

Vortrag CNC-Schnittdaten

Lernziele

Nach Abschluss dieses Projekts können Sie Folgendes tun:

- Werkzeuge identifizieren, die zur Bearbeitung des Bauteils verwendet werden
- Schnittdaten für Bearbeitungsanwendungen ermitteln
- Gebräuchliche Schnittdatenbegriffe definieren
- Spandicke und Spanbelastung berechnen
- Vorschub und Drehzahl für ein Werkzeug berechnen
- Oberflächenvorschub beschreiben
- Schnittkräfte und den Werkzeugeingriff beschreiben

Welche Werkzeuge wurden zur Bearbeitung der Brieftasche verwendet?

Die folgenden Werkzeuge werden verwendet, um das Bauteil auf einer 3-Achsen-CNC-Maschine fertigzustellen.

- T1 – 12-mm-Schaftfräser
- T3 – Taster
- T4 – 10-mm-Radienfräser
- T6 – 6-mm-Kugelfräser
- T8 – 2-mm-Schaftfräser
- T10 – 6-mm-60-Grad-Gravur

Tools		
T1 D1 L1 Type: flat end mill DIAMETER: 12mm LENGTH: 24mm FLUTES: 4 DESCRIPTION: 12mm Flat Endmill	MINIMUM Z: -9mm MAXIMUM FEED: 1000mm/min MAXIMUM SPINDLE SPEED: 5000rpm CUTTING DISTANCE: 2401.4mm RAPID DISTANCE: 80mm ESTIMATED CYCLE TIME: 2m:29s (15%)	
T3 D3 L3 Type: probe DIAMETER: 6mm CORNER RADIUS: 3mm LENGTH: 20mm DESCRIPTION: Probe	MINIMUM Z: -6mm MAXIMUM FEED: 0mm/min MAXIMUM SPINDLE SPEED: 0rpm CUTTING DISTANCE: 0mm RAPID DISTANCE: 0mm ESTIMATED CYCLE TIME: 0s (0%)	
T4 D4 L4 Type: bullnose end mill DIAMETER: 10mm CORNER RADIUS: 1mm LENGTH: 24mm FLUTES: 4 DESCRIPTION: 10mm Bullnose Endmill	MINIMUM Z: -3.5mm MAXIMUM FEED: 1000mm/min MAXIMUM SPINDLE SPEED: 5000rpm CUTTING DISTANCE: 214.52mm RAPID DISTANCE: 27.5mm ESTIMATED CYCLE TIME: 18s (1.8%)	
T6 D6 L6 Type: ball end mill DIAMETER: 6mm CORNER RADIUS: 3mm LENGTH: 24mm FLUTES: 3 DESCRIPTION: 6mm Ball Endmill	MINIMUM Z: -6.22mm MAXIMUM FEED: 1000mm/min MAXIMUM SPINDLE SPEED: 5000rpm CUTTING DISTANCE: 10872.48mm RAPID DISTANCE: 1147.29mm ESTIMATED CYCLE TIME: 11m:10s (67.4%)	
T8 D8 L8 Type: flat end mill DIAMETER: 2mm LENGTH: 24mm FLUTES: 2 DESCRIPTION: 2mm Flat Endmill	MINIMUM Z: -10.5mm MAXIMUM FEED: 1000mm/min MAXIMUM SPINDLE SPEED: 5000rpm CUTTING DISTANCE: 511.62mm RAPID DISTANCE: 362.33mm ESTIMATED CYCLE TIME: 35s (3.5%)	
T10 D10 L10 Type: chamfer mill DIAMETER: 6mm TAPER ANGLE: 30° LENGTH: 36mm FLUTES: 2 DESCRIPTION: 6mm Engraver 60 degree	MINIMUM Z: -4mm MAXIMUM FEED: 1000mm/min MAXIMUM SPINDLE SPEED: 5000rpm CUTTING DISTANCE: 574.05mm RAPID DISTANCE: 263.51mm ESTIMATED CYCLE TIME: 47s (4.7%)	

