{+0,8} _{-0,4}	1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	1,8 ^{+1,2} _{-0,6}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	-	-	-
0,5	0,6	0,4 – 1,0							1,2 ^{+0,8} _{-0,4}	1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	1,8 ^{+1,2} _{-0,6}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	-	-	-
0,6	0,7	1,0 – 1,8							1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	1,8 ^{+1,2} _{-0,6}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	-	-
0,7	0,8	1,8 – 3,2							1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	1,8 ^{+1,2} _{-0,6}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	-
0,8	1,0	3,2 – 5,6							1,8 ^{+1,2} _{-0,6}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}
1,0	1,2	5,6 – 10							2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}
1,2	1,4	10 – 20							2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}
1,4	1,7	20 – 50							2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}
1,7	2,0	50 – 120							2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}
2,0	2,4	120 – 250							3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}
									3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}
									4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}
									4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}	11,0 ^{+7,3} _{-3,7}
									5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}	11,0 ^{+7,3} _{-3,7}	12,0 ^{+8,0} _{-4,0}
									5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}	11,0 ^{+7,3} _{-3,7}	12,0 ^{+8,0} _{-4,0}	14,0 ^{+9,3} _{-4,7}

¹⁾ Die Toleranzen sind in 2/3 und 1/3 aufgeteilt (Werte gerundet). Die eingetragenen Plus- und Minus-Zeichen gelten nur für Außenmaße; für Innenmaße sind die Werte zu vertauschen.

Bild 21: Anwendung der Tabelle 1

Tabelle 1: Gesenkschmiedeteile aus Stahl, hergestellt in Waagrecht-Stauchmaschinen Schmiedegüte F – Toleranzen und zulässige Abweichungen für Längen-, Breiten- und Höhenmaße (Durchmesser), Versatz, Außermittigkeit, Gratansatz und Anschnittiefe

Abmessungen in Millimetern

Versatz Außermittigkeit	Gratansatz (+) Anschnittiefe (-)	Masse (kg)	Stoff- schwierigkeit		Feinglied- rigkeit				Nennmaß-Bereiche								
					$> 0,63 \leq 1$ $> 0,32 \leq 0,63$ $> 0,16 \leq 0,32$ $\leq 0,16$				0	> 32	> 100	> 160	> 250	> 400	> 630	> 1000	> 1600
									≤ 32	≤ 100	≤ 160	≤ 250	≤ 400	≤ 630	≤ 1000	≤ 1600	≤ 2500
					über/bis (incl)	M1	M2	S1	S2	S3	S4	Toleranzen und sonstige Abweichungen ¹⁾					
0,4	0,5	0 – 0,4							1,1 ^{+0,7} _{-0,4}	1,2 ^{+0,8} _{-0,4}	1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	1,8 ^{+1,2} _{-0,6}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	-	-	-
0,5	0,6	0,4 – 1,0							1,2 ^{+0,8} _{-0,4}	1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	1,8 ^{+1,2} _{-0,6}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	-	-	-
0,6	0,7	1,0 – 1,8							1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	1,8 ^{+1,2} _{-0,6}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	-	-
0,7	0,8	1,8 – 3,2							1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	1,8 ^{+1,2} _{-0,6}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	-
0,8	1,0	3,2 – 5,6							1,8 ^{+1,2} _{-0,6}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}
1,0	1,2	5,6 – 10							2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}
1,2	1,4	10 – 20							2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}
1,4	1,7	20 – 50							2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}
1,7	2,0	50 – 120							2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}
2,0	2,4	120 – 250							3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}
									3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}
									4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}
									4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}	11,0 ^{+7,3} _{-3,7}
									5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}	11,0 ^{+7,3} _{-3,7}	12,0 ^{+8,0} _{-4,0}
									5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}	11,0 ^{+7,3} _{-3,7}	12,0 ^{+8,0} _{-4,0}	14,0 ^{+9,3} _{-4,7}

¹⁾ Die Toleranzen sind in 2/3 und 1/3 aufgeteilt (Werte gerundet).

