Konstruktionshinweise und Richtlinien zur Bearbeitung von Flachstählen mittels Laserstrahlschneiden und Freibiegen

C. Teckentrup GmbH
Zeisigstraße 11
33378 Rheda-Wiedenbrück

Version 2

Inhalt

Qualitätsstandards 3
Abmaße 4
Laserstrahlschneiden 4
Stanzen 4
Biegen 5
Anforderungen an die CAD-Dateien 5
Toleranzen 6
Konstruktionshinweise Biegen 7
Mindestschenkellängen 7
Mindestabstand Innenkontur zur Biegung 10
Mindestabstand Außenkonturen zu Biegung 11
Mindesthöhe Z-Biegung 12
Maximale Schenkellängen bei U-Profilen 13
Biegewinkel unter 90° 14
Falzbiegungen (180°) 14
Biegeinnenradien bei 90° Biegung 15
Konstruktionshinweise Laserschneiden 16
Mindestmaße für Laserschnitte 16
Maximalmaße Laserschnitte 16
Eckenverrundung 16
Gravuren und Kennzeichnung von Bauteilen 17
Buchstaben lasern 17
Quellenverzeichnis 18

Qualitätsstandards

- Laserteile mit Oberseite und Folie: Keine Oberflächenfehler zulässig.
- Laserteile mit Oberseite ohne Folie: Kleine Schleifspuren sind zulässig.
- Pulverbeschichtung: Keine Oberflächenfehler erlaubt. Ausnahme: kleine Fehler an den Bohrungen bzw. Aussparungen, die zum Aufhängen der Teile für die Beschichtung dienen, zulässig.
- Entgraten: Kleine Schleifspuren sind zulässig.
- Keine besondere Oberflächenbehandlung: Vereinzelte Bereiche mit Kratzern, Flugrost und Spritzer zulässig.
- Bei steigenden Materialstärken ist eine steigende Rautiefe der Schnittkante zu berücksichtigen. Und fordert eventuell eine Nachbearbeitung. Dafür gilt ungefähr bei wirtschaftlicher Fertigung (grob): Rauheit in µm = 110 + 1,8 * Blechstärke.
- Bei Biegeteilen können stets Kantabdrücke auftreten, unabhängig von unfoliertem Material, foliertem Material oder Sichtseitenkonfiguration.
- Umso größer der Biegebereich bzw. die Schenkellänge ist, desto geringer ist die Stärke der Abdrücke (da größere Werkzeuge und geringere Presskraft verwendet werden können = größere Hebelwirkung).
- Je nach Material und Fertigungsschritten kann die unbehandelte Oberfläche ölig oder bei Stählen gar leicht rostig sein. Die Bleche kommen von Werk ab standardmäßig bedruckt. Bei rohen Oberflächen kann es also sein, dass die Schrift noch auf den Bauteilen zu sehen ist. Da das Laserschneiden ein thermisches Trennverfahren ist, können Schnittkante und Schnittwinkel je nach Materialstärke abweichen.
- Bei Abweichungen zu unseren Biegerichtlinien können wir keine Gewährleistung auf fachgerechte Fertigung übernehmen. Durch zusätzlich erforderliche technische Klärung kann somit auch der Liefertermin und der Bauteilpreis nicht mehr garantiert werden.
- Eine einmalige Fertigung entgegen unseren Standards garantiert keine wiederholt gleichbleibende Fertigung bei Neubestellung.