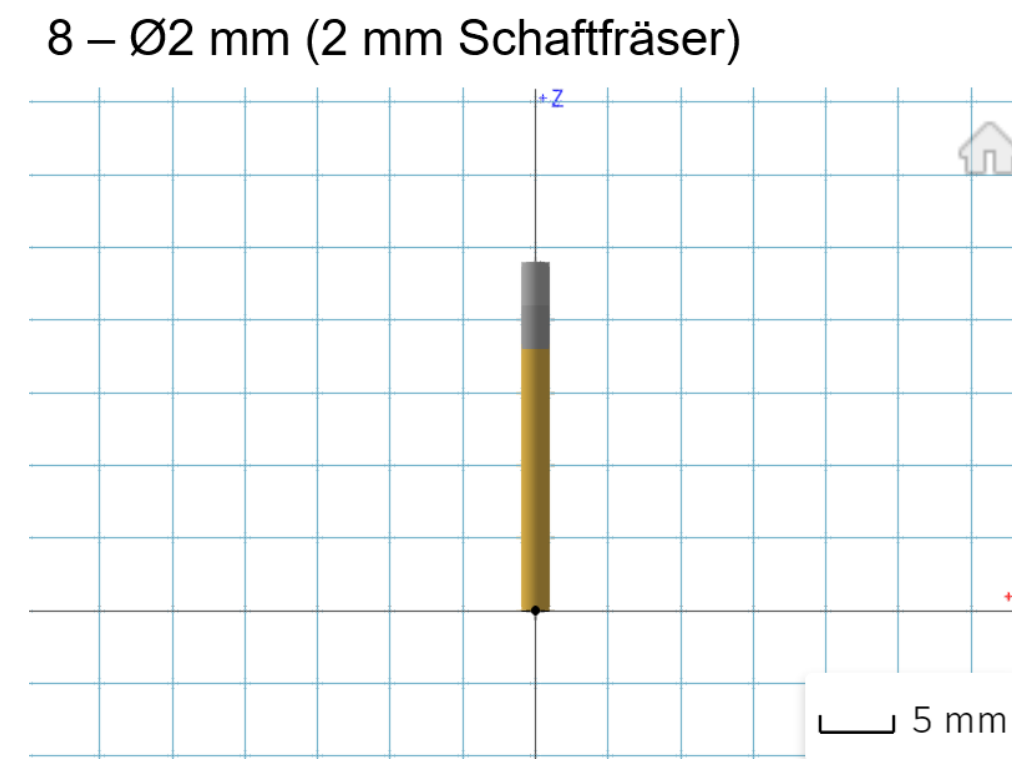
Allgemeine Begriffe

- **Spindeldrehzahl (U/min):** Umdrehungen pro Minute oder die Geschwindigkeit, mit der sich das Werkzeug dreht.
- **Schnittvorschub (m/min):** Die lineare Rate, mit der sich ein Werkzeug durch ein Material bewegt.
- **Oberflächen-Footage:** Linearer Vorschub, mit der sich ein rotierender Fräser in einer Minute mit einer bestimmten Drehzahl bewegt.
- **Schneidkraft:** Der Widerstand des Materials gegen das Eindringen des Schnittwerkzeugs.
- **CWE (Cutter-Workpiece Engagement):** Die unmittelbare Kontaktgeometrie zwischen dem Schneidwerkzeug und dem prozessinternen Werkstück während der Bearbeitung. Dieses spielt eine wichtige Rolle bei der Simulation des Bearbeitungsprozesses und wirkt sich direkt auf die Berechnung der prognostizierten Schnittkräfte und Drehmomente aus.
- **Eintauchen/Einfahrt/Ausfahrt/Rampe:** Verschiedene Arten von Werkzeugbewegungen, die häufig eine Variation des Schnittrate erfordern.
- **Vorschub pro Zahn (mmpt):** Die Materialmenge, die von jedem Zahn auf einem Werkzeug pro Umdrehung abgetragen wird. Auch als „Chip Load“ bezeichnet.
- **Z-Zustellung:** Die Höhe, in der ein Werkzeug vertikal in das Material eingreift. Dies ist in der Regel ein Verhältnis des Werkzeugdurchmessers basierend auf bestimmten Werkzeugbewegungen.
- **Bahnabstand:** Der horizontale Materialeingriff eines Werkzeugs variiert stark je nach ausgewählter Bearbeitungsstrategie und gewünschter Oberflächenqualität.

Berechnen von Vorschüben und Drehzahlen

Einen grundlegenden Vorschub und die Drehzahl erhält man oft vom Werkzeughersteller. Dieser Wert basiert auf dem Werkzeugdurchmesser, der Anzahl der Schneiden und deren Geometrie, den Werkzeugbeschichtungen, dem zu schneidenden Material, der Steifheit der Spannvorrichtung und dem Typ des geschnittenen Materials.

- Allgemeine Formeln
 - SMM: $(U/\text{min} \times \text{Werkzeugdurchmesser}) / 318$
 - U/min: $(318 / \text{SMM}) / \text{Werkzeugdurchmesser}$
 - mm/min: $\text{Anzahl der Zähne} \times \text{Vorschub pro Zahn} \times U/\text{min}$
 - mm/Zahn: $(\text{mm/min}) / U/\text{min} \times \text{Anzahl der Zähne}$
 - Zoll (in) bis Millimeter (mm): $\text{Zoll} \times 25,4$
 - Millimeter (mm): bis Zoll (in) : $\text{mm}/25,4$ oder $\text{mm} \times 0,03937$
- Ein Stirnfräser mit 10 mm Durchmesser 2 kann mehrere Werte ergeben.
 - Schnitttiefe = $2,0 \times \text{Durchmesser}$
 - Kontur-Schnitt = $0,1 \times \text{Durchmesser}$
 - Schnittgeschwindigkeit = 150–200 SMM (Oberflächenmeter pro Minute) für Nichteisenmaterialien
 - Vorschub pro Zahn für Seitenfräsen = 0,8 (mm/Min)
 - Vorschub pro Zahn für Langloch = $0,8 \times 0,2 = 0,16$ (mm/Min)



Vorschub- und Drehzahlberechnung (Fortsetzung)

- Basiswerte in Kombination mit einer bestimmten Maschine sollten als Ausgangspunkt verwendet und an der Maschinensteuerung nach oben/unten angepasst werden, um zukünftige Programme zu beeinflussen.
- Testschnitte im selben Material tragen dazu bei, effiziente Schneidverfahren zu gewährleisten.
- Beispiel: Berechnung des Vorschubs, der mit 7.500 U/min ausgeführt werden soll:
 - $SMM = \text{Anzahl der Zähne} \times \text{mm/Zahn} \times \text{U/min}$
 - $SMM = 2 \times 0,02 \times 7.500$
 - SMM = Vorschub von 300 Metern pro Minute

Anmerkung: Die Beispiele für Vorschübe und Drehzahlen und Berechnungen für diese Anleitung sind für Aluminium ausgelegt. Wenn andere Materialien wie Stahl verwendet werden, müssen die Geschwindigkeits- und Vorschubberechnungen angepasst werden.

Anpassen der Geschwindigkeiten basierend auf Maschinenbeschränkungen

Grundwerte werden manchmal über die Fähigkeiten einer Maschine hinaus berechnet und müssen erheblich angepasst werden, um die maximalen Spindeldrehzahlen und Eilangsgeschwindigkeiten einer Maschine zu erreichen.

