

Überblick

Zielgruppe	Auszubildende im Tischlerhandwerk, 3. Ausbildungsjahr
Lernfeld	5. Einzeilmöbel herstellen
Aufgabenstellung	Herstellung eines „HOT SPICE“ Wandregals aus Vollholz zur Aufbewahrung von scharfen Gewürzen und Saucen
benötigte Kompetenzen	Umgang mit CNC-Technologie, Herstellen einfacher Konturfräsen sowie Einsatz von Gratfräsern zur Herstellung von Gratverbindungen
Vorbereitung	Material und Werkzeuge nach den Unterlagen vorbereiten, Werkteile auf Fertigmaße/Rohmaße zuschneiden

Informieren



Planen



Entscheiden



Realisieren



Kontrollieren



Holzliste

Pos.	Bezeichnung	Stück	Länge	Breite	Dicke
Vollholz, ast- und rissfrei, geeignet für maschinelle und handgefertigte Holzverbindungen, gehobelt und kalibriert, sauber winkelig abgelängt.					
01	Seiten	2	345	165	16
02	Boden unten	1	370	160	15
03	Boden oben	1	350	90	15
04	Blende	1	360	120	15

Beschlagsliste

Pos.	Bezeichnung	Stück
5	Schrauben 3 x 20 mm	4

Werkzeugliste

Pos.	Bezeichnung
6	Hobelbank
7	Stahlmaß
8	Winkel
9	Streichmaß
10	Absetzsäge/Japansäge
11	Schlichthobel
12	Putzhobel
13	Holzhammer
14	Schreinerhammer
15	Stemmeisen
16	Grathobel

Maschinenliste

Pos.	Bezeichnung
17	CNC-Bearbeitungszentrum
18	CNC-Schaftfräser Ø 6-10 mm Nutzlänge min. 15mm
19	CNC-Schaftfräser Ø 10-16 mm Nutzlänge min. 15mm
20	CNC-Gratfräser Ø max. 12 mm
21	CNC-Gravurfräser
22	Breitbandschleifmaschine

Ausführung

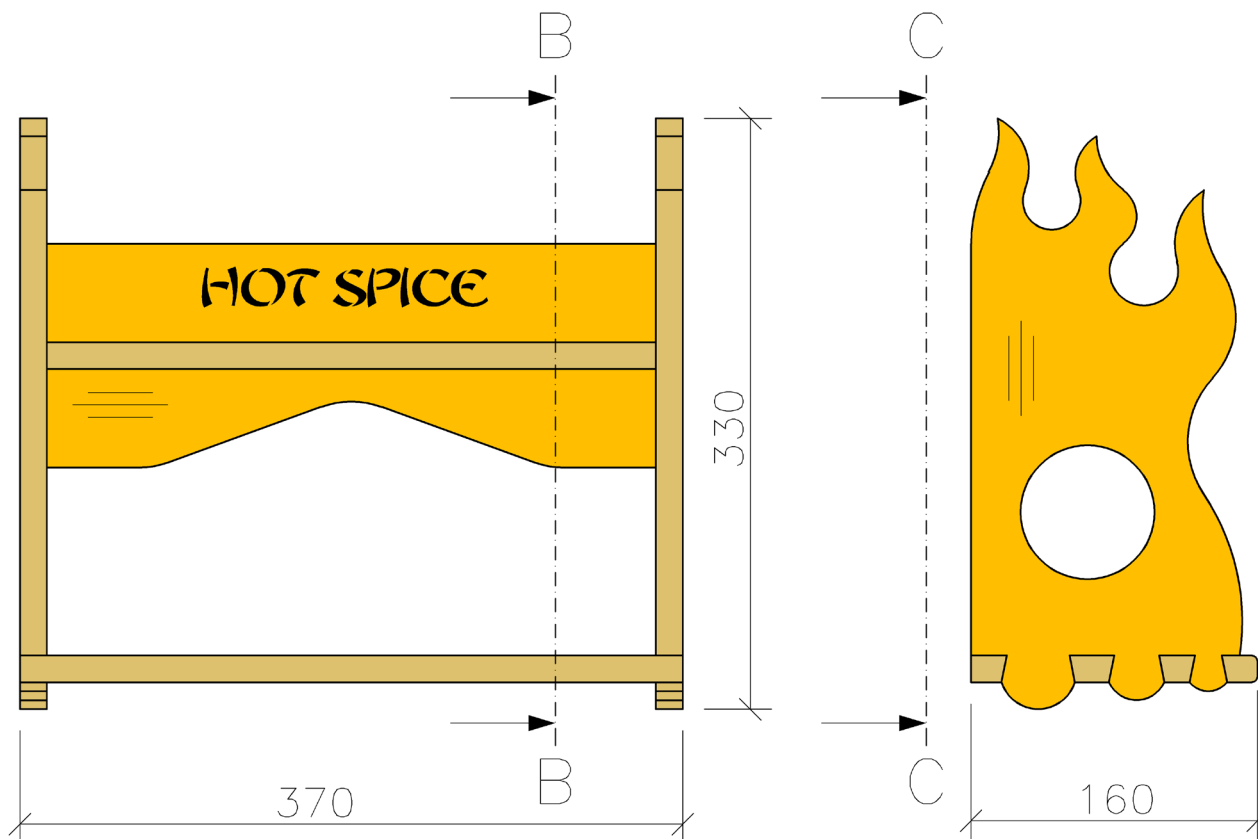
Herzustellen ist ein „HOT SPICE“ Wandregal für Gewürze und Saucen. Das Regal wird aus Vollholz gefertigt und besteht aus Werkteilen, die mit einer CNC-Maschine bearbeitet werden. Zur Herstellung wird Vollholz benötigt, das Ast- und Rissfrei ist. Für die Bearbeitung an der CNC-Maschine sind einige Bauteile mit Aufmaß zuzuschneiden. Die Maße der Holzliste müssen den Gegebenheiten an der CNC-Maschine vor Ort angepasst werden.

Die Herstellung unterteilt sich in einen modernen, CNC-gestützten Fertigungsablauf und einen konventionellen Fertigungsablauf mit traditionellen Handwerkstechniken.

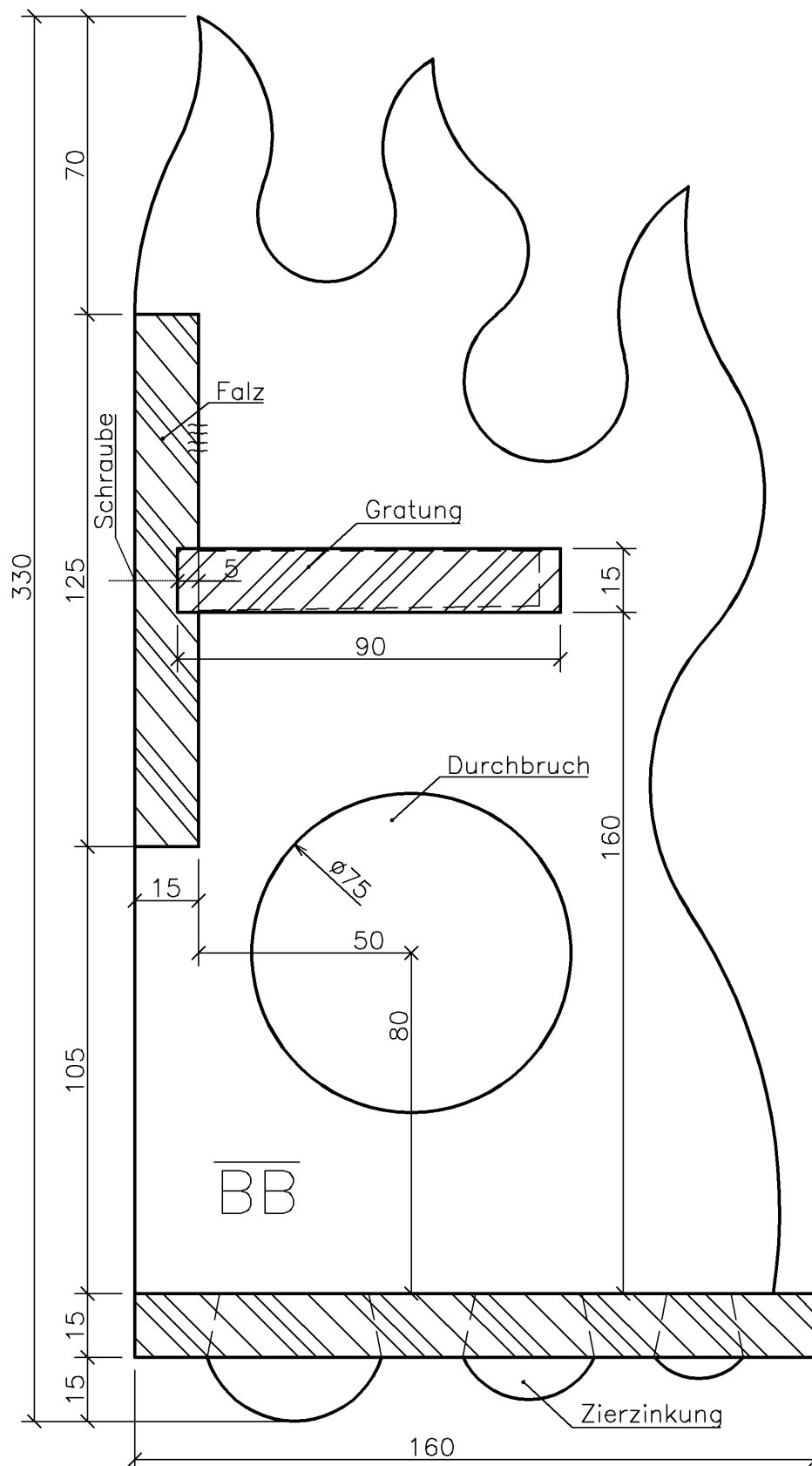
Bei der Herstellung werden Kompetenzen im Umgang mit CNC-Technik sowie der Einsatz klassischer Handwerkzeuge gefördert.