**Tabelle 2: Gesenkschmiedeteile aus Stahl, hergestellt in Waagrecht-Stauchmaschinen
Schmiedegüte F – Toleranzen und zulässige Abweichungen für Dickenmaße und Auswerfermarken**

Abmessungen in Millimetern

Auswerfermarken	Masse (kg) über/bis (incl)	Stoff- schwierigkeit		Feinglied- rigkeit				Nennmaß-Bereiche															
				> 0,63 ≤ 1		> 0,32 ≤ 0,63		> 0,16 ≤ 0,32		0													
				S1		S2		S3		≤ 16		> 16 ≤ 40		> 40 ≤ 63		> 63 ≤ 100		> 100 ≤ 160		> 160 ≤ 250		> 250	
				M1	M2	S1	S2	S3	S4	Toleranzen und zulässige Abweichungen ¹⁾													
1,0	0 – 0,4								1,0 ^{+0,7} _{-0,3}	1,1 ^{+0,7} _{-0,4}	1,2 ^{+0,8} _{-0,4}	1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	1,8 ^{+1,2} _{-0,6}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}								
1,2	0,4 – 1,2								1,1 ^{+0,7} _{-0,4}	1,2 ^{+0,8} _{-0,4}	1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	1,8 ^{+1,2} _{-0,6}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}								
1,6	1,2 – 2,5								1,2 ^{+0,8} _{-0,4}	1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	1,8 ^{+1,2} _{-0,6}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,3} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}								
2,0	2,5 – 5								1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	1,8 ^{+1,2} _{-0,6}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}								
2,4	5 – 8								1,6 ^{+1,1} _{-0,5}	1,8 ^{+1,2} _{-0,6}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}								
3,2	8 – 12								1,8 ^{+1,2} _{-0,6}	2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}								
4,0	12 – 20								2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}								
5,0	20 – 36								2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}								
6,4	36 – 63								2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}								
8,0	63 – 110								2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}								
10,0	110 – 200								3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}								
12,6	200 – 250								3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}								
									4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}								
									4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}								
									5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}								
									5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}	11,0 ^{+7,3} _{-3,7}								
									6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}	11,0 ^{+7,3} _{-3,7}	12,0 ^{+8,0} _{-4,0}								

¹⁾ Die Toleranzen sind in 2/3 und 1/3 aufgeteilt (Werte gerundet).

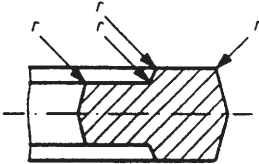
Tabelle 3: Gesenkschmiedeteile aus Stahl, hergestellt in Waagrecht-Stauchmaschinen
Toleranzen für Durchbiegung, Ebenheit und Mittenabstände

Abmessungen in Millimetern

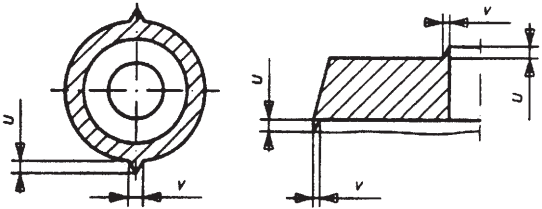
Zulässige Durchbiegung und Ebenheit																
Länge	Nennmaß-Bereiche															
	0 100	100 125	125 160	160 200	200 250	250 315	315 400	400 500	500 630	630 800	800 1 000	1 000 1 250	1 250 1 600	1 600 2 000	2 000 2 500	
	Toleranzen															
Güte	F	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,2
Zulässige Abweichungen für Mittenabstände																
Länge	Nennmaß-Bereiche															
	0 100	100 160	160 200	200 250	250 315	315 400	400 500	500 630	630 800	800 1 000	1 000 1 250					
	Toleranzen															
Güte	F	0,6 ± 0,3	0,8 ± 0,4	1,0 ± 0,5	1,2 ± 0,6	1,6 ± 0,8	2,0 ± 1,0	2,4 ± 1,2	3,2 ± 1,6	4,0 ± 2,0	5,0 ± 2,5	6,4 ± 3,2				