Beispiel für Fälle, in denen die Spindeldrehzahl angepasst werden muss:

- Beispiel: 2 mm" Durchmesser, 2-Schneiden-Fräse
 - Schnittgeschwindigkeit = 150–200 SMM (Oberflächenmeter pro Minute) für Nichteisenmaterialien
 - Vorschub pro Zahn zum Seitenfräsen = 0,04–0,1 (mm/U)
- Spindeldrehzahl berechnet mehr als 20.000 U/min, aber Ihre Maschine darf nicht mehr als 15.000 U/min betragen!
- Geben Sie einen Wert nahe der maximalen U/min ein, um die Berechnung zu überschreiben.
- Anmerkung: Beachten Sie, dass die Schnittgeschwindigkeit bereits vorsichtig gewählt ist.

Holder	Cutting data	Post processor
Speed		
Spindle speed	27056 rpm	f_x
Surface speed	170 m/min	
Ramp spindle speed	27056 rpm	f_x
Feedrates		
Cutting feedrate	1000 mm/min	
Feed per tooth	0.01848 mm	f_x
Lead-in feedrate	1000 mm/min	f_x
Lead-out feedrate	1000 mm/min	f_x
Transition feedrate	1000 mm/min	f_x
Ramp feedrate	333.33 mm/min	

Anpassen des Vorschubs basierend auf Maschinenbeschränkungen

Grundwerte werden manchmal über die Fähigkeiten einer Maschine hinaus berechnet und müssen erheblich angepasst werden, um die maximalen Spindeldrehzahlen und Eilangsgeschwindigkeiten einer Maschine zu erreichen.

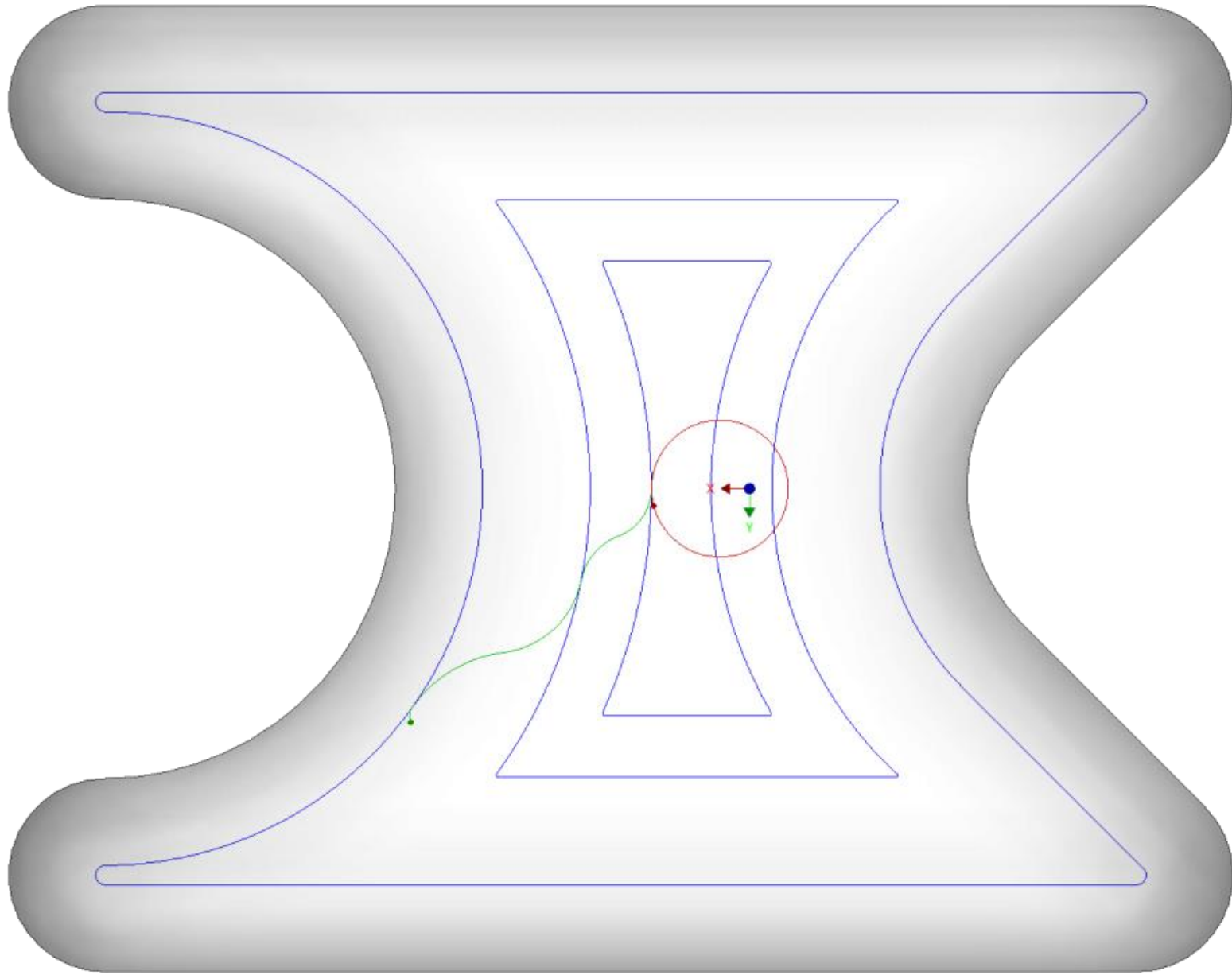
Beispiel für Anpassung der Vorschubgeschwindigkeit

- Beispiel: 2 mm Durchmesser, 2-Schneiden-Fräser
 - $\text{m/min} = \text{Anzahl der Zähne} \times \text{mm/Zahn} \times \text{U/min}$
 - $\text{m/min} = 2 \times 0,1 \times 15.000$
 - $\text{m/min} = 3.000 \text{ mm pro Minute}$
- Vorschub wird mit 300 m/min berechnet, aber Ihre Maschine kann nur mit 100 m/min schneiden! Möglicherweise erzwingen Erhebungsgrenzen weniger.
- Geben Sie einen Wert nahe der max. Schnittgeschwindigkeit ein, um die Berechnung zu überschreiben.
- ANMERKUNG: Eine weitere Möglichkeit besteht darin, einen kleineren Vorschub pro Zahn festzulegen.