Abmaße

Laserstrahlschneiden

- Maximale Breite der Tafel: 2000 mm
- Maximale Länge der Tafel: 6000 mm
- Maximale Blechdicke Stahl: 60 mm
- Maximale Blechdicke Edelstahl: 40 mm
- Maximale Blechdicke Aluminium: 40 mm
- Maximale Blechdicke in Kupfer und Messing: 5 mm
- Fasenschnitt bis 45°
- Maximales Bauteilgewicht: 2000 kg

Wichtig: CAD-Dateien können ausschließlich in Millimetern (mm) verarbeitet werden. Nur so können wir die korrekt bemaßte Produktion Ihrer Bauteile gewährleisten. Um die Maßeinheit korrekt einzustellen, prüfen Sie die Einstellungen zur Maßeinheit in Ihrem CAD-Programm oder Ihre Einstellungen während des Exports. Angegeben sind maximal verwendbaren Flachstahlgrößen, woraus sich kleinere maximale Bauteilgrößen ergeben.
Weiterer Hinweis: Je nach Material, Blechdicke oder Bauteilgeometrie kann es dennoch zu weiteren Einschränkungen kommen. Zum Beispiel: Bei einer starken Dicke sind die Bleche nicht mehr biegbar oder erfordern extrastarke Maschinen. Dadurch kann es zu einem späteren Liefertermin oder unter Umständen zum Aufpreis kommen. In solchen Fällen melden sich unsere technischen Experten bei Ihnen umgehend.

Stanzen

- Maximale Breite der Tafel: 1600 mm
- Maximale Länge der Tafel: 4000 mm
- Maximale Umformhöhe: 25 mm
- Maximale Blechdicke Stahl: 6,5 mm
- Maximale Blechdicke Edelstahl: 4 mm
- Maximale Blechdicke Aluminium, Kupfer und Messing: 6,5 mm
- Maximales Gewicht: 200 kg

Wichtig: CAD-Dateien können ausschließlich in Millimetern (mm) verarbeitet werden. Nur so können wir die korrekt bemaßte Produktion Ihrer Bauteile gewährleisten. Um die Maßeinheit korrekt einzustellen, prüfen Sie die Einstellungen zur Maßeinheit in Ihrem CAD-Programm oder Ihre Einstellungen während des Exports. Angegeben sind maximal verwendbaren Flachstahlgrößen, woraus sich kleinere maximale Bauteilgrößen ergeben.
Weiterer Hinweis: Je nach Material, Blechdicke oder Bauteilgeometrie kann es dennoch zu weiteren Einschränkungen kommen. Zum Beispiel: Bei einer starken Dicke sind die Bleche nicht mehr biegbar oder erfordern extrastarke Maschinen. Dadurch kann es zu einem späteren Liefertermin oder unter Umständen zum Aufpreis kommen. In solchen Fällen melden sich unsere technischen Experten bei Ihnen umgehend.

Biegen

- Bis zu 110kg Maximales Bauteilgewicht für automatisiertes Biegen mit Roboter.
- Bis 4300mm breite (maximales Schenkelmaß 335 mm)
- Bis 3740mm breite (maximales Schenkelmaß 1100 mm)
- Maximales Kastenmaß 255 mm
- Maximale Blechdicke Stahl: 12 mm
- Maximale Blechdicke Edelstahl: 10 mm
- Maximale Blechdicke Aluminium: 12 mm
- Bis zu 320 t Presskraft

Wichtig: Wir fertigen in besonderen Fällen auch über die maximalen Werte hinaus. Sprechen sie uns dazu einfach an. CAD-Dateien können ausschließlich in Millimetern (mm) verarbeitet werden. Nur so können wir die korrekt bemaßte Produktion Ihrer Bauteile gewährleisten. Um die Maßeinheit korrekt einzustellen, prüfen Sie die Einstellungen zur Maßeinheit in Ihrem CAD-Programm oder Ihre Einstellungen während des Exports.
Weiterer Hinweis: Für mittlere und große Serien in der Automation mit hohen Bauteilgewichten ist das Maximale Bauteilgewicht abzüglich der notwendigen Greifer zu beachten. Somit ergeben sich möglicherweise deutlich niedrige realisierbare Bauteilgewichte.