Tabelle 4: Gesenkschmiedeteile aus Stahl, hergestellt in Waagrecht-Stauchmaschinen
Toleranzen für Hohlkehlen, Kantenrundungen, Abgratnasen und Klemmgrate

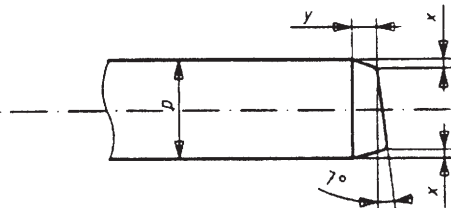
Zulässige Abweichungen für Hohlkehlen und Kantenrundungen		
r (mm)	+	-
$r \leq 10$	50 %	25 %
$10 < r \leq 32$	40 %	20 %
$32 < r \leq 100$	32 %	15 %
$r > 100$	25 %	10 %



Zulässige Höhe und Breite von Abgratnasen und Klemmgraten		
Masse (kg) m	u mm	v mm
$m \leq 1$	1	0,5
$1 < m \leq 6$	1,6	0,8
$6 < m \leq 40$	2,5	1,2
$40 < m \leq 250$	4	2



Zulässige Verformung gescherter Enden		
Nenndurchmesser des nicht umgeformten Teils	Toleranzen	
	x	y
	≤ 36	$0,07 d$
> 36	$0,05 d$	0,7



Anhang A (informativ)

Anwendungsbeispiele

A.0 Inhalt

Allgemeine Hinweise zu den Beispielen:

Beispiel 1: Antriebswelle

Beispiel 2: Flanschelle

A.1 Allgemeiner Hinweis zu den Beispielen

Dieser Anhang beschreibt die Vorgehensweise, um die Maßtoleranzen für typische Schmiedeteile zu bestimmen. Die Schmiedegüte und die in den Zeichnungen angegebenen Toleranzen sind lediglich Beispiele und sollten weder als verpflichtende, empfohlene noch als Mindestanforderungen verstanden werden, da die Toleranzen in der Praxis sowohl von den Möglichkeiten der Schmiedeaggregate als auch von den Anforderungen des Kunden abhängen.

Referenzmaße werden in den Beispielen in Klammern angegeben. Dies sind Maße, die zu einer geometrischen Überbestimmung oder toleriert zu Widersprüchen führen würden. Sie werden nicht für die Maßprüfung am eigentlichen Schmiedeteil verwendet, dienen jedoch (beispielsweise) zur Werkzeugkonstruktion, wenn Schmiedeteilmaße nicht meßbar sind.

Sofern Sondertoleranzen angewandt werden, sind sie in den Beispielen durch schwarze Punkte neben der Toleranzangabe gekennzeichnet.

A.2 Beispiel 1: Antriebswelle

Material 25 CrMo 4 gemäß EN 10083-1.

A.2.1 Allgemeines

Die Antriebswelle wird in dieser Länge üblicherweise in Waagrecht-Stauchmaschinen mit rückwärtigem Anschlag gestaucht. Sie besteht aus dem umgeformten Kopf und dem nicht umgeformten Schaft. Für den Durchmesser des Schaftes sind die seiner Herstellungsart entsprechenden Toleranzen – Walztoleranzen nach EN ...^{*)} maßgebend. Bei Schmiedeteilen mit längerem Schaft, die nicht mehr mit rückwärtigem Anschlag gestaucht werden können, schließt sich an den Bereich mit örtlichen Verformungen ein längerer Klemmbereich an. In diesem Bereich muß erfahrungsgemäß die Minus-Abweichung für den Durchmesser des Schaftes erheblich größer sein als diejenige des Ausgangsmaterials.

