

Gesenkschmiedeteile aus Stahl – Maßtoleranzen
Teil 1: Warm hergestellt in Hämmern und Senkrecht-Pressen
Deutsche Fassung EN 10243-1 : 1999

DIN
EN 10243-1

ICS 17.040.10; 77.140.85

Steel die forgings – Tolerances on dimensions – Part 1: Drop and vertical press forgings;
German version EN 10243-1 : 1999

Pièces forgées par estampage en acier – Tolérances dimensionnelles – Partie 1:
Pièces exécutées à chaud sur marteaux-pilons ou presses verticales;
Version allemande EN 10243-1 : 1999

Mit
DIN EN 10243-2 : 2000-06
Ersatz für DIN 7526 : 1969-01 und
DIN 7526 Bbl. : 1971-05

Die Europäische Norm EN 10243-1 : 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 10243-1 : 1999 vollständig übernommen.

Frühere Ausgaben

DIN 7526: 1969-01

DIN 7526 Bbl.: 1971-05

Fortsetzung 26 Seiten EN

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Gesenkschmiedeteile aus Stahl – Maßtoleranzen

Teil 1: Warm hergestellt in Hämmern und Senkrecht-Pressen

Steel die forgings – Tolerances on dimensions – Part 1: Drop and vertical press forgings

Pièces forgées par estampage en acier – Tolérances dimensionnelles – Partie 1: Pièces exécutées à chaud sur marteaux-pilons ou presses verticales

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	6.3 Tabelle 5: Toleranzen für Durchbiegung und Ebenheit; Toleranzen für Mittenabstände	13
1 Anwendungsbereich	2	6.4 Tabelle 6: Toleranzen für Hohlkehlen und Kantenrundungen; Toleranzen für Abgratnasen; Toleranzen für die Verformung gescherter Enden ...	13
2 Normative Verweisungen	3	7 Konstruktion von Gesenkschmiedeteilen	13
3 Symbole	3	7.1 Vom Hersteller benötigte Angaben	13
4 Angaben zur Bestimmung der Toleranzen	3	7.2 Anfertigung der Schmiedeteilzeichnung	13
4.1 Masse des Schmiedeteils	3	7.3 Angabe von Maßen in der Schmiedeteilzeichnung	13
4.2 Verlauf der Gratnaht	3	7.4 Angabe von Toleranzen in der Schmiedeteilzeichnung	13
4.3 Stahlsorten	3	7.5 Bedeutung der Schmiedeteilzeichnung	13
4.4 Feingliedrigkeitsfaktor	3	Tabelle 1	14
4.5 Maßarten	4	Tabelle 2	15
5 Toleranzarten	4	Tabelle 3	16
5.1 Vorkommende Toleranzarten	4	Tabelle 4	17
5.2 Definition der einzelnen Toleranzarten	5	Tabelle 5	18
5.3 Formabweichungen	10	Tabelle 6	18
6 Anwendung der Tabellen zur Bestimmung der Toleranzen	11	Anhang A (informativ) Anwendungsbeispiele	19
6.1 Tabellen 1 und 2: Toleranzen für Länge, Breite, Höhe, Gratansatz/Anschnittiefe und Versatz	11		
6.2 Tabellen 3 und 4: Toleranzen für Dickenmaße und Auswerfermarken	13		

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 enthält Maßtoleranzen für Gesenkschmiedeteile aus Stahl, hergestellt in Hämmern und Senkrecht-Pressen.

Der erste Teil dieser Europäischen Norm gilt für Gesenkschmiedeteile im Lieferzustand, die aus Kohlenstoff- oder legiertem Stahl warm in Hämmern und Pressen geschmiedet sind. Die Toleranzen gelten für Gesenkschmiedeteile bis zu einem Gewicht von 250 kg und einer größten Länge von 2 500 mm. Toleranzen für schwerere oder größere Schmiedeteile müssen besonders vereinbart werden.

Diese Europäische Norm ist nicht auf gestauchte Gesenkschmiedestücke, die auf Waagrecht-Stauchmaschinen hergestellt wurden, anwendbar (siehe EN 10243-2).

1.2 Die in dieser Europäischen Norm angegebenen Toleranzen umfassen Schmiedeteile nach normalen Anforderungen und Schmiedeteile mit engeren Toleranzgrenzen. Diese zwei Schmiedegüten werden wie folgt unterschieden:

- Schmiedegüte F mit Toleranzen von ausreichender Genauigkeit für die meisten Anwendungsfälle, die sich mit üblichen Schmiedeeinrichtungen und Fertigungsverfahren einhalten lassen;

- Schmiedegüte E sieht engere Toleranzen für solche Fälle vor, für welche die normalen Anforderungen nicht ausreichen.

Obleich Toleranzen der Schmiedegüte E (eng) auf alle Abmessungen eines Schmiedeteiles angewendet werden können, ist es wirtschaftlicher, sie nur auf diejenigen Maße anzuwenden, bei denen die engeren Toleranzen notwendig sind. Diese Schmiedegüte sollte nur verlangt werden, wenn die sich ergebenden zusätzlichen Kosten durch eine Einsparung in den Gesamtkosten gerechtfertigt sind.

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

Der Anhang A vermittelt zur Information einige Anwendungsbeispiele dieser Toleranzen für verschiedene Arten von Gesenkschmiedeteilen.

1.3 Es gibt mitunter auch Fälle, welche die Anwendung größerer als der angegebenen Toleranzen erfordern – beispielsweise wenn es sich um besonders komplizierte Schmiedeteile oder um besonders schwer zu verschmiedende Stähle handelt. In solchen Fällen kann die Toleranznorm nur als Grundlage dienen; die den jeweiligen Umständen am besten gerecht werdenden Toleranzen müssen besonders vereinbart werden.

1.4 Diese Europäische Norm enthält keine Sondertoleranzen, enger als Güteklasse E. Solche Anforderungen setzen üblicherweise zusätzliche Arbeitsgänge – z. B. Warm- oder Kaltkalibrieren – oder besondere Umformverfahren – z. B. Halbwarm- oder Kaltschmieden voraus.

Erwägungen dieser Art sind, obwohl sie häufig vorkommen, fallbedingt und sehr unterschiedlich. Die Beratung soll erfolgen, wenn sich das Schmiedeteil noch im frühen Stadium des Entwurfes befindet; auf diese Weise können die speziellen Anforderungen des Abnehmers mit geringsten zusätzlichen Kosten erfüllt werden.

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 – Vorzugsreihe

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
e	= spezielles Dickenmaß
m	= Masse (Gewicht)
π	= Kreisfaktor
ρ	= Dichte
S	= Feingliedrigkeitsfaktor (siehe 4.4)
M	= Stahlsorten (siehe 4.3)
x und y	= Verformung gescherter Enden

4 Angaben zur Bestimmung der Toleranzen

Um die auf ein Schmiedeteil anzuwendenden Maßtoleranzen in Übereinstimmung mit den Tabellen 1 bis 6 festzulegen, sind zusätzlich zu den Maßen des Schmiedeteils die folgenden Angaben erforderlich:

- Masse des Schmiedeteils;
- Verlauf der Gratnaht;
- Stahlsorte;
- Feingliedrigkeitsfaktor;
- Abmessungsarten.

4.1 Masse des Schmiedeteils

Die Masse des Schmiedeteils wird berechnet.

4.2 Verlauf der Gratnaht

Der Verlauf der Gratnaht wird einer der folgenden Kategorien zugeordnet:

- entweder eben oder symmetrisch gekröpft;
- oder asymmetrisch gekröpft (siehe zum Beispiel Bild 1).

4.3 Stahlsorten

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

Die verwendete Stahlsorte entspricht einer der folgenden Gruppen:

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

Gruppe M2: Stahl mit einem Kohlenstoffgehalt über 0,65 % **oder** einer Summe der Legierungsanteile Mn, Ni, Cr, Mo, V, W über 5 % der Masse.

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

4.4 Feingliedrigkeitsfaktor

Der Feingliedrigkeitsfaktor 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. Beispiele für rotationsymmetrische und nicht rotationsymmetrische Gesenkschmiedeteile werden gezeigt (siehe Bilder 2 und 3).



eben



symmetrisch
gekröpft



asymmetrisch
gekröpft

Bild 1: Verlauf der Gratnaht

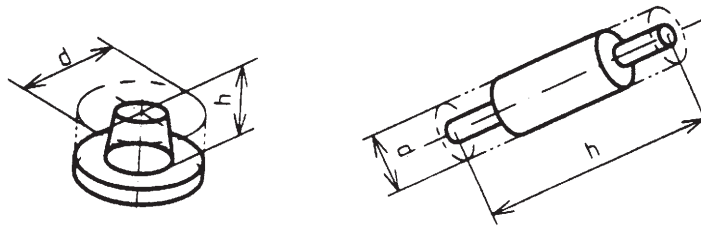


Bild 2: Hüllkörper für rotationssymmetrische Schmiedeteile

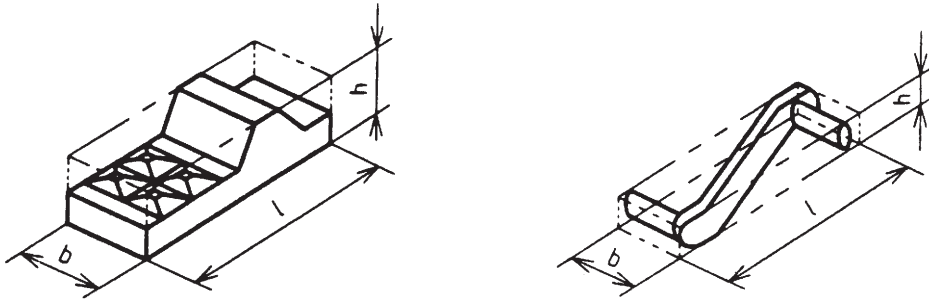


Bild 3: Hüllkörper für nicht rotationssymmetrische Schmiedeteile

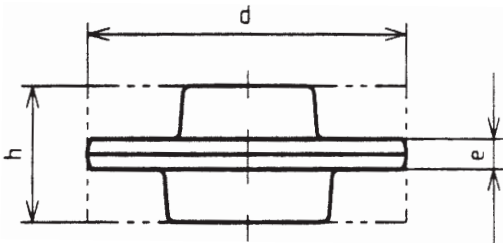


Bild 4: Ausnahme bei der Bestimmung des Feingliedrigkeitsfaktors

Der Feingliedrigkeitsfaktor eines Gesenkschmiedeteils wird durch das Verhältnis der Masse¹⁾ des Schmiedeteils zur Masse¹⁾ des zur Umschließung der größten Abmessungen des Schmiedeteils erforderlichen Hüllkörpers ausgedrückt.

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

Der Hüllkörper eines rotationssymmetrischen Schmiedeteils (siehe Bild 2) ist der umschriebene Kreiszylinder, 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;

ρ = Dichte (7,85 g/cm³);

h = Höhe oder Länge des Zylinders.

Für ein nicht rotationssymmetrisches Schmiedeteil wird der Hüllkörper durch den Quader mit dem kleinsten Rauminhalt, der das Schmiedeteil umschließt, gebildet (siehe Bild 3).

$$m_{\text{Hüllkörper}} = l \times b \times h \times \rho \quad (3)$$

¹⁾ Wenn gewünscht, kann der Feingliedrigkeitsfaktor aus dem Volumenverhältnis von Schmiedeteil und Hüllkörper errechnet werden.