Anforderungen an die CAD-Dateien

- Verarbeitbare Dateiformate: STEP, STP, DWG, DXF, IPT, IAM, GEO
- Für das Laserschneiden CAD-Datei enthält keine Blindlöcher, Fasen und ausgeformte Gewinde bzw. Gewindedurchzüge.
- Für das Stanzen enthält die CAD-Datei Blindlöcher, Fasen und ausgeformte Gewinde bzw. Gewindedurchzüge.
- Senkungen werden automatisch erkannt.
- Das Bauteil ist ein Volumenkörper.
- Das Bauteil sollte einheitlich gefärbt sein.
- Die maximale Bauteilabmessungen sind 3980 x 1980 mm.
- Das Höchstgewicht beträgt 900 kg.
- Spiegelteile müssen immer als getrennte Positionen ausgewiesen werden.
- Für eine optimale Auslastung unserer Anlagen haben wir standardisierte Blechformate vorrätig. Bitte ziehen sie für die die maximalen Bauteilgrößen in allen Achsen jeweils 20 mm ab.
    - Kleinformat: 2000 x 1000 [mm]
    - Mittelformat: 2500 x 1250 [mm]
    - Großformat: 3000 x 1500 [mm]
    - Maxiformat: 4000 x 2000 [mm]
    - Superformat: 6000 x 2000 [mm]
- Für die optimale Materialnutzung bei größeren Stückzahlen können abweichende Tafelmaße geordert werden.

Toleranzen

Die Tolerierung der Maße von bestellten Teilen erfolgt innerhalb der DIN ISO 2768-1.
Für Biegeteile können Sie die Toleranzklasse m (mittel) auswählen.

Tabelle 1: Grenzmaße für Nennbereiche nach DIN ISO 2768

Toleranz-Klasse	Grenzmaße in mm für Nennmaßbereich in mm								
	<5	0,5 bis 3	über 3 bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 bis 1000	über 1000 bis 2000	über 2000 bis 4000
f (fein)		±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	
m (mittel)		±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2

Tabelle 2: Grenzabmessungen für Rundungshalbmesser [DIN ISO 2768]

Toleranz-Klasse	Grenzabmessungen für Rundungshalbmesser in mm für Nennmaßbereich in mm						
	<5	0,5 bis 3	über 3 bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 bis 1000
f (fein)		±0,2	±0,5	±1	±2	±4	±0,3
m (mittel)		±0,2	±1	±2	±4	±8	±0,8

Tabelle 3:Ebenheitstoleranzen [DIN EN 10029]

Stärke [mm]	S235/S355/S355MC 1.4301/1.4404/1.4571	S690/S700MC/S960 HB400-500/AlMg1/AlMg3
bis 5	9	12
5 bis < 8	8	11
8 bis < 15	7	10
15 bis < 25	7	10
25 bis < 40	6	9
40 bis < 250	5	8

Hinweis: Messlattenlänge 1000mm

Tabelle 4: Standardtoleranz thermische Verfahren [DIN EN ISO 9013]

Werkstückdicke	**Nennmaß [mm]**							
	> 0 bis < 3	≤ 3 bis < 10	≤ 10 bis < 35	≥ 35 bis <125	≥ 125 bis < 315	≥ 315 bis < 1000	≥1000 bis < 2000	≥ 2000 bis < 4000
	Grenzabmaße [mm]							
> 0 bis ≤ 1	± 0,075	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,2	± 0,3	± 0,4	± 0,65
> 1 bis ≤ 3,15	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,25	± 0,25	± 0,35	± 0,4	± 0,65
> 3,15 bis≤ 6,3	± 0,2	± 0,2	± 0,25	± 0,25	± 0,3	± 0,4	± 0,45	± 0,7
> 6,3 bis ≤ 10		± 0,25	± 0,3	± 0,3	± 0,35	± 0,45	± 0,55	± 0,75
> 10 bis ≤ 15		± 0,3	± 0,35	± 0,4	± 0,45	± 0,55	± 0,65	± 0,85
> 15 bis ≤ 20		± 0,4	± 0,4	± 0,45	± 0,55	± 0,75	± 0,85	± 1,2
> 20 bis ≤ 25		± 0,45	±0,5	± 0,6	± 0,7	± 0,9	± 1,1	± 1,6