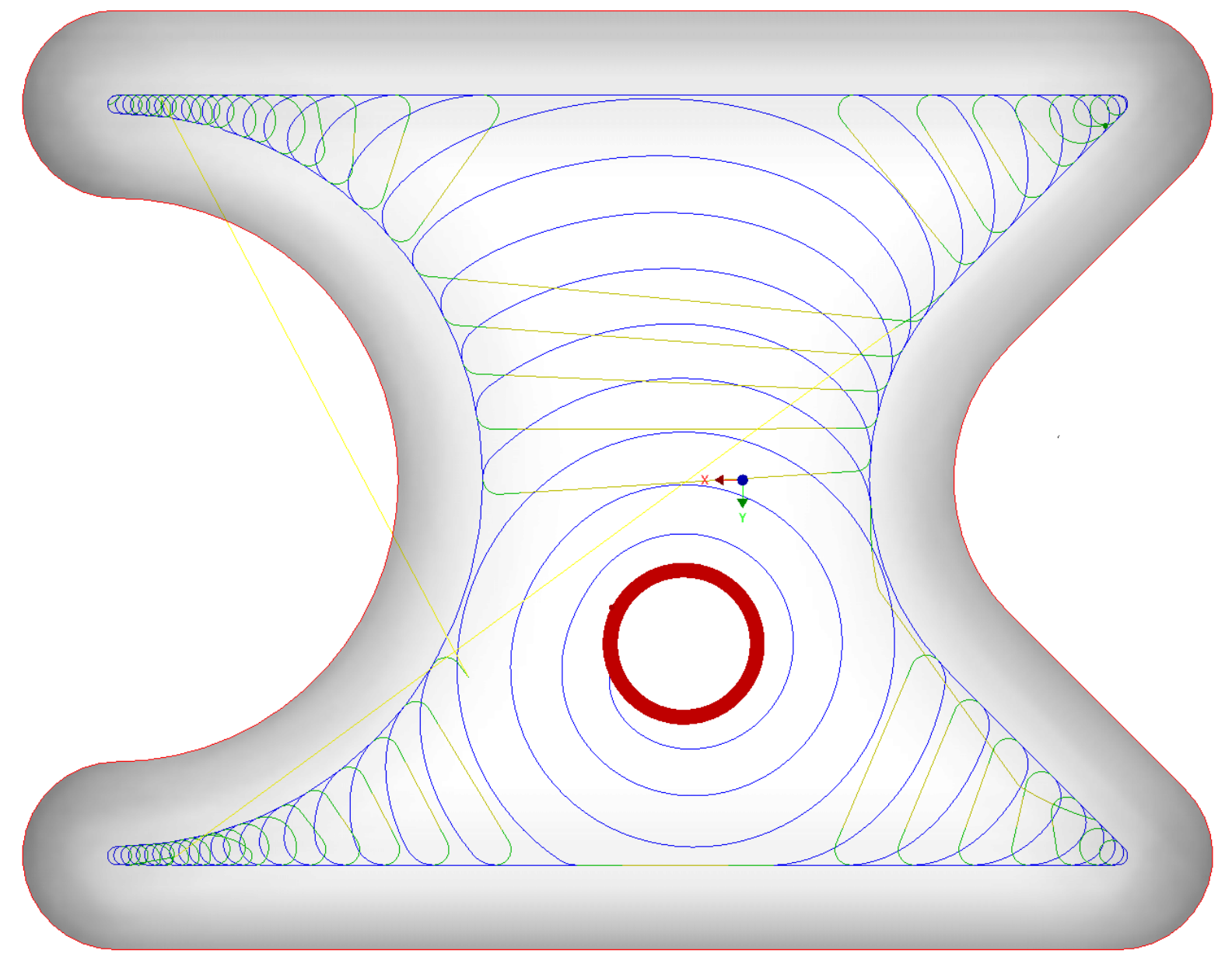
Holder	Cutting data	Post processor
Speed		
Spindle speed	<input type="text" value="15000 rpm"/>	
Surface speed	<input type="text" value="94.24778 m/min"/>	f_x
Ramp spindle speed	<input type="text" value="15000 rpm"/>	f_x

Feedrates		
Cutting feedrate	<input type="text" value="3000 mm/min"/>	f_x
Feed per tooth	<input type="text" value="0.1 mm"/>	
Lead-in feedrate	<input type="text" value="3000 mm/min"/>	f_x
Lead-out feedrate	<input type="text" value="3000 mm/min"/>	f_x
Transition feedrate	<input type="text" value="3000 mm/min"/>	f_x
Ramp feedrate	<input type="text" value="333.33 mm/min"/>	