Es werden vier Gruppen der Feingliedrigkeit unterschieden:

S4: bis und inkl. 0,16;

S3: über 0,16 bis inkl. 0,32;

S2: über 0,32 bis inkl. 0,63;

S1: über 0,63 bis inkl. 1.

AUSNAHME:

Bei der Bestimmung des Feingliedrigkeitsfaktors bei dünnen Scheiben und Flanschen gibt es eine Ausnahme, nämlich dann, wenn das Verhältnis e/d 0,20 nicht überschreitet, wobei d der Durchmesser und e die entsprechende Dicke der Scheibe oder des Flansches ist (siehe Bild 4).

In diesem Fall wird der Faktor S4 benutzt; das Gewicht, das in Betracht gezogen wird, ist nur das des Zylinders, der den Durchmesser d und die Höhe e hat. Dieses spezielle Verfahren wird jedoch nicht angewendet, wenn sich bei der üblichen Ermittlung gemäß 4.4 größere Toleranzen ergeben.

4.5 Maßarten

Hinsichtlich der Lage der Hauptabmessung zur Umformrichtung und zur Gesenkteilung werden vier Arten unterschieden:

Abmessung	zur Umformrichtung	Gesenkteilung
Länge	⊥	auf einer Seite
Breite	⊥	
Höhe	//	
Dicke	//	kreuzend

5 Toleranzarten

5.1 Vorkommende Toleranzarten

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

5.1.1 Erste Gruppe von Toleranzarten (Tabellen 1 und 2)

Toleranzen für

- Längen-, Breiten- und Höhenmaße;
- Versatz;
- Gratansatz/Anschnittiefe;
- Lochmaße.

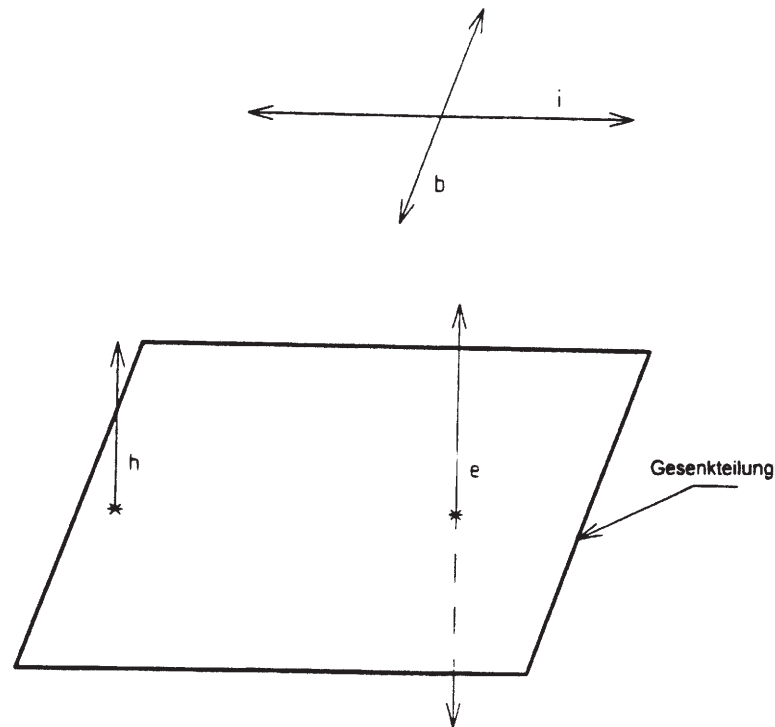


Bild 5: Verhältnis der Maßarten zu Gesenkteilung und Umformrichtung

5.1.2 Zweite Gruppe von Toleranzarten (Tabellen 3 und 4)

Toleranzen für

- Dickenmaße;
- Auswerfermarken.

5.1.3 Dritte Gruppe von Toleranzarten (Tabelle 5)

Toleranzen für

- Durchbiegung und Ebenheit;
- Mittenabstände.

5.1.4 Andere Toleranzarten

Toleranzen für

- Hohlkehlen und Kantenrundungen (Tabelle 6);
- Abgratnasen (Tabelle 6);
- Oberflächenbeschaffenheit;
- Gesenkschrägen;
- Fluchtabweichungen bei tiefen Sacklöchern;
- den nicht umgeformten Teil;
- die Verformung gescherter Enden (Tabelle 6).

5.2 Definition der einzelnen Toleranzarten

5.2.1 Erste Gruppe von Toleranzarten (Tabellen 1 und 2)

5.2.1.1 Toleranzen für Längen-, Breiten- und Höhenmaße (siehe Bild 6)

Außer bestimmten Mittenabstandsmaßen (siehe 5.2.3.2) gelten die Toleranzen dieser Gruppe für alle Längen-, Breiten- und Höhenmaße (einschließlich Durchmessermaße) auf einer Seite der Gratnaht. Alle Veränderungen, einschließlich Gesenksverschleiß und Schrumpfung, sind in diesen Toleranzen enthalten. Längen- und Breitenmaße sind, soweit möglich, parallel zur Teilungsebene anzuwenden.

Toleranzen für Längen-, Breiten- und Höhenmaße umfassen:

- Toleranzen für Innen- und Außenmaße des Schmiedeteils;
- Toleranzen für den Abstand zwischen einer Achse und einer Fläche.

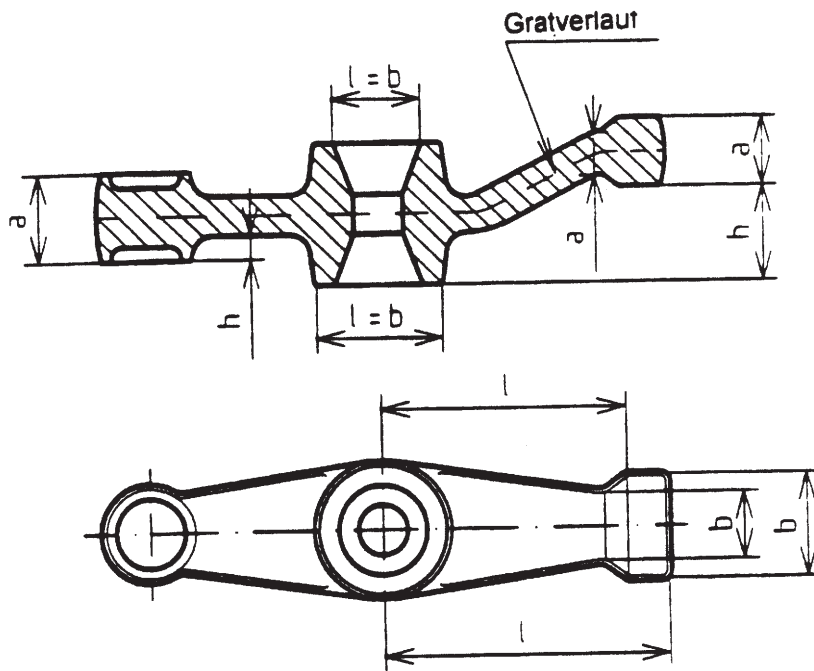
Toleranzen für Längen-, Breiten- und Höhenmaße sind in den Tabellen 1 und 2 für Außenmaße angegeben (siehe Bild 7), d. h. mit einer Toleranzaufteilung von $+2/3$, $-1/3$, sofern nicht die engeren Toleranzen für Höhenmaße anzuwenden sind.

Für Innenmaße (siehe Bild 8) sind die Vorzeichen umzukehren, so daß die Aufteilung $+1/3$, $-2/3$ beträgt.

Bei der Anwendung von Toleranzen für Längen-, Breiten- und Höhenmaße auf ein Schmiedeteil sollten – soweit dies möglich ist – die Toleranzen für die größte Länge des Schmiedeteils für alle Längenmaße angewendet werden. In gleicher Weise ist auch bei Breiten- und Höhenmaßen zu verfahren. Dies hat zum Zweck, unnötige kleine Abweichungen in den Toleranzen zu vermeiden und damit die Erstellung der Schmiedeteilzeichnung zu erleichtern und das Abnahmeverfahren zu vereinfachen.

In Fällen, bei denen die Abweichung wirklich von Bedeutung ist (z. B. wenn es sich um sehr unterschiedliche Längenmaße handelt), können für die Maße, bei denen es als notwendig erachtet wird, Toleranzen der jeweiligen Maßbereiche aus den Tabellen 1 und 2 zugrunde gelegt werden. Die Anwendung solcher Toleranzen sollte jedoch auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben; außerdem sind in einem solchen Falle die Toleranzen deutlich neben den zugehörigen Maßen auf der Schmiedeteilzeichnung anzugeben.

Bei Maßen von einer Achse zu einer Fläche (siehe Bild 9) und bei Höhenmaßen innerhalb einer Gesenkhälfte sind – soweit dies möglich ist – die Toleranzen für die größte Länge, Breite und Höhe anzuwenden. Sind für die einzelnen Maße engere Toleranzen erforderlich, so werden diese den entsprechenden Nennmaßbereichen entnommen. Sind noch engere Toleranzen erforderlich, so müssen diese zulässigen Abweichungen neben den zugehörigen Maßen auf der Schmiedeteilzeichnung eingetragen werden und müssen $+1/3$, $-1/3$ der gesamten Toleranzen in den Tabellen 1 und 2 betragen.



- l = Längenmaße in einer Gesenkhälfte
- b = Breiten-/Durchmessermaße in einer Gesenkhälfte
- h = Höhenmaße in einer Gesenkhälfte
- a = Dicken-/Durchmessermaße, die Gratnaht kreuzend

Bild 6: Maßarten

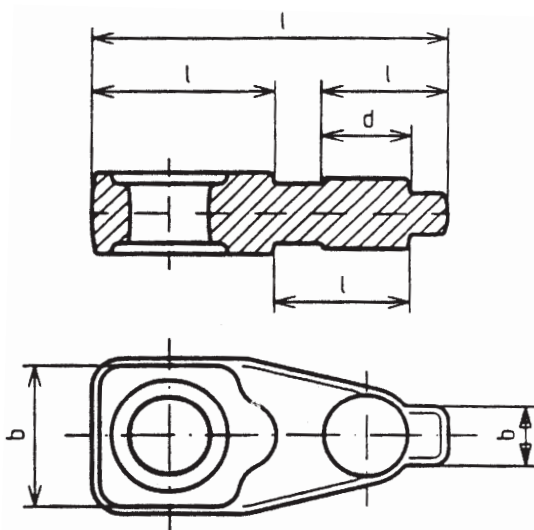


Bild 7: Längen- und Breitenmaße zwischen Außenflächen

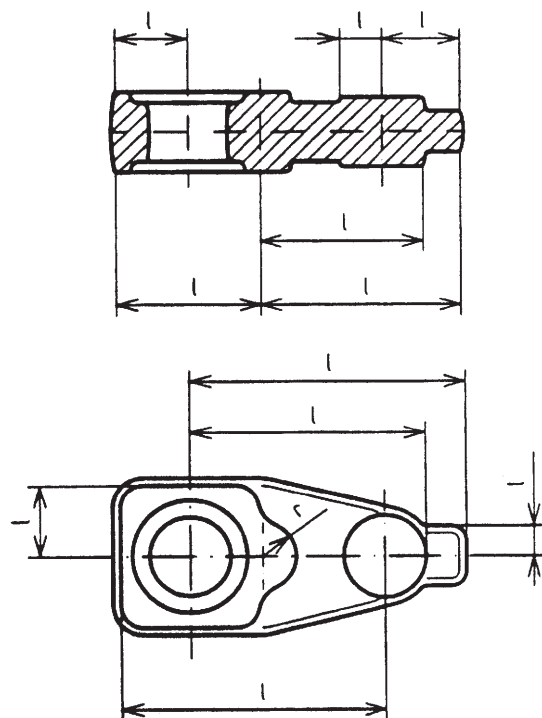


Bild 9: Längen- und Breitenmaße von einer Achse zu einer Fläche

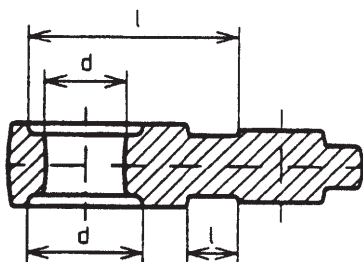


Bild 8: Längen- und Breitenmaße zwischen Innenflächen

5.2.1.2 Toleranzen für Versatz

Die Toleranzen für den Versatz geben das Maß an, um welches ein Punkt auf der einen Seite der Gratnaht zu dem entsprechenden Punkt auf der anderen Seite in paralleler Richtung zur Hauptebene der Gesenkteilung verschoben sein darf. Versatztoleranzen sind abhängig von der Masse des Schmiedeteils und von der Gesenkteilung. Sie sind den Tabellen 1 und 2 zu entnehmen.