Konstruktionshinweise Biegen

Mindestschenkellängen

Um die Produzierbarkeit der Biegeteile zu gewährleisten, gibt es werkzeugbedingte Grenzmaße, die bei der Konstruktion beachtet werden müssen. Ist der Biegeschenkel zu kurz für das benötigte Unterwerkzeug, kann die gewünschte Biegung nicht erzeugt werden. Je nach Geometrie des Bauteils und nach Abkantlänge, können die Werte abweichen.



Abb. 1: Bemaßung Biegeteile [LH25]

Kennzeichnung	**Benennung**	**Einheit**
s	Materialstärke	mm
w	Winkel	Grad°
x	Mindestschenkellänge	mm

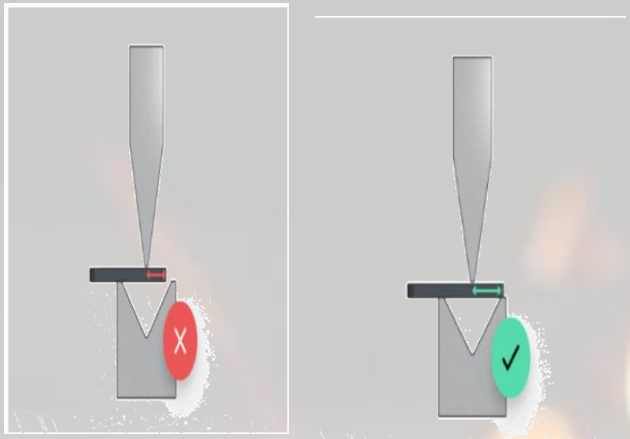


Abb. 2: Mindestschenkellänge richtig & falsch [LH25]

Tabelle 5: Mindestschenkellängen für Stahl

Blechdicke [mm]	X für Winkel ≥ 90° [mm]	X für Winkel < 90° [mm]
0,5	5	8
0,8	5	10
1	6	10
1,5	9	11
2	10	13
2,5	12	16
3	14	22
4	19	23
5	24	30
6	30	38
8	38	45
10	45	59
12	59	88
15	88	-

Tabelle 6: Mindestschenkellängen für Edelstahl und Aluminium

Blechdicke [mm]	X für Winkel ≥ 90° [mm]	X für Winkel < 90° [mm]
0,5	5	8
0,8	5	10
1	6	10
1,5	9	11
2	10	13
2,5	12	16
3	16	22
4	19	23
5	23	27
6	38	43
8	43	57
10	57	72
12	72	-
15	104	-



Mindestabstand Innenkontur zur Biegung

Wenn sich Bohrungen oder Aussparungen zu nah an einer Biegekante befinden, besteht die Gefahr, dass sie sich beim Biegen verziehen. Es ist daher wichtig, auf ausreichend Abstand zu achten. Der Mindestabstand zur Biegung entspricht der Mindestschenkellänge. Das x-Maß aus der Skizze bei der Mindestschenkellänge stellt hier den Abstand zur Kontur dar. Falls Bohrungen oder Konturen aus konstruktiven Gründen nahe an der Biegekante liegen müssen, besteht die Möglichkeit, Entlastungsschnitte einzuplanen. Für etwaigen Verzug der Biegeteile aufgrund der Konstruktion übernehmen wir keine Verantwortung.