Zeichnungen

3-Tafel-Projektion

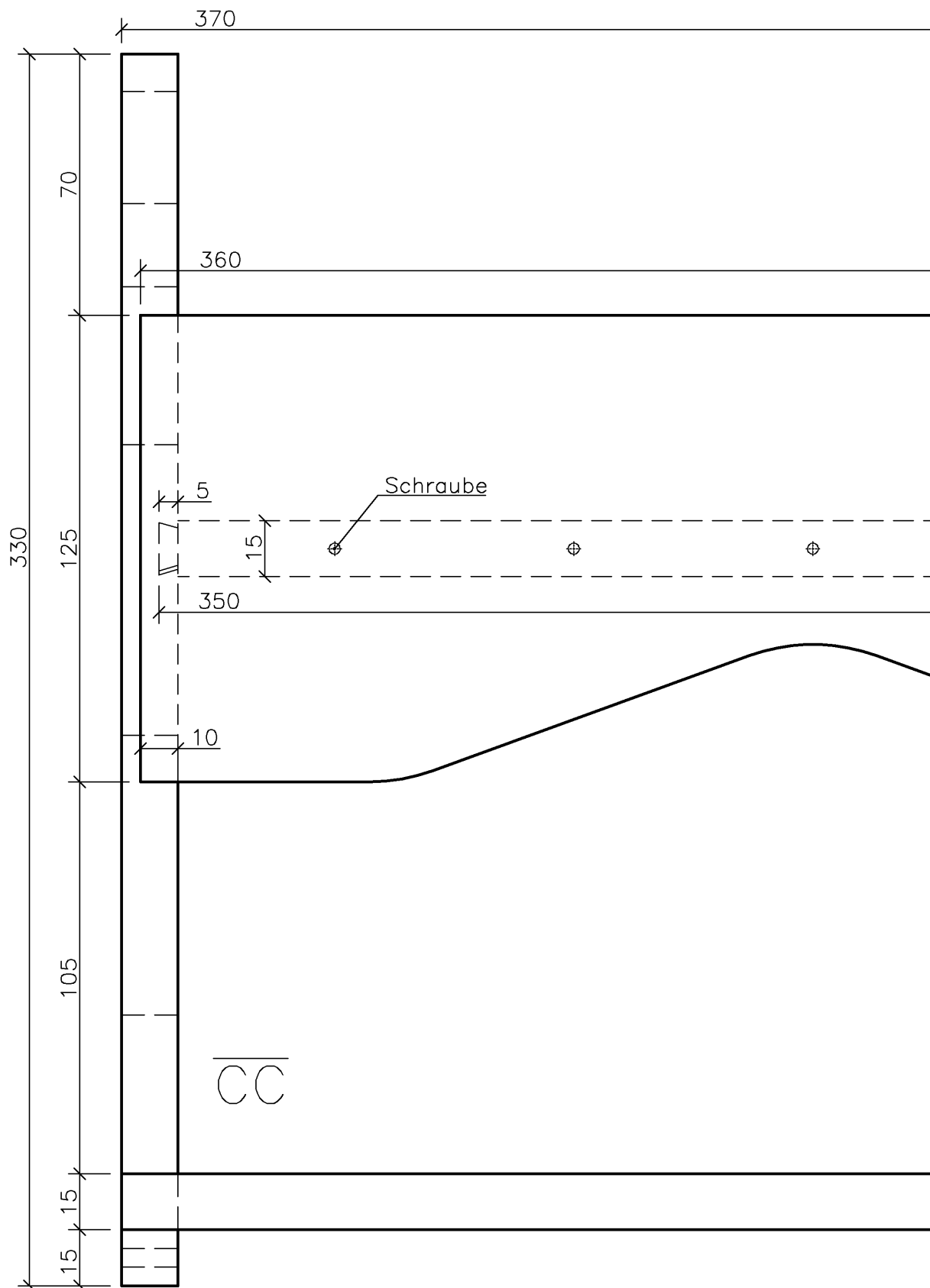


Vertikalschnitt B-B



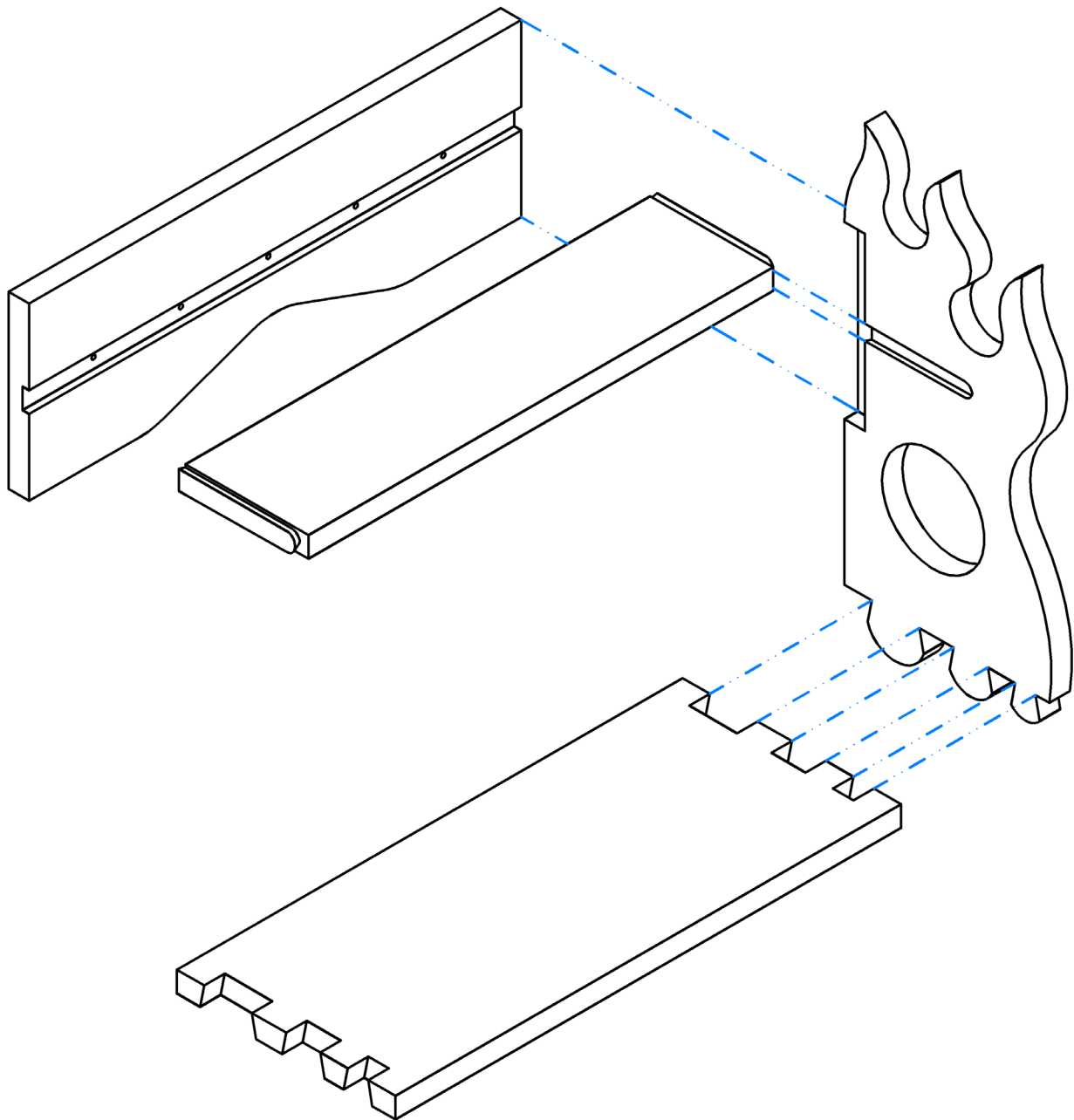
Informieren → Planen → Entscheiden → Realisieren → Kontrollieren

Frontalschnitt C-C



Informieren → Planen → Entscheiden → Realisieren → Kontrollieren

3D- Explosionszeichnung



Informieren → Planen → Entscheiden → Realisieren → Kontrollieren

Arbeitsablauf

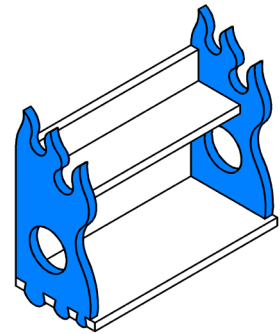
Erstelle einen Arbeitsablauf, um deine Arbeit im Voraus zu organisieren und den benötigten Aufwand zu ermitteln. Lass dich dabei von deiner Ausbilderin/deinem Ausbilder beraten.

Pos.	Arbeitsschritt	Werkzeug	Zeit Min.
01			
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			
09			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
Summe			

Informieren → Planen → Entscheiden → Realisieren → Kontrollieren

CNC - Fertigung

Wir beginnen mit der Herstellung der Seitenteile des Regals. Diese sollen mit einer CNC-Maschine möglichst effektiv vorgearbeitet werden. Eine Herstellung ohne Nacharbeiten ist aufgrund der geringen Größe der Bauteile nur schwer möglich. Es werden also im Nachgang noch maschinelle sowie manuelle Nacharbeiten folgen. Zur Herstellung ist es erforderlich nach einem Fräsplan die erforderlichen Programme für die CNC-Maschine zu erstellen.



Informieren



Planen



Entscheiden



Realisieren

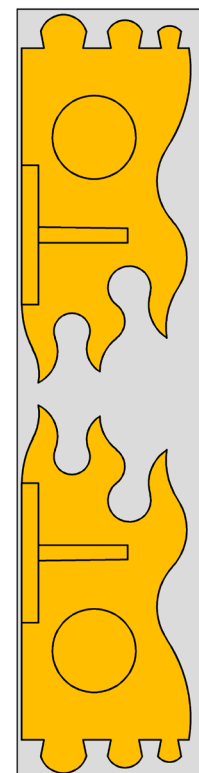
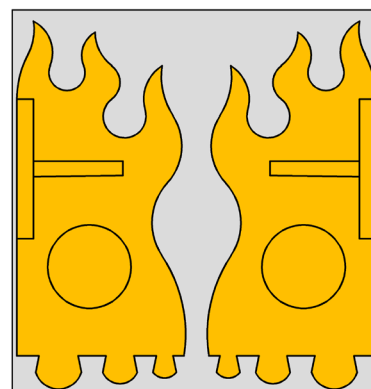
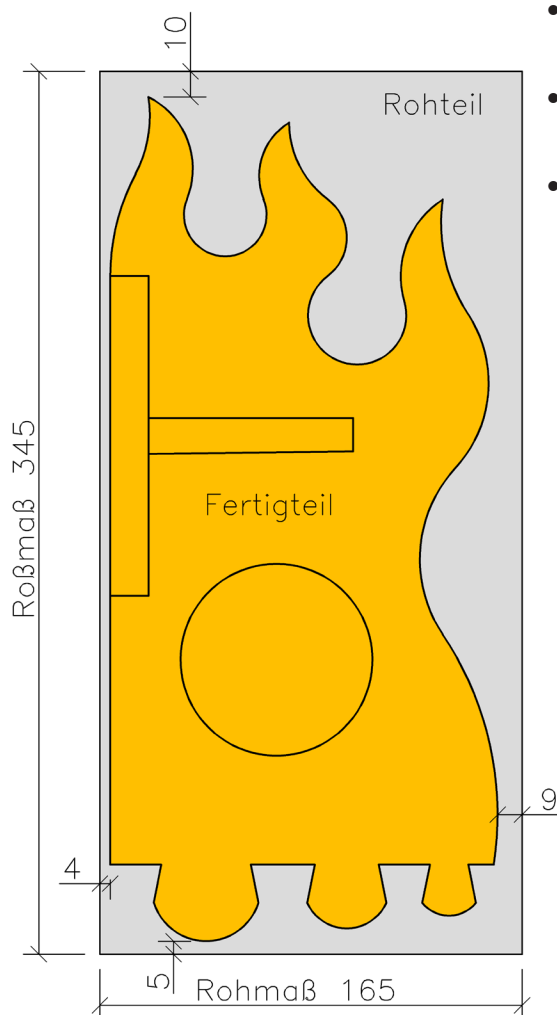