Versatztoleranzen werden unabhängig von anderen Toleranzen angewandt.

Messung:

Beim Messen des Versatzes hängt die Genauigkeit davon ab, inwieweit man eine angemessene Zugabe für durch ungleichmäßigen Gesenkverschleiß verursachte Werkstoffanhäufung vorsieht. Aus diesem Grunde sollten Messungen an solchen Stellen des Schmiedeteils vorgenommen werden, die am wenigsten dem Gesenkverschleiß unterliegen.

Formel zur Berechnung des Versatzes:

Unter Bezugnahme auf Bild 10 kann der Versatz an jedem Punkt, der sich auf die Länge oder Breite eines Schmiedeteils bezieht, folgendermaßen berechnet werden:

$$\text{Versatz: } \frac{l_2 - l_1}{2} \text{ oder } \frac{b_2 - b_1}{2} \quad (4)$$

Dabei ist

l_1/b_1 das kleinere (auf die Teilebene projizierte) Längen- oder Breitenmaß, parallel zur Hauptebene der Gesenkteilung gemessen;

l_2/b_2 das entsprechend größere projizierte Längen- oder Breitenmaß, parallel zur Hauptebene der Gesenkteilung gemessen.

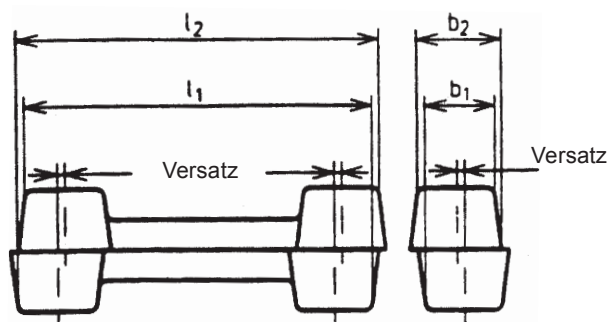


Bild 10: Versatz

5.2.1.3 Toleranzen für Gratansatz/Anschnittiefe

Unterschiedliches Abgraten kann entweder einen Gratansatz oder eine Anschnittiefe bewirken. Die zulässigen positiven (Gratansatz) und negativen (Anschnittiefe) Werte sind in den Tabellen 1 und 2 angegeben. Der Gratansatz wird vom Schmiedeteilkörper zur Gratkante gemessen, wie in Bild 11 angegeben. Die Anschnittiefe wird von dem theoretischen Punkt aus gemessen, an dem die Gesenkschrägen zusammentreffen (siehe Bild 12).

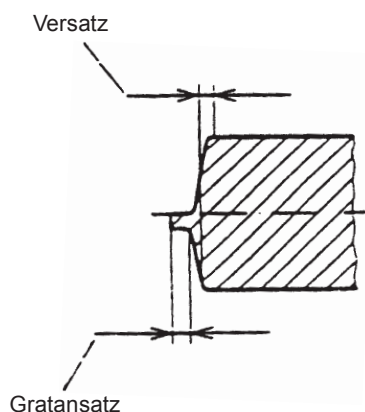


Bild 11: Gratansatz (Gratüberstand)

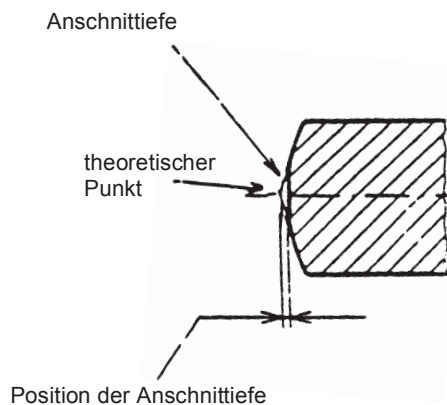


Bild 12: Anschnittiefe

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

5.2.1.4 Toleranzen für Lochmaße

Toleranzen für Lochmaße sind aus den Tabellen 1 und 2 zu entnehmen, wobei jedoch die Plus- und Minusaufteilung umzukehren ist. Üblicherweise werden die Toleranzen für das größte Längen-(oder Durchmesser-)Maß des Schmiedeteils angewandt; wenn jedoch engere Toleranzen benötigt werden, können die für das jeweilige Lochmaß zutreffenden angewandt werden. Im letzteren Falle sind die Toleranzen neben dem jeweiligen zugehörigen Maß auf der Schmiedeteilzeichnung einzutragen.

5.2.2 Zweite Gruppe von Toleranzarten (Tabellen 3 und 4)

5.2.2.1 Toleranzen für Dickenmaße (siehe Bild 6)

Toleranzen für Dickenmaße beschreiben die zulässigen Abweichungen eines jeden die Gratnaht kreuzenden Maßes. Alle durch Gesenkspalt, Gesenkverschleiß oder Schrumpfung verursachten Abweichungen in der Dicke sind in den Dicketoleranzen enthalten.

Die Besonderheit des Gesenkschmiedeverfahrens erfordert es, daß bei jedem Gesenkschmiedeteil für alle Dickenmaße dieselbe Toleranz gilt. Diese wird gemäß Tabellen 3 und 4 entsprechend dem größten Dickenmaß des Schmiedeteils festgelegt.

Wenn bei einzelnen Dickenmaßen engere Toleranzen benötigt werden, so sind zusätzliche Arbeitsgänge erforderlich. Solche Sondertoleranzen sollten zwischen Besteller und Hersteller gemäß 1.4 vereinbart werden.

AUSNAHME:

Wenn Schmiedeteile einen Flansch haben, von dem

- a) entweder eine Nabe, deren Höhe größer ist als das 1,5fache ihres Durchmessers, oder
- b) ein nicht runder Vorsprung, dessen Höhe größer ist als das 1,5fache seines Hüllkörpergewichts, ausgeht,

so sind alle Dicketoleranzen außer der Gesamtdicketoleranz so zu berechnen, als wenn die Höhe der Nabe oder des Vorsprunges nur gleich dem 1,5fachen ihres/seines Durchmessers (oder des Hüllkörperdurchmessers) und nicht des größten Dickenmaßes wäre (siehe Bild 13).

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

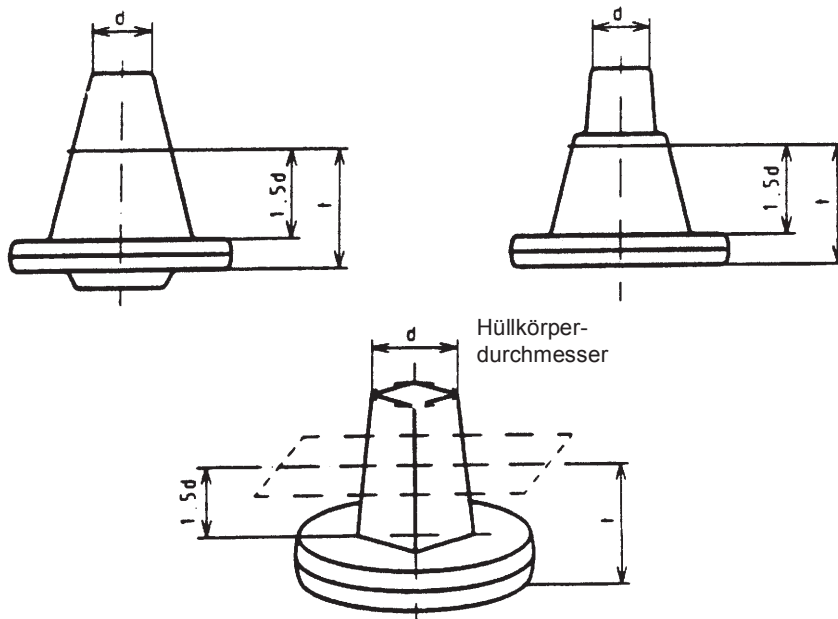


Bild 13: Anwendung der Toleranzen für Dickenmaße an Naben

Alle Toleranzen für Dickenmaße, ausgenommen die für die Gesamtdicke, sind auf die Abmessung t zu beziehen.

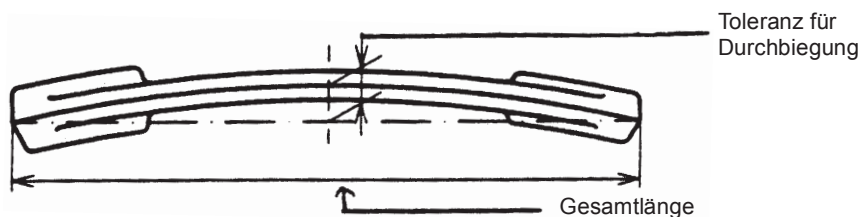


Bild 14: Anwendung der Toleranzen für Durchbiegung

5.2.2.2 Toleranzen für Auswerfermarken

Wenn Gesenke einen Auswerfer haben, so ist eine Toleranz für die auf dem Schmiedeteil hinterlassenen Marken erforderlich; diese Marken können entweder eine Vertiefung oder eine Erhebung darstellen. Die zulässigen Gesamttoleranzen sind in den Tabellen 3 und 4 angegeben.

Die Höhe oder Tiefe einer Auswerfermarke (bezogen auf die umgebende Oberfläche) soll die Hälfte der zulässigen Gesamttoleranz nicht überschreiten – es sei denn, es ist auf der genehmigten Schmiedeteilzeichnung anders vereinbart.

Der Nenndurchmesser und die Lage der Auswerfermarken werden dem Abnehmer vor Beginn der Fertigung auf der Schmiedeteilzeichnung mitgeteilt.

Toleranzen für Auswerfermarken werden unabhängig von und zusätzlich zu anderen Toleranzen angewandt.

