tsf tübinger stahlfeinguss

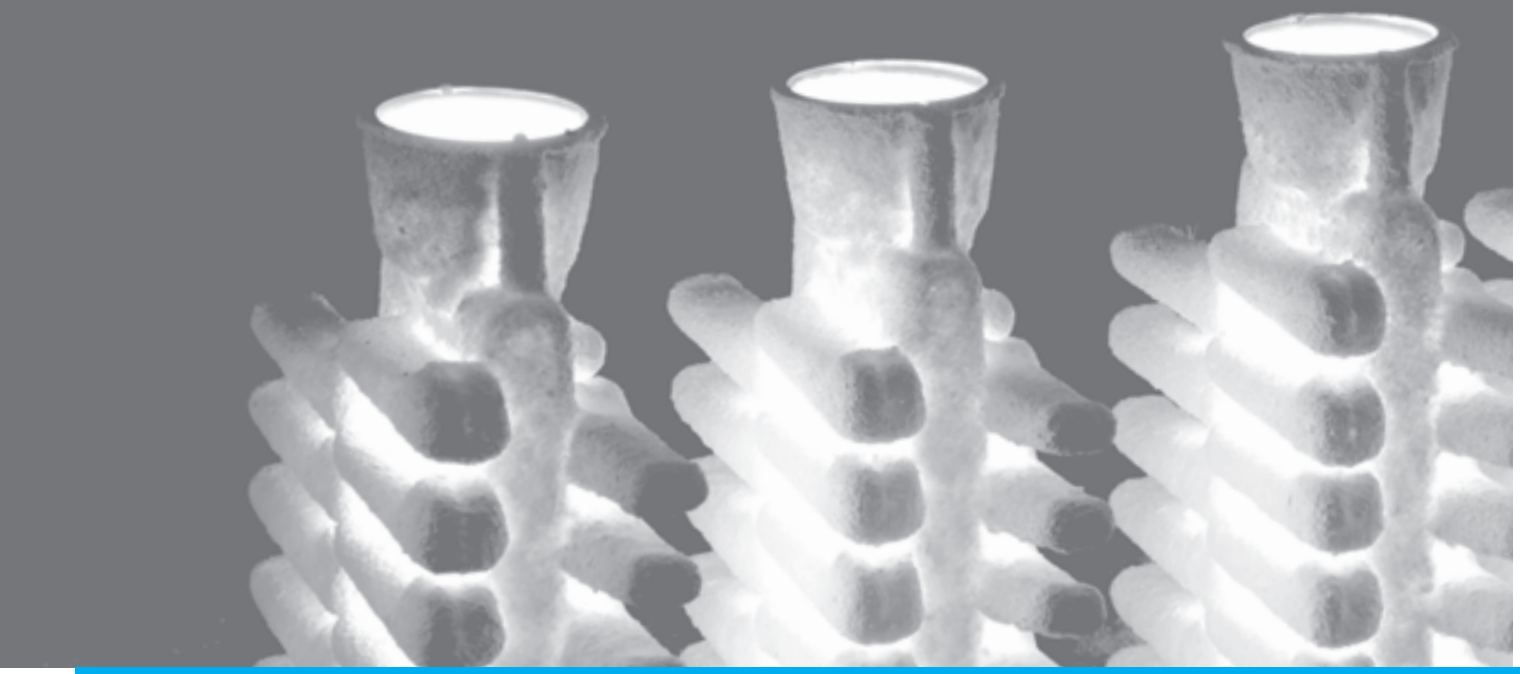
Ihr Partner für Feinguss

BDG Richtlinien

VDG-Merkblatt P 690

für Feinguss nach dem Wachsausschmelzverfahren

Maßtoleranzen – Oberflächen – Bearbeitungszugaben



Stand Juli 2010

Franz Stadtler GmbH & Co. KG
Rittweg 43
72070 Tübingen-Hirschau

Tel. +49 (7071) 75 08 - 0
Fax +49 (7071) 75 08 - 24
info@tsf.de · **www.tsf.de**

INHALT

1. Normative Verweisungen S. 3
2. Definition und Geltungsbereich S. 3
3. Zweck S. 3
4. Maßgenauigkeit S. 4
5. Maßtoleranzen S. 4
6. Oberflächenbeschaffenheit S. 7
7. Bearbeitungszugaben S. 7
8. Ergänzende Hinweise S. 7
9. Weiterführende Informationen S. 7