Kontrollieren

Aufmaß/Rohmaß Seitenteil

Eine besondere Bedeutung hat das Aufmaß bei der CNC-Bearbeitung. Das Aufmaß vergrößert dabei das fertige Bauteil ein oder mehrseitig um einen bestimmten Abstand zum Rohmaß. Dies wird immer dann benötigt wenn:

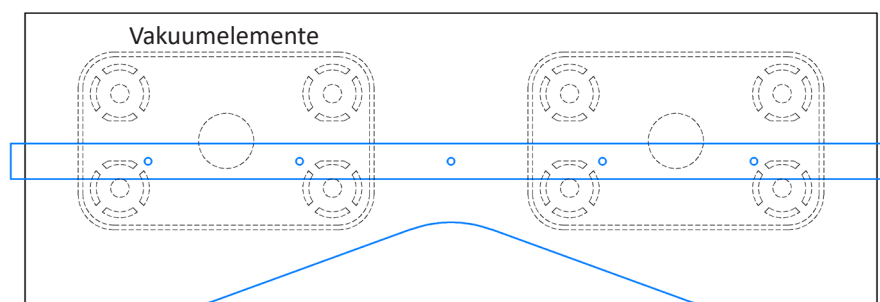
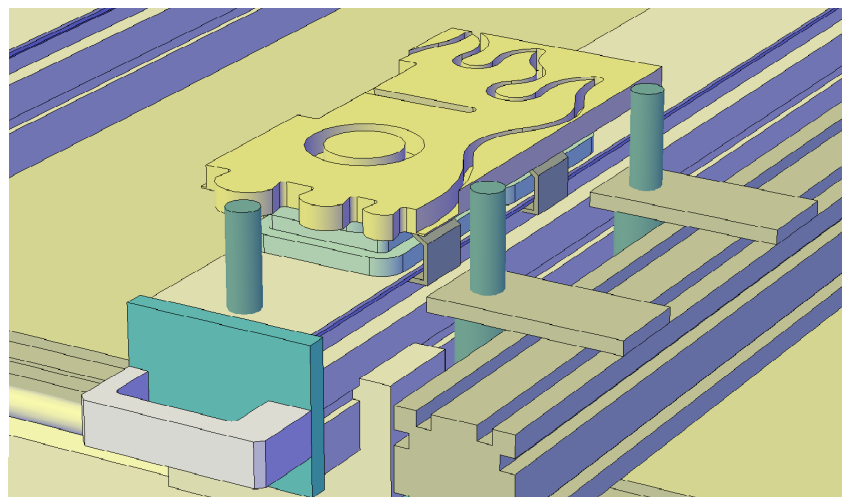
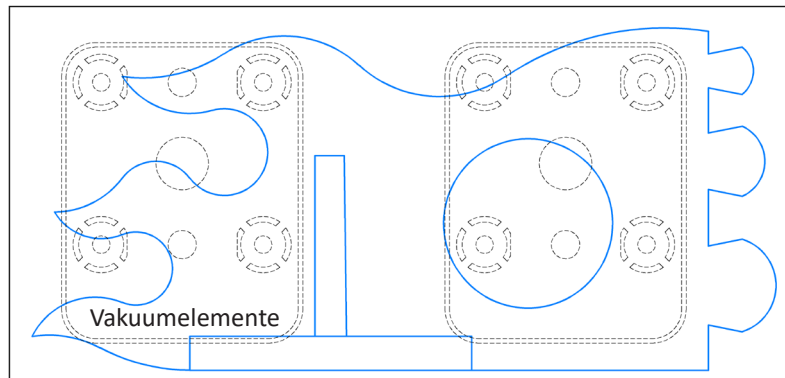
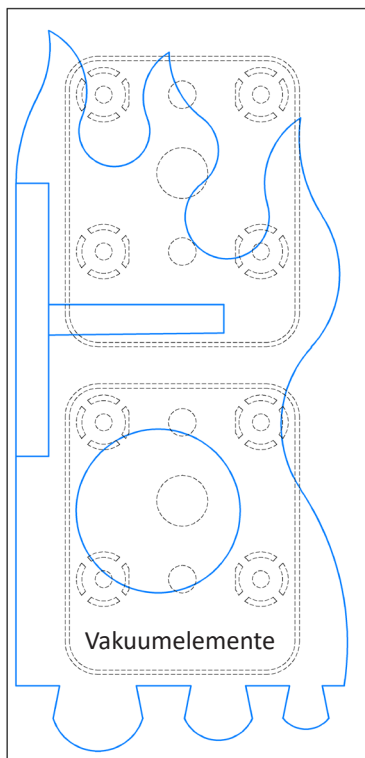
- Die Außenkante des Werkteils von der CNC-Maschine angefräst wird.
- Das Werkteil zu klein ist um auf der CNC-Maschine aufgespannt zu werden.
- Mehrere Werkteile aus einem Rohmaß gefräst werden sollen.



$$\text{Fertigmaß} + \text{Aufmaß} = \text{Rohmaß}$$

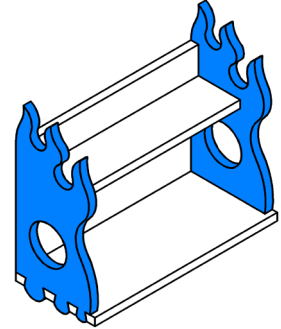
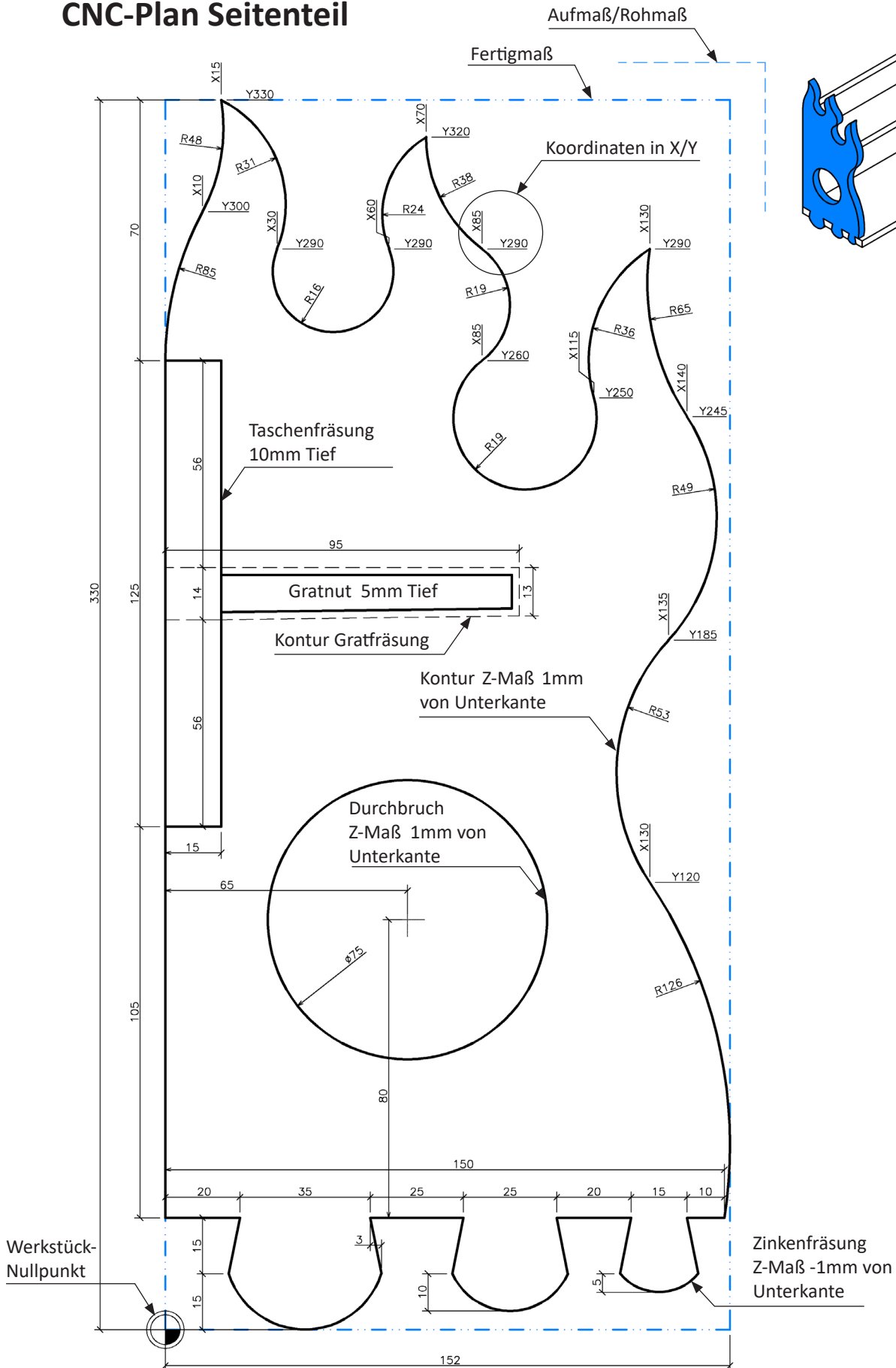
CNC-Bearbeitung: Rüsten der Maschine

Neben den Fräs- und Bohrwerkzeugen erfordert die CNC-Bearbeitung auch eine Vorbereitung der Aufspannmöglichkeiten des Rohteils auf den Arbeitsbereich der CNC-Maschine. Angesichts der Vielzahl an CNC-Maschinen und Spanntechniken soll hier nur exemplarisch die am häufigsten eingesetzte Methode über Konsolen mit Vakuumelementen gezeigt werden. Das Werkstück kann je nach Saugergröße in X- oder Y-Richtung aufgespannt werden. Dies sollte vor Beginn der Programmierung entschieden werden, da einige CNC-Programme ein nachträgliches Drehen der Werkteile nicht problemlos ermöglichen. Auch die Anzahl der Vakuumelemente spielt eine Rolle. Anzahl und Größe der Vakuumelemente sind so zu wählen, dass die erforderliche Haltekraft während der gesamten Bearbeitung sicher gewährleistet ist. Die Vorgaben des Maschinenherstellers sind zu beachten. Eine Vergrößerung des Rohmaßes, oder das Fertigen mehrerer Bauteile aus einem großen Rohteil ist hier sinnvoll. Dadurch erhöht sich die Anzahl der Vakuumelemente und somit die Haltekraft.