Abb. 3: Bemaßung Innenkonturen zur Biegelinie [LH25]

Tabelle 7: Bemaßung Innenkonturen zur Biegelinie

Blechdicke [mm]	X für Winkel ≥ 90° [mm]	X für Winkel < 90° [mm]
0,5	5	8
0,8	5	10
1	6	10
1,5	9	11
2	10	13
2,5	12	16
3	14	22
4	19	23
5	24	30
6	30	38
8	38	45
10	45	59
12	59	88
15	88	-

Mindestabstand Außenkonturen zu Biegung

Enthält das Bauteil spitz zulaufende Biegungen oder andere Außenkonturen in der Nähe der Biegekante, gelten dieselben Regelungen wie bei der Mindestschenkellänge. Ab einem bestimmten Punkt wird die Mindestschenkellänge durch die Kontur unterschritten, sodass das Material nicht mehr vollständig auf dem Unterwerkzeug (Matrize) aufliegt. Dies kann dazu führen, dass sich dieser Bereich während des Biegevorgangs verzieht oder nicht vollständig mit umgebogen wird.

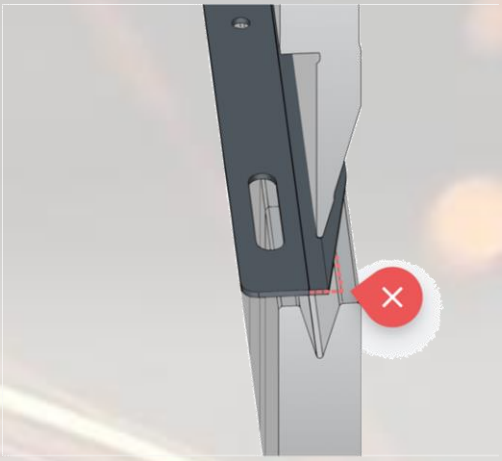


Abb. 4: Mindestabstand Außenkontur zur Biegelinie [LH25]



Abb. 5: Optionen zur fertigungsgerechten Konstruktion [LH25]

Mindesthöhe Z-Biegung

Bei zwei Aufeinander folgenden Biegungen (Z-Biegung) ergeben sich Aufgrund der Werkstückeigenschaften und Werkzeugeigenschaften nachfolgende Mindestmaße.



Abb. 6: Bemaßung Z-Biegung [LH25]

Tabelle 8: Stufenhöhe Z-Biegung Stahl

Blechdicke (s) [mm]	X für Winkel ≥ 90°	X für Winkel < 90°
1	12	19
1,5	13	20
2	15	21
2,5	20	26
3	25	35
4	30	36
5	36	44
6	46	58
8	59	72
10	70	86
12	100	-
15	130	-

Tabelle 9: Stufenhöhe Z-Biegung Edelstahl und Aluminium

Blechdicke (s) [mm]	X für Winkel ≥ 90°	X für Winkel < 90°
1	12	19
1,5	14	20
2	18	27
2,5	24	33
3	26	36
4	36	53
5	44	55
6	54	64
8	66	78
10	92	-
12	109	-
15	181	-

Maximale Schenkellängen bei U-Profilen

Sind die Biegeschenkel zu lang oder das konstruierte U-Profil zu schmal, kann es zur Kollision mit dem Oberwerkzeug (Stempel) oder dem Pressbalken darüber kommen. Welche Maße sich bei U-Profilen realisieren lassen, können Sie an den folgenden Grafiken ablesen. Ab einer Materialstärke von 6 mm kann je nach Geometrie und Bauteilgröße kein gekröpfter Stempel, sondern nur ein gerader Stempel verwendet werden.