Auswahl feingussspezifischer Werkstoffe S. 8

1. NORMATIVE VERWEISUNGEN

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 406-10
Technische Zeichnungen; Maßeintragungen; Begriffe, allgemeine Grundlagen
DIN 406-11
Technische Zeichnungen; Maßeintragungen; Grundlagen der Anwendung
DIN 406-11
Beiblatt 1 – Technische Zeichnungen – Maßeintragungen – Teil 11: Grundlagen und Anwendung; Ausgang der Bearbeitung an Rohteilen
DIN 406-12
Technische Zeichnungen; Maßeintragungen; Eintragung von Toleranzen für Längen- und Winkelmaße
DIN 1451
Teil 1–4 Schriften – Serifenlose Linear-Antiqua
DIN ISO 5459
Technische Zeichnungen; Form- und Lagetolerierung; Bezüge und Bezugssysteme für geometrische Toleranzen
DIN EN ISO 1101
Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Geometrische Tolerierung – Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf
DIN EN ISO 1302
Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Angabe der Oberflächenbeschaffenheit in der technischen Produktdokumentation
DIN EN ISO 1302
Berichtigung 1 – Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Angabe der Oberflächenbeschaffenheit in der technischen Produktdokumentation; Berichtigung zu DIN EN ISO 1302 (2002-06)
DIN EN ISO 5459
Norm-Entwurf – Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Geometrische Tolerierung – Bezüge und Bezugssysteme
DIN EN ISO 8062-2
Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Maß-, Form- und Lagetoleranzen für Formteile – Teil 2: Regeln
DIN EN ISO 8062-3
Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Maß-, Form- und Lagetoleranzen für Formteile – Teil 3: Allgemeine Maß-, Form- und Lagetoleranzen und Bearbeitungszugaben für Gussstücke
DIN ISO 19959
Visuelle Überprüfung der Oberflächenbeschaffenheit von Feingussstücken - Stahl, Nickellegierungen und Cobaltlegierungen
BDG-Richtlinie P 510
Maßliche Erstbemusterung auf der Basis von 3D-CAD-Daten
VDG-Merkblatt P 701
Kennzeichnung von Gussteilen

Vom Fachausschuss „Feinguss" erstellt

2 DEFINITION UND GELTUNGSBEREICH

2.1 Definition

Das Feingussverfahren ist ein industrielles Präzisionsgießverfahren, das in Abgrenzung zu anderen formgebenden Verfahren unter Verwendung eines ausschmelzbaren Modells (verlorenes Modell) eine ungeteilte keramische Form (verlorene Form) erstellt. In diese werden Metalle und Legierungen auf Eisen-, Aluminium-, Nickel-, Cobalt-, Titan-, Kupfer- und Magnesiumbasis abgegossen. Die so hergestellten Gussteile zeichnen sich durch eine besondere Oberflächengüte und Maßgenauigkeit aus. Das Verfahren ist auch bekannt unter den Bezeichnungen „Modellausschmelzverfahren", „Investment Casting", „Lost Wax Process" oder „Fonte à Cire Perdue".

2.2 Geltungsbereich

Das Merkblatt gilt nicht für die nach dem Wachsausschmelz-Verfahren gegossenen Edelmetalle, die Erzeugnisse der Schmuckwaren-Industrie, der Dental-Labors und auch nicht für den Kunstguss.