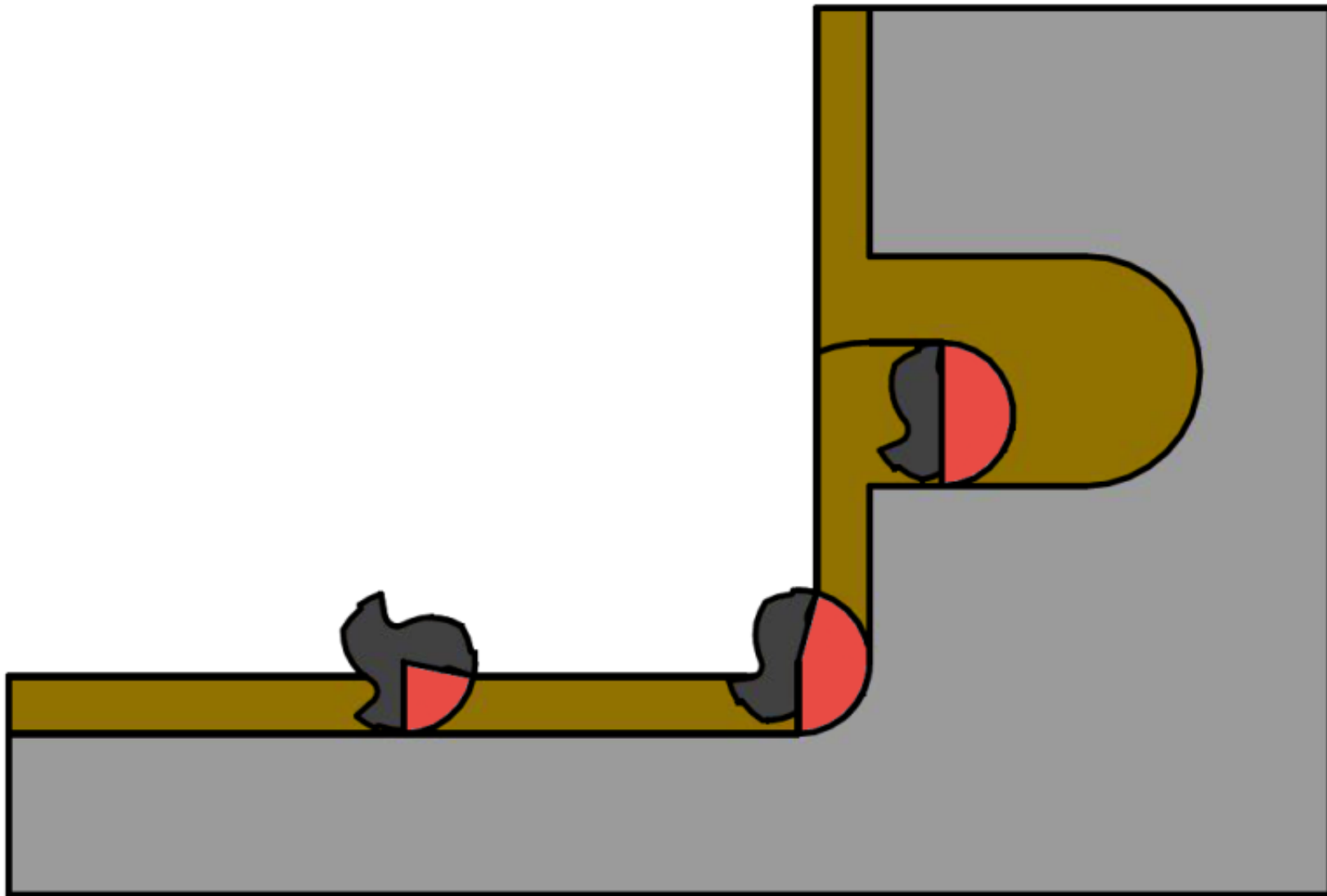
Herkömmliches Schruppen



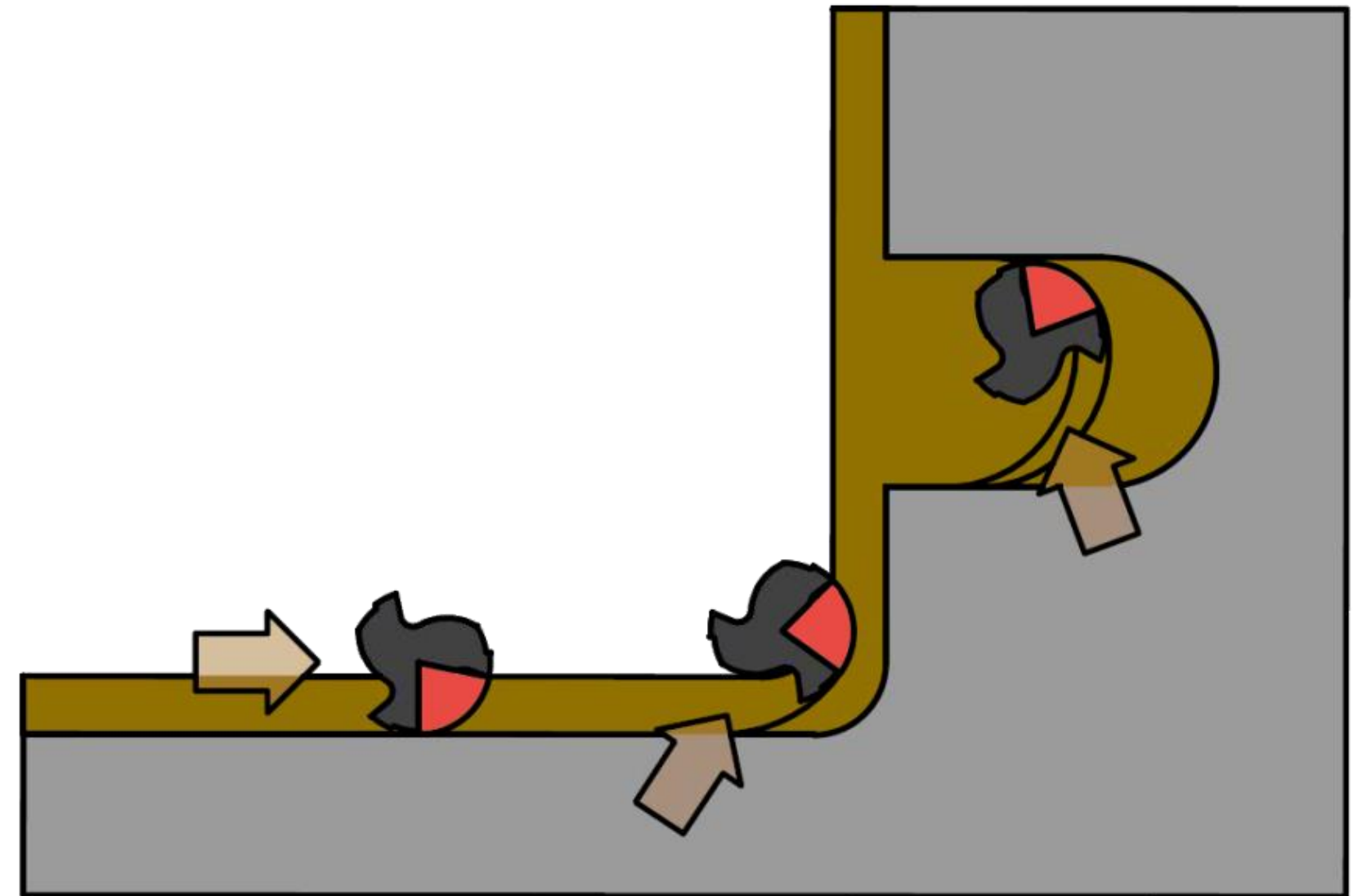
Sehr effizientes Schruppen