5.2.3 Dritte Gruppe von Toleranzarten (Tabelle 5)

5.2.3.1 Toleranzen für Durchbiegung und Ebenheit

Toleranzen für Durchbiegung beziehen sich auf die Abweichung der Mittellinie von ihrem vorgeschriebenen Verlauf (siehe Bild 14). Toleranzen für Ebenheit beziehen sich auf Abweichungen der Oberfläche von ihrem vorgeschriebenen Verlauf. Sie sind entsprechend der größten Länge oder der größten Breite des Gesenkschmiedeteils aus der Tabelle 5 zu entnehmen.

Wenn Toleranzen für Durchbiegung oder Ebenheit verlangt werden, so muß dies auf der genehmigten Schmiedeteilzeichnung angegeben sein.

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

5.2.3.2 Toleranzen für Mittenabstände

Die Toleranzen für Mittenabstände bis zu 1 250 mm sind aus Tabelle 5 zu entnehmen und neben dem zugehörigen Maß auf der Gesenkschmiedeteilzeichnung einzutragen. Wenn keine Toleranz neben dem betreffenden Maß angegeben ist, so ist die Toleranz für die größte Länge (oder Breite) des Schmiedeteils (aus Tabelle 1 oder 2) anzuwenden; jedoch ist in einem solchen Falle die Aufteilung – abweichend von der in der Tabelle angegebenen – $\pm 1/2$ der Gesamttoleranz. Für größere Mittenabstände als 1 250 mm werden die Toleranzen nach Tabelle 1 oder 2 mit gleichmäßiger Aufteilung nach Plus und Minus angewandt. In jedem Falle werden die in dieser Norm aufgestellten Toleranzen für Mittenabstände nur dann angewandt, wenn die beide Achsen verbindende gerade Linie innerhalb des Gesenkschmiedeteils liegt (siehe Bild 15).

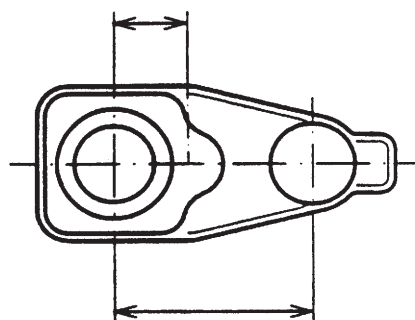


Bild 15: Maße, für welche die Toleranzen für Mittenabstände Anwendung finden

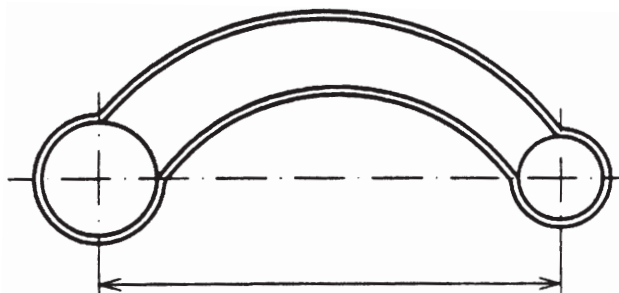


Bild 16: Maß, für welches die Toleranzen für Mittenabstände nicht angewandt werden dürfen

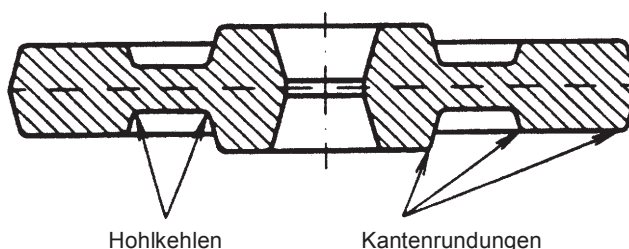


Bild 17: Hohlkehlen und Kantenrundungen

In anderen Fällen (siehe Bild 16) werden Toleranzen für Mittenabstände, falls entweder vom Besteller oder Hersteller verlangt, vor Beginn der Herstellung vereinbart.

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

5.2.4 Andere Toleranzarten

5.2.4.1 Toleranzen für Hohlkehlen und Kantenrundungen (Tabelle 6)

Scharfe Kanten an Gesenkschmiedeteilen sind unerwünscht; aus diesem Grunde sollten alle Kantenrundungen und Hohlkehlen so groß gewählt werden, wie es die Konstruktion zulässt. Die Toleranzen für Hohlkehlen und Kantenrundungen sind in Tabelle 6 angegeben; Beispiele solcher Rundungen werden in Bild 17 gezeigt.

Die Minustoleranzen werden nicht auf Kantenrundungen bis 3 mm angewandt, wenn solche Rundungen durch Abgraten oder Lochen beeinflusst werden. In solchen Fällen darf eine scharfe Kante entstehen.

Die in Tabelle 6 angegebenen Toleranzen für Hohlkehlen und Kantenrundungen sind sowohl für Schmiedegüte F als auch für E anwendbar.

5.2.4.2 Toleranzen für Abgratnasen (Tabelle 6)

Für die beim Abgraten oder Lochen entstehenden Abgratnasen an den Kanten bestimmter Schmiedeteile werden Toleranzen aufgestellt. Dies trifft beispielsweise für Kanten zu, die in unmittelbarer Nähe der Gratschnittflächen liegen. Die Toleranzen für das größtzulässige Ausmaß der Abgratnasen sind auf das Gewicht des Schmiedeteiles entsprechend Tabelle 6 bezogen und werden angewandt, wenn der Besteller es nicht ausdrücklich anders festlegt. Die Lage der Gratbahn wird dem Besteller vor Beginn der Fertigung auf der Schmiedeteilzeichnung zur Genehmigung vorgelegt.

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

5.2.4.3 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.

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. Eine Maßprüfung bezüglich der Tiefe von Zundermarken oder anderer Vertiefungen sollte im Zweifelsfall hinsichtlich der nachfolgenden Bearbeitung an dieser Stelle bewertet werden.

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

5.2.4.4 Toleranzen für die Neigung von Flächen

Es ist üblich, die Toleranzen für Nennmaße der Länge oder Breite, angegeben auf der vereinbarten Zeichnung des Gesenkschmiedeteils, auf jedes entsprechende Maß anzuwenden, also auch auf diejenigen, die an die geneigten Flächen angrenzen. Bei vielen Fällen mit großem Gesenksverschleiß sind diese Toleranzen nicht angemessen. Der Hersteller wird den Besteller auf diese Fälle aufmerksam machen. Es wird notwendig sein, größere Toleranzen für die Neigung von Flächen auszuhandeln, um diesen Umständen Rechnung zu tragen. Diese besonderen Toleranzen müssen vor Beginn der Fertigung zwischen Hersteller und Besteller vereinbart werden.

5.2.4.5 Toleranzen für Fluchtabweichung bei tiefen Sacklöchern

Für ein Sackloch, dessen Tiefe größer ist als sein größter Durchmesser, ist eine Toleranz für Fluchtabweichung von 0,5% der Tiefe anzuwenden; dieser Wert ist zu verdoppeln (1%), wenn er als Gesamtablesung mit der Meßuhr bestimmt wird. Es gibt Fälle, bei denen diese Toleranz nicht angemessen ist. In solchen Fällen müssen besondere Toleranzen zwischen Hersteller und Besteller vor Beginn der Fertigung vereinbart werden.

Toleranzen für Fluchtabweichung bei tiefen Sacklöchern werden zusätzlich zu den normalen Versatztoleranzen angewandt (siehe Bild 18).

5.2.4.6 Toleranzen für den nicht umgeformten Teil (Tabelle 1)

Bei Gesenkschmiedeteilen wird mitunter ein Teil des Ausgangsquerschnittes nicht umgeformt.

Wenn das Schmiedeteil einen solchen nicht umgeformten Teil hat, so kann das unmittelbar an den umgeformten Teil anschließende Stück des nicht umgeformten Teiles Abweichungen von dem ursprünglichen Querschnitt aufweisen.

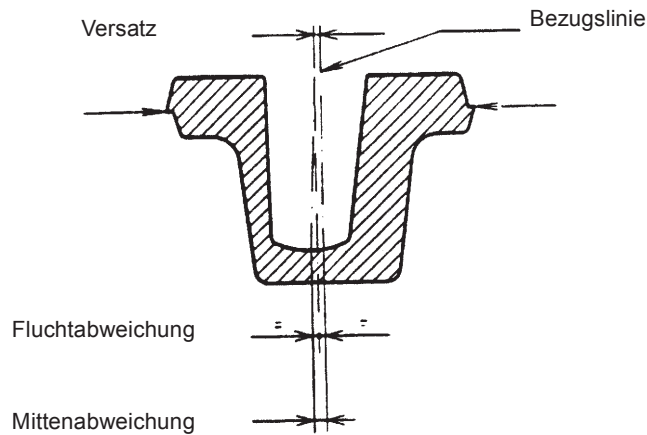


Bild 18: Toleranzen für Fluchtabweichung bei tiefen Sacklöchern

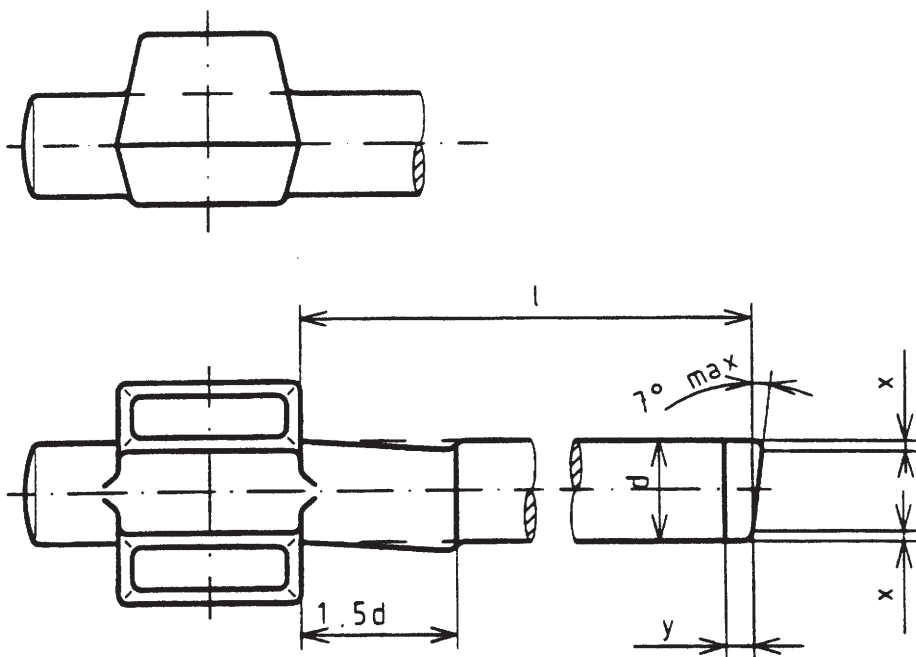


Bild 19: Toleranzen für den nicht umgeformten Teil und für gescherte Enden

Die zulässige Vergrößerung oder Verringerung des an den umgeformten Teil anschließenden Ausgangsquerschnittes entspricht den Toleranzen, die für den anschließenden umgeformten Teil in senkrechter Richtung zur Mittelachse des Ausgangsquerschnittes gelten.

Es kommt vor, daß negative Toleranzen an Stellen des Ausgangsquerschnittes, welche in der weiteren Folge nicht mehr bearbeitet werden, nicht zugelassen werden können. In solchen Fällen kann zwischen dem Besteller und dem Hersteller die Absprache getroffen werden, daß die gesamte Toleranz als eine positive angegeben wird.