2.3 Rapid Prototyping

Maß- und Oberflächentoleranzen für in Rapid Prototyping Verfahren hergestellte Gussteile können abweichen. Sie sind gesondert mit dem Feingussabnehmer zu vereinbaren.

3 ZWECK

3.1 Zielsetzung

Dieses Merkblatt definiert Maßtoleranzen, nennt Bearbeitungszugaben und Oberflächenrauheiten, die dem Stand der Feingießtechnik entsprechen.
Es dient als Grundlage für eine optimale wirtschaftliche Zusammenarbeit zwischen den Feingussproduzenten und den Feingussabnehmer.

3.2 Oberflächen

Die hier genannten technischen Daten beziehen sich auf die gestrahlten oder gebeizten Oberflächen. Der Lieferzustand kann abweichen, z. B. durch zusätzliche Oberflächenbehandlungen. Ausnahmen sind zu vereinbaren, wenn es sich um Arbeitsgänge handelt, die die Maßtoleranzen verändern.

3.3 Vereinbarung

Wenn nicht anders vereinbart, werden bei Erstbestellung Erstmuster geliefert. Sie dienen der beiderseitigen gegenständlichen Abstimmung. Die Erstmuster sind vom Abnehmer zu prüfen. Nach Prüfung ist der Gießerei die Serienfreigabe schriftlich mitzuteilen. Abweichungen, die mit der Freigabe oder dem Erstmuster-Gutbefund anerkannt werden, sind für die Fertigung verbindlich und in die (Gussteil-)Zeichnung zu übernehmen.

4 MASSGENAUIGKEIT

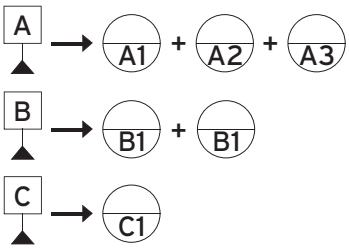
4.1 Schwinden und Schrumpfen

Beim Erstarren und Erkalten gegossener Metalle entstehen naturgesetzlich Volumenkontraktionen durch Schrumpfen und Schwinden. Weitere Einflüsse bei der Erzeugung von Feinguss ergeben sich auch durch das Schwinden der verlorenen Modelle und durch das Ausdehnen der Gießformen beim Erhitzen. Die Summe dieser Einflüsse wird beim Hersteller der Spritzformen in den Schwindmaßen entsprechend beachtet. Es sind Erfahrungswerte, die von der Gussstückkontur, vom Modellwerkstoff, der Formkeramik und dem Gusswerkstoff abhängen, aber auch von der speziellen Fertigungstechnik der einzelnen Feingießereien.

4.2 Bezugsebenen und Bezugspunkte

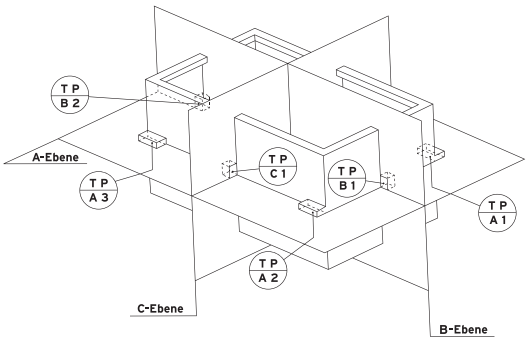
Bei Gussstücken ist es erforderlich, die Zeichnungen oder die CAD-Daten mit Bezugsebenen und Bezugspunkten, sog. Aufnahmepunkten systematisch zu vermaßen, damit Maßkontrollen und nachfolgendes Bearbeiten übereinstimmen. Diese Bezugsebenen und Bezugspunkte sind bereits vom Konstrukteur mit dem Feingießer festzulegen. Die Null-Lage der Bezugsebenen wird durch die Maße der Bezugspunkte exakt definiert.