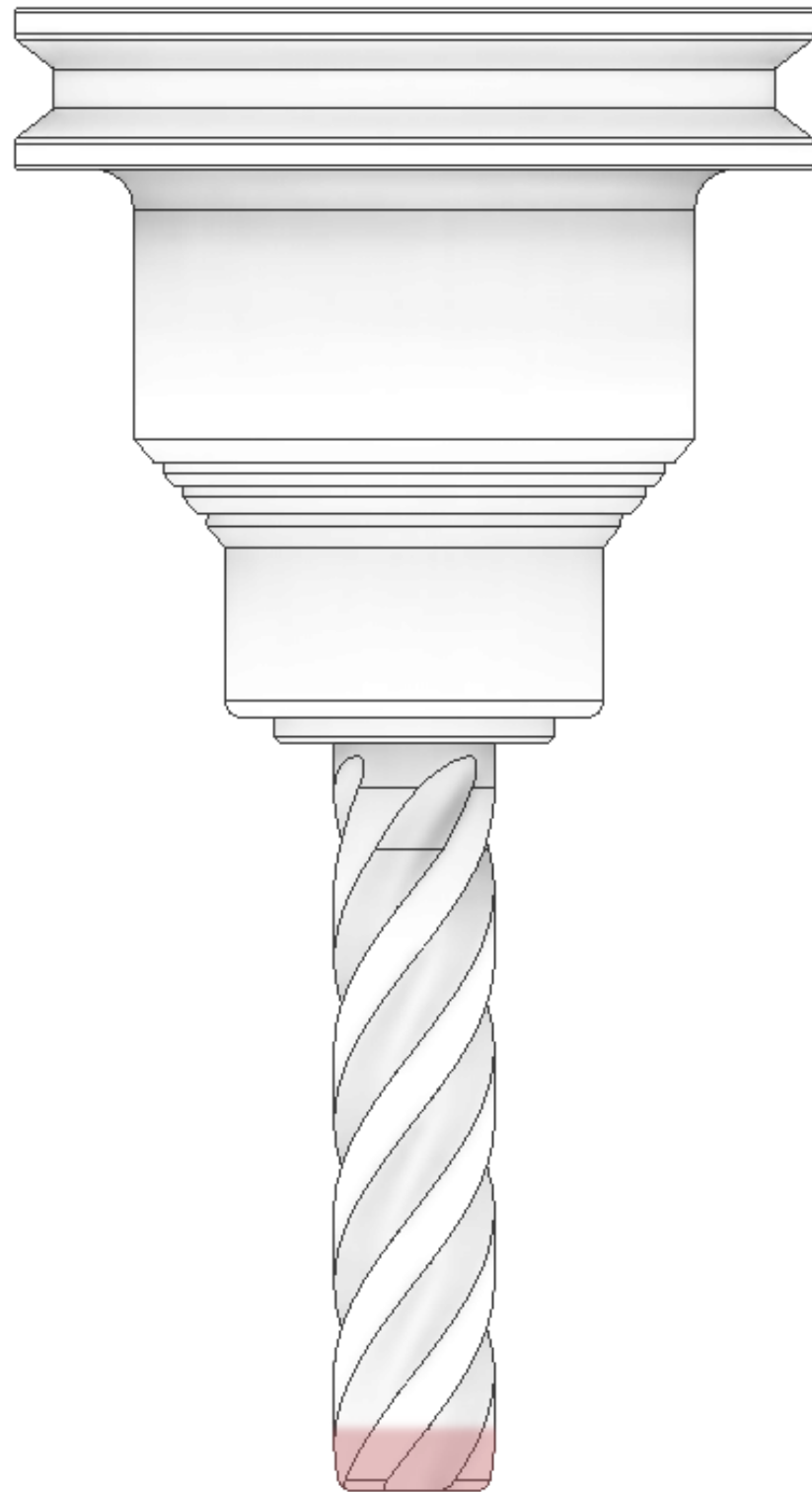
Herkömmliches Schruppen



Sehr effizientes Schruppen

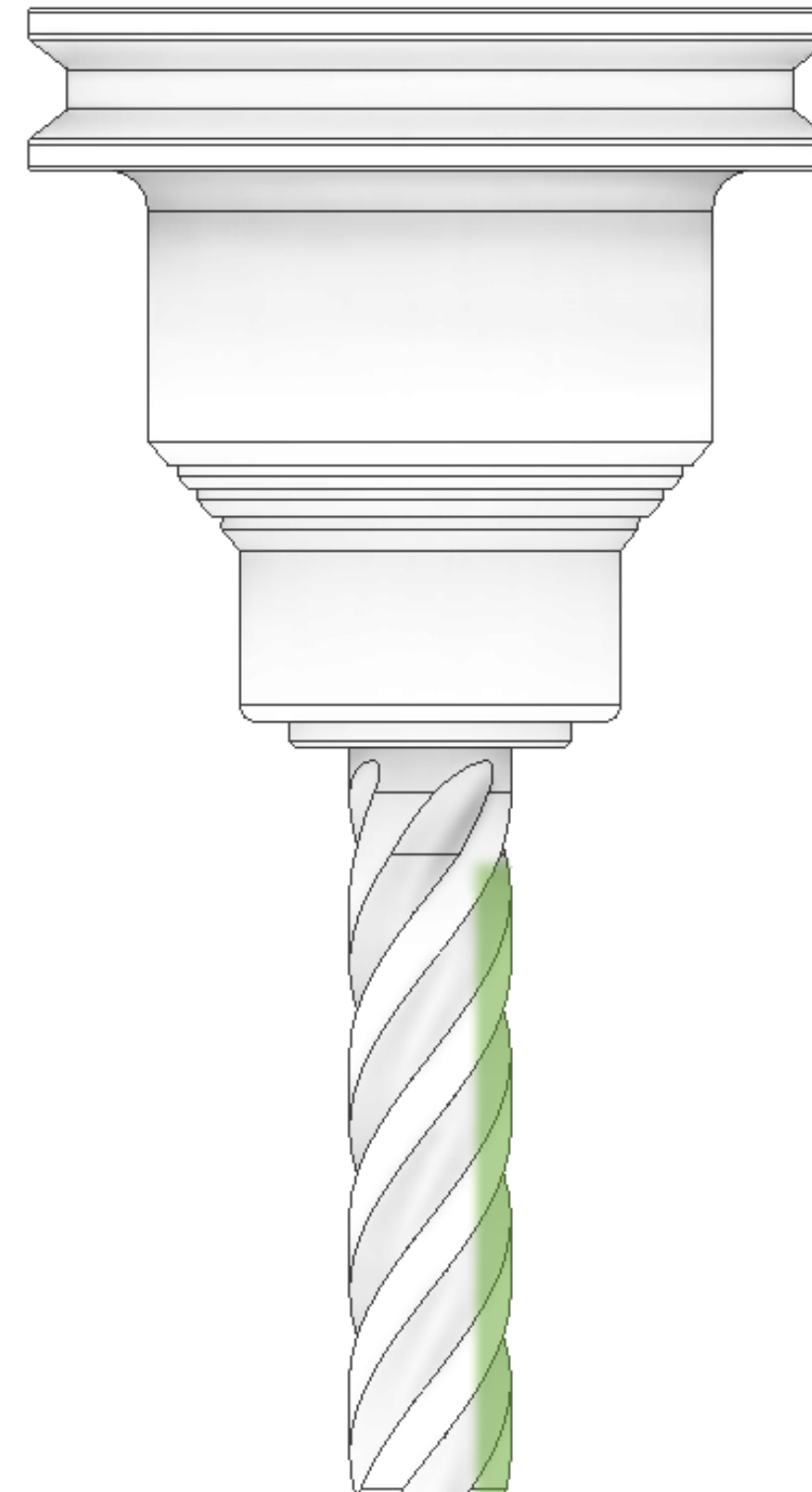


Herkömmliches Schruppen



- Lastspitzen in inneren Ecken
- Axiale Schnitttiefe ist der einzige ständig gesteuerte Parameter.
- Verkürzte Werkzeuglebensdauer ist eine kostspielige Folge.