Informieren → Planen → Entscheiden → Realisieren → Kontrollieren

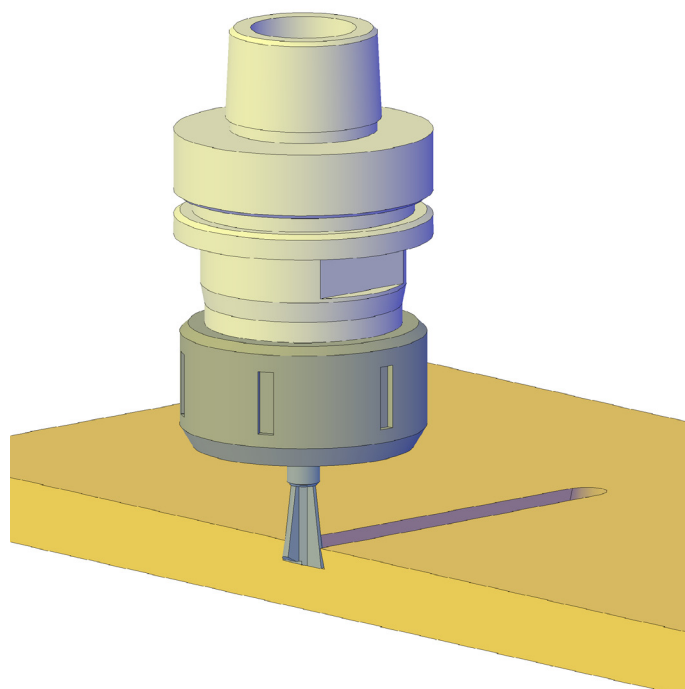
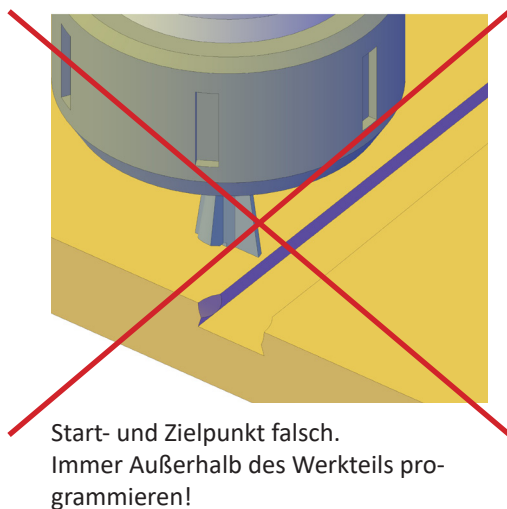
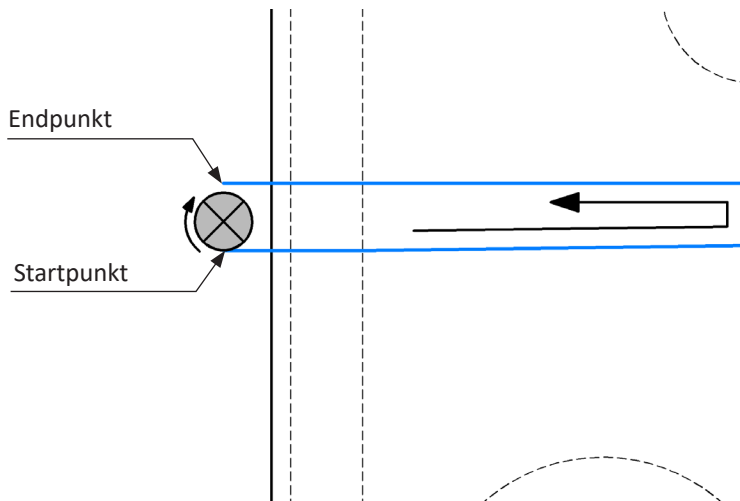
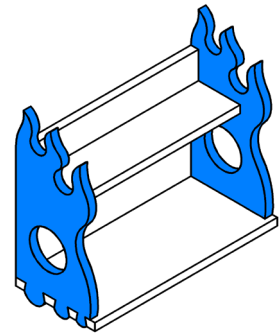
CNC-Plan Seitenteil



Informieren → Planen → Entscheiden → Realisieren → Kontrollieren

CNC-Bearbeitung: Gratung Seitenteil

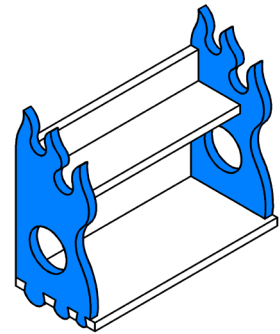
Für die Ausfräsung der Gratnut wird ein Gratfräser benötigt der im Durchmesser kleiner ist als die schmalste Stelle im Grund der Gratnut. In diesem Fall ist dies 13mm. Die Gratfräsung muss außerhalb des Werkteils beginnen, da die meisten Gratfräser nicht stirnschneidend sind und somit keine Eintauchfahrten ermöglichen. Am besten man programmiert die Fräsbahn ein wenig über die Werkstückkante hinaus, um dem Fräser das Eintauchen in der Luft zu ermöglichen und dann horizontal in das Werkstück einzufräsen. Das Aussteigen muss auf dem gleichen Weg erfolgen, da sonst beim Anheben des Fräasers die Gratnut beschädigt wird. Um das Ausreißen der Werkteilkante zu minimieren sollte im Gleichlauf gefräst werden. Dies ist auch der Grund warum diese Fräsung als erste Fräsung durchgeführt werden sollte. Eventuelle Ausbrüche werden dann durch nachfolgende Fräsungen beseitigt.



Informieren → Planen → Entscheiden → Realisieren → Kontrollieren

CNC-Bearbeitung: Durchbruch Seitenteil

Als nächstes soll der kreisförmige Durchbruch in dem Seitenteil gefräst werden. Hierfür gibt es verschiedene Strategien an der CNC-Maschine. Einige Hersteller ermöglichen die Erzeugung einer fertigen Kreistasche in der CNC-Software. Dadurch benötigt man nur den Durchmesser und die Position der Tasche. Sollte dies nicht möglich sein muss eine Kontur als Kreis angelegt werden, die dann an der Innenseite umlaufend eingefräst wird. Bei diesem Werkstück ist es ratsam aufgrund der geringen Größe diese Fräsung nicht sofort durchgehend auszuführen sondern 1mm am Grund der Fräsung stehen zu lassen. Vakuumelemente können unter der verbleibenden Insel bzw. außerhalb der Werkzeugbahn angeordnet werden. Ein sofortiges Durchfräsen ist nur unter Zuhilfenahme einer Schablone mit Unterlage möglich. Diese Technik lohnt sich aber erst ab einer bestimmten Stückzahl. Beim Fräsen entsteht eine Insel die später entfernt wird. Eine komplette Zerspanung der Tasche ist auch möglich, kostet aber zusätzlich Fräszeit und verringert die Standzeit der Werkzeuge.