Bild 1: *Bezugsebene Aufnahmepunkte*



Die primäre Bezugsebene „A“ wird durch drei Bezugspunkte A1, A2 und A3 fixiert. Sie sollte der größten Gussstückfläche entsprechen. Die sekundäre Bezugsebene „B“ hat die beiden Bezugspunkte B1 und B2, die möglichst auf der Längsachse zuzuordnen sind. Die tertiäre Bezugsebene „C“ hat nur einen Bezugspunkt C1, der in der Mitte des Gussstückes oder in ihrer Nähe liegen sollte.

Bild 2: *Bezugssystem (Schematisches Beispiel)*



Die Bezugsebenen sind durch die Symmetrieachsen des Gussstückes gelegt. Alle Bezugspunkte sind so anzuordnen, dass sie bei nachfolgendem Bearbeiten nicht entfernt oder verändert werden. Bezugspunkte sollten auf den Außenflächen des Feingussstückes liegen. Sie können auch als erhabene oder vertiefte Flächen ausgebildet sein. Erhabene Bezugspunkte sind bei Gussstücken mit eingeengten Form- und Lagetoleranzen vorteilhaft. Beim Festlegen der Bezugspunkte ist zu beachten, daß diese Stellen nicht in einen Angussbereich fallen. Bei schwieriger Gestalt kann das Gussstück so durch (Vor-)Bearbeiten der Aufnahmepunkte exakt positioniert werden.

4.3 Überbestimmung

Nach DIN 406 sind Überbestimmungen zu vermeiden. Wanddicken sind stets anzugeben.

4.4 Form- und Aushebeschrägen

Form- und Aushebeschrägen sind im Allgemeinen nicht erforderlich. Ausnahmen, die sich aus form- und gießtechnischen Notwendigkeiten ergeben, sind zwischen Feinguss-Lieferant und Abnehmer zu vereinbaren (vgl. DIN EN ISO 8062-3, Ergänzung F (bei Drucklegung noch nicht veröffentlicht)).

5 MASSTOLERANZEN

5.1 Lineare Maßtoleranzen

Erreichbare Maßtoleranzen an Feingussteilen sind abhängig von folgenden Faktoren:

› Gusswerkstoff
› Abmessung und Gestalt des Gussstückes

5.1.1 Gusswerkstoff

In der Fertigung beeinflussen die unterschiedlichen Eigenschaften der Werkstoffe die Streubreite der Toleranzfelder. Deshalb gelten in der Tabelle 1 für die verschiedenen Werkstoffgruppen auch verschiedene Toleranzreihen:

Werkstoffgruppe	Genauigkeitsgrad
D: Eisen-, Nickel-, Cobalt und Kupferbasislegierungen	**D1 bis D3**
A: Aluminium- und Magnesiumbasislegierungen	**A1 bis A3**
T: Titanbasislegierungen	**T1 bis T3**

5.1.2 Gültigkeit der Genauigkeitsgrade

In den Werkstoffgruppen D, A und T sind jeweils drei Genauigkeitsgrade angegeben:

Genauigkeitsgrad 1 gilt für alle Freimaße. **Genauigkeitsgrad 2** gilt für zu tolerierende Maße. **Genauigkeitsgrad 3** kann nur bei einzelnen Maßen eingehalten werden und ist mit dem Feingießer abzustimmen, da zusätzlich Fertigungsschritte als auch aufwendige Werkzeugkorrekturen notwendig sind.

Tabelle 1a
Längenmaßtoleranzen DCT (in mm) und Maßtoleranzgrade DCTG

Nennmaßbereich	D1		D2		D3	
	DCT	DCTG	DCT	DCTG	DCT	
bis 6	0,3	5	0,24	4	0,2	4
über 6 bis 10	0,36		0,28	5	0,22	
über 10 bis 18	0,44	6	0,34		0,28	
über 18 bis 30	0,52		0,4		0,34	5
über 30 bis 50	0,8	7	0,62	6	0,5	
über 50 bis 80	0,9		0,74		0,6	6
über 80 bis 120	1,1		0,88		0,7	
über 120 bis 180	1,6	8	1,3	7	1,0	
über 180 bis 250	2,4	9	1,9	8	1,5	8
über 250 bis 315	2,6		2,2		1,6	7
über 315 bis 400	3,6	10	2,8	9		
über 400 bis 500	4,0		3,2			
über 500 bis 630	5,4	11	4,4	10		
über 630 bis 800	6,2		5,0			
über 800 bis 1000	7,2					
über 1000 bis 1250						