A.2.2 Erforderliche Angaben zur Ermittlung der Toleranzen

Größter Durchmesser:	61 mm
Größte Höhe: (keine Höhenmaße in der Zeichnung eingetragen)	–
Größte Dicke:	78 mm
Masse des umgeformten Kopfes (errechnet):	1,08 kg
Masse des Hüllkörpers (Zylinder mit 61 mm Durchmesser und 78 mm Länge) (errechnet):	1,79 kg
Masse eines Stabes (Zylinder mit 29 mm Durchmesser und 535 mm Länge) errechnet zur Ermittlung der zulässigen Abweichungen für Längenmaße:	2,78 kg
Feingliedrigkeit bei $1,08 : 1,79 = 0,6$ (siehe 5.3)	Gruppe S2
Stoffschwierigkeit für 25 CrMo 4 mit C 0,19 Masse-% < 0,65 Masse-% und Gesamt MnCr = 1,8 Masse-% < 5 Masse-% (siehe 5.2)	Gruppe M1
Gratnaht:	eben

^{*)} Diese Norm lag zum Zeitpunkt der Drucklegung nicht vor.

A.2.3 Ermittlung der Toleranzen für Schmiedegüte F aus den Tabellen nach EN 10243-2

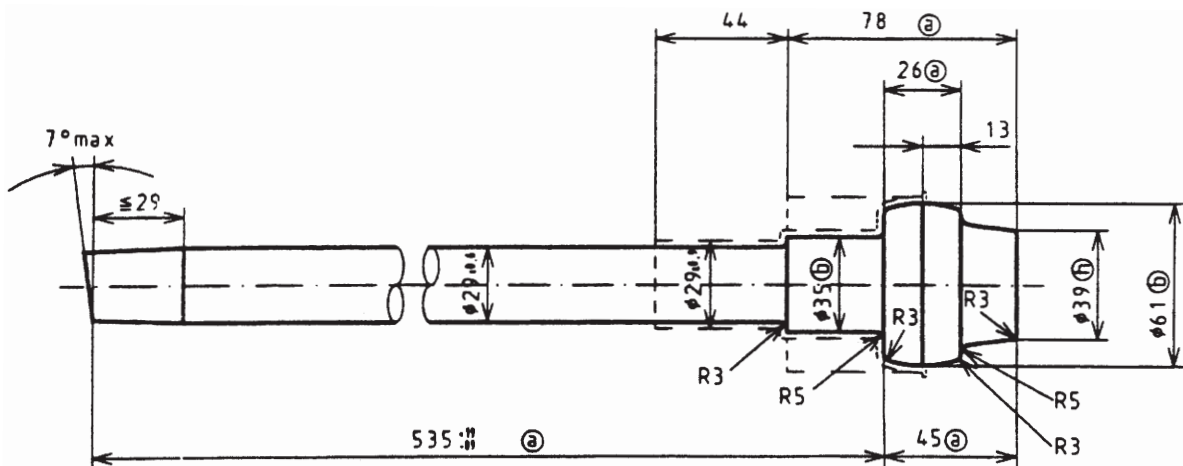
Maße	Zulässige Abweichungen (mm) bei Schmiedegüte F
Durchmessermaße:	Tabelle 1: + 1,2 + 0,6
Dickenmaße:	Tabelle 3: + 1,2 - 0,6
Versatz:	Tabelle 1: 0,6
Gratansatz/Anschnitttiefe:	Tabelle 1: 0,7
Durchbiegung und Ebenheit:	Tabelle 5: 1,6
Klemmkrat, Höhe: Breite:	Tabelle 6: 1,6 0,8
Längenmaß 535 mm (siehe 6.2.1.3): Anwendung von S1, M1, 2,78 kg):	- 0,9
Verformung der gescherten Enden, Länge: Tiefe:	Tabelle 6: 29 2
Länge des Bereichs örtlicher Verformung am Schaft 1,5 × 29 mm (siehe 6.2.1.5)	= 44

A.2.4 Eintragung der zulässigen Abweichungen in die Schmiedeteilzeichnung

Alle zulässigen Abweichungen werden, soweit Zeilen vorhanden sind, in die Tabelle in der Schmiedeteilzeichnung eingetragen, ausgenommen die zulässigen Abweichungen für die Länge. Sie werden bei dem Maß 535 mm eingetragen. Das gescherte Ende wird gezeichnet und die zulässige Größe der Verformung eingetragen. Die Bereiche, in denen Klemmkrat sowie örtliche Verformungen am Schaftübergang zulässig sind, werden in der Schmiedeteilzeichnung durch Maßpfeile gekennzeichnet. Wenn weder Klemmkratbereich noch Klemmkrat eingezeichnet sind, so muß ein vorhandener Klemmkrat durch Schleifen entfernt werden.