Informieren



Planen



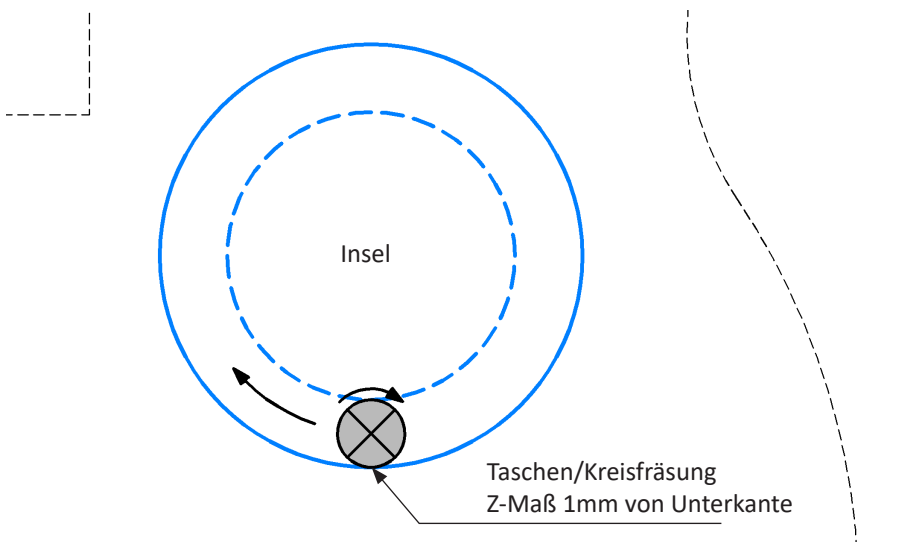
Entscheiden



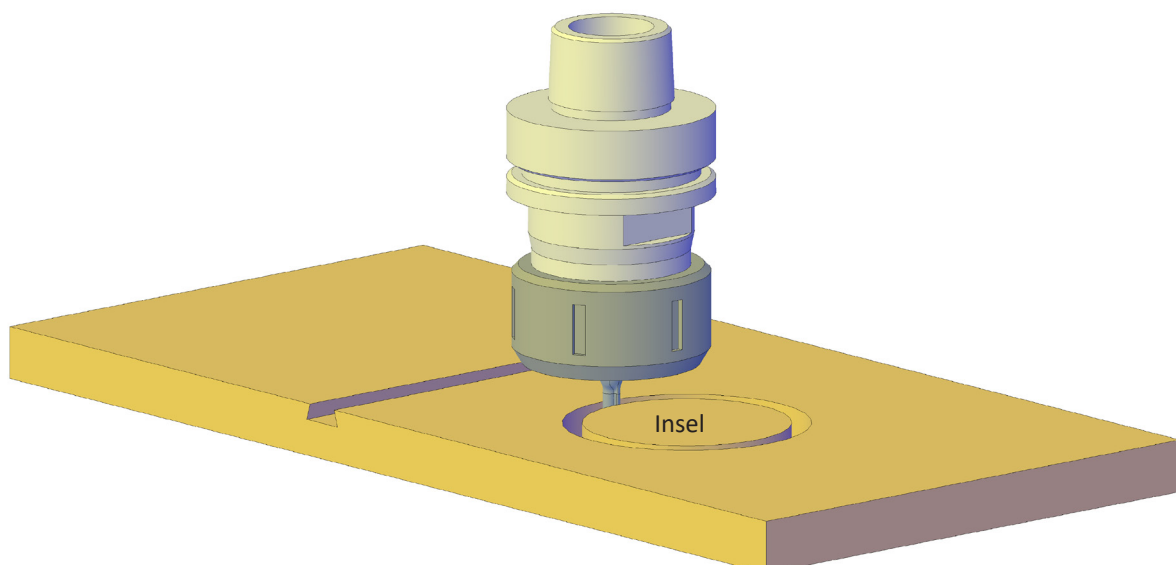
Realisieren



Kontrollieren

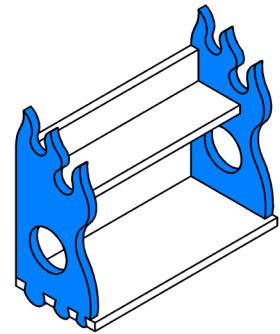


Schaftfräser
Ø 6-10mm
Nutzlänge min. 15mm

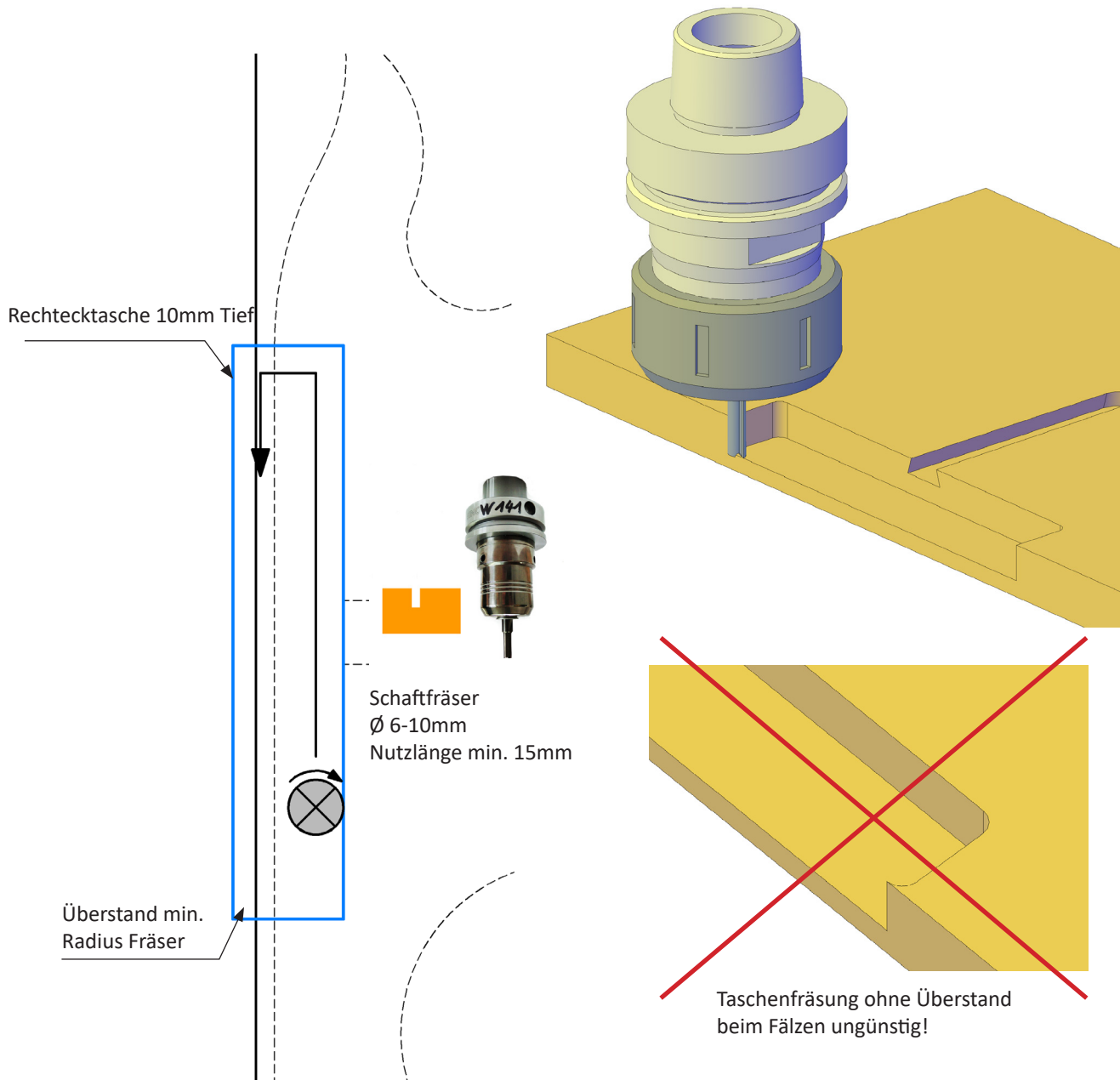


CNC-Bearbeitung: Falz Seitenteil

Für den Falz an der Hinterkante gibt es zur Bearbeitung ebenfalls verschiedene Möglichkeiten. Auch hier empfiehlt sich soweit möglich eine fertige Taschenfräsung der CNC-Software. Da der Falz vollständig ausgeräumt werden muss benötigt man mehrere Fräszyklen, die bei einer Taschenfräsung von der CNC-Software automatisch erzeugt werden. Wichtig ist, dass die Fräsung über den Rand des Werkteils nach hinten herausragt, um den Falz komplett zu erzeugen. Aufgrund der Kreisform der Fräser entstehen ja keine scharfkantigen Ecken. Programmiert man die Tasche genau so breit wie der fertige Falz bleiben beim Ein- und Austritt der Werkstückkante Holzteile stehen die dann händisch entfernt werden müssen.

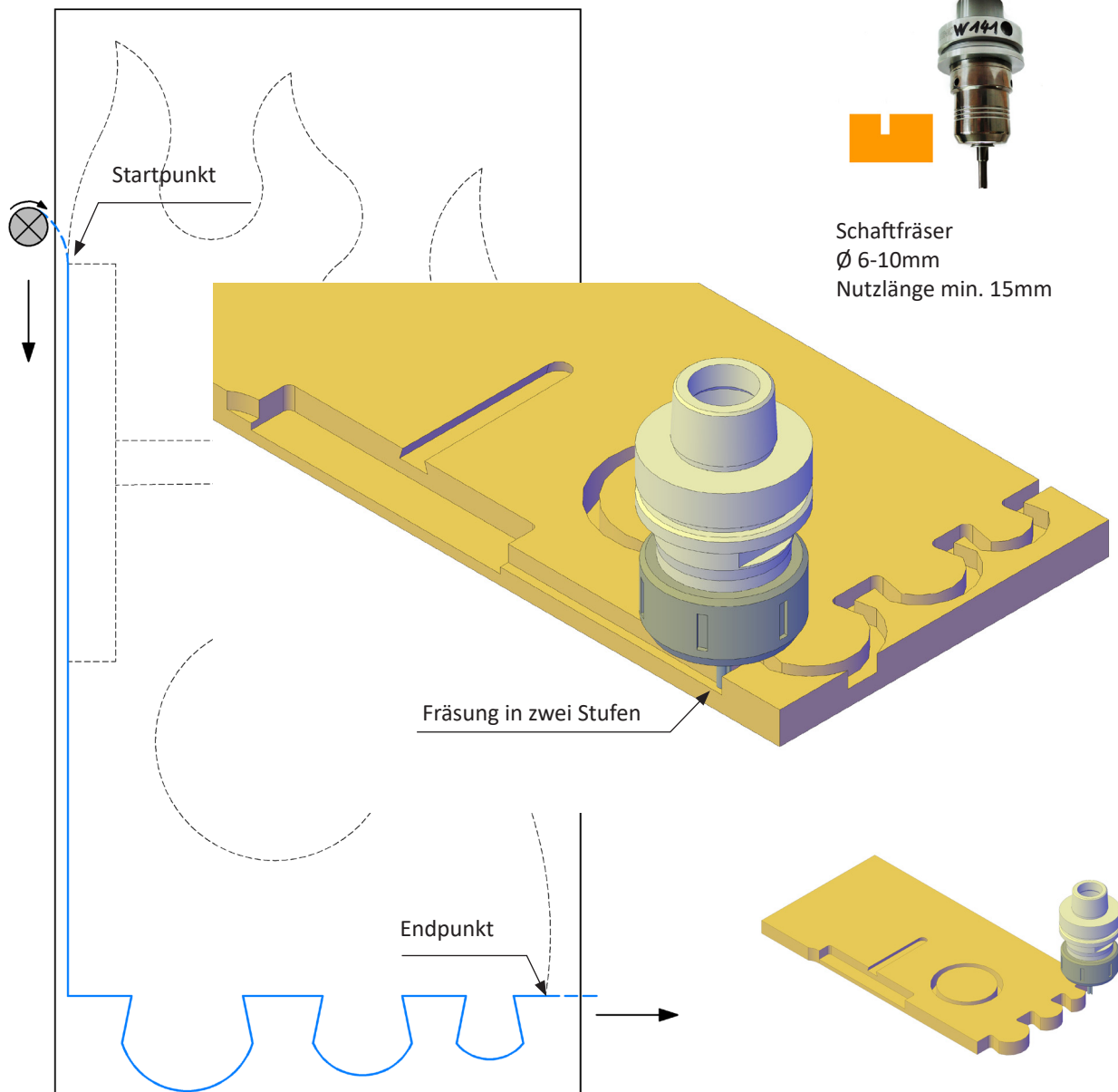
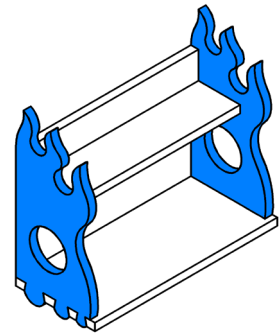