Tabelle 1b
Längenmaßtoleranzen DCT (in mm) und Maßtoleranzgrade DCTG

Nennmaßbereich	A1		A2		A3	
	DCT	DCTG	DCT	DCTG	DCT	DCTG
bis 6	0,3	5	0,24	4	0,2	4
über 6 bis 10	0,36		0,28	5	0,22	
über 10 bis 18	0,44	6	0,34		0,28	
über 18 bis 30	0,52		0,4		0,34	5
über 30 bis 50	0,8	7	0,62	6	0,5	
über 50 bis 80	0,9		0,74		0,6	6
über 80 bis 120	1,1		0,88		0,7	
über 120 bis 180	1,6	8	1,3	7	1,0	
über 180 bis 250	1,9		1,5	8	1,2	7
über 250 bis 315	2,6	9	2,2		1,6	
über 315 bis 400	2,8		2,4	9	1,7	8
über 400 bis 500	3,2		2,6	8	1,9	
über 500 bis 630	4,4	10	3,4	9		
über 630 bis 800	5,0		4,0			
über 800 bis 1000	5,6		4,6	10		
über 1000 bis 1250	6,6					

Tabelle 1c
Längenmaßtoleranzen DCT (in mm) und Maßtoleranzgrade DCTG

Nennmaßbereich	T1		T2		T3	
	DCT	DCTG	DCT	DCTG	DCT	DCTG
bis 6	0,5	6	0,4	6	0,4	6
über 6 bis 10	0,6	7	0,4		0,4	
über 10 bis 18	0,7		0,5		0,44	
über 18 bis 30	0,8		0,7	7	0,52	
über 30 bis 50	1,0		0,8		0,62	
über 50 bis 80	1,5	8	1,2	8	0,9	7
über 80 bis 120	1,7		1,4		1,1	
über 120 bis 180	2,0		1,6		1,3	
über 180 bis 250	2,4	9	1,9		1,5	8
über 250 bis 315	3,2		2,6	9		
über 315 bis 400	3,6	10	2,8			
über 400 bis 500	4,0		3,2			
über 500 bis 630	5,4	11	4,4	10		
über 630 bis 800	6,2		5,0			
über 800 bis 1000	7,2					
über 1000 bis 1250						

5.1.3 Lage des Toleranzfeldes

Die Lage des Toleranzfeldes zum Nennmaß ist frei wählbar. Vorteilhaft ist es, das Toleranzfeld gleichmäßig um das Nennmaß zu legen. Bei Flächen, die spanend bearbeitet werden, ist die Summe bzw. Differenz von Toleranzfeld und Bearbeitungszugabe zu beachten (siehe Punkt 7).

5.2 Form- und Lagetoleranzen

Form- und Lagetoleranzen begrenzen die Abweichungen des Formelementes von dessen theoretisch genauer
› Form oder
› Richtung oder
› von dessen genauem Ort
unabhängig vom Istmaß des Formelementes. Form- und Lagetoleranzen setzen voraus, daß Bezugsebenen und Bezugspunkte (siehe Pkt. 4.2) festgelegt sind, angelehnt an DIN EN ISO 1101. Sollten Form- und Lagetoleranzen bei der Bestellung festgelegt werden, so sind sie zwischen Kunde und Lieferant individuell zu vereinbaren und gem. DIN EN ISO 1101 in die Zeichnung einzutragen.
Es stehen die drei Genauigkeitsgrade zur Verfügung. Mit steigendem Genauigkeitsgrad ist ein steigender Fertigungsaufwand verbunden. Genauigkeitsgrad 3 (gem. Tabelle 1) kann nur bei einzelnen Maßen eingehalten werden und ist mit dem Feingießer abzustimmen, da zusätzlich Fertigungsschritte als auch aufwendige Werkzeugkorrekturen notwendig sind.