Toleranzen für die Gesamtlänge (535 mm + 45 mm = 580 mm) können nicht aus der Tabelle entnommen werden. Sie werden, falls benötigt, durch Addition der Toleranzen für die Länge 535 mm und die Dicke 45 mm ermittelt (580 mm + 3,1 mm/-1,5 mm).

Falls nur die Gesamtlänge eingetragen wird, so müßte das Maß 535 mm errechnet werden, um die Toleranzen für die Gesamtlänge bestimmen zu können.



l = Längenmaße
b = Breitenmaße
a = Dickenmaße

°) Zulässige Länge des Bereiches örtlicher Verformungen

Beispiel 1: Antriebswelle

Toleranzen und zulässige Abweichungen nach EN 10243-2					
Schmiedeteilmasse		Hüllkörpermasse	Feingliedrigkeit	Stoffschwierigkeit	Schmiedegüte
Teil A	1,08 kg	1,79 kg	Gruppe S2	Gruppe M1	F
Maßarten		Toleranzen und zulässige Abweichungen Teil A			Toleranzen und zulässige Abweichungen Teil A
Längenmaße ¹⁾		–	Abgratnasen	Höhe	–
Breiten-/Durchmessermaße ¹⁾		+ 1,2 – 0,6		Breite	–
Höhenmaße ¹⁾		–	Klemmgrat	Höhe	1,6
Dicken-/Durchmessermaße		+ 1,2 – 0,6		Breite	0,8
Versatz ²⁾		0,6	Sondertoleranzen		Nein
Gratansatz (+), Anschnitttiefe (–) ²⁾		0,7	Hohlkehlen und Kantenrundungen nach Tabelle 4		
Durchbiegung und Ebenheit ²⁾		1,6	Tiefe von Oberflächenbeschaffenheit nach 6.2.4.5		
¹⁾ Für Innenmaße Zahlenwerte für Plus- und Minus-Abweichungen miteinander vertauschen. ²⁾ Zusätzlich zu anderen Toleranzen.					

A.3 Beispiel 2: Flanschelle

Werkstoff C 45 E nach EN 10083-1 : 1991

A.3.1 Allgemeines

Die Flanschelle wird üblicherweise in Waagrecht-Stauchmaschinen mit rückwärtigem Anschlag gestaucht. Sie besteht im Sinne der Norm aus zwei umgeformten Teilen und einem nicht umgeformten Schaft. Bei Ermittlung der zulässigen Abweichungen für Dickenmaße ist für den umgeformten Teil A (Flansch) die Ausnahmeregel von 6.2.2.1 und für den umgeformten Teil B (Kopf) die von 6.3 zu berücksichtigen.

Demgemäß muß für Teil A das Bezugsmaß (Flanschdicke + 1,5 × kleinster Zapfendurchmesser) errechnet werden. Für Teil B entfällt eine zusätzliche Berechnung der Masse, da seine Masse, die seines Hüllkörpers und die des Bezugkörpers gleich sind. Um zulässige Abweichungen für die Länge 850 mm ermitteln zu können, muß die Masse eines Stabes mit dem Durchmesser 30,5 mm und der Länge 850 mm errechnet werden.