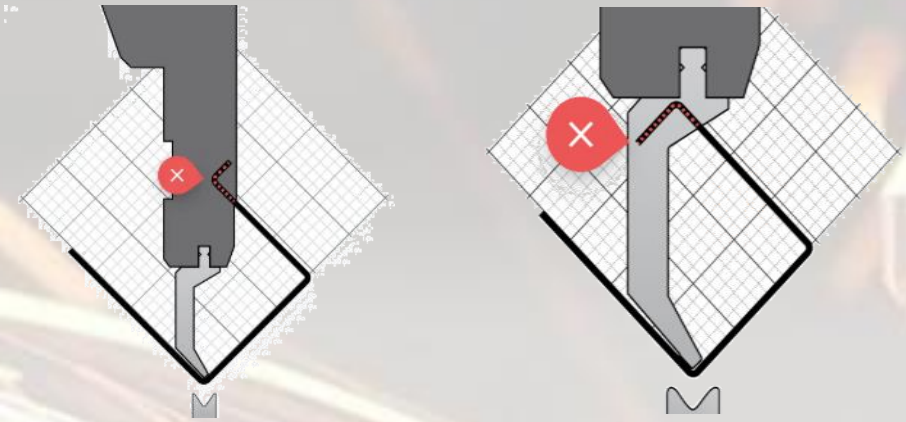


Abb. 7: Kollision mit dem Maschinenrahmen oder dem Werkzeug [LH25]

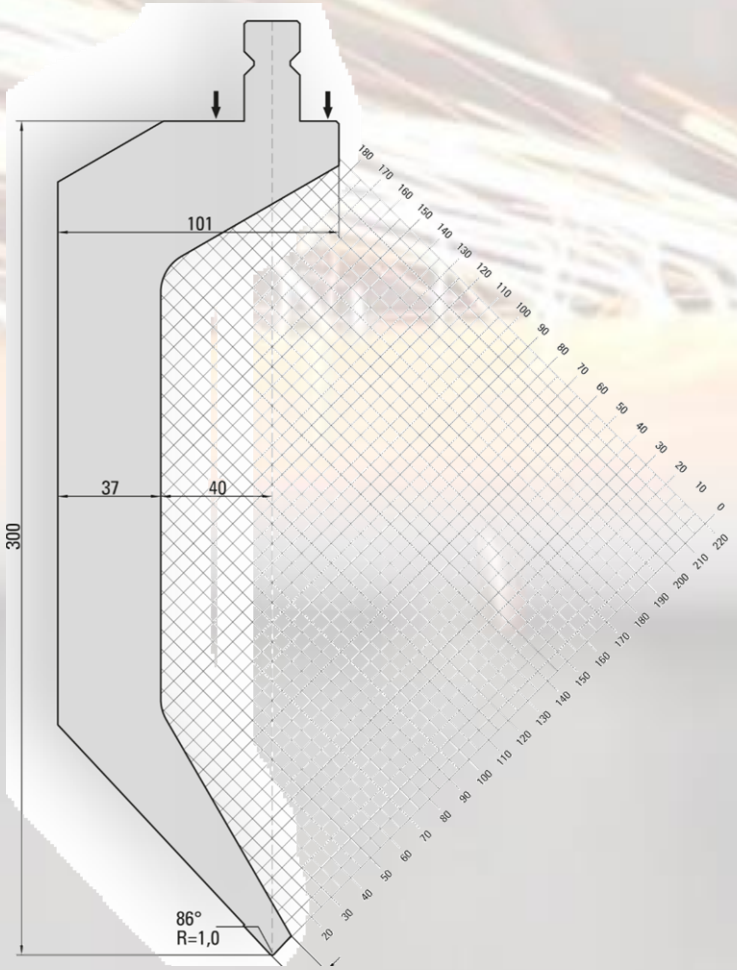


Abb. 8: Maximale Schenkellängen bei U-Profilen C-Teckentrup GmbH

Biegewinkel unter 90°

Tabelle 10: Mögliche Biegewinkel unter 90°

Biegewinkel	Blechdicke Stahl	Blechdicke Edelstahl	Blechdicke Aluminium
<30°	-	-	-
30-35°	bis 2 mm	bis 2 mm	-
35-40°	bis 4 mm	bis 4 mm	bis 2 mm
40-45°	bis 6 mm	bis 6 mm	bis 2,5 mm
45-60°	bis 6 mm	bis 6 mm	bis 2,5 mm
60-80°	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt

Falzbiegungen (180°)

Bei Falzbiegungen mit einem Winkel von 180° sind die folgenden Hinweise zu beachten:

1. Die maximale Materialstärke für diese Art von Biegungen beträgt 3 mm.
2. Der Falz selbst muss mit einem Spalt von 0,2 mm konstruiert werden. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass der Falz während des Fertigungsprozesses geschlossen wird.