5.3 Winkeltoleranzen für die Werkstoffgruppen D, A und T

Tabelle 2: *Winkeltoleranzen*

[1] Für den Nennmaßbereich ist die Länge des kürzeren Schenkels maßgebend.
[2] Der Winkel kann in beiden Richtungen abweichen
[3] Für Feingussteile aus Titanbasislegierungen ist generell der Genauigkeitsgrad 1 anzusetzen

Nennmaßbereich [1]	Genauigkeit [3]					
	1		2		3	
	zulässige Richtungsabweichung					
	Winkel-minute	mm je 100 mm	Winkel-minute	mm je 100 mm	Winkel-minute	mm je 100 mm
bis 30 mm	30 [2]	0,87	30 [2]	0,87	20 [2]	0,58
über 30 bis 100 mm	30 [2]	0,87	20 [2]	0,58	15 [2]	0,44
über 100 bis 200 mm	30 [2]	0,87	15 [2]	0,44	10 [2]	0,29
über 200 mm	30 [2]	0,87	15 [2]	0,44	10 [2]	0,29

Von **Tabelle 2** abweichende Winkeltoleranzen sind mit dem Feingießer zu vereinbaren und nach DIN EN ISO 1101 in die Zeichnung einzutragen.

5.4 Rundungshalbmesser

Die angegebenen Toleranzen gelten für die Werkstoffgruppen D, A und T.

Tabelle 3:
Rundungshalbmesser für die Werkstoffgruppen D, A und T

[1] Für Feingussteile aus Titanbasislegierungen ist generell der Genauigkeitsgrad 1 anzusetzen

Nennmaßbereich	Genauigkeit [1]		
	1	2	3
	Rundungshalbmesser [mm]		
bis 5 mm	± 0,30	± 0,20	± 0,15
über 5 bis 10 mm	± 0,45	± 0,35	± 0,25
über 10 bis 120 mm	± 0,70	± 0,50	± 0,40
über 120 mm	linear (siehe Tabelle 1)		

Von **Tabelle 3** abweichende Rundungshalbmesser sind mit dem Feingießer zu vereinbaren.

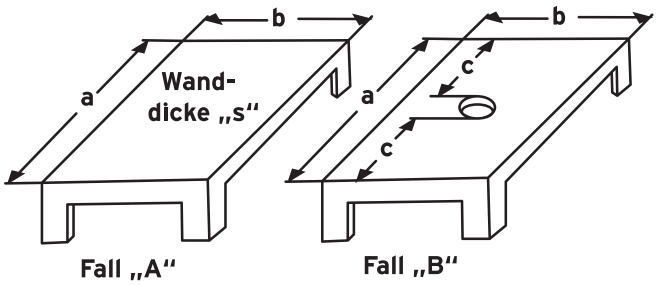
5.5 Maßtoleranzen für Wanddicken

Abweichend von der DIN EN ISO 8062-3 gelten folgende Bedingungen:

Die Wanddicken-Toleranzen hängen ab von
- der Größe der sie abbildenden (Keramik-)Wände der Gießform
- deren ununterbrochenen Fläche
- deren möglichem thermischem Verzug
- dem metallostatischen Druck des flüssigen Metalls.