Die zulässige Länge der örtlichen Abweichung vom Ausgangsquerschnitt in dem Bereich, der unmittelbar an einen umgeformten Teil anschließt, kann bis zum 1,5fachen des Ausgangsquerschnittes betragen, darf jedoch einen Betrag von 100 mm nicht überschreiten (siehe Bild 19).

Wenn ein Gesenkschmiedeteil durch Umformung des Endes eines Stangenabschnittes hergestellt wird, so sind die Toleranzen für die Länge l vom Ende des nicht umgeformten Teiles bis zu einer ihm zugewandten Fläche des umgeformten Teiles aus Tabelle 1 zu entnehmen, wobei Werkstoffgruppe M1 und die Feingliedrigkeit S1 einzusetzen sind. Es sollen nur Toleranzen der Schmiedegüte F angewandt werden. Das Gewicht für die Gesamtlänge muß so errechnet werden, als

wenn es sich um einen stabförmigen Körper mit dem Ausgangsquerschnitt handelte – ohne Rücksicht darauf, ob dies zutrifft oder nicht.

5.2.4.7 Toleranzen für die Verformung gescherteter Enden

Für die durch das Scheren am Ende des nicht umgeformten Teiles hervorgerufene Verformung werden Toleranzen eingeräumt. Die Toleranzen für das höchstzulässige Maß einer solchen Verformung basieren auf dem Nenndurchmesser des nicht umgeformten Teiles in Übereinstimmung mit Tabelle 6 und Bild 19.

Wenn Toleranzen für gescherte Enden in Anspruch genommen werden, so ist dies dem Besteller vor Fertigungsbeginn auf der Schmiedeteilzeichnung zur Kenntnis zu bringen. Toleranzen für gescherte Enden werden unabhängig von und zusätzlich zu anderen Toleranzen angewandt.

5.3 Formabweichungen

Die Toleranzen für Längen-, Breiten-, Höhen- und Dickenmaße umfassen nicht nur Maßabweichungen, sondern auch Formabweichungen:

- Unrundheit;
- Abweichung vom Kreiszyylinder;

- Abweichung von der Ebene;
- andere Abweichungen von einem vorgeschriebenen Umriß.

Die Formabweichungen dürfen die durch die Maßtoleranzen gegebenen Grenzen nicht überschreiten. Sie können den gesamten Toleranzbereich in Anspruch nehmen.

Vereinbarte Einschränkungen der Formabweichungen müssen in der Schmiedeteilzeichnung vermerkt werden. Toleranzen für Durchbiegung und Ebenheit, wie sie in Tabelle 5 angegeben sind, sind in den oben erwähnten Formabweichungen nicht enthalten. Auch schließen die Formabweichungen weder Zundermarken (siehe 5.2.4.3) 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.

6 Anwendung der Tabellen zur Bestimmung der Toleranzen

6.1 Tabellen 1 und 2: Toleranzen für Länge, Breite, Höhe, Gratansatz/Anschnittiefe und Versatz

Normale Toleranzen gemäß Schmiedegüte F sind in Tabelle 1, enge Toleranzen gemäß Schmiedegüte E in Tabelle 2 dargestellt.

Unter Berücksichtigung der verlangten Schmiedegüte können alle Tabellen in der gleichen Weise gehandhabt werden.

Um Toleranzen für Längen-, Breiten- und Höhenmaße festzulegen, ist 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 noch 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 (soweit möglich für das größte Längen-, Breiten- oder Höhenmaß – siehe 5.2.1.1) (siehe auch Bild 20).

ANWENDUNGSBEISPIEL:

Beispiel zur Verwendung der Tabelle 1 – Schmiedegüte F – zur Bestimmung der Längen-, Breiten- und Höhentoleranzen eines Schmiedeteils:

Erforderliche Angaben:

Größte Länge	77,95 mm
Größte Breite	50,7 mm
Größte Dicke	23,0 mm
Größte Höhe	18,75 mm
Dichte	7,85 g/mm ³
Masse des Schmiedeteils	200 g
Masse des Hüllkörpers (7,795 × 5,07 × 2,775 × 7,85)	861 g
Feingliedrigkeitsfaktor (siehe 4.4) (200 : 861 = 0,232)	S3
Stahlsorte	C 45
Stoffschwierigkeit (siehe 4.3) (C = 0,50 < 0,65 % der Masse und gesamt MnCrMoNi = 1,43 < 5 % der Masse)	M1

Aus Tabelle 1 ergeben sich die zulässigen Abweichungen (siehe Bild 20):

Länge:	+ 1,1 mm; – 0,5 mm
Breite:	+ 1,1 mm; – 0,5 mm
Höhe:	+ 1,1 mm; – 0,5 mm

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

Versatz	Gratensatz (+) Anschnittiefe (-)	Gratnaht		Masse (kg)	Stoffschwierigkeit		Feingliedrigkeit				Nennmaß-Bereiche								
		Asymmetrisch	Eben oder symmetrisch		M1	M2	S1	S2	S3	S4									
											$> 0,63 \leq 1$ $> 0,32 \leq 0,63$ $> 0,16 \leq 0,32$ $\leq 0,16$								
											0	> 32	> 100	> 160	> 250	> 400	> 630	> 1000	> 1600
≤ 32	≤ 100	≤ 160	≤ 250	≤ 400	≤ 630	≤ 1000	≤ 1600	≤ 2500	Toleranzen ¹⁾										
0,4	0,5	Asymmetrisch	Eben oder symmetrisch	0 – 0,4	M1	M2	S1	S2	S3	S4	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}
2,4	2,8		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}								

Bild 20: Anwendung der Tabelle

Zur Festlegung der Toleranzen für Gratansatz/Anschnittiefe und für Versatz gemäß Tabellen 1 und 2 ist wiederum von dem zutreffenden Bereich in der Spalte der Masse auszugehen; dann folgt man jedoch der waagerechten Linie nach links. Je nachdem, ob die Gratnaht eben bzw. symmetrisch gekröpft oder asymmetrisch gekröpft ist, können die anzuwendenden Toleranzen für Gratansatz/Anschnittiefe und Versatz in den jeweiligen Spalten abgelesen werden (siehe Bild 20).

6.2 Tabellen 3 und 4: Toleranzen für Dickenmaße und Auswerfermarken

Normale Toleranzen gemäß Schmiedegüte F sind in Tabelle 3, enge Toleranzen gemäß Schmiedegüte E in Tabelle 4 angegeben.

Toleranzen für Dickenmaße, ausgehend von der größten Dicke, sind aus der für die jeweilige Schmiedegüte gültigen Tabelle in der gleichen Art und Weise zu entnehmen, wie in den Tabellen 1 und 2 beschrieben.

Toleranzen für Auswerfermarken werden festgelegt, indem man von dem jeweiligen Bereich in der Gewichtsspalte waagrecht eine Spalte nach links geht.

6.3 Tabelle 5: Toleranzen für Durchbiegung und Ebenheit; Toleranzen für Mittenabstände

Toleranzen für Durchbiegung und Ebenheit sind aus dem oberen Teil der Tabelle 5 zu entnehmen, indem man von der entsprechenden waagerechten Linie für Schmiedegüte F oder E ausgeht und die Toleranz aus der für das jeweilige Maß gültigen senkrechten Spalte abliest.

Die Bestimmung der Toleranzen für Mittenabstände ist in 5.2.3.2 beschrieben.

6.4 Tabelle 6: Toleranzen für Hohlkehlen und Kantenrundungen; Toleranzen für Abgratnasen; Toleranzen für die Verformung gescherter Enden

Toleranzen für Hohlkehlen und Kantenrundungen sind im oberen Teil der Tabelle 6 enthalten. Man geht von dem jeweiligen Nennmaßbereich aus; die Plus- und Minusaufteilung der Toleranzen sind auf der rechten Seite als Faktoren des Nennradius angegeben.

Toleranzen für Abgratnasen sind im mittleren Teil der Tabelle 6 enthalten. Man geht von dem zutreffenden Bereich in der Gewichtsspalte aus; die Toleranzen werden aus den Spalten „u“ und „v“ abgelesen.

Toleranzen für die zulässige Verformung gescherter Enden werden nach den Angaben im unteren Teil der Tabelle 6 berechnet.

7 Konstruktion von Gesenkschmiedeteilen

7.1 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:

- eine 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.

7.2 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.

7.3 Angabe von Maßen in der Schmiedeteilzeichnung

Es ist unbedingt darauf zu achten, daß, mit Ausnahme der in 5.2.4.4 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 von 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.

7.4 Angabe von Toleranzen in der Schmiedeteilzeichnung

Schmiedeteilzeichnungen sind mit dem Vermerk zu versehen:

„Wenn nicht anders angegeben, entsprechen die Toleranzen der EN 10243-1“.

Weil die Durchmesserangabe keine eindeutige Richtung hat, gilt folgende Regel:

- Ein Durchmessermaß wird wie ein Breitenmaß behandelt, wenn die Gesenkteilung in der gleichen Ebene wie der Durchmesser liegt.
- Ein Durchmessermaß wird wie ein Dickenmaß behandelt, wenn der Durchmesser senkrecht zur Gesenkteilung liegt.

Um die Toleranzen auf den Schmiedeteilzeichnungen richtig anzugeben, wird empfohlen, das in Beispiel 4 (Kipphebel) dargestellte Schriftfeld zu verwenden.

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

Lage und Toleranz 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 sein. Die Art der Kennzeichnung sollte in der Schmiedeteilzeichnung angegeben werden.

7.5 Bedeutung der Schmiedeteilzeichnung

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

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

Tabelle 1: Gesenkschmiedeteile aus Stahl, hergestellt in Hämmern und Pressen

Schmiedegüte F, Toleranzen und zulässige Abweichungen für Längen-, Breiten- und Höhenmaße (Durchmesser), Versatz, Außermittegit, Gratansatz und Anschnitftiefe

Abmessungen in Millimeter

Versatz	Gratansatz (+) Anschnitftiefe (-)	Gratnaht		Masse (kg)	Stoffschwierigkeit	Feingliedrigkeit				Nennmaß-Bereiche								
		Asymmetrisch	Eben oder symmetrisch			> 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	M1	M2	S1	S2	S3	S4	Toleranzen ¹⁾									
0,4	0,5	Asymmetrisch	Eben oder symmetrisch	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} _{-0,4}	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}
2,4	2,8		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 Vorzeichen gelten nur für Außenmaße; für Innenmaße werden die Werte vertauscht. Für Mittenabstände werden die Toleranzen in ± 1/2 aufgeteilt (siehe 5.2.3.2).