Abb. 9: Falzbiegung falsch & richtig [LH25]

Tabelle 11: Mindestfalzlänge Blechdickenabhängig

Blechdicke [mm]	Mindestfalzlänge [mm]
0,5	10
0,8	10
1	10
1,5	11
2	13
2,5	16,5
3	18

Hinweis: Falzbreite ist auf 3000 mm begrenzt

Biegeinnenradien bei 90° Biegung

Die aufgeführten Werte können je nach verwendetem Werkzeug stark abweichen. Die Biegeinnenradien entstehen hauptsächlich durch die Wahl der Biegematrize, wobei die Auswahl des Biegestempels nur einen minimalen Einfluss hat. Zudem können die Biegeinnenradien je nach Materialcharge, Werkzeugzustand und Bauteilgeometrie variieren. Konstruierte Radien werden bei der Fertigung ohne spezielle Nachfrage Ihrerseits nicht berücksichtigt und automatisch auf Radien im angezeigten Bereich geändert.

Tabelle 12: Biegeinnenradien Stahl, Edelstahl und Aluminium

Blechdicke [mm]	Radius OW	Gesenkweite UW	Biegeinnenradius
0,5	0,5-1	4-8	0,5-1,7
0,8	0,5-1	4-12	0,8-2,5
1	1	6-12	1,0-2,5
1,5	1	6-16	2,0-4,2
2	1-2	10-20	2-4,2
2,5	1-2,5	12-24	2,5-5,0
3	1-3	16-30	3-6,3
4	1-4	20-40	4,0-8,0
5	1-5	30-50	5,0-10,1
6	1-6	30-60	6,0-11,8
8	4-8	50-90	10,2-18,1
10	4-10	70-120	14,0-24,2
12	5-10	80-120	15,8-24,4
15	6-10	90-120	17,9-24,1

Hinweis: bei den Radien handelt es sich um grobe Richtwerte

Konstruktionshinweise Laserschneiden

Mindestmaße für Laserschnitte

- Mindestmaße Lochdurchmesser = 0,2 x Materialstärke
- Mindestmaße Steg- und Schlitzbreite = 0,2 x Materialstärke
- Mindestmaße Bauteilgröße bis 8 mm Materialstärke = 15 x 15 mm
- Mindestmaße Bauteile ab 8 mm Materialstärke = 25 x 25 mm

Maximalmaße Laserschnitte

Die maximale Bauteilgröße für den Laserzuschnitt richtet sich nach dem verwendeten Ausgangsformat. Bitte beachten Sie, dass die Fertigungskosten steigen können, wenn das nächstgrößere Blechformat gewählt werden muss. In manchen Fällen kann es sinnvoll sein, ein paar Millimeter zu kürzen, um die Kosten zu reduzieren.

- 1980 x 980 mm (bei Kleinformat)
- 2480 x 1230 mm (bei Mittelformat)
- 2980 x 1480 mm (bei Großformat)
- 3980 x 1980 mm (bei Maxiformat)
- 5980 x 1980 mm (bei Superformat)

Eckenverrundung

Spitze Ecken an Innen- und Außenkonturen werden automatisch mit einem Radius versehen, um eine optimale Schneidqualität bei der Fertigung Ihrer Metallteile sicherzustellen. Der Radius wird entsprechend der gewählten Materialstärke angepasst. Ecken von Innenkonturen werden beim Laserschnitt ebenfalls verrundet, was zu Problemen bei Steckverbindungen führen kann. In diesem Fall empfiehlt es sich, Löcher in die Ecken zu integrieren, um die Passgenauigkeit zu gewährleisten. Hierbei sind die blechdickenabhängigen Mindestbohrungen zu beachten.