Die Wanddicken-Toleranzen hängen deshalb nicht vom Genauigkeitsgrad ab. Sie werden begrenzt (bzw. verringert) durch dickere Rand-Partien, Durchbrüche (Öffnungen, Löcher), mitanzugießende Stege, Rippen und ähnliches, wodurch die Wanddicke „entlastet“ wird.
Der jeweils in Frage kommende Toleranz-Bereich ist der **Tabelle 4** zu entnehmen. Darin ist je nach Werkstoffgruppe die für die Wanddicken-Toleranz maßgebende kleinste Seitenlänge einer Fläche vermerkt. Diese Wandstärkentoleranzen gelten nur für unbearbeitete Flächen.

Bild 3: *Beispiele für Wanddickentolerierung*



Fall A: Die durch die Maße a und b gebildete Fläche ist nicht unterbrochen. Maß b ist kleiner als Maß a. Das Maß b bestimmt die Wanddicken-Toleranz.
Fall B: Die durch die Maße a und b gebildete Fläche ist durch eine mittige Bohrung unterbrochen. Die nicht unterbrochene Fläche wird also gebildet durch die Maße b und c. Maß c ist kleiner als Maß b. Das Maß c bestimmt die vorzusehende Wanddicken-Toleranz.

Tabelle 4: *Wanddicken-Toleranzen*

kleinste Seitenlänge einer Fläche (Bild 3)	Werkstoff-gruppe D [mm]	Werkstoff-gruppe A [mm]	Werkstoff-gruppe T [mm]
bis 50 mm	± 0,25	± 0,25	± 0,30
über 50 bis 100 mm	± 0,30	± 0,30	± 0,40
über 100 bis 180 mm	± 0,40	± 0,40	± 0,50
über 180 bis 315 mm	± 0,50	± 0,50	± 0,60
über 315 mm	± 0,60	± 0,60	± 0,70

5.6 Maßtoleranzen für vorgefertigte ein- und anzugießende Teile

Diese sind mit der Gießerei zu vereinbaren.

6 OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT

Für gegossene Oberflächen soll Ra (CLA) nach **Tabelle 5** angewendet werden.

Tabelle 5: *Oberflächenrauheiten*

Oberflächen-normalien	Werkstoffgruppe D		Werkstoffgruppe A		Werkstoffgruppe T	
	CLA [µinch]	R_a [µm]	CLA [µinch]	R_a [µm]	CLA [µinch]	R_a [µm]
N 7	63	1,6				
N 8	125	3,2	125	3,2		
N 9	250	6,3	250	6,3	250	6,3

Bereich N 7, N 8 und besondere Oberflächenbehandlung sind gesondert zu vereinbaren und nach DIN ISO 1302 in die Zeichnung einzutragen. Wenn nicht anders vereinbart, gilt N 9 in gestrahlter Ausführung als Lieferzustand.

7 BEARBEITUNGSZUGABEN

Passmaße an Flächen oder geringe Oberflächenrauheiten, die durch Feingießen nicht erreichbar sind, erhalten Bearbeitungszugaben. Das Aufmaß muss die werkstoffspezifischen Eigenschaften und die rechnerisch ungünstigste Lage innerhalb des Toleranzfeldes einschließlich der Form- und Lagetoleranzen berücksichtigen.

8 ERGÄNZENDE HINWEISE UND DATEN

8.1 Innenradien

Radien an Innenecken und Innenkanten (Hohlkehlen) vermeiden Gussfehler und vermindern Kerbspannung im Gussstück beim Gebrauch. Der Mindestradius sollte etwa 20 % der größten Wanddicke betragen, jedoch 0,5 mm nicht unterschreiten. Wünschenswert ist ein Innenradius, der mindestens der kleinsten Wanddicke entspricht.

8.2 Außenradien und Außenfasen

8.2.1 Werkstoffgruppen D und A

Unbearbeitete Feingussstücke haben keine scharfen Kanten mit R = O. Deshalb sollten Außenradien und Außenfasen stets als Maximalradien bzw. Kantenbrüche angegeben sein, z. B.: R 0,5 max. / L 0,5 max.