A.3.2 Erforderliche Angaben zur Ermittlung der Toleranzen

A.3.2.1 Angabe für Teil A

Größter Durchmesser:	130,4 mm
Größte Höhe (errechnet aus 98 mm + 13,5 mm): (siehe 6.2.1.2)	111,5 mm
Größte Dicke (nicht in Zeichnung eingetragen):	–
Bezugsmaß für Dickenmaße (errechnet aus 13,5 mm + 1,5 × 30,5 mm): (siehe 6.2.2.1)	59,25 mm
Masse (errechnet):	2,02 kg
Masse des Hüllkörpers (Scheibe mit 130,4 mm Durchmesser und 18,5 mm Dicke plus theoretische Masse des Schaftes 98 mm) (errechnet):	12,4 kg
Feingliedrigkeit bei 2,02 : 12,4 = 0,163 (siehe 5.3)	Gruppe S3
Stoffschwierigkeit für C 45 E mit C = 0,5 Masse-% < 0,65 Masse-% und Summe MnCrMoNi = 1,43 Masse-% < 5 Masse-% (siehe 5.2)	Gruppe M1
Gratnaht:	eben

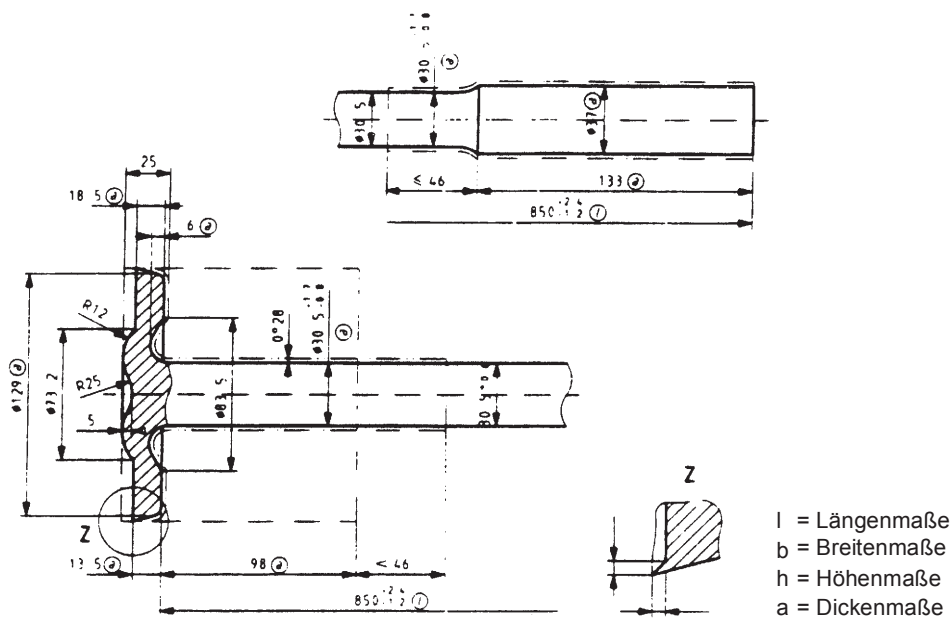
A.3.2.2 Angaben für Teil B

Größter Durchmesser:	37 mm
Größte Höhe (keine Höhenmaße in Zeichnung eingetragen):	–
Größte Dicke:	133 mm
Masse (errechnet):	1,12 kg
Masse des Hüllkörpers (errechnet):	1,12 kg
Feingliedrigkeit bei 1,12 : 1,12 = 1 (siehe 5.3)	Gruppe S1
Stoffschwierigkeit wie für Teil A:	Gruppe M1
Gratnaht:	eben

A.3.3 Ermittlung der Toleranzen aus den Tabellen EN 10243-2

Maße	Zulässige Abweichungen (mm) bei Schmiedegüte F ¹⁾		
	Schmiedeteil	Teil A	Teil B
Längenmaße (M 1, S 1 und 4,88 kg nach 6.2.1.3):	Tabelle 1: + 2,4 – 1,2		
Breiten-, Durchmessermaße		Tabelle 1: + 1,7 – 0,8	Tabelle 1: + 1,1 – 0,5
Höhenmaße		Tabelle 1: + 1,7 – 0,8	
Dicken-, Durchmessermaße (nach Ausnahmeregel 6.2.2.1):		Tabelle 3: + 1,3 – 0,7	
(nicht gültig nach 5.3):			Tabelle 3: + 1,2 – 0,6
(nach Ausnahmeregel 5.3):			Tabelle 3: + 1,7 – 0,8
Versatz:		Tabelle 1: 0,7	Tabelle 1: 0,6
Gratansatz/Anschnittiefe:		Tabelle 1: 0,8	Tabelle 1: 0,7
Durchbiegung und Ebenheit:	Tabelle 5: 2,0		
Abgratnasen (nur Teil A) und Klemmgrat Höhe: Breite:		Tabelle 6: 1,6 0,8	Tabelle 6: 1,6 0,8