Informieren → Planen → Entscheiden → Realisieren → Kontrollieren



CNC-Bearbeitung: Zinkung Seitenteil

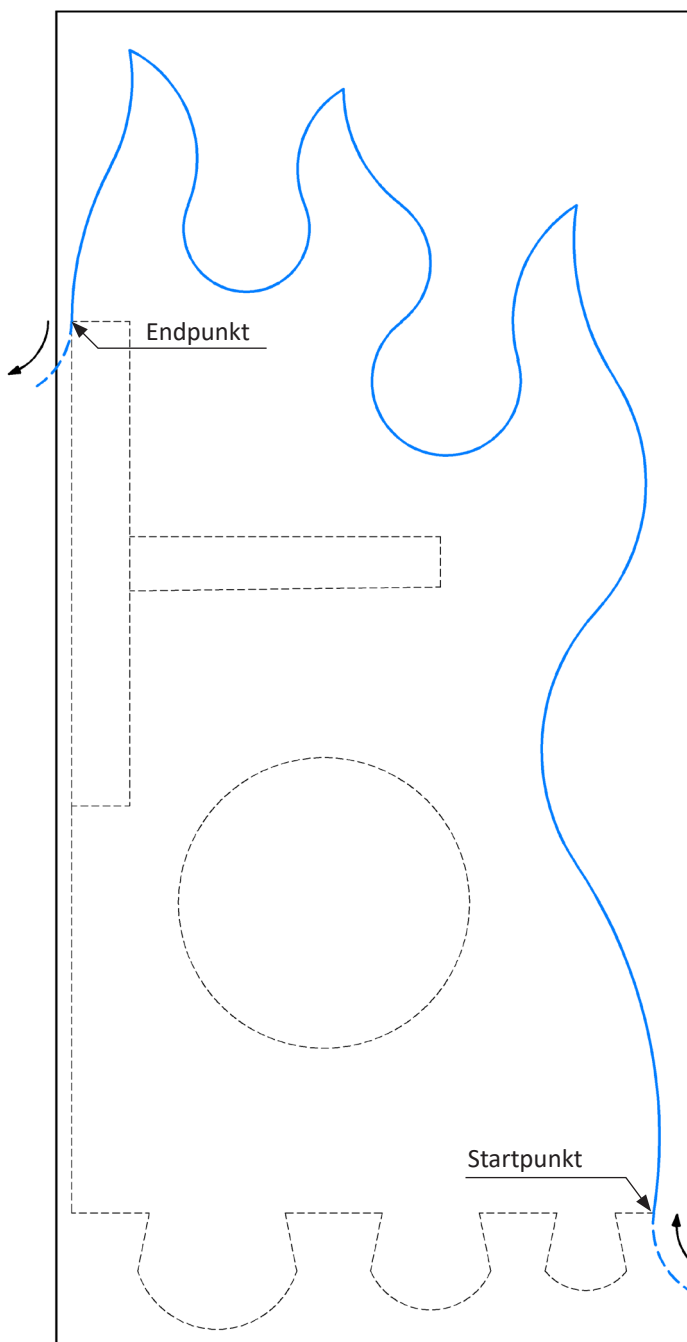
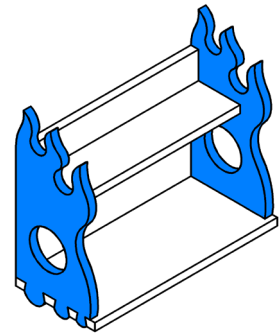
Als vorletzten Schritt empfehle ich die Bearbeitung der Zinkung. Es ist bei diesem Werkstück wichtig alle Außenkonturen die man vollständig durchfräsen kann in einem gemeinsamen Fräsgang durchzuführen. Bei Konturfräsungen an den Außenkanten muss besonders bei der Vollholzbearbeitung auf Stellen in der Kontur geachtet werden die ggf. ausbrechen können. Der Faserverlauf des Werkteils spielt hierbei eine entscheidende Rolle. Bei einer umlaufenden Konturbearbeitung werden die Hirnholzkannten zweckmäßig vor den Längsholzkanten bearbeitet. Dadurch können eventuelle Ausbrüche an den Ecken bei der anschließenden Bearbeitung der Längskanten entfernt werden. Die Fräsung kann in zwei Schritten erfolgen um den Schnittdruck und die damit verbundene Gefahr des „Verrutschen“ des Werkteils auf den Vakuumelementen zu verhindern.



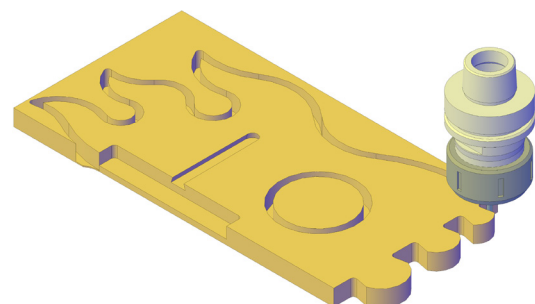
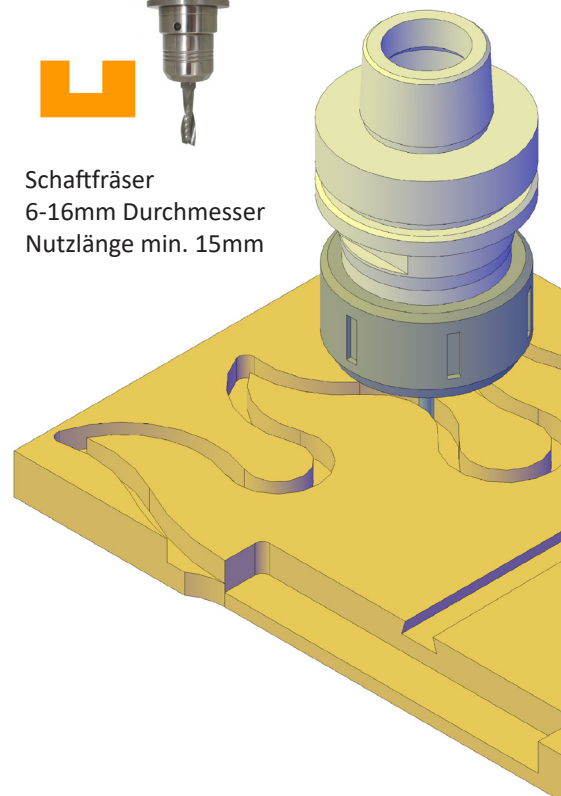
Informieren → Planen → Entscheiden → Realisieren → Kontrollieren

CNC-Bearbeitung: Kontur Seitenteil

Am Ende wird jetzt der Rest der Außenkontur gefräst. Hier soll wieder 1mm Material stehen bleiben. Das Z-Maß muss somit darauf eingestellt werden. Wir fräsen in zwei Schritten im Gegenlauf. Bei dieser Fräsung könnte auch ein größerer Fräser eingesetzt werden. Die Fräsqualität ist hierbei von der Qualität und Geometrie der Schneiden abhängig. Werkzeuge mit ziehendem Schnitt bzw. schräg angeordneten Schneiden können eine bessere Oberflächenqualität erzeugen als gerade Schneiden.



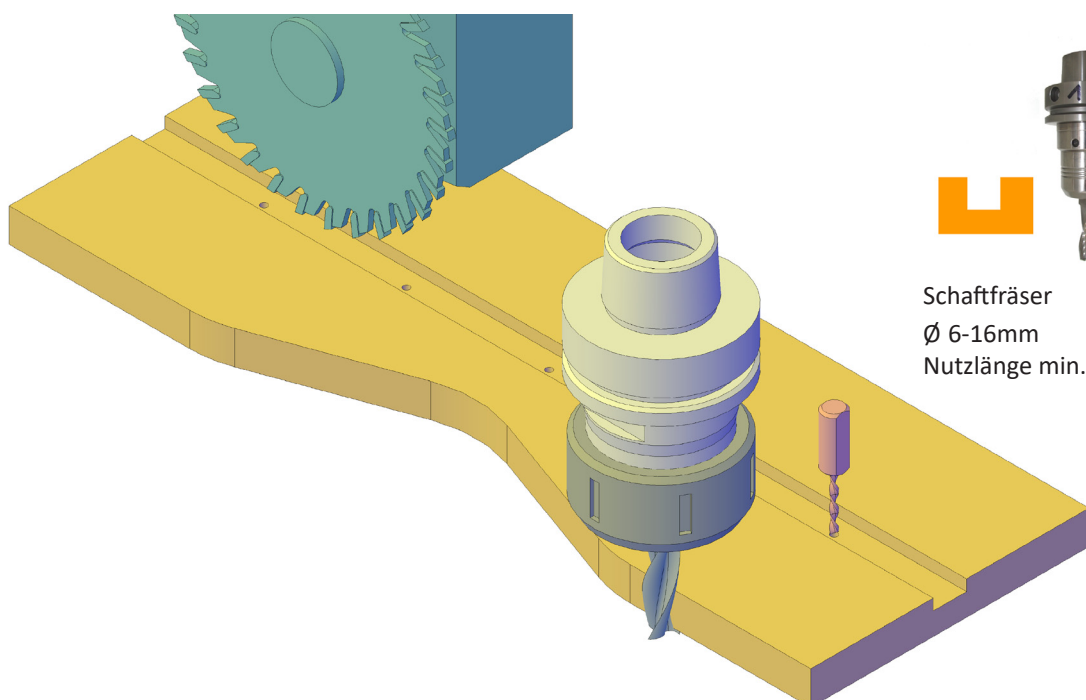
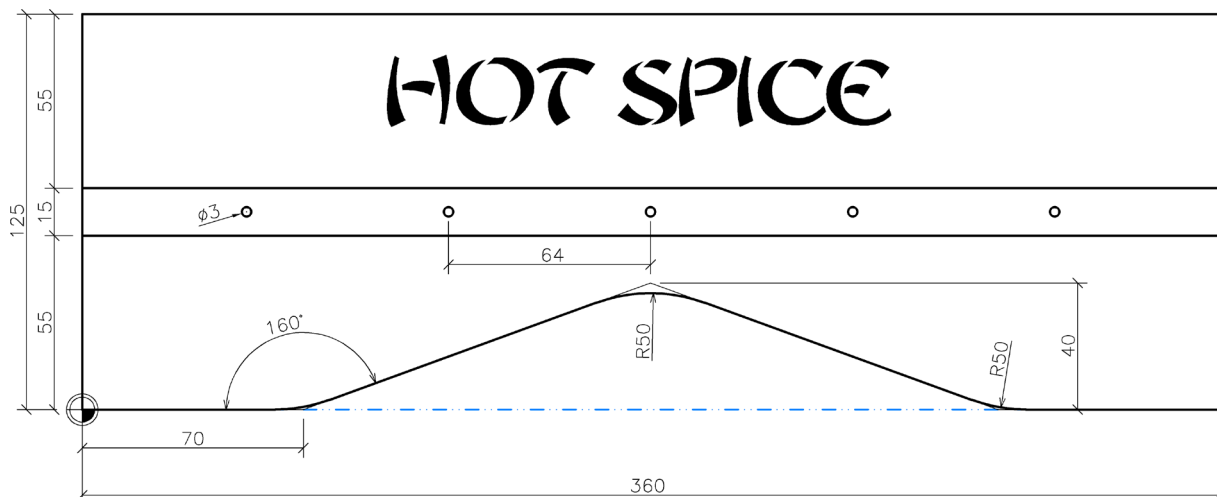
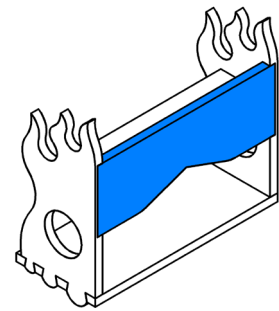
Schaftfräser
6-16mm Durchmesser
Nutzlänge min. 15mm