Tabelle 2: Gesenkschmiedeteile aus Stahl, hergestellt in Hämmern und Pressen

Schmiedegüte E, Toleranzen und zulässige Abweichungen für Längen-, Breiten- und Höhenmaße (Durchmesser), Versatz, Gratansatz und Anschnittiefe

Abmessungen in Millimeter

Versatz	Gratansatz (+) Anschnittiefe (-)	Gratnaht	Masse (kg)	Stoffschwierigkeit	Feingliedrigkeit				Nennmaß-Bereiche												
					Asymmetrisch	Eben oder symmetrisch	über/bis	M1	M2	> 0,63 ≤ 1 > 0,32 ≤ 0,63 > 0,16 ≤ 0,32 ≤ 0,16				0 ≤ 32	> 32 ≤ 100	> 100 ≤ 160	> 160 ≤ 250	> 250 ≤ 400	> 400 ≤ 630	> 630 ≤ 1 000	> 1 000 ≤ 1 600
S1	S2	S3	S4	Toleranzen ¹⁾																	
				0,3	0,3		0 – 0,4								0,7 ^{+0,5} _{-0,2}	0,8 ^{+0,5} _{-0,3}	0,9 ^{+0,6} _{-0,3}	1,0 ^{+0,7} _{-0,3}	1,1 ^{+0,7} _{-0,4}	-	-
0,3	0,4		0,4 – 1,0								0,8 ^{+0,5} _{-0,3}	0,9 ^{+0,6} _{-0,3}	1,0 ^{+0,7} _{-0,3}	1,1 ^{+0,7} _{-0,4}	1,2 ^{+0,8} _{-0,4}	1,4 ^{+0,9} _{-0,5}	-	-	-	-	
0,4	0,4		1,0 – 1,8								0,9 ^{+0,6} _{-0,3}	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}	-	-	-	-
0,4	0,5		1,8 – 3,2								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}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	-	-
0,5	0,6		3,2 – 5,6								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}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,9} _{-0,9}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}
0,6	0,7		5,6 – 10								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}	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}
0,7	0,8		10 – 20								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}	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	3,6 ^{+2,4} _{-1,2}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}
0,8	1,0		20 – 50								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}	4,0 ^{+2,7} _{-1,3}	4,5 ^{+3,0} _{-1,5}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}
1,0	1,2		50 – 120								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}	5,0 ^{+3,3} _{-1,7}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}
1,2	1,4		120 – 250								2,0 ^{+1,3} _{-0,7}	2,2 ^{+1,5} _{-0,7}	2,5 ^{+1,7} _{-0,8}	2,8 ^{+1,8} _{-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}
1,4	1,7										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}	5,6 ^{+3,7} _{-1,9}	6,3 ^{+4,2} _{-2,1}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}
											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}	7,0 ^{+4,7} _{-2,3}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}
											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}	8,0 ^{+5,3} _{-2,7}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}
											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}	9,0 ^{+6,0} _{-3,0}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}
											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}	10,0 ^{+6,7} _{-3,3}	11,0 ^{+7,5} _{-3,7}

1) Die Toleranzen sind in 2/3 und 1/3 aufgeteilt (Werte gerundet). Die eingetragenen Vorzeichen gelten nur für Außenmaße; für Innenmaße werden die Werte vertauscht. Für Mittenabstände werden die Toleranzen in ± 1/2 aufgeteilt (siehe 5.2.3.2).

Tabelle 3: Gesenkschmiedeteile aus Stahl, hergestellt in Hämmern und Pressen

Schmiedegüte F, Toleranzen und zulässige Abweichungen für Dickenmaße und Auswerfermarken

Abmessungen in Millimetern

Auswerfermarken ¹⁾	Masse (kg) über/bis	Stoffschwierigkeit		Feingliedrigkeit				Nennmaß-Bereiche										
				> 0,63 ≤ 1		> 0,32 ≤ 0,63		> 0,16 ≤ 0,32		≤ 0,16		0	> 16	> 40	> 63	> 100	> 160	> 250
				S1	S2	S3	S4	≤ 16	≤ 40	≤ 63	≤ 100	≤ 160	≤ 250	≤ 250				
				Toleranzen ²⁾ und zulässige Abweichungen														
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) Siehe 5.2.2.2.

2) Toleranzen sind 2/3 und 1/3 (gerundete Werte).

Tabelle 4: Gesenkschmiedeteile aus Stahl, hergestellt in Hämmern und Pressen

Schmiedegüte E, Toleranzen und zulässige Abweichungen für Dickenmaße und Auswerfermarken

Abmessungen in Millimetern

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

1) Siehe 5.2.2.2.

2) Toleranzen sind 2/3 und 1/3 (gerundete Werte).

Tabelle 5: Gesenkschmiedeteile aus Stahl, hergestellt in Hämmern und Pressen

Toleranzen für Durchbiegung und Ebenheit, Toleranzen für Mittenabstände

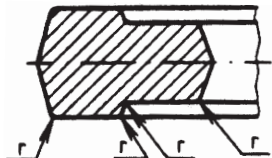
Abmessungen in Millimetern

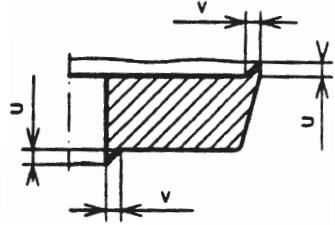
Zulässige Durchbiegung und zulässige Ebenheit																
Schmiedegüte	Nennmaß-Bereiche															
	0	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500	
Toleranzen																
F	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,2	
E	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	

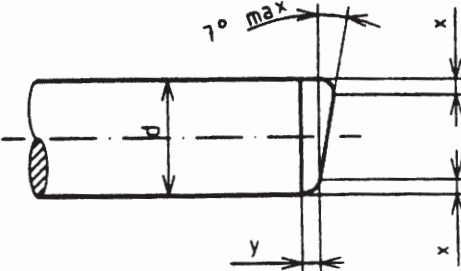
Zulässige Abweichungen für Mittenabstände																
Schmiedegüte	Nennmaß-Bereiche															
	0	100	160	200	250	315	400	500	630	800	1 000					
	100	160	200	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250					
Toleranzen																
F	0,6 ± 0,3	0,8 ± 0,4	1,0 ± 0,5	1,2 ± 0,6	1,6 ± 0,8	2,0 ± 1,0	2,4 ± 1,2	3,2 ± 1,6	4,0 ± 2,0	5,0 ± 2,5	6,4 ± 3,2					
E	0,5 ± 0,25	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					

Tabelle 6: Gesenkschmiedeteile aus Stahl, hergestellt in Hämmern und Pressen

Toleranzen für Durchbiegung und Ebenheit, Toleranzen für Mittenabstände

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			
Masse (kg) über/bis	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			
Nenn Durchmesser des ungeschmied. 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: Ritzelrohteil

Beispiel 2: Kurbelwelle

Beispiel 3: Achsschenkel

Beispiel 4: Kipphebel

A.1 Allgemeine Hinweise 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.

Im allgemeinen führen Toleranzen nach Schmiedegüte F zu kostengünstigeren Schmiedeteilen. Die Kosten des Schmiedeteils können höher sein, wenn Schmiedegüte E gewählt wird, jedoch kann dadurch der Aufwand für nachfolgende Bearbeitungsoperationen häufig reduziert werden.

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 einen schwarzen Punkt neben der Toleranzangabe gekennzeichnet.

A.2 Beispiel 1: Ritzelrohteil

Werkstoff C 35 E gemäß EN 10083-1.

A.2.1 Allgemeines

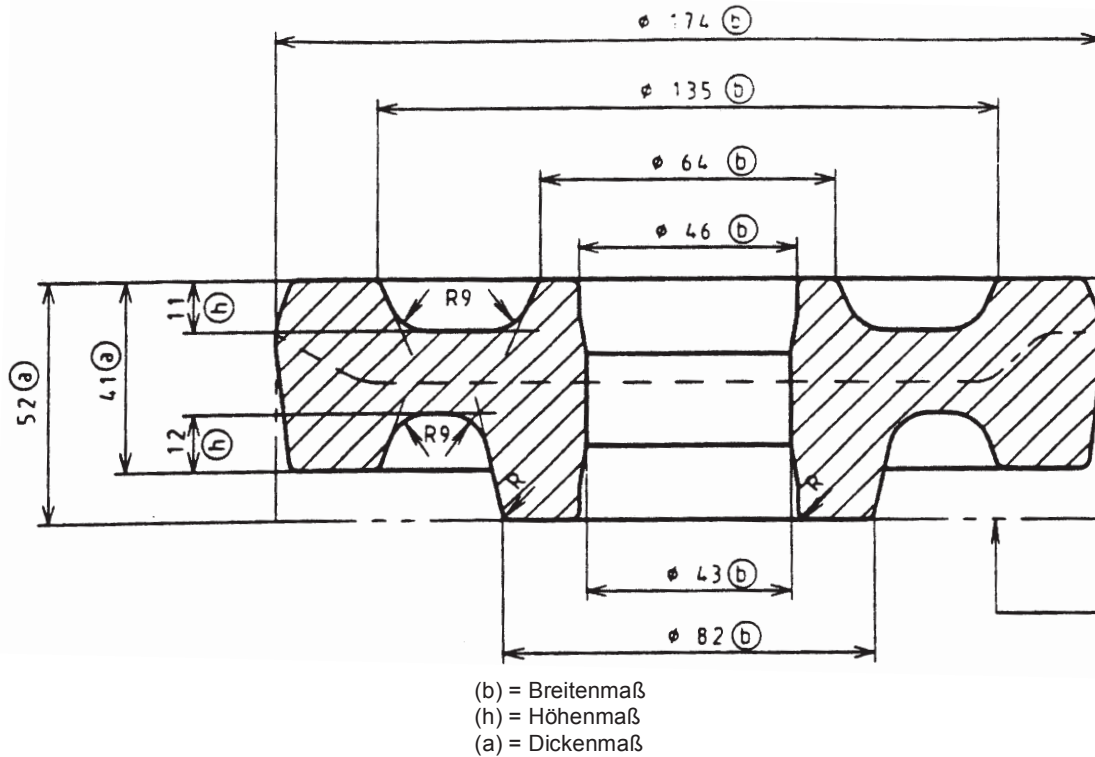
Das Ritzelrohteil wird in Hämmern oder in mechanischen Pressen geschmiedet. Hinsichtlich der Anforderungen an die geometrische Genauigkeit sollte zwischen der Schmiedegüte F oder E gewählt werden. Um Mehraufwand zu vermeiden, ist es wichtig, daß alle Abmessungen nach Schmiedegüte F toleriert werden.

A.2.2 Erforderliche Angaben zur Ermittlung der Toleranzen

Größter Durchmesser:	174 mm
Größte Höhe:	41 mm
Größte Dicke:	52 mm
Masse des Ritzelrohnteiles (errechnet):	5,35 kg
Masse des Hüllkörpers (Zylinder mit Durchmesser 174 mm und Länge 52 mm) (errechnet):	9,70 kg
Feingliedrigkeit bei 5,35 : 9,70 = 0,55 (siehe 4.4):	Gruppe S2
Stoffschwierigkeit für C 35 E mit C = 0,40 Masse-% < 0,65	
Masse-% und Mn = 0,80 Masse-% < 5 Masse-% (siehe 4.3):	Gruppe M1
Gratnaht:	symmetrisch gekröpft

A.2.3 Ermittlung der Toleranzen aus den Tabellen nach EN 10243-1

Maße	Zulässige Abweichungen (mm) bei	
	Schmiedegüte F	Schmiedegüte E
Durchmessermaße (Breite):	Tabelle 1: + 1,9 - 0,9	Tabelle 2: + 1,2 - 0,6
Höhenmaße:	Tabelle 1: + 1,5 - 0,7	Tabelle 2: + 0,9 - 0,5
Dickenmaße:	Tabelle 3: + 1,5 - 0,7	Tabelle 4: + 0,9 - 0,5
Versatz:	Tabelle 1: 0,8	Tabelle 2: 0,5
Gratansatz/Anschnittiefe:	Tabelle 1: 1,0	Tabelle 2: 0,6



Beispiel 1: Ritzelrohrteil

Toleranzen und zulässige Abweichungen nach EN 10243-1				
Schmiedeteilmasse	Hüllkörpermasse	Feingliedrigkeit	Stoffschwierigkeit	Schmiedegüte
5,35 kg	9,70 kg	S2	M1	F
Maßart	Toleranzen und zulässige Abweichungen	Maßarten		Toleranzen und zulässige Abweichungen
Längenmaße ¹⁾	–	Abgratnasen	Höhe	–
	–		Breite	–
Breiten-/Durchmessermaße ¹⁾	+ 1,9	Klemmkrat	Höhe	–
	– 0,9		Breite	–
Höhenmaße ¹⁾	+ 1,5	Sondertoleranzen		Nein
Dicken-/Durchmessermaße	+ 1,5	Hohlkehlen und Kantenrundungen nach Tabelle 6		
	– 0,7			
Versatz ²⁾	0,8	Tiefe von Oberflächenbeschaffenheit nach 5.2.4.3		
Gratansatz (+), Anschnitttiefe (–) ²⁾	1,0			
Durchbiegung und Ebenheit ²⁾	–			
¹⁾ Für Innenmaße Zahlenwerte für Plus- und Minus-Toleranzen miteinander tauschen. ²⁾ Zusätzlich zu anderen Toleranzen.				