¹⁾ Für auf Waagrecht-Stauchmaschinen hergestellte Schmiedeteile ist die Schmiedegüte E nicht vorgesehen.



°) Zulässige Länge des Bereiches örtlicher Verformungen

Beispiel 2: Flanschwellen

Toleranzen und zulässige Abweichungen nach EN 10243-2						
Schmiedeteilmasse		Hüllkörpermasse	Feingliedrigkeit	Stoffschwierigkeit	Schmiedegüte	
Teil A	2,02 kg	12,4 kg	Gruppe S3	Gruppe M1	F	
Teil B	1,12 kg	1,12 kg	Gruppe S1 (S4)			
Maßarten	Toleranzen und zulässige Abweichungen			Toleranzen und zulässige Abweichungen		
	Teil A	Teil B		Teil A	Teil B	
Längenmaße ¹⁾	–	–	Abgratnasen	Höhe	1,6	–
Breiten-/Durchmessermaße ¹⁾	+ 1,7 – 0,8	+ 1,1 – 0,5		Breite	0,8	–
Höhenmaße ¹⁾	+ 1,7 – 0,8	–	Klemmgrat	Höhe	1,6	1,6
				Breite	0,8	0,8
			Sondertoleranzen	–		
Dicken-/Durchmessermaße	+ 1,3 – 0,7	+ 1,7 – 0,8 ^{S4}	Hohlkehlen und Kantenrundungen nach Tabelle 4			
Versatz ²⁾	0,7	0,6	Tiefe von Oberflächenbeschaffenheit nach 6.2.4.5			
Gratansatz (+), Anschnittiefe (–) ²⁾	0,8	0,7				
Durchbiegung und Ebenheit ²⁾	2					
¹⁾ Für Innenmaße Zahlenwerte für Plus- und Minus-Abweichungen miteinander vertauschen. ²⁾ Zusätzlich zu anderen Toleranzen.						

A.3.4 Eintragung der zulässigen Abweichungen in die Schmiedeteilzeichnung

A.3.4.1 Für Teil A

Alle ermittelten zulässigen Abweichungen werden in die entsprechenden Zeilen der Tabelle in der Schmiedeteilzeichnung eingetragen. Die Bereiche, in denen Abgratnasen und Klemmgrate auftreten, sowie der Bereich örtlicher Verformungen am Übergang von dem umgeformten Teil zum Schaft, werden in der Schmiedeteilzeichnung gekennzeichnet. Es ist zweckmäßig, die Länge des Bereiches, in dem Verformungen auftreten dürfen, einzutragen.

A.3.4.2 Für Teil B

Alle aus den Tabellen ermittelten zulässigen Abweichungen – für das einzige vorhandene Dickenmaß nur die größeren nach dem Ausnahmeverfahren ermittelten – werden in der zu Teil B gehörenden Spalte der Tabelle eingetragen. Für Klemmgrat und örtliche Verformung gilt das unter 8.1 Gesagte. Abgratnasen sind nicht zulässig.

A.3.4.3 Für das Schmiedeteil

Die zulässigen Abweichungen für die Länge werden bei dem betreffenden Maß in die Schmiedeteilzeichnung, die zulässige Durchbiegung in die entsprechende Zeile der Tabelle eingetragen.

Es wird empfohlen, die für den Durchmesser des nicht umgeformten Schaftes zulässigen Abweichungen ebenfalls in die Schmiedeteilzeichnung einzutragen.