Informieren → Planen → Entscheiden → Realisieren → Kontrollieren

CNC-Bearbeitung: Blende

Das zweite Werkteil, das man mit der CNC-Maschine fertigen kann, ist die rückseitige Blende des Regals. Die Blende besitzt eine Nut für den Gratboden und Bohrungen zur Verschraubung. An der Unterkante befindet sich eine Ausklinkung und in der Frontansicht eine Gravurfräsung zur Verzierung. Zur Bearbeitung empfehle ich das Werkteil auf Fertigmaß zuzuschneiden. Dies hat den Vorteil, dass nicht die komplette Außenkontur gefräst werden muss. Die Nut kann je nach CNC-Ausstattung alternativ gesägt oder gefräst werden. Die Löcher werden gebohrt. Die Gravurfräsung erfolgt optional und ist abhängig von der eingesetzten Software. Viele CNC-Maschinen bieten spezielle Softwarefunktionen an um Schriftfräsungen auszuführen.



Schaftfräser
Ø 6-16mm
Nutzlänge min. 15mm

Informieren → Planen → Entscheiden → Realisieren → Kontrollieren

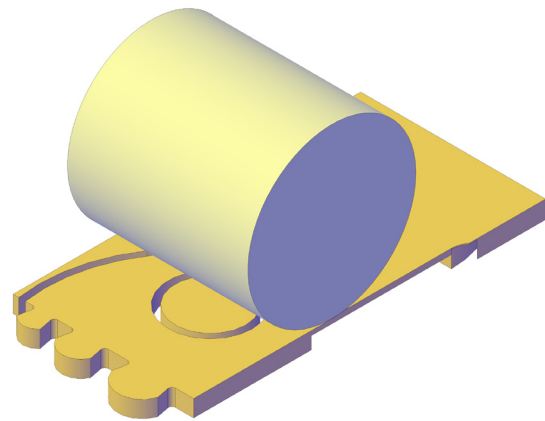
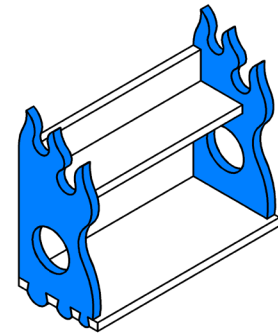
Restliche Bearbeitungen

In einem ersten Schritt werden alle Restarbeiten ausgeführt, die die CNC-Maschine nicht vollständig ausführen kann.

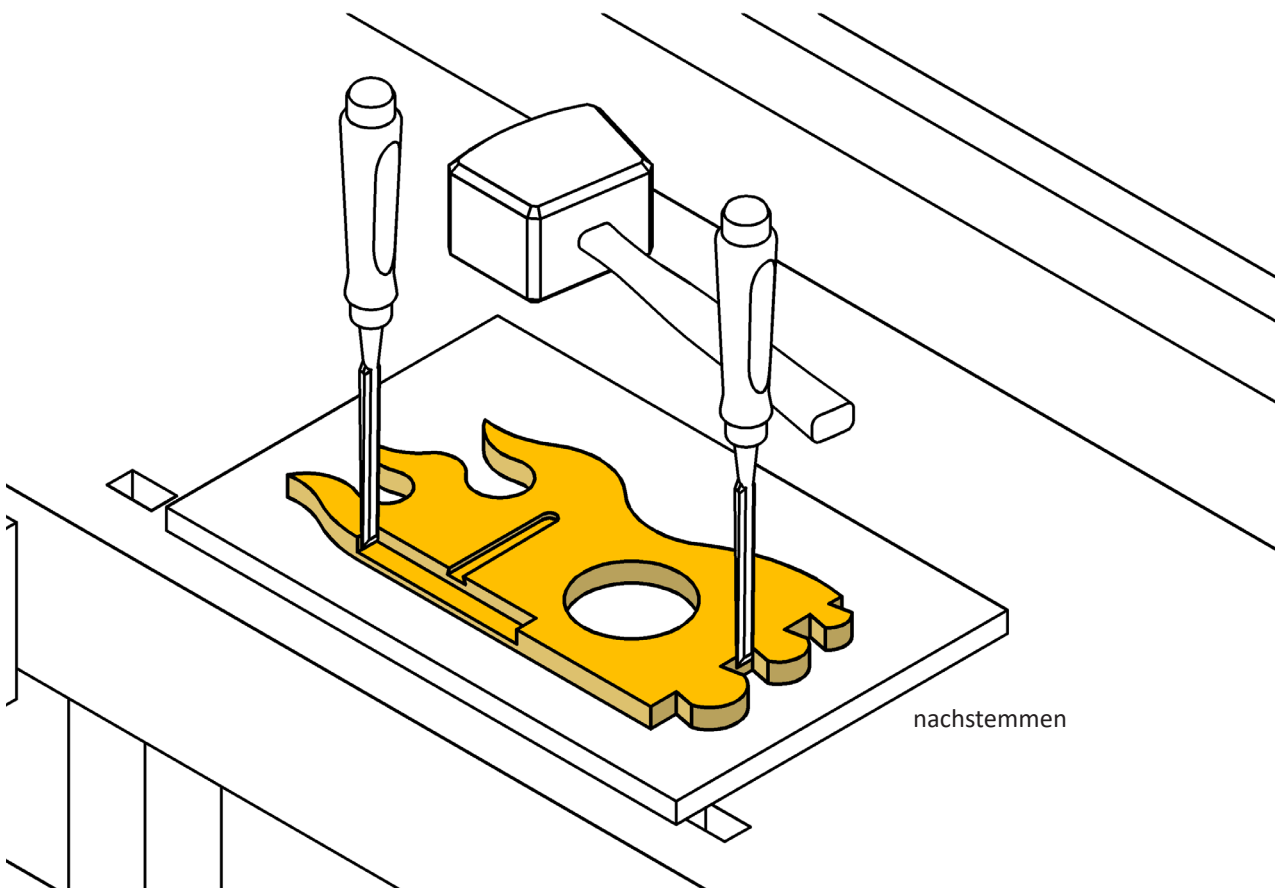
Die Seitenteile sind mit 16mm noch einen Millimeter dicker als das gewünschte Fertigmaß.

Mit Hilfe einer Breitbandschleifmaschine kann man hier von der Außenseite diesen Millimeter in mehreren Schritten kalibrieren und erhält das fertige Werkstück. Alle Reste der Außenkontur und die Insel der Kreisfräsung fallen damit heraus. Wer keine Breitbandschleifmaschine zur Verfügung hat muss die Seiten vorher auf Fertigmaß hobeln und die Restteile mit einer Dekupiersäge heraustrennen bzw. einem Bündigfräser die Kanten bündig fräsen.

Die Innenecken der CNC-Fräsungen werden jetzt mit dem Stemmeisen eckig nachgestemmt. Alternativ können auch die Gegenteile, die dort eingepasst werden, abgerundet werden.