A.3 Beispiel 2: Kurbelwelle

Werkstoff 28 Mn 6 gemäß EN 10083-1

A.3.1 Allgemeines

Die Kurbelwelle wird üblicherweise in Pressen geschmiedet. Weil in diesem Beispiel die Aufnahme der Kurbelwelle bei ihrer spanenden Bearbeitung in der Mitte erfolgen soll, sind alle Längenmaße von der Mitte aus eingetragen.

A.3.2 Erforderliche Angaben zur Ermittlung der Toleranzen

Größte Länge:	431 mm
Größte Breite:	150 mm
Größte Höhe:	65 mm
Größte Dicke:	130 mm
Masse der Kurbelwelle (errechnet):	18 kg
Masse des Hüllkörpers (Quader mit 431 mm Länge, 150 mm Breite und 130 mm Höhe) errechnet:	66 kg
Feingliedrigkeit bei 18 : 66 = 0,273 (gemäß 4.4):	Gruppe S3
Stoffschwierigkeit für 28 Mn 6 mit C = 0,28 Masse-% < 0,65 Masse-% und Mn 1,5 Masse-% < 5 Masse-% (siehe 4.3):	Gruppe M1
Gratnaht:	eben

A.3.3 Ermittlung der Toleranzen aus den Tabellen nach EN 10243-1

Maße	Zulässige Abweichungen (mm) bei	
	Schmiedegüte F	Schmiedegüte E
Längenmaße:	Tabelle 1: + 3,3 - 1,7	Tabelle 2: + 2,1 - 1,1
Breiten-/Durchmessermaße:	Tabelle 1: + 2,4 - 1,2	Tabelle 2: + 1,5 - 0,7
Höhenmaße:	Tabelle 1: + 2,1 - 1,1	Tabelle 2: + 1,3 - 0,7
Dicken-/Durchmessermaße:	Tabelle 3: + 2,7 - 1,3	Tabelle 4: + 1,7 - 0,8
Versatz:	Tabelle 1: 1,2	Tabelle 2: 0,7
Gratansatz:	Tabelle 1: 1,4	Tabelle 2: 0,8
Durchbiegung und Ebenheit:	Tabelle 5: 1,4	Tabelle 5: 0,9

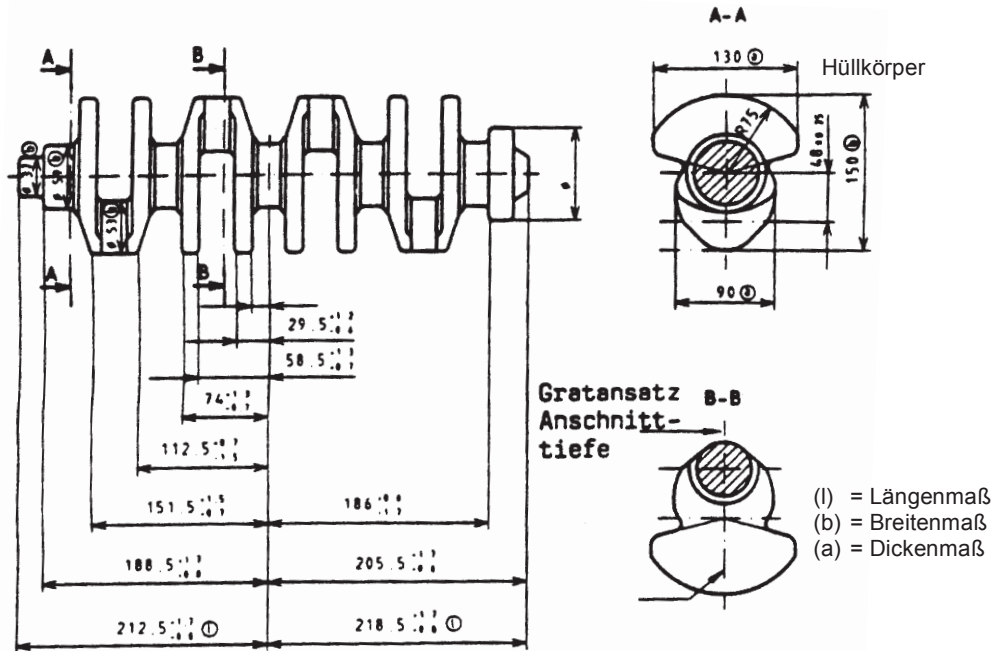
Die Toleranzen für das größte Längenmaß sind für eine allgemeine Anwendung auf alle übrigen Längenmaße, wegen der besonderen Art ihrer Eintragung, zu groß. Deshalb werden Toleranzen für jedes Längenmaß gesondert aus den ihnen entsprechenden Nennmaßbereichen der Tabelle 2 für Schmiedegüte E ermittelt.

Da die Toleranz für die Gesamtbreite, die üblicherweise auch auf Mittenabstände angewendet wird, welche in Richtung der Breite liegen, für den Mittenabstand von 48 mm zu groß ist, wird die Toleranz aus der Tabelle 5 für Schmiedegüte E ($\pm 0,25$ mm) entnommen.

A.3.4 Eintragung der zulässigen Abweichungen in die Schmiedeteilzeichnung

Die zulässigen Abweichungen für die Längenmaße und für den Mittenabstand werden unmittelbar bei diesen Maßen eingetragen. An Längenmaßen, welche Innenmaße sind, werden die Größt- und Kleinstwerte der zulässigen Abweichung miteinander vertauscht. Alle übrigen zulässigen Abweichungen werden in die entsprechenden Zeilen der Tabelle in der Schmiedeteilzeichnung eingetragen.

Beispiel 2: Kurbelwelle



Toleranzen und zulässige Abweichungen nach EN 10243-1				
Schmiedeteilmasse	Hüllkörpermasse	Feingliedrigkeit	Stoffschwierigkeit	Schmiedegüte
18 kg	66 kg	S3	M1	E
Maßarten	Toleranzen und zulässige Abweichungen	Maßarten	Toleranzen und zulässige Abweichungen	
Längenmaße ¹⁾	–	Abgratnasen	Höhe	–
Breiten-/Durchmessermaße ¹⁾	+ 1,5 – 0,7		Breite	–
Höhenmaße ¹⁾	+ 1,3 – 0,7	Klemmgrat	Höhe	1,6
Dicken-/Durchmessermaße	+ 1,7 – 0,8		Breite	0,8
Versatz ²⁾	0,7	Sondertoleranzen	Nein	
Gratansatz (+), Anschnitttiefe (–) ²⁾	0,8	Hohlkehlen und Kantenrundungen nach Tabelle 4		
Durchbiegung und Ebenheit ²⁾	0,9	Tiefe von Oberflächenbeschaffenheit nach 5.2.4.3		

¹⁾ Für Innenmaße Zahlenwerte für Plus- und Minus-Toleranzen miteinander tauschen.

²⁾ Zusätzlich zu anderen Toleranzen.

A.4 Beispiel 3: Achsschenkel

Werkstoff 42 Cr Mo 4 nach EN 1083-1 : 1991

A.4.1 Allgemeines

Der Achsschenkel wird üblicherweise in Hämmern oder Pressen geschmiedet. Infolge des langen Zapfens ist seine Gesamtdicke sehr groß, so daß bei Anwendung der Schmiedegüte F große Toleranzen für Dickenmaße ermittelt werden. Deshalb wurden in diesem Fall für die Dickenmaße Sondertoleranzen verlangt.

A.4.2 Erforderliche Angaben zur Ermittlung der Toleranzen

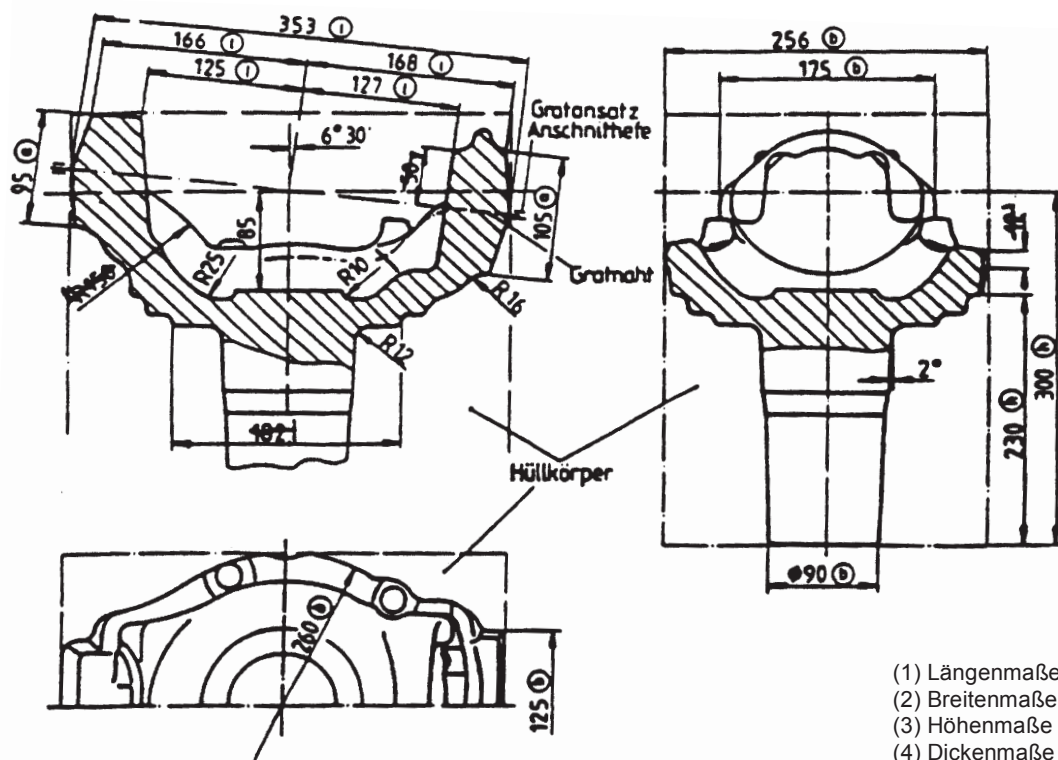
Größte Länge:	353 mm
Größte Breite:	256 mm
Größte Höhe:	300 mm
Größte Dicke (errechnet):	366 kg
Masse des Achsschenkels (errechnet):	39 kg
Masse des Hüllkörpers (Quader mit 256 mm Breite, 353 mm Länge und 366 mm Höhe):	260 kg
Feingliedrigkeit bei 39 : 260 = 0,15 (nach 4.4):	Gruppe S4
Stoffschwierigkeit für 42 Cr Mo 4 mit C-Gehalt C = 0,45 Masse-% und Summe MnCrMo = 2,4 Masse-% < 5 Masse-% (siehe 4.3):	Gruppe M1
Gratnaht:	asymmetrisch gekröpft