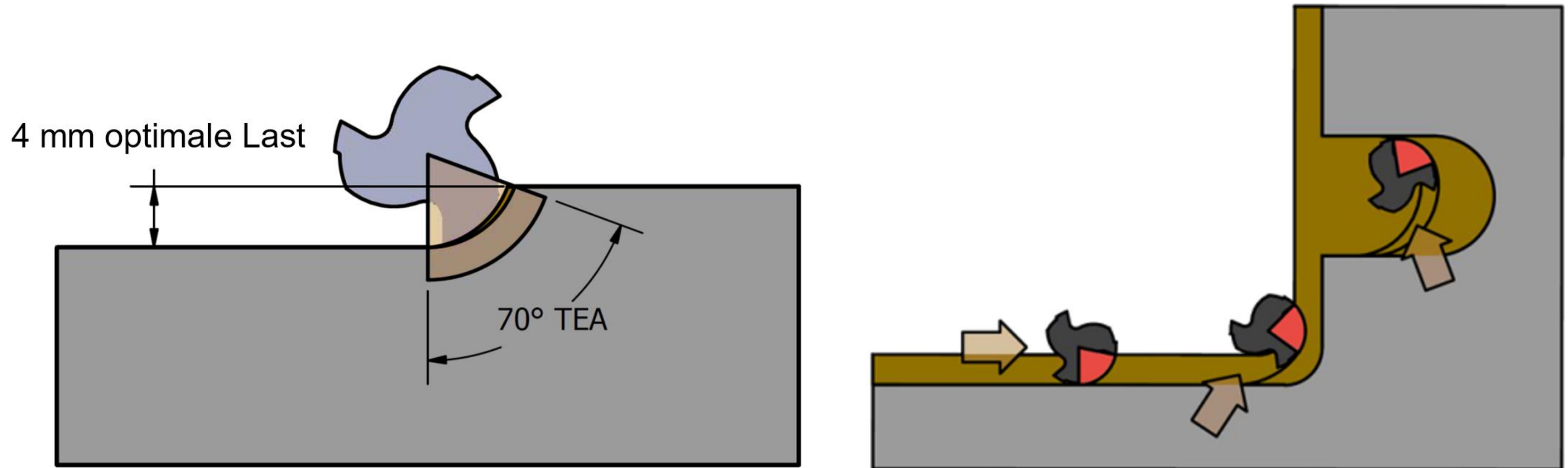
Sehr effizientes Schruppen



- Verwenden Sie das gesamte Werkzeug.
- Vollständige Kontrolle über radiale und axiale Schnitttiefe

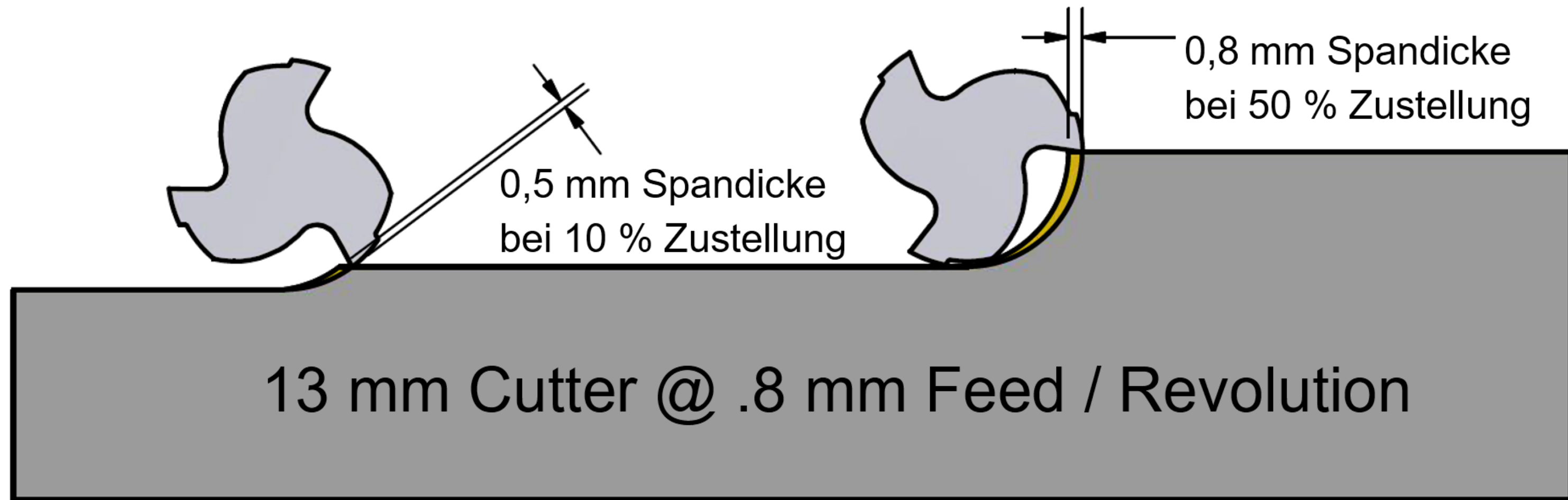
TEA im Vergleich zu optimaler Last

TEA = Werkzeugeingriff-Winkel
(Tool Engagement Angle)



Radiale Spanausdünnung

Radiale Schnitttiefe bei leichtem Abtrag reduziert die effektive Spandicke.



Sicherheitsregeln und -praktiken

- Verwenden Sie niemals Maschinen, für deren Betrieb Sie nicht durch eine qualifizierte Person geschult wurden.
- Nach ANSI/ISO zugelassene Schutzbrille bzw. nach ANSI/ISO zugelassene Schutzbrille mit Seitenschildern tragen. Sie müssen in der Werkstatt immer eine Schutzbrille tragen, nicht nur an der Maschine.
- Tragen Sie keine langärmligen Hemden, da diese von der Maschine erfasst werden können. Tragen Sie kurze Ärmel oder T-Shirts. Legen Sie Ringe und Uhren an der Maschine ab.
- Tragen Sie niemals Handschuhe, da sie von der Maschine erfasst werden können. Latex-Handschuhe sind akzeptabel.
- Lange Haare sollten zurückgebunden oder unter einem Hut getragen werden, damit sie nicht von der Maschinenspindel erfasst werden.
- Achten Sie stets darauf, wo Sie Ihre Hände halten.
- Seien Sie sich stets bewusst, was im Falle eines Abrutschens der Hand passieren kann. Denken Sie beispielsweise beim Anziehen einer Schraube daran, was passiert, wenn der Schraubenschlüssel abrutscht. Kann Ihre Hand oder Ihr Arm mit dem Werkzeug in Kontakt kommen? Oder mit scharfen Spänen?
- In den Arbeitsbereichen sind Unfug oder Streiche untersagt.