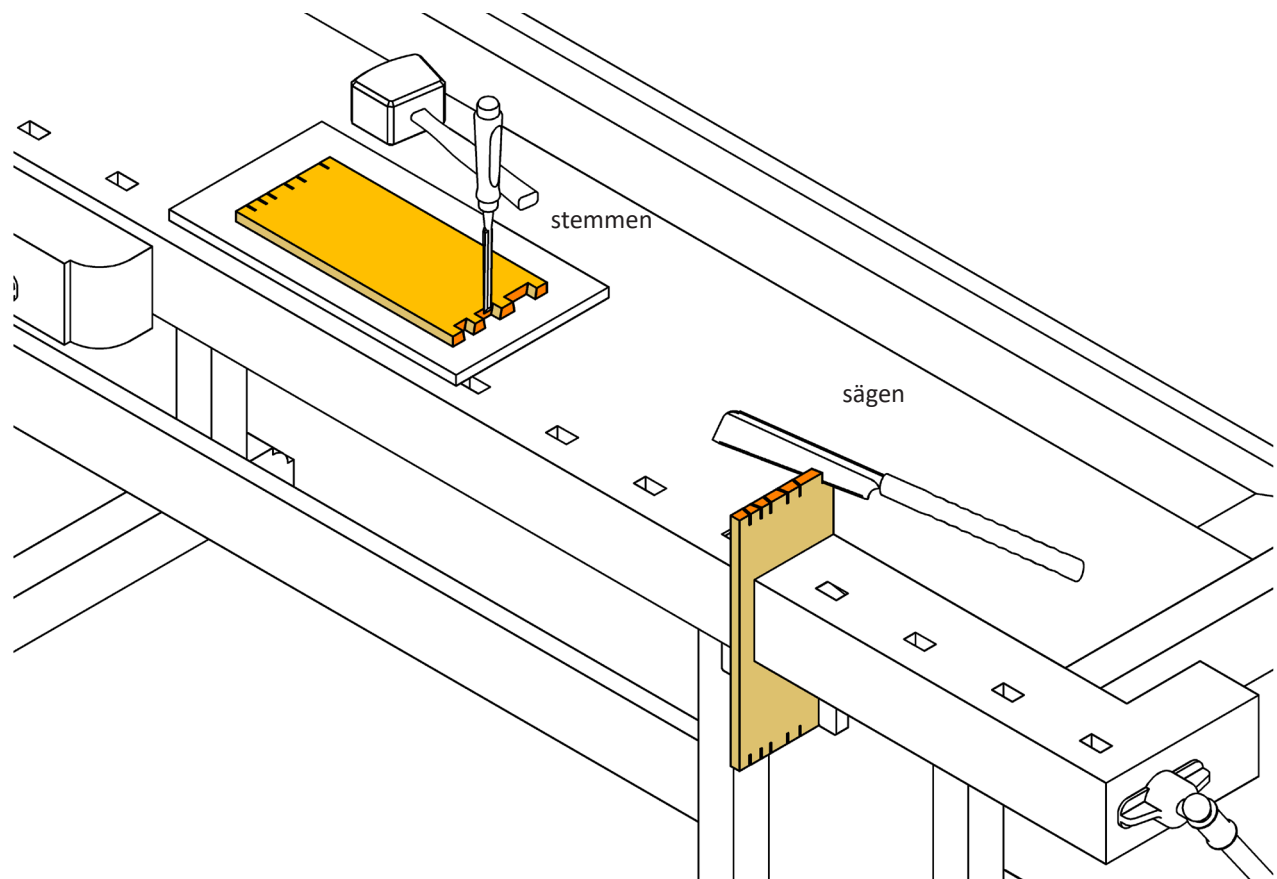
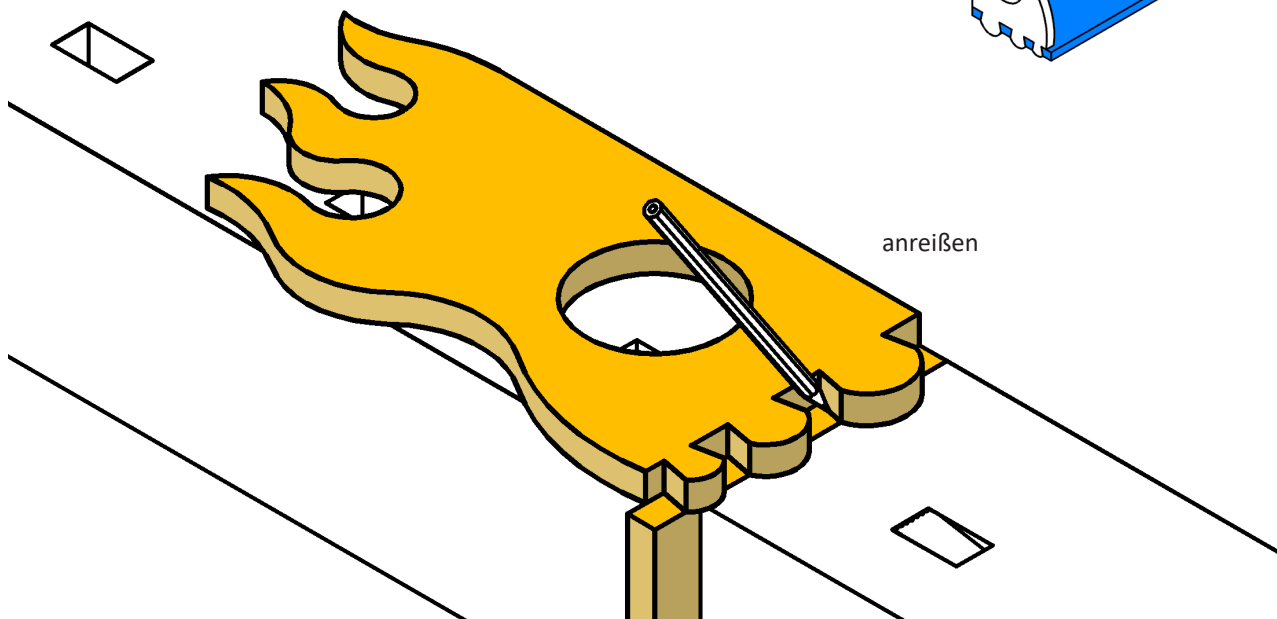
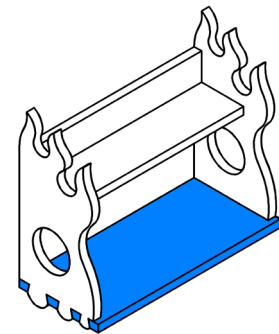


Breitbandschleifmaschine



Restliche Holzverbindungen

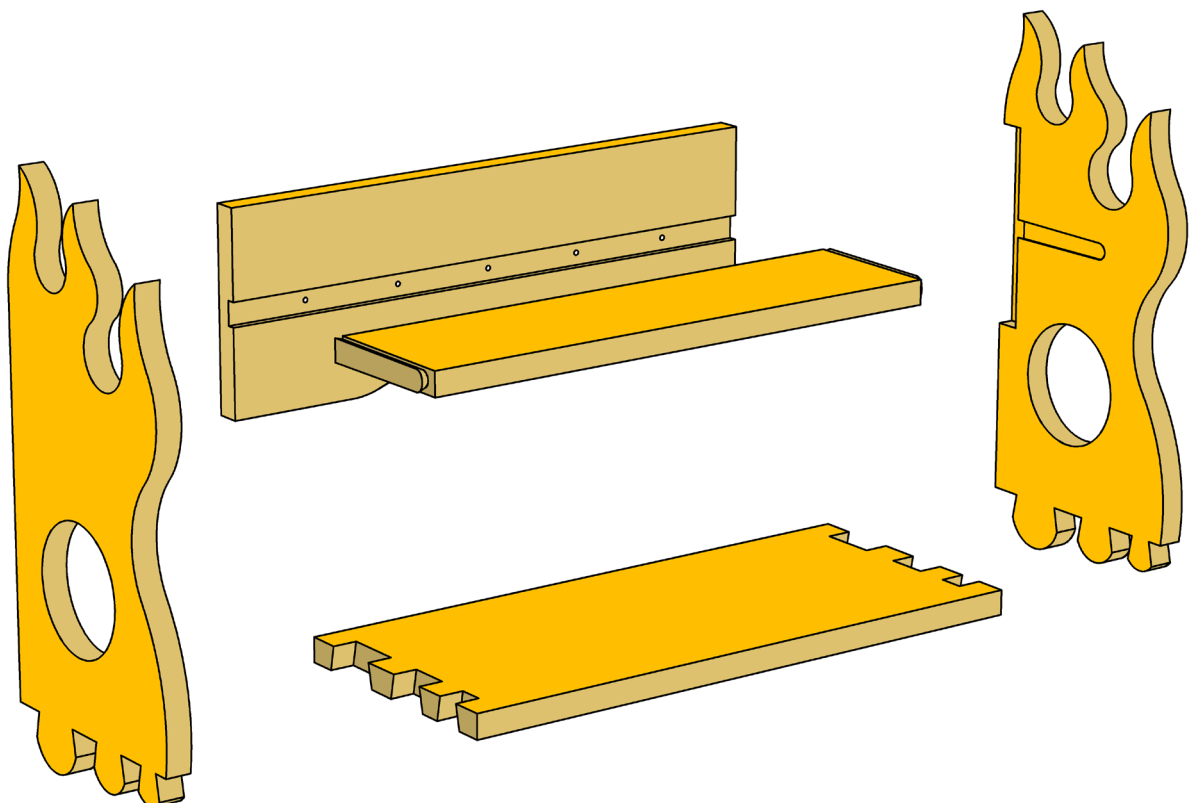
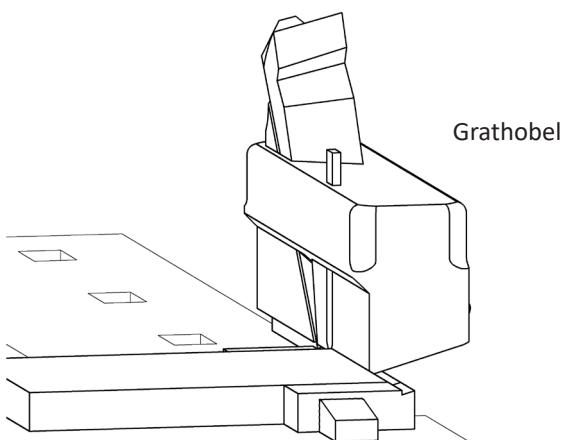
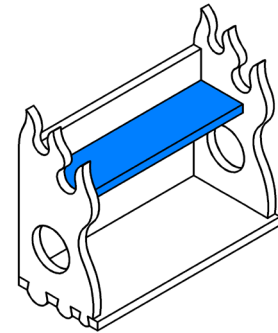
Die Zierzinkung am unteren Ende der Seitenteile wird rechts und links auf die beiden Stirnseiten des Bodens angezeichnet und klassisch eingesägt und ausgestemmt.



Informieren → Planen → Entscheiden → Realisieren → Kontrollieren

Restliche Holzverbindungen

Der obere Boden muss jetzt in die Gratnuten eingepasst werden. In der hier dargestellten Spannlage ist die Bearbeitung auf einem üblichen 3-Achs-Bearbeitungszentrum nur eingeschränkt möglich. Je nach Maschinenkonzept sind Umspannen, geeignete Aggregate oder eine 5-Achs-Bearbeitung erforderlich. Ich empfehle hier das Anfräsen an der Tischfräse/Oberfräse oder die Herstellung mit Hilfe eines Grathobels.



Informieren



Planen



Entscheiden



Realisieren



Kontrollieren

Bewertung

Am Ende jeder Arbeit wird das Ergebnis beurteilt. Nachfolgend findest du einen Bewertungsbogen mit Kriterien. Du kannst versuchen, alleine oder gemeinsam mit deiner Ausbilderin/deinem Ausbilder die einzelnen Punkte zu besprechen und eine Bewertung durchzuführen. Diese soll dir zeigen, wie erfolgreich du bei jedem Arbeitsschritt warst und was du beim nächsten Mal besser machen kannst.

Pos.	Kriterium	Punkte max	Punkte
Punktevergabe durch Messen, Sehen, Fühlen. Maßtoleranzen max. +/-1mm			
01	Maßhaltigkeit nach Zeichnung	10	
02	Erstellen CNC-Programm	10	
03	Rüsten der CNC-Maschine	10	
04	Fräsergebnis CNC-Teile	10	
05	Passgenauigkeit der Zinkenverbindung	10	
06	Passgenauigkeit der Gratverbindung	10	
07	Einbau Blende	10	
08	Sauberkeit der Oberflächen	10	
09	Sauberkeit der Kanten	10	
10	Gebrauchs- und Verkaufsfähigkeit	10	
	Summe	100	

Jede erreichte Punktzahl entspricht einer Note. Anhand des unten abgebildeten Notenspiegels lässt sich die Punktzahl, bezogen auf eine Skala zwischen 0 und 100, der jeweiligen Note zuordnen. Umgekehrt kann man einer Leistung auch zuerst eine Note und erst danach die entsprechende Punktzahl zuordnen. Wenn du dir unsicher bist, wie viele Punkte du geben möchtest, verteile einfach Noten und bilde daraus die Punktzahlen.

Note	6	5	4	3	2	1
Punkte	0-29	30-49	50-66	67-80	81-91	92-100
Bezeichnung	schlecht	mangelhaft	ausreichend	befriedigend	gut	sehr gut