8.2.2 Werkstoffgruppe T

Aus fertigungsbedingten Gründen können Feingussteile aus Titanfbasislegierungen scharfe Kanten haben. Ein Brechen der Kanten ist zwischen Feingießer und Abnehmer zu vereinbaren.

8.3 Löcher, Sacklöcher, Kanäle, Schlitze und Nuten

Um durchgehende Löcher, Sacklöcher, Kanäle, Schlitze und Nuten vorteilhaft, also ohne vorgeformte keramische Kerne mitgießen zu können, sind die in den **Tabellen 6** und **7** genannten Werte zu berücksichtigen.

Tabelle 6: *Abmessungen für Löcher, Sacklöcher und Kanäle*

Durchmesser d [mm]	größte Länge bzw. Tiefe	
	durchgehend (l)	Sackloch (t)
2 bis 4	~ 1 x d	~ 0,6x d
über 4 bis 6	~ 2 x d	~ 1,0 x d
über 6 bis 10	~ 3 x d	~ 1,6 x d
über 10	~ 4 x d	~ 2,0 x d

Tabelle 7: *Abmessungen für Schlitze und Nuten*

Durchmesser b [mm]	größte Tiefe	
	offen (l)	geschlossen (t)
2 bis 4	~ 1 x b	~ 1,0 x b
über 4 bis 6	~ 2 x b	~ 1,0 x b
über 6 bis 10	~ 3 x b	~ 1,6 x b
über 10	~ 4 x b	~ 2,0 x b

8.4 Kennzeichnen der Gussstücke

Sind die Gussstücke zu kennzeichnen, so ist Schriftgröße (nach DIN 1451 „mittel“) und die Stelle am Gussstück zu vereinbaren. VDG-Merkblatt P 701 „Kennzeichnung von Gussteilen“ ist sinngemäß anzuwenden.
Die Kennzeichen können erhaben oder vertieft, vorteilhaft erhaben im vertieften Feld angegossen werden. Ist hierfür keine Vorgabe in der Zeichnung vorhanden, wird Art und Weise vom Lieferanten festgelegt.

9 WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

In der Broschüre „Feingießen Herstellung – Eigenschaften – Anwendung“, Sonderdruck aus der Zeitschrift „konstruieren + gießen“ 33 (2008) Nr. 1 der Zentrale für Gussverwendung ZGV, Düsseldorf, ist das gesamte Verfahren ausführlich dargestellt. Sie enthält konkrete Hinweise auf Werkstoffe, Konstruktion und zahlreiche Beispiele für die hohe Wirtschaftlichkeit des Feingusses. Firmenprospekte und Werkstoffblätter der deutschen Feingießereien im BDG informieren über das jeweilige Herstellungsprogramm der einzelnen Feingießereien.

AUSWAHL FEINGUSSSPEZIFISCHER WERKSTOFFE

Einsatzstähle:

1.0401 C15
1.5919 15CrNi6
1.7132 G16MnCr5

Nitrierstähle:

1.8519 31CrMoV9

Vergütungsstähle:

1.0402 C22
1.0503 C45
1.7231 G42GCrMo4

Werkzeugstähle:

1.2419 105WCr6
1.2562 142WV13
1.2764 X19NiCrMo4
1.2884 X210CrCoW12

Zunder- und hitzebeständige Stähle:

1.4848 GX40CrNiSi25-20

Rost- und säurebeständige Stähle:

1.4027 GX20Cr14
1.4059 GX22CrNi17
1.4122 GX35CrMo17
1.4308 GX5CrNi19-10
1.4317 GX4CrNi13-4
1.4404 X2CrNiMo17-12-2
1.4408 GX5CrNiMo19-11-2
1.4410 X2CrNiMoN25-7-4
1.4435 X2CrNiMo18-14-3
1.4468 GX2CrNiMoN25-6-3
1.4535 X90CrCoMoV17
1.4552 GX5CrNiNb19-11
1.4581 GX5CrNiMoNb19-11-2

Weitere Werkstoffe auf Anfrage.