A.4.3 Ermittlung der Toleranzen aus den Tabellen nach EN 10243-1

Maße	Zulässige Abweichungen (mm) bei	
	Schmiedegüte F	Schmiedegüte E
Längenmaße:	Tabelle 1: + 3,7 - 1,9	Tabelle 2: + 2,4 - 1,2
Breiten-/Durchmessermaße:	Tabelle 1: + 3,7 - 1,9	Tabelle 2: + 2,4 - 1,2
Höhenmaße:	Tabelle 1: + 3,7 - 1,9	Tabelle 2: + 2,4 - 1,2
Dicken-/Durchmessermaße:	Tabelle 3: + 4,7 - 2,3	Tabelle 4: + 3,0 - 1,5
Versatz/	Tabelle 1: 1,7	Tabelle 2: 1,0
Gratansatz/Anschnittiefe:	Tabelle 1: 2,0	Tabelle 2: 1,2
Durchbiegung und Ebenheit:	Tabelle 5: 1,2	Tabelle 5: 0,8

A.4.4 Eintragung der zulässigen Abweichungen in die Schmiedeteilzeichnung

Alle vereinbarten zulässigen Abweichungen werden in die entsprechenden Zeilen der Tabelle in der Schmiedeteilzeichnung eingetragen. Da für Dickenmaße Sondertoleranzen festgelegt worden sind, empfiehlt es sich zur Erleichterung einer späteren Prüfung, auch in den Zeilen Höhenmaße und Dickenmaße auf die Sondertoleranzen hinzuweisen.



- (1) Längenmaße
- (2) Breitenmaße
- (3) Höhenmaße
- (4) Dickenmaße

Beispiel 3: Achsschenkel

Toleranzen und zulässige Abweichungen nach EN 10243-1				
Schmiedeteilmasse	Hüllkörpermasse	Feingliedrigkeit	Stoffschwierigkeit	Schmiedegüte
39 kg	260 kg	S4	M1	F
Maßarten	Toleranzen und zulässige Abweichungen	Maßarten	Toleranzen und zulässige Abweichungen	
Längenmaße ¹⁾	+ 3,7 - 1,9	Abgratnasen	Höhe	2,5
			Breite	1,2
Breiten-/Durchmessermaße ¹⁾	+ 3,7 - 1,9	Klemmgrat	Höhe	-
			Breite	-
Höhenmaße ¹⁾	+ 3,0 - 1,5	Sondertoleranzen		
Dicken-/Durchmessermaße	+ 3,7 - 1,9	Hohlkehlen und Kantenrundungen nach Tabelle 6		
Versatz ²⁾	1,7			
Gratansatz (+), Anschnitttiefe (-) ²⁾	2,0	Tiefe von Oberflächenbeschaffenheit nach 5.2.4.3		
Durchbiegung und Ebenheit ²⁾	1,2			
¹⁾ Für Innenmaße Zahlenwerte für Plus- und Minus-Abweichungen miteinander tauschen. ²⁾ Zusätzlich zu anderen Toleranzen.				

A.5 Beispiel 4: Kipphebel

Werkstoff C 45 nach EN 10083-2 : 1991

A.5.1 Allgemeines

Der Kipphebel wird in Hämmern und Pressen geschmiedet. Es werden so hohe Anforderungen an seine Maßgenauigkeit gestellt, daß die ausnahmsweise Anwendung der zulässigen Abweichungen nach Schmiedegüte E für alle Maße erforderlich wird. Für Dickenmaße, soweit sie Funktionsflächen einschließen, wird eine Maßgenauigkeit gefordert, die nur durch einen zusätzlichen Arbeitsgang (Kaltkalibrieren) eingehalten werden kann. Für die Mittenabstände werden die zulässigen Abweichungen nach Schmiedegüte E aus Tabelle 5 angewendet. Zusätzlich zu den Maßtoleranzen ist das Rohteilgewicht so eng toleriert, daß dadurch die maßlichen Toleranzen nicht in vollem Umfang ausgenutzt werden können.

A.5.2 Erforderliche Angaben zur Ermittlung der Toleranzen

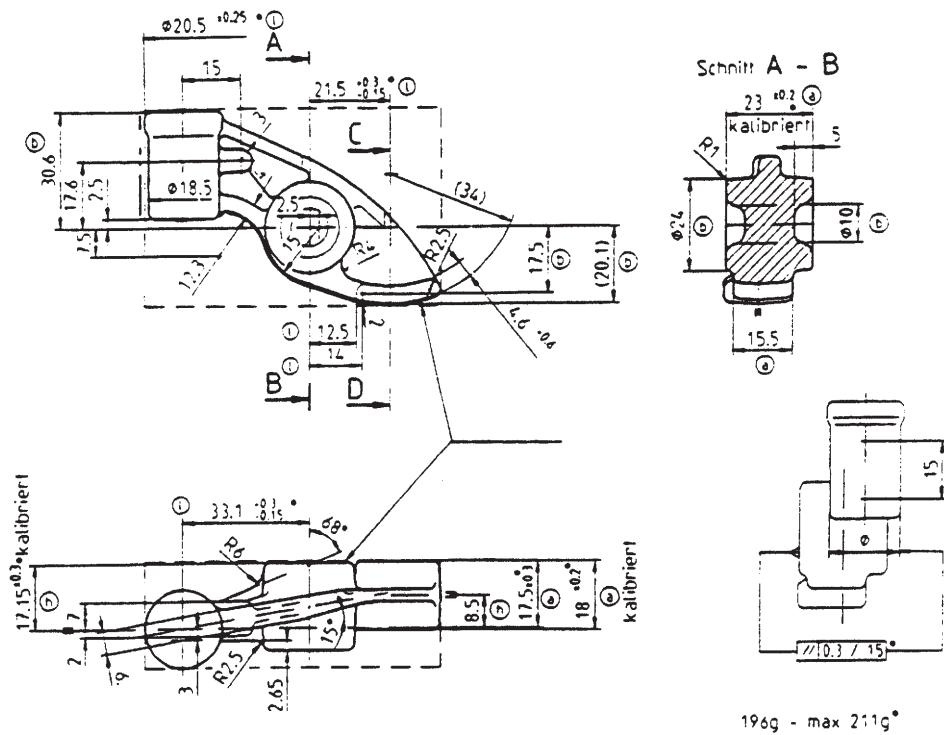
Größte Länge (errechnet aus 67,7 mm + 0,5 × 20,5 mm):	77,95 mm
Größte Breite (errechnet aus 20,1 mm + 30,6 mm):	50,7 mm
Größte Höhe (errechnet aus 8,5 mm + 0,5 × 20,5 mm):	18,75 mm
Größte Dicke:	23,0 mm
Masse des Kipphebels (errechnet):	0,200 kg
Masse des Hüllkörpers (Quader mit 77,95 mm Länge, 50,7 mm Breite und 18,75 mm Höhe) (errechnet):	0,861 kg
Feingliedrigkeit bei 0,200 : 0,861 = 0,232 (nach 4.4):	Gruppe S3
Stoffschwierigkeit für C 45 mit C-Gehalt C = 0,45 Masse-% < 0,65 Masse-% und Summe MnCrMoNi = 1,43 Masse-% < 5 Masse-% (siehe 4.3):	Gruppe M1
Gratnaht:	symmetrisch gekröpft

A.5.3 Ermittlung der Toleranzen aus den Tabellen nach EN 10243-1

Maße	Zulässige Abweichungen (mm) bei	
	Schmiedegüte F	Schmiedegüte E
Längenmaße:	Tabelle 1: + 1,1 - 0,5	Tabelle 2: + 0,7 - 0,3
Breiten-/Durchmessermaße:	Tabelle 1: + 1,1 - 0,5	Tabelle 2: + 0,7 - 0,3
Höhenmaße:	Tabelle 1: + 0,9 - 0,5	Tabelle 2: + 0,6 - 0,3
Dicken-/Durchmessermaße:	Tabelle 3: + 0,9 - 0,5	Tabelle 4: + 0,6 - 0,3
Versatz:	Tabelle 1: 0,5	Tabelle 2: 0,3
Gratansatz/Anschnittiefe:	Tabelle 1: 0,6	Tabelle 2: 0,4
Durchbiegung und Ebenheit:	Tabelle 5: 0,6	Tabelle 5: 0,4

A.5.4 Eintragung der zulässigen Abweichungen in die Schmiedeteilzeichnung

Außer den zulässigen Abweichungen für die Mittenabstände werden alle übrigen aus den Tabellen ermittelten zulässigen Abweichungen in die Tabelle der Schmiedeteilzeichnung eingetragen. Die Eintragung der aus Tabelle 5 ermittelten zulässigen Abweichungen für die Mittenabstände sowie der vereinbarten Sondertoleranzen erfolgen bei den jeweiligen Maßen in der Schmiedeteilzeichnung. Die eingengten Toleranzen werden durch Hinzufügen eines σ und gegebenenfalls den Zusatz „kalibriert“ als Sondertoleranzen mit zusätzlichem Fertigungsaufwand ausgewiesen.



- (l) = Längenmaße
- (b) = Breitenmaße
- (h) = Höhenmaße
- (a) = Dickenmaße

Beispiel 4: Kipphebel

Toleranzen und zulässige Abweichungen nach EN 10243-1				
Schmiedeteilmasse	Hüllkörpermasse	Feingliedrigkeit	Stoffschwierigkeit	Schmiedegüte
0,200 kg	0,861 kg	S3	M1	E
Maßarten	Toleranzen und zulässige Abweichungen	Maßarten		Toleranzen und zulässige Abweichungen
Längenmaße ¹⁾	+ 0,7 – 0,3	Abgratnasen	Höhe	–
			Breite	–
Breiten-/Durchmessermaße ¹⁾	+ 0,7 – 0,3	Klemmgrat	Höhe	–
			Breite	–
Höhenmaße ¹⁾	+ 0,6 – 0,3	Sondertoleranzen		▪
		Hohlkehlen und Kantenrundungen nach Tabelle 6		
Dicken-/Durchmessermaße	+ 0,6 – 0,3	Tiefe von Oberflächenbeschaffenheit nach 5.2.4.3		
Versatz ²⁾	0,3			
Gratansatz (+), Anschnitttiefe (–) ²⁾	0,4			
Durchbiegung und Ebenheit ²⁾	0,2			
¹⁾ Für Innenmaße Zahlenwerte für Plus- und Minus-Abweichungen miteinander tauschen. ²⁾ Zusätzlich zu anderen Toleranzen.				

- In diesem Fall werden Sondertoleranzen durch Kaltkalibrieren erreicht.