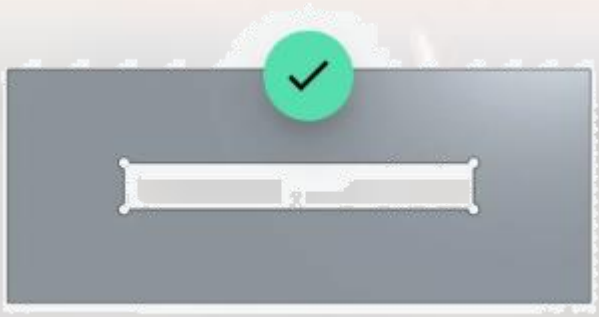


Abb. 10: scharfe Innenkontur [LH25]

Gravuren und Kennzeichnung von Bauteilen

Bei den von uns angebotenen Gravuren handelt es sich nicht um eine optisch hochwertige Laserbeschriftung (optische Tiefengravur o.ä.). Hauptsächlich wird diese Art nur zur Kennzeichnung von Bauteilen und Markierung verwendet.
Automatisches Auslesen der Gravuren aus der CAD-Datei:

- Unsere Plattform kann freie Gravuren, die in Ihrer Konstruktion enthalten sind, automatisch auslesen.
- Wenn Sie Ihre Konstruktion per 3D-Datei (z.B. .step) einreichen, ist es wichtig, dass die Gravuren *(als Vertiefung)* mit einer Mindesttiefe von 0,2 mm angelegt sind, damit sie korrekt erkannt werden können.
- Bei 2D-Dateien (z.B .dxf) ist zu beachten , dass die Gravuren durch Verwendung von gelben Linien gekennzeichnet sind. Nur auf diese Weise werden sie automatisch von unserer Plattform erkannt. Durch weiße Linien schneidet der Laser vollständig durch.
- Um Ihre Bauteile kennzeichnen zu lassen, können Sie entsprechende Textgravuren auch in der Bestellung direkt konfigurieren.

Bei der Gravur handelt es sich um eine Verletzung der Bauteiloberfläche wodurch die Belastung in diesen Bereichen beeinträchtigt werden kann.

Buchstaben lasern

Sofern Sie Schriftzüge ausschneiden lassen wollen, müssen Sie bedenken, dass die Innenteile der Buchstaben beim Laserschneiden ebenfalls aus dem Blech fallen. Um diese Innenteile zu erhalten, müssen Sie diese mit dem Rest des Bleches verbinden.

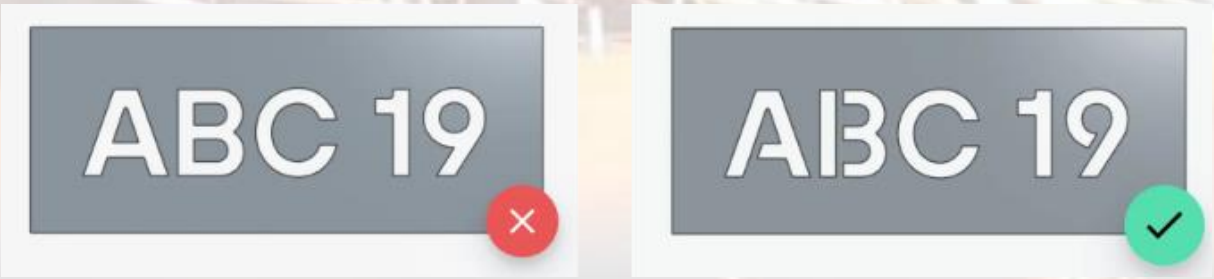


Abb. 11: Buchstaben lasern falsch & richtig [LH25]

Quellenverzeichnis

[LH25] https://laserhub.com/plattform/konstruktion/ ; zuletzt abgerufen am 06.02.2